

Prosiding Simposium V Tanaman Pangan

Inovasi Teknologi Tanaman Pangan

Buku 1: Kebijakan Penelitian dan Pengembangan



Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
2008

ISBN: 978-979-1159-21-0

Prosiding Simposium V Tanaman Pangan
Inovasi Teknologi Tanaman Pangan

Buku 1:
Kebijakan Penelitian dan Pengembangan



Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
2008

Inovasi Teknologi Tanaman Pangan, Buku 1 : Kebijakan
Penelitian dan Pengembangan. Prosiding Simposium V
Tanaman Pangan/penyunting Makarim (*et al.*)-Bogor:
Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan,
Deptan 2008
255 hlm; 1,4 cm

ISBN: 978-979-1159-20-3 Jilid Lengkap
978-979-1159-21-0 Jilid 1
978-979-1159-22-7 Jilid 2
978-979-1159-23-4 Jilid 3

I. Inovasi Teknologi Tanaman Pangan

II. Makarim

Penyunting:

A. Karim Makarim
Bambang Suprihatno
Zulkifli Zaini
Adi Widjono
I Nyoman Widiarta
Hermanto
Husni Kasim

Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
2008

Pengantar

Tantangan dalam peningkatan produksi tanaman pangan makin beragam. Konversi lahan pertanian yang masih terus berlangsung di beberapa daerah, penurunan kualitas lahan dan lingkungan, organisme pengganggu tanaman yang terus berkembang, masih tingginya kehilangan hasil pada saat panen dan setelah panen, rendahnya gizi anak di beberapa daerah karena tidak memperoleh masukan yang memadai dari makanan yang dikonsumsi, dan tidak memadainya keuntungan yang diperoleh petani dari usahatani tanaman pangan adalah bagian penting dari tantangan perlu diatasi.

Pengalaman selama ini membuktikan penerapan teknologi dapat memecahkan masalah teknis yang dihadapi dalam peningkatan produksi. Oleh karena itu Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan melalui unit pelaksana teknis penelitiannya senantiasa melakukan penelitian untuk menghasilkan inovasi teknologi yang mampu memberikan kontribusi yang lebih besar bagi peningkatan produksi untuk memenuhi kebutuhan pangan nasional, perbaikan gizi masyarakat, dan peningkatan pendapatan petani.

Untuk mengevaluasi inovasi teknologi yang dihasilkan melalui penelitian dalam beberapa tahun terakhir, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan menyelenggarakan Simposium V Penelitian Tanaman Pangan di Bogor pada 28-29 Agustus 2007. Informasi dari inovasi teknologi tersebut, yang diterbitkan dalam prosiding simposium ini, diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengembangan tanaman pangan.

Akhir kata, saya menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah berkontribusi dalam Simposium V Tanaman Pangan dan penerbitan prosiding ini.

Bogor, Oktober 2008

Kepala Pusat,

Prof. Dr. Suyamto



Daftar Isi

Pengantar	iii
Rumusan Simposium Tanaman Pangan V	vii
Kebijakan, Arah, Strategi, dan Program Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan	1
<i>Achmad Suryana</i>	
Sistem Produksi Padi Berciri Ekologis dan Berkelanjutan	18
<i>Sumarno, Andi Hasanuddin, dan Suyamto</i>	
Stop Perusakan Lingkungan Hidup	45
<i>Achmad M. Satari</i>	
Paradigma Baru Penyuluhan: Keterkaitan dengan Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan	53
<i>Mulyono Machmur</i>	
Membangun dan Memantapkan Politik Pangan Nasional	60
<i>Siswono Yudohusodo</i>	
Kerja Sama Indonesia-IRRI: Dampak dan Antisipasi ke Depan	71
<i>Mahyuddin Syam</i>	
Strategi Implementasi Prima Tani Mendukung Ketahanan Pangan Nasional	93
<i>Muhrizal Sarwani, A. Abdurachman, A. Hasanuddin, dan B. Risdiono</i>	
Potensi dan Ketersediaan Lahan Pertanian untuk Perluasan Areal Tanaman Pangan	105
<i>Sukarman, Irsal Las, dan Achmad Hidayat</i>	
Pemasaran Produk Tanaman Pangan yang Memihak Petani	119
<i>Tahlim Sudaryanto, Erizal Jamal, dan Reni Kustiarti</i>	
Teknologi Mekanisasi Mendukung Pertanian Tanaman Pangan Industrial	134
<i>Trip Alihamsyah</i>	
Standar Mutu dan Penanganan Pascapanen Mendukung Agribisnis Berbasis Tanaman Pangan	146
<i>Wisnu Broto, Sri Widowati, dan Suismono</i>	
Inovasi Teknologi Padi Menuju Swasembada Beras Berkelanjutan	165
<i>Hasil Sembiring dan I Nyoman Widiarta</i>	

Kesiapan Teknologi Mendukung Peningkatan Produksi Menuju Swasembada Kedelai	188
<i>Subandi, Marwoto, dan H. Kuntastyuti</i>	
Kesiapan Teknologi Produksi Ubi Kayu Mendukung Pengembangan Bioetanol	220
<i>Nasir Saleh, Marwoto, dan Subandi</i>	
Dukungan Teknologi dalam Penionngkatan Produksi Jagung	239
<i>Mappaganggang S. Pabbage, Zubachtirodin, dan Sania Saenong</i>	
Daftar Peserta Simposium V Penelitian Tanaman Pangan	252

Rumusan Simposium V Tanaman Pangan

Simposium Tanaman Pangan ke lima diselenggarakan oleh Puslitbang Tanaman Pangan Bogor pada tanggal 28-29 Agustus 2007 di Auditorium II, Kampus Penelitian Pertanian Cimanggu, Bogor, mengambil tema **Inovasi Teknologi Menuju Ketahanan Pangan Berkelanjutan**. Simposium Tanaman Pangan V bertujuan untuk (1) Mengevaluasi teknologi hasil penelitian tanaman pangan yang memberikan kontribusi bagi peningkatan produksi, pendapatan petani, dan keberlanjutan usahatani, (2) Mengkomunikasikan berbagai inovasi teknologi untuk mendukung program pembangunan pertanian tanaman pangan, (3) Menghimpun pemikiran dari para ahli pertanian nasional dan internasional dalam upaya pemecahan masalah pertanian tanaman pangan di masa yang akan datang. Untuk mencapai tujuan tersebut dibahas beberapa aspek: (1) Politik ketahanan pangan, (2) Kebijakan, arah dan strategi penelitian dan pengembangan tanaman pangan, (3) Inovasi teknologi mendukung ketahanan pangan, (4) Diseminasi inovasi teknologi, (5) Pemasaran, dan (6) Kerjasama penelitian.

Atas dasar diskusi, dan presentase dari beberapa makalah utama maupun makalah pokok serta makalah penunjang, beberapa hal yang perlu diperhatikan dan perlu ditindak lanjuti adalah sebagai berikut:

1. Keputusan politik yang perlu diambil pemerintah untuk mencapai kecukupan dan ketahanan pangan antara lain : a) perbaikan gizi untuk meningkatkan kualitas SDM, b) perencanaan/manajemen pembangunan antisipatif, c) BULOG diberikan misi yang tegas menguntungkan petani, meringankan konsumen, d) peningkatan produksi pangan agar bebas dari jerat ketergantungan pangan impor, e) diversifikasi pangan sesuai dengan kekayaan alam lokal, f) modernisasi kuliner agar sesuai dengan selera internasional, g) mendukung pengembangan pangan tradisional, h) percepatan penggunaan teknologi maju, i) peningkatan skala usahatani untuk meningkatkan efisiensi, j) pembangunan infrastruktur pedesaan, k) membangun ketahanan pangan dengan percaya diri, kemandirian, keberanian dan ketegasan, l) menjadikan Indonesia negara eksportir pangan tropis, m) memanfaatkan keunggulan komparatif, n) Ekspor produk akhir, o) pemanfaatan masa transisi penerapan WTO dengan aturan peralihan menguntungkan kepentingan nasional, dan p) meningkatkan anggaran
2. Kebijakan Litbang Tanaman Pangan meliputi: 1) mendukung pencapaian sasaran pembangunan tanaman pangan melalui inovasi teknologi, 2) fokus pada komoditas unggulan dan bidang masalah, 3) *time frame* dan output jelas, 4) keterpaduan, dan 5) membangun jejaring kerja nasional maupun internasional.

3. Berbagai tantangan seperti perubahan iklim yang dipengaruhi oleh pemanasan global, perubahan biotipe dan strain beberapa hama dan penyakit, sistem produksi yang efisiensi dan ramah lingkungan, serta tuntutan akan kualitas pangan yang lebih baik memerlukan antisipasi dan perencanaan yang tepat sasaran.
4. Sasaran pembangunan Tanaman Pangan melalui inovasi teknologi meliputi antara lain; Peningkatan beras Nasional P2BN 2 juta ton setara beras 2007 dan 5% per tahun sampai 2009, swasembada jagung pada tahun 2007 berkelanjutan, bangkit kedelai menuju swasembada kedelai tahun 2015, pengembangan bio-fuel (bioetanol berbahan baku ubi kayu, sorgum dan jagung).
5. Upaya peningkatan pasokan dan kualitas pangan, serta aksesibiliti/daya beli/pendapatan rumah tangga tani dapat ditempuh melalui adopsi teknologi pertanian. Percepatan pemasyarakatan inovasi teknologi pertanian tanaman pangan khususnya, dalam mendukung ketahanan pangan secara berkelanjutan, dapat melalui beberapa wadah/program Deptan yang telah dilaksanakan selama ini. Masalahnya adalah bagaimana melakukan koordinasi, integrasi dan sinergis program para eselon I teknis lingkup Deptan maupun program non Deptan. Untuk itu diperlukan peningkatan kemampuan para pejabat dan petugas dalam bidang manajemen pembangunan tanaman pangan.
6. Model pengelolaan tanaman dan sumber daya terpadu (PTT) yang mengintegrasikan komponen teknologi sinergis, efisien, spesifik lokasi dan melibatkan partisipasi aktif petani dan pihak terkait lainnya tampaknya selaras dengan Revolusi hijau lestari (*Sustainable Green Revolution*), dengan lebih mengedepankan aspek kelestarian lingkungan dan peningkatan produksi.
7. Selaras dengan meningkatnya kepedulian konsumen terhadap lingkungan hidup dan makin lantang gaung mengenai pertanian berkelanjutan maka penyusunan teknologi Budidaya yang Ekologis dan Berkelanjutan (BEB) perlu melibatkan semua pihak yang terkait dengan kegiatan usaha produksi padi dan peminat lingkungan, termasuk pelaku utamanya, yaitu petani. Kesepakatan perlu dibangun atas dasar multi fungsionalitas usaha pertanian, yang masing-masing fungsi memiliki status penting.
8. Pemerintah Pusat, Propinsi dan Kabupaten perlu merumuskan kebijakan yang mendukung dan memfasilitasi diterapkannya Teknologi Budidaya Unggul yang Ekologis dan Berkelanjutan, untuk menjamin ketahanan pangan nasional masa kini dan masa yang akan datang (berkelanjutan).
9. Meningkatnya pasokan dan kualitas pangan yang bersumber dari produksi sendiri, serta meningkatnya aksesibilitas/daya beli rumah tangga terhadap pangan dapat ditempuh melalui penerapan inovasi pertanian.

10. Berdasarkan kondisi topografi lahan dan iklim, dari total daratan (188,2 juta ha) Indonesia, lahan yang sesuai untuk pertanian adalah seluas 94,1 juta ha, yaitu 25,4 juta ha sesuai untuk lahan basah (sawah), 25,1 juta ha sesuai untuk lahan kering tanaman semusim, dan 43,6 juta ha sesuai untuk lahan kering tanaman tahunan. Dari 25,4 juta ha lahan yang sesuai untuk lahan basah, karena adanya konversi (alih fungsi) lahan sawah, maka luas lahan sawah baku saat ini menurun dari 89,5 juta ha menjadi sekitar 7,79 juta ha. Untuk perluasan areal lahan sawah masih sekitar 8,28 juta ha yang terdiri dari 2,98 juta ha lahan rawa dan 5,30 juta ha lahan non rawa. Lahan rawa (pasang surut) yang pernah direklamasi seluas 4,19 juta ha, dimanfaatkan baru seluas 835.200 ha, sehingga masih terbuka peluang untuk pengembangan dan perluasan areal lahan sawah.
11. Prima Tani merupakan terobosan yang dilakukan Departemen Pertanian yang diinisiasi oleh Badan Litbang Pertanian dalam upaya percepatan adopsi inovasi pertanian ke petani mempunyai peran penting dalam mewujudkan ketahanan pangan secara berkelanjutan.
12. Peran pemerintah masih diperlukan untuk mengimbangi peran para pelaku pasar swasta dan memberdayakan petani agar mampu memecahkan berbagai masalah yang dihadapi, termasuk dalam pemasaran produk tanaman pangan agar lebih berpihak kepada petani.
13. Penelitian tanaman pangan dimasa yang akan datang diarahkan pada: a) perakitan varietas unggul tanaman pangan yang hasilnya lebih tinggi, mutu sesuai preferensi konsumen dan responsif terhadap perubahan iklim global dengan teknologi budidayanya, b) perbaikan usaha tani tanaman pangan yang efisien, dan c) perbaikan agribisnis berbasis tanaman pangan dan integrasi dengan komoditas lainnya.
14. Penelitian bioteknologi tanaman pangan telah memberikan calon-calon varietas yang memberikan prospek baik di masa yang akan datang dalam menghadapi perubahan iklim dan cekaman lingkungan (varietas tahan kering, tahan hama/penyakit, efisien input, dsb).
15. Kerjasama dengan IRRI telah menghasilkan banyak inovasi teknologi yang memberi dampak besar bagi pembangunan tanaman pangan di Indonesia, termasuk dalam pengembangan SDM. Kerjasama penelitian kedepan dengan IRRI dalam jangka pendek dan menengah diarahkan pada: a) perbaikan karakter unggul spesifik varietas, b) biofortifikasi, c)antisipasi perubahan iklim global (toleran kekeringan, suhu tinggi, salinitas, rendaman), d) padi aerobik, e) pengendalian hayati. Pada jangka panjang pada: a) perakitan padi C4, dan b) padi efisien mengikat nitrogen dari udara.

16. Simposium Tanaman Pangan ini dinilai sangat bermanfaat sebagai media pertemuan berbagai pendapat dibidang tanaman Pangan dan menggali pemikiran serta “knowledebase” tanaman pangan terbaru. Oleh karena itu Simposium Tanaman Pangan ini menjadi agenda rutin Puslitbangtan dan akan dilakukan setiap lima tahun sekali.

TIM PERUMUS

Kebijakan, Arah, Strategi, dan Program Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan

Achmad Suryana

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

ABSTRAK

Indonesia adalah negara kepulauan, dengan jumlah penduduk besar dan tingkat konsumsi yang tinggi, sehingga harus mandiri pangan sebagai kunci dari ketahanan nasional. Pada tulisan ini diuraikan kebijakan, arah, strategi, dan program litbang tanaman pangan terhadap upaya peningkatan produksi beras nasional (P2BN), swasembada jagung dan kedelai, serta kemajuan inovasi teknologi dan adopsinya. Kebijakan Litbang Tanaman Pangan meliputi: 1) pencapaian sasaran pembangunan tanaman pangan *via* inovasi teknologi; 2) fokus pada komoditas unggulan dan bidang masalah; 3) *time frame* jelas; 4) keterpaduan; dan 5) membangun jaringan kerja nasional maupun internasional. Litbang Tanaman Pangan diarahkan untuk 1) menyediakan inovasi teknologi guna mencapai ketahanan pangan; 2) meningkatkan efisiensi usahatani; 3) meningkatkan nilai tambah, pendapatan, dan kesejahteraan petani; dan 4) melestarikan sumber daya pertanian. Strategi yang diterapkan adalah: 1) tepat sasaran dan waktu, 2) keunggulan kompetitif, 3) perkuat pijakan, dan 4) prioritas yang jelas. Program Litbang Tanaman Pangan meliputi: 1) pengayaan, pengelolaan, pemanfaatan, dan pelestarian sumber daya genetik tanaman pangan; 2) penelitian pemuliaan, perbaikan sistem produksi dan tekno-ekonomi padi hibrida dan VUTB (varietas unggul tipe baru); 3) penelitian pemuliaan, perbaikan sistem produksi dan tekno-ekonomi jagung hibrida & komposit, 4) penelitian pemuliaan, perbaikan sistem produksi dan tekno-ekonomi kedelai untuk lahan marjinal, 5) penelitian dan pengembangan komoditas tanaman pangan prospektif jangka panjang (*demand driving*), 6) pengembangan kapasitas benih sumber tanaman pangan, 7) penelitian dan pengembangan berbasis kemitraan dan keperluan pembangunan pertanian tanaman pangan berdasarkan permintaan, 8) analisis dan sintesis kebijakan pengembangan tanaman pangan, 9) peningkatan daya saing produk tanaman pangan melalui inovasi teknologi pengolahan primer, 10) pengembangan kapasitas kelembagaan litbang tanaman pangan, dan 11) pengembangan sumber daya informasi, komunikasi, diseminasi, dan penjangkaran umpan balik iptek tanaman pangan. Dukungan konkrit terhadap upaya mencapai swasembada pangan adalah: 1) panduan teknis, 2) benih sumber, 3) pengawalan/pendampingan teknologi, 4) demplot, dan 5) peningkatan kapasitas petugas lapang (TOT). Penelitian tanaman pangan telah menghasilkan berbagai varietas unggul baru (VUB) dan pendekatan pengelolaan tanaman dan sumber daya terpadu PTT untuk mengaktualisasikan potensi hasil VUB.

Hingga saat ini dan beberapa tahun ke depan, kebutuhan bahan pangan pokok (beras, jagung, dan kedelai) akan terus meningkat dan sebagian tidak akan dapat dipenuhi dari produksi dalam negeri jika tidak ada terobosan peningkatan produksi. Mengandalkan pangan impor untuk memenuhi kebutuhan nasional dinilai krusial karena berpengaruh terhadap berbagai aspek kehidupan, terutama sosial, ekonomi, dan politik. Cara yang realistis untuk memenuhi kebutuhan pangan nasional adalah meningkatkan produksi dalam negeri.

Upaya peningkatan produksi pangan sangat relevan dengan program ketahanan pangan dan pengembangan sistem agribisnis, karena sebagian besar masyarakat di pedesaan menggantungkan ekonominya kepada pertanian tanaman pangan. Indonesia memiliki peluang cukup besar dalam meningkatkan produksi pangan ditinjau dari ketersediaan dan keragaman sumber daya lahan. Pemanfaatan lahan kering dan lahan rawa pasang surut dapat dioptimalkan bagi pengadaan produksi pangan, di samping optimalisasi pemanfaatan lahan sawah irigasi yang hingga kini tetap merupakan tulang punggung pengadaan produksi padi dan palawija.

Upaya peningkatan ketahanan pangan dan pengembangan agribisnis pertanian tanaman pangan dihadapkan kepada berbagai tantangan dan kendala yang meliputi: 1) sejak 1980, setiap tahun sekitar 40.000-100.000 ha lahan sawah irigasi telah beralih fungsi; 2) produksi tanaman pangan harus mengarah ke wilayah-wilayah marjinal atau *less favorable areas*; 3) perubahan iklim global, 4) makin sulitnya meningkatkan produktivitas tanaman pangan; 5) produksi, distribusi, harga produk pangan, dan daya beli masyarakat relatif rendah; 6) rendahnya aksesibilitas petani terhadap pasar; 7) subsidi yang diterapkan oleh negara produsen pesaing menekan keunggulan kompetitif produksi pangan nasional; 8) penerapan tarif terhadap produk pangan impor belum mampu mengangkat harga produk pangan dalam negeri secara kompetitif; 9) pada musim panen, harga produk pangan tidak layak bagi petani produsen; 10) usahatani tanaman pangan seringkali kalah bersaing dengan usahatani komoditas lainnya; dan 11) eksternalitas negatif yang ditimbulkan oleh sistem produksi yang berlaku saat ini masih cukup besar.

Kondisi tersebut mendorong diperlukannya upaya 1) peningkatan produktivitas tanaman pangan melalui revolusi genetik; 2) pengembangan teknologi pengelolaan lahan, air, tanaman, dan organisme (LATO); 3) penekanan kehilangan hasil panen dan peningkatan stabilitas hasil; 4) peningkatan nilai tambah ekonomi di tingkat usahatani; dan 5) keberpihakan yang jelas kepada petani produsen dalam menetapkan kebijakan.

Untuk mengatasi kendala dan masalah tersebut diperlukan inovasi teknologi yang mampu meningkatkan produktivitas tanaman pangan pada berbagai agroekosistem, menjaga stabilitas hasil dan keberlanjutan sistem

produksi berasaskan keseimbangan ekologis, dan melestarikan lingkungan produksi sehingga produk pangan yang dihasilkan memiliki nilai tambah ilmiah dan komersial.

Perakitan dan perekayasaan inovasi teknologi tanaman pangan perlu didukung oleh perencanaan yang matang dan terarah, sumber daya manusia (SDM) profesional dan pembangunan fasilitas penelitian secara memadai dan berkelanjutan dengan manajemen operasional yang transparan, efektif, dan efisien.

KEBIJAKAN

Acuan kebijakan Puslitbang Tanaman Pangan secara umum sesuai dengan kebijakan penelitian Badan Litbang Pertanian dan secara khusus adalah penyediaan inovasi teknologi untuk mencapai ketahanan pangan nasional secara berkelanjutan, melestarikan sumber daya pertanian, dan mensejahterakan petani:

1. Mendukung pencapaian sasaran pembangunan tanaman pangan melalui inovasi teknologi utamanya dalam hal: a) swasembada beras lestari melalui upaya peningkatan produksi beras nasional (P2BN) sebesar 2 juta ton setara beras pada tahun 2007, atau meningkat 5%/tahun sampai tahun 2009; b) swasembada jagung ditargetkan pada tahun 2007 dan berkelanjutan; c) swasembada kedelai pada tahun 2015; dan d) pengembangan biofuel (bioethanol berbahan baku ubi kayu, sorgum, dan jagung).
2. Komoditas dan bidang masalah yang menjadi fokus adalah: a) padi melalui pengembangan VUTB (varietas unggul tipe baru), hibrida, VUB dengan karakter yang lebih unggul dan spesifik lokasi, VUHTB (varietas unggul hibrida tipe baru); b) jagung untuk pengembangan varietas adaptif pada lahan kering masam dan beriklim kering, lahan sawah suboptimal, Jagung khusus (QPM, pulut, biomas, jagung manis), dan hibrida nasional; c) kedelai untuk pengembangan varietas adaptif pada lahan kering masam dan lahan suboptimal; dan d) pengembangan bioethanol berbahan baku ubi kayu, sorgum, dan jagung.
3. Jangka waktu (*time frame*) jelas dan terukur (*output, outcome*, efisiensi biaya).
4. Optimasi sumber daya penelitian dan pengembangan.
5. Mengembangkan keterpaduan, keterkaitan dan *networking*, nasional maupun internasional.

ARAH

Penelitian dan pengembangan (litbang) tanaman pangan diarahkan untuk dapat a) menyediakan inovasi teknologi terobosan untuk mencapai sasaran pembangunan tanaman pangan, khususnya ketahanan pangan lestari; b) meningkatkan efisiensi usahatani; c) meningkatkan nilai tambah produk, pendapatan dan kesejahteraan petani; dan d) melestarikan sumber daya pertanian.

Kegiatan penelitian dan pengembangan tanaman pangan di masa yang akan datang diarahkan kepada a) perakitan varietas unggul yang hasilnya lebih tinggi, mutu sesuai preferensi konsumen dan responsif terhadap perubahan iklim global dengan teknologi budidayanya; b) perbaikan usahatani tanaman pangan yang efisien; dan c) perbaikan agribisnis berbasis tanaman pangan dan paduannya dengan komoditas lainnya.

STRATEGI

Untuk mengembangkan teknologi tinggi dan strategis, maka strategi penelitian dan pengembangan tanaman pangan dikelompokkan menjadi: (1) keunggulan kompetitif (*cost and quality measure*), (2) tepat sasaran dan waktu (*timing know how*), (3) penguatan pijakan (*strongholds*), dan (4) prioritas investasi penelitian (*deep pocket*).

Keunggulan Kompetitif

Inovasi dan teknologi yang dihasilkan oleh Puslitbang Tanaman Pangan harus mampu memproduksi lebih banyak, mutu lebih baik, dan biaya yang lebih rendah dibandingkan dengan inovasi teknologi pesaing dari dalam maupun luar negeri. Strategi ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

- 1) memanfaatkan sumber daya litbang dan dukungan pemerintah secara optimal,
- 2) menggali sumber pertumbuhan produksi tanaman pangan,
- 3) mempromosikan inovasi teknologi unggul, tinggi, dan strategis.

Tepat Sasaran dan Waktu

Setiap unit kerja lingkup Puslitbang Tanaman Pangan harus mampu mengetahui secara pasti kapan suatu inovasi atau produk akan dihasilkan dan bagaimana cara menghasilkannya serta teknik diseminasinya. Strategi ini dapat diterapkan dengan efektif bila Puslitbang Tanaman Pangan mampu melakukan identifikasi dan karakterisasi calon distributor, pelanggan, dan pengguna hasil-hasil penelitian. Strategi ini dijabarkan sebagai berikut.

- 1) menetapkan skala prioritas program litbang tanaman pangan,
- 2) meningkatkan penelitian kolaboratif dalam rangka meningkatkan kapasitas litbang tanaman pangan,
- 3) meningkatkan dan mengakselerasi diseminasi teknologi yang sesuai dengan kebutuhan dan preferensi pengguna.

Perkuat Pijakan

Puslitbang Tanaman Pangan harus memiliki basis yang kuat, baik di tingkat nasional maupun wilayah, dan mampu menciptakan *entry barrier* dan sebagai garda terdepan bagi inovasi atau produk pesaing dari luar yang kurang sesuai yang dapat menimbulkan dampak negatif bagi kepentingan nasional. Strategi ini dijabarkan lebih lanjut sebagai berikut:

- 1) memperluas jaringan dan kerja sama penelitian tingkat internasional, nasional, dan wilayah (propinsi),
- 2) meningkatkan mutu dan nilai tambah ilmiah dan ekonomi inovasi teknologi,
- 3) melakukan konsolidasi dan penyesuaian program penelitian dan pengembangan tanaman pangan.

Prioritas Investasi

Puslitbang Tanaman Pangan akan melakukan investasi dan alokasi sumber daya yang lebih besar untuk inovasi teknologi dan produk yang bersifat unik dan memiliki keunggulan yang luar biasa secara nasional, untuk memenangkan persaingan. Strategi ini dapat dijabarkan sebagai berikut.

- 1) rasionalisasi program litbang tanaman pangan,
- 2) mengalokasikan sumber daya litbang untuk kegiatan penelitian unggulan nasional.

PROGRAM

Program penelitian dan pengembangan tanaman pangan merupakan bagian integral dari program Badan Litbang Pertanian. Berdasarkan kerja tersebut maka program penelitian dan pengembangan tanaman pangan untuk periode 2005-2009 meliputi:

1. Pengayaan, pengelolaan, pemanfaatan, dan pelestarian sumber daya genetik tanaman pangan.
2. Penelitian pemuliaan, perbaikan sistem produksi dan tekno-ekonomi padi hibrida dan VUTB.
3. Penelitian pemuliaan, perbaikan sistem produksi dan tekno-ekonomi jagung hibrida dan komposit.

4. Penelitian pemuliaan, perbaikan sistem produksi dan tekno-ekonomi kedelai untuk lahan marjinal.
5. Penelitian dan pengembangan komoditas tanaman pangan prospektif jangka panjang (*demand driving*).
6. Pengembangan kapasitas benih sumber tanaman pangan.
7. Penelitian dan pengembangan berbasis kemitraan dan keperluan pembangunan pertanian tanaman pangan berdasarkan permintaan.
8. Analisis dan sintesis kebijakan pengembangan tanaman pangan.
9. Peningkatan daya saing produk tanaman pangan melalui inovasi teknologi pengolahan primer.
10. Pengembangan kapasitas kelembagaan litbang tanaman pangan.
11. Pengembangan sumber daya informasi, komunikasi, diseminasi, dan penjangkauan umpan balik iptek tanaman pangan.

Dalam upaya mendukung pencapaian akhir program peningkatan ketahanan pangan, peningkatan kesejahteraan rumah tangga tani, dan pengembangan agribisnis dan daya saing tanaman pangan diperlukan dukungan para *stakeholder* terkait (pemerintah, swasta, masyarakat tani, dan masyarakat agribisnis), guna membangun keterpaduan dalam perencanaan, pelaksanaan, pemantauan, dan evaluasi serta perumusan hasil penelitian. Oleh karena itu, program litbang tanaman pangan menerapkan pendekatan:

- (1) Pendekatan komoditas melalui pengembangan sistem agribisnis dan ketahanan pangan, yang meliputi padi, serealia, kacang-kacangan, dan umbi-umbian.
- (2) Pendekatan wilayah melalui pengembangan sistem agribisnis tanaman pangan di wilayah lahan marjinal maupun lahan subur.
- (3) Pendekatan iptek melalui penelitian dasar dan penelitian dampak pengembangan inovasi teknologi tanaman pangan.

Pada tahun 2008 program litbang tanaman pangan yang mendapat *earmark* meliputi:

- (1) Dukungan terhadap program P2BN
- (2) Dukungan terhadap peningkatan produksi jagung
- (3) Dukungan terhadap peningkatan produksi kedelai
- (4) Penyediaan benih sumber padi, jagung, dan kedelai
- (5) Pekan Padi Nasional (PPN) III
- (6) Asian Regional Maize Conference
- (7) Pembangunan laboratorium flavor beras tahap II
- (8) Konsorsium penelitian padi dan kedelai
- (9) Pengembangan bioethanol

KEMAJUAN INOVASI TEKNOLOGI TANAMAN PANGAN

Inovasi Teknologi Padi

Varietas Unggul Baru

Varietas unggul merupakan salah satu inovasi yang handal untuk meningkatkan produktivitas padi, baik melalui peningkatan potensi atau daya hasil tanaman maupun toleransi dan/atau ketahanannya terhadap cekaman biotik dan abiotik (Suprihatno *et al.* 2007).

Sejak dimulainya penelitian padi pada tahun 1943, Badan Litbang Pertanian hingga tahun 2006 telah melepas 189 varietas. Dalam periode 2000-2006, Balai Besar Penelitian Tanaman Padi (BB Padi), telah melepas 59 varietas unggul padi, 43 di antaranya untuk lahan sawah irigasi (termasuk enam varietas unggul hibrida, dan empat varietas unggul tipe baru), lima varietas padi gogo, dan sembilan varietas padi lahan pasang surut.

Pengelolaan Tanaman dan Sumber Daya Terpadu (PTT)

PTT merupakan suatu pendekatan inovatif dalam upaya peningkatan efisiensi usahatani padi melalui penerapan komponen teknologi yang memiliki efek sinergis dan petani berpartisipasi aktif, mulai dari perencanaan hingga pengembangan. Intensifikasi padi dengan pendekatan PTT menekankan penggunaan komponen teknologi unggulan seperti: (1) varietas unggul baru, (2) benih bermutu, (3) perlakuan benih sebelum tanam, (4) bibit muda (berumur 15 hari), (5) kompos bahan organik, (6) Bagan Warna Daun untuk mengetahui kebutuhan pupuk nitrogen oleh tanaman, (7) pupuk fosfat dan kalium yang diberikan berdasarkan analisis tanah, dan (8) perbaikan penanganan panen dan pascapanen.

Teknologi intensifikasi padi sawah di suatu wilayah dapat berbeda dengan wilayah lainnya, bergantung pada masalah setempat (*demand driven technology*). Paket teknologi spesifik lokasi (sebagai tambahan dari komponen teknologi PTT) ditentukan bersama-sama petani melalui analisis kebutuhan teknologi (*need assessment*) atau pendekatan pemahaman pedesaan secara partisipatif (*participatory rural appraisal*). Telah dikembangkan pendekatan PTT padi untuk sawah irigasi, lahan kering, lahan sawah tadah hujan, dan sistem integrasi padi-ternak (SIPT).

Model PTT menganjurkan penggunaan bahan organik yang merupakan salah satu komponen utama teknologi untuk memperbaiki sifat fisik tanah. Dalam kaitan ini telah dikembangkan SIPT. Limbah padi berupa jerami diproses menjadi pakan ternak, sedangkan kotoran ternak yang diolah menjadi kompos dikembalikan ke tanah untuk memperbaiki dan meningkatkan produktivitas

lahan. Kotoran ternak juga dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan biogas. SIPT di Sukamandi dapat menyerap 150 t jerami/tahun untuk pemeliharaan 25 ekor sapi. Dari jumlah jerami tersebut dihasilkan pupuk organik 72,4 t/tahun. Dengan pemberian pakan jerami fermentasi sebanyak 6-8 kg/ekor/hari ditambah konsentrat 3-4 kg/ekor/hari mampu meningkatkan bobot badan sapi 0,6-0,7 kg/ekor/hari. Pemakaian pupuk kandang meningkatkan hasil padi 0,5-1,0 t/ha. SIPT juga memberikan nilai tambah biogas untuk keperluan rumah tangga 3-4 bulan dalam sekali proses, bila digunakan untuk memasak 1 jam/hari.

Perbaikan Komponen Teknologi

Perbaikan komponen teknologi pengelolaan lahan, air, tanaman, dan organisme pengganggu tanaman (LATO) meliputi teknik perbaikan mutu bibit, pengelolaan hara spesifik lokasi (PHSL), sistem irigasi berselang, pengelolaan dan pemanfaatan bahan organik.

Pengelolaan hara spesifik lokasi dimaksudkan untuk memberikan hara yang seimbang, yaitu nitrogen berdasarkan kebutuhan tanaman, sedangkan fosfor (P) dan kalium (K) berdasarkan status hara di tanah. Kebutuhan tanaman akan nitrogen dipantau dengan menggunakan bagan warna daun (BWD), sedangkan status hara P atau K ditentukan berdasarkan uji tanah dengan perangkat uji tanah sawah (PUTS) atau percobaan petak omisi.

Pengendalian Hama Terpadu (PHT)

Pengendalian hama dan penyakit tidak pernah berhasil dengan baik bila hanya mengandalkan satu komponen teknologi pengendalian seperti insektisida atau varietas tahan atau hanya mengandalkan agens hayati. UU No. 12/1992 tentang Sistem Budi Daya Tanaman mengamankan pengendalian hama dilakukan dengan pendekatan PHT.

Prinsip yang dianut dalam penerapan PHT di tingkat petani adalah 1) budi daya tanaman sehat, 2) pelestarian dan pendayagunaan musuh alami, 3) pengamatan mingguan, dan 4) partisipasi aktif petani (petani ahli PHT). Prinsip tersebut dipadukan ke dalam PTT menjadi: 1) penerapan komponen utama PTT untuk membentuk tanaman sehat; 2) integrasi komponen pengendalian yang sesuai ke dalam tahapan budi daya, sejalan dengan stadia pertumbuhan tanaman untuk memberi peran pengendalian hayati; 3) penggunaan pestisida berdasarkan hasil pemantauan, 4) petani aktif berpartisipasi dalam penerapan PHT (partisipatif), dan 5) pemantauan dilakukan bersama dalam satu hamparan/golongan air.

Teknologi dan model PHT hama dan penyakit utama padi telah dirakit seperti untuk tikus, penggerek batang, wereng coklat, penyakit tungro, hawar daun bakteri, dan blas.

Teknologi Pascapanen dan Pengolahan Hasil

Secara nasional kehilangan hasil yang tertinggi terjadi pada kegiatan pemanenan dan perontokan yang mencapai 15,2%, sebanyak 0,3-0,6% kehilangan hasil terjadi selama proses pengangkutan, pengeringan, dan penyimpanan, sedangkan tingkat kehilangan hasil di penggilingan bergantung pada jenis mesin yang digunakan dan sistem penyosohan. Upaya untuk menekan kehilangan hasil adalah dengan cara pembatasan jumlah pemanen dalam satu areal panen melalui sistem beregu/kelompok (20-30 orang pemanen/ha). Kelompok yang dilengkapi dengan mesin perontok tipe TH6-Q-M yang dimodifikasi dapat menekan kehilangan hasil dari 19% menjadi 4,4-6,6%.

Teknologi Perbenihan

Teknologi mendukung perbenihan nasional berupa *room germinator*, teknik pematangan dormansi, sistem manajemen mutu ISO 9001-2000, produksi benih sumber padi dan teknologi produksi benih F1 padi hibrida. Pengalaman produksi benih F1 di Pusakanegara yang tidak termasuk daerah yang cocok untuk produksi benih F1, dengan teknik penyesuaian pembungaan dan peningkatan penyerbukan dapat diproduksi benih padi hibrida dengan kisaran hasil 656-1.728 kg/ha.

Inovasi Teknologi Jagung

Varietas Unggul Baru

Hingga tahun 2006, Badan Litbang Pertanian telah melepas 46 varietas unggul jagung bersari bebas (komposit) toleran kekeringan atau kemasaman tanah, dan 13 varietas hibrida. Jagung dengan keunggulan lain misalnya adalah yang memiliki biomas tinggi, jagung manis, dan jagung umur genjah. Beberapa varietas yang populer adalah Arjuna, Bisma, Kalingga, Lamuru, dan Harapan.

Dari 3,5 juta ha areal panen jagung dewasa ini, 24% di antaranya telah menggunakan varietas unggul hibrida, 56% varietas bersari bebas, dan 20% varietas lokal. Agroekosistem yang potensial untuk pengembangan jagung hibrida adalah lahan sawah irigasi dan lahan tegalan berproduktivitas tinggi, berdekatan dengan industri pakan, akses terhadap transportasi, penyuluhan, dan pemasaran cukup memadai. Daerah representatif pengembangan adalah Jawa Tengah, Jawa Timur, Sumatera Utara, Lampung, dan Sulawesi Selatan.

Propinsi lain diarahkan untuk pengembangan jagung komposit yang diintegrasikan dengan ternak sapi. Lokasi pengembangan sistem integrasi jagung-ternak terdapat di NTT, Bali, Sumatera Barat, Sumatera Selatan, dan NTB. Varietas yang sesuai dikembangkan di daerah tersebut adalah yang berumur genjah seperti Arjuna, Wisanggeni, Lagaligo, dan Kresna, sedangkan di lokasi dengan pH tanah masam adalah varietas Antasena. Di daerah yang ketersediaan airnya terbatas atau lahan kering beriklim kering dapat dikembangkan varietas Bima-1 dan Wisanggeni, di lahan kering beriklim basah varietas Bisma, Lamuru, dan Gumarang, sedangkan di lahan rawa pasang surut adalah varietas Lagaligo dan Wisanggeni.

Jagung QPM (*quality protein maize*) memiliki mutu komponen protein yang tinggi, terutama lysine, tryptophan, dan asam amino lainnya, dua kali lebih tinggi daripada jagung biasa. Hal ini penting untuk pertumbuhan otak anak dan bayi. Selain untuk pangan, jagung QPM juga sangat baik dikembangkan untuk pakan ternak monogastrik. Hasil pengujian di 16 lokasi di 12 propinsi di Indonesia menunjukkan hasil jagung QPM rata-rata 6 t/ha. Sebagian petani di Jawa Timur, DIY, dan NTT lebih menyukai jagung QPM berbiji putih sebagai bahan pangan. Puslitbang Tanaman Pangan telah merakit dua varietas jagung QPM yang masing-masing dilepas dengan nama Srikandi Putih-1 dan Srikandi Kuning-1.

Jagung cacah adalah salah satu pakan yang potensial bagi ternak. Balai Penelitian Tanaman Serealia (Balitsereal) bekerja sama dengan PT Panen Agro Mandiri mengembangkan teknologi produksi jagung cacah kering berorientasi ekspor. Kerja sama ini telah diperluas melalui KADIN Propinsi Sulawesi Selatan. Tanaman jagung yang ideal untuk dicacah, termasuk bagian buah atau tongkolnya, adalah yang berumur 75-85 hari. Pemberian ransum campuran jagung cacah dan konsentrat dengan perbandingan 60:40 pada sapi potong dengan bobot 250 kg dapat dengan cepat menambah bobot badan 1 kg/hari. Pengembangan agroindustri jagung cacah dapat memberikan nilai tambah usahatani dan memperluas lapangan kerja di pedesaan. Dalam hal ini perlu penguatan modal bagi petani untuk pengadaan peralatan.

Pengendalian Hama Terpadu

Hama penting tanaman jagung meliputi lalat bibit, penggerek batang, belalang, dan hama gudang. Sedangkan penyakit penting adalah bulai, hawar daun, dan busuk batang. Pengembangan komponen teknologi pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) pada jagung diarahkan pada komponen teknologi ramah lingkungan dengan memperkuat pengendalian alamiah menggunakan agens hayati.

Pendekatan PTT

Teknologi produksi jagung pada lahan sawah suboptimal dengan pendekatan PTT memadukan komponen teknologi: 1) penggunaan varietas unggul hibrida atau komposit, 2) benih bermutu (bersertifikat) dengan daya kecambah lebih dari 95% dan apabila diperlukan dilakukan perlakuan benih, 3) pengaturan populasi 66.000-70.000 tanaman/ha dengan mengatur jarak tanam 75 cm x 20 cm atau 75 cm x 40 cm, 4) pemupukan berimbang, dan 5) pengaturan distribusi air dengan mengatur saluran pengeringan.

Model Industri Benih Jagung Berbasis Komunitas

Penggunaan benih hibrida masih 22%, sisanya adalah jagung komposit yang memiliki mutu rendah. Pembentukan dan pemantapan produksi benih bermutu telah dilakukan untuk mendukung industri benih berbasis komunitas dengan meningkatkan kinerja unit pengelola benih sumber (UPBS).

Teknologi Pascapanen

Teknologi pascapanen dikembangkan untuk menunjang perbaikan mutu produk biji jagung berskala industri untuk tujuan ekspor. Untukantisipasi panen pada musim hujan telah dikembangkan alsin pengering berbahan bakar padat tanpa pembalikan dengan kapasitas 2 ton biji. Alsin pengering ini memiliki laju pengeringan 0,8-1,0% kadar air/jam.

Inovasi Teknologi Kacang-kacangan dan Umbi-umbian

Pengembangan kacang-kacangan dan umbi-umbian perlu mendapat perhatian yang lebih besar, karena selain untuk bahan pangan juga banyak digunakan sebagai bahan baku industri pangan dan pakan.

Varietas Unggul Baru (VUB)

Kedelai. Sampai saat ini 64 VUB kedelai telah dilepas dengan berbagai keunggulan. Kedelai unggul rakitan Badan Litbang Pertanian ditanam pada hampir 90% areal tanam kedelai. Kedelai biji hitam yang dihasilkan antara lain adalah Cikuray dan Malika. Kedelai umur pendek adalah Argomulyo dan Burangrang. Ditinjau dari segi ketersediaan lahan, Indonesia berpeluang meningkatkan produksi kedelai. Dewasa ini terdapat sekitar 2,5 juta ha lahan kering yang dapat dimanfaatkan bagi pengembangan kedelai. Meskipun demikian, lahan kering yang tersedia umumnya bereaksi masam. Puslitbang Tanaman Pangan dalam periode 2001-2003 telah menghasilkan varietas unggul kedelai toleran lahan masam yaitu Tanggamus, Sibayak, Nanti, Ratai, dan

Seulawah dengan potensi hasil lebih dari 2 t/ha. Varietas-varietas unggul ini berpeluang dikembangkan di Sumatera dan Kalimantan,

Kacang tanah. Kacang tanah toleran *Aspergillus flavus*, penyakit daun, dan kekeringan. Produk kacang tanah berupa polong segar, polong kering, biji dan berbagai produk olahan sederhana telah terkontaminasi oleh aflatoksin *B1* yang umumnya sudah di atas batas toleransi aman, berkisar 50-1000 ppb, sementara batas maksimum kandungan aflatoksin yang diijinkan oleh FAO adalah 30 ppb. Pencegahan atau pengendalian penyakit yang disebabkan oleh *A. flavus* dapat diupayakan dengan penanaman varietas tahan, perbaikan lingkungan tumbuh, dan pengelolaan prapanen. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (Balitkabi) telah menghasilkan varietas unggul kacang tanah tahan infeksi *A. flavus* yaitu Zebra, Komodo, Kancil, Tupai, dan Singa.

Kacang hijau. Budi daya kacang hijau pada musim kemarau tidak jarang mendapat gangguan dari penyakit embun tepung. Penurunan hasil akibat penyakit ini berkisar antara 20-58%. Varietas Kutilang tahan terhadap penyakit embun tepung dan hasilnya dapat mencapai 2,0 t/ha di lokasi dan musim tanam yang tepat. Dalam pengujian di 20 lokasi, hasil varietas Kutilang rata-rata 1,13 t/ha.

Ubi kayu. Ubi kayu dengan kadar pati tinggi telah dihasilkan dengan nama varietas UJ 5 dan Malang 6, cocok untuk produksi bioethanol.

Ubi jalar. Ubi jalar yang dihasilkan di antaranya kaya betakaroten, antosianin, dan adaptif pada suhu rendah (dataran tinggi).

Pupuk Multiguna *Rhizo-Plus* untuk Kedelai

Perbaikan kondisi lahan kering diperlukan bagi upaya peningkatan produktivitas lahan yang umumnya memiliki tingkat kesuburan tanah yang relatif rendah. Dalam hal ini penggunaan *Rhizo-Plus* dapat dikembangkan. Keunggulan dari pupuk hayati ini antara lain adalah: (1) efektif sebagai pembenah tanah, (2) daya adaptasi luas, (3) diperkaya oleh unsur mikro dan bahan pengaktif mikroba dan tanaman, (3) berperan multiguna sebagai pupuk N dan P bagi tanaman kedelai, dan (4) dilengkapi dengan unsur Mg dan Mo untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan hara dalam tanah

Pada lahan masam di Sumatera, hasil varietas unggul kedelai yang dipupuk dengan *Rhizo-Plus* mencapai 1,7 t/ha, lebih tinggi dibandingkan dengan hasil kedelai di tingkat petani yang dewasa ini hanya 1,1 t/ha.

Pendekatan PTT

Pendekatan PTT kedelai bercirikan: 1) optimalisasi pemanfaatan sumber daya, 2) pemecahan masalah prioritas, 3) efisiensi penggunaan masukan, 4) partisipasi petani, dan 5) kerja sama antar instansi/kelembagaan. PTT kedelai telah dikembangkan pada lahan sawah dan lahan kering masam. Hasil panen yang dicapai dengan varietas Kaba di lahan sawah 2,2 t/ha, sementara di lahan kering masam dengan varietas Anjasmoro 2,0 t/ha.

Teknologi Pascapanen Umbi-umbian

Puslitbang Tanaman Pangan telah menghasilkan teknologi produk olahan dengan bahan baku ubi jalar dan ubi kayu, di antaranya teknologi tepung ubi jalar dan produk olahannya, tepung instan ubi jalar, serta serbuk ubi kayu dan produk olahannya. Tepung ubi jalar mengandung protein 3%, lemak 0,54%, serat kasar 2%, abu 2%, air 7%, dan pati 60%. Produk olahan tepung ubi jalar meliputi aneka macam roti seperti kue kering, kue basah, roti tawar, roti manis, dan mie.

Mutu tepung instan ubi jalar dipengaruhi oleh cara pengolahan dan jenis varietas yang digunakan. Tepung instan ubi jalar varietas IR Melati yang diproses dari chip dengan proses gelatinisasi selama 20 menit memiliki mutu yang tinggi. Untuk varietas Genjah Rante, tepung instan terbaik dihasilkan dari sawut dengan proses gelatinisasi selama 10 menit.

Ubi kayu berwarna putih atau kuning yang enak memiliki prospek untuk digunakan sebagai bahan dasar serbuk ubi kayu dalam pembuatan lauk pauk berupa farofa dan minuman instan.

DUKUNGAN TERHADAP UPAYA PENINGKATAN PRODUKSI PANGAN DAN PENGEMBANGAN BIOETHANOL

Dalam upaya peningkatan produksi beras nasional, Badan Litbang Pertanian dapat menyiapkan teknologi dan mempercepat penyebaran teknologi, melalui penyediaan benih sumber, pengawalan teknologi, penyebaran petunjuk teknis lapang, petak demonstrasi, dan lokakarya.

Bentuk nyata dukungan adalah: 1) penciptaan varietas unggul dengan karakter yang diinginkan, 2) penyediaan benih sumber, 3) teknologi *on-farm* (panduan benih dan PTT), 4) pendampingan teknologi, 5) percepatan diseminasi (demplot, memperbanyak gelar teknologi), dan 6) percepatan alih teknologi (lokakarya/pelatihan bagi pelatih).

Perakitan Varietas Unggul

Tuntutan konsumen dan perubahan lingkungan, khususnya perkembangan hama dan penyakit padi, yang sangat dinamis menuntut penyesuaian karakter VUB secara terus-menerus. Galur-galur harapan yang akan diusulkan untuk dilepas adalah jawaban bagi tantangan tersebut.

Para pemulia tanaman padi dituntut untuk menghasilkan varietas baru yang sesuai dengan preferensi konsumen, namun juga tahan terhadap hama wereng coklat biotipe 3 dan penyakit tungro. Galur-galur harapan padi yang siap diusulkan untuk dilepas adalah:

Galur harapan padi tahan wereng coklat biotipe 3. Dua galur padi inbrida yaitu BP1356-1g-Kn-4 dan BP3448e-4-2 dengan hasil 5,8-6 t GKG/ha.

Galur harapan padi hibrida tahan wereng coklat biotipe 3. Galur padi hibrida H27 dan H53 dengan hasil 6,0-6,3 t/ha GKG/ha di samping tahan wereng coklat biotipe 3 juga tahan penyakit hawar daun bakteri (HDB) strain IV dan strain VIII. Galur padi hibrida H70 dan H71 dengan hasil 5,4-6,0 t/ha GKG/ha tahan wereng coklat biotipe 3, agak tahan penyakit hawar daun bakteri (HDB) strain IV dan strain VIII serta penyakit tungro.

Galur harapan padi tipe baru tahan wereng coklat biotipe 3. Empat galur padi tipe baru perbaikan karakter Fatmawati adalah BP360E-MR-79-PN-2, BP355E-MR-45, BP138F-KN-23, dan BP205D-KN-78-1-8. Keempat galur tersebut memiliki kisaran hasil 8,2-9,7 t GKG/ha, dengan rata-rata hasil 6,5-7,4 t GKG/ha. Tingkat kerontokan keempat galur tersebut tergolong sedang, yang berarti lebih mudah dirontok dibanding Fatmawati. Galur BP360E-MR-79-PN-2 dan BP205D-KN-78-1-8 tahan wereng coklat biotipe 3.

Galur harapan padi tahan penyakit tungro dan hawar daun bakteri. Tiga galur harapan padi inbrida tahan penyakit tungro adalah RUTT 69SG-1B-1-1-3-2-2-1, RUTT 96ST-1B-15-1-2-2-2-1, dan BPT 164C-68-7-3-1. Hasil ketiga galur tersebut berkisar antara 5,2-6,3 t GKG/ha. Ketiga galur juga tahan penyakit hawar daun bakteri strain IV, agak tahan wereng coklat biotipe 3, kecuali galur BPT 164C-68-7-3-1 peka terhadap wereng coklat.

Galur harapan padi rawa toleran keracunan Fe/Al/tahan penyakit blas. Galur harapan padi rawa B9833C-KA-14, B9852E-KN-35-KA-66, B5244G-SM-61-2-1, B9858B-KN-55, B10214F-TB-7-2-3, dan IR61242-3B-B-2 berdaya hasil 6,3-6,7 t GKG/ha. Di samping toleran terhadap keracunan Fe/Al, galur tertentu juga tahan wereng coklat biotipe 3, penyakit blas, tungro, dan hawar daun bakteri.

Galur harapan kedelai umur pendek. Galur SHR/W-60 berumur 73 hari, biji bulat berwarna kuning dengan potensi hasil 2,2 t/ha.

Jagung hibrida dan komposit. Pada tahun 2006, dua varietas hibrida Bima 2 Bantimurung dan Bima 3 Bantimurung dilepas dengan daya hasil masing-masing 11 t/ha dan 10 t/ha. Daun kedua jagung hibrida tersebut tetap hijau meskipun mendekati panen. Jagung komposit yang dilepas pada tahun 2007 adalah Anoman 1 dengan hasil 7 t/ha, sesuai untuk bahan pangan.

Galur harapan ubi kayu untuk bioethanol. Telah ditemukan klon ubi kayu CMM 99008-3 yang memiliki rendemen alkohol 1 liter untuk 3,8 kg ubi kayu.

Penyediaan Benih Sumber

Dalam sistem perbenihan nasional dikenal empat kelas benih, yakni BS (*breeder seed*, benih pemulia), FS (*foundation seed*, benih dasar), SS (*stock seed*, benih pokok), dan ES (*extension seed*, benih sebar). Pengendalian mutu benih kelas FS, SS, dan ES menjadi tanggung jawab Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih (BPSB), sedangkan untuk penyediaan dan pengendalian mutu BS secara formal menjadi tanggung jawab instansi penyelenggara pemuliaan. BS padi yang diproduksi oleh Unit Pengelola Benih Sumber (UPBS) Balai Besar Penelitian Tanaman Padi (BB Padi) mengadopsi sistem manajemen mutu berbasis ISO 9001:2000 yang didukung oleh laboratorium uji mutu benih yang sudah terakreditasi ISO 17025:2000. Pada MH 2005/2006 telah diproduksi BS dari 52 varietas dengan produksi benih 2.339 kg dan telah terdistribusikan 1.882 kg. Pada MK, BS dari 68 varietas diproduksi dengan produksi benih 4.269 kg dan telah terdistribusikan 4.888 kg. Sedangkan penyediaan benih jagung dilakukan dengan sistem produksi berbasis komunitas.

Petunjuk Teknis Lapang

Petunjuk teknis lapang yang telah diterbitkan untuk padi adalah: 1) Produksi Benih Sumber, 2) Pengelolaan Tanaman Terpadu Padi Sawah Irigasi, dan 3) Daerah Pengembangan dan Anjuran Budi Daya Padi Hibrida. Petunjuk teknis lapang yang sedang disusun adalah: 1) PTT padi lahan suboptimal (lahan kering, lahan sawah tadah hujan, lahan pasang surut/rawa), 2) Pengendalian Hama Penyakit Padi. Petunjuk teknik lapang PTT kedelai dan jagung juga telah disusun.

Pengawalan Teknologi

Pendampingan teknologi untuk P2BN pada tahun 2007 telah ditunjuk, yang mempunyai tugas: 1) sebagai nara sumber teknologi padi, 2) membantu penerapan teknologi padi spesifik lokasi, 3) membantu pemecahan masalah teknologi padi. Pendampingan terutama dimaksudkan untuk membantu petani menerapkan teknologi spesifik lokasi berdasarkan hasil PRA. Sejumlah 128 peneliti padi yang terdiri dari 79 peneliti di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian

dan 49 peneliti padi di Balit terkait dengan padi di lingkup Badan Litbang Pertanian ditugaskan sebagai pengawal teknologi P2BN di 16 provinsi.

Petak Demonstrasi

Melaksanakan petak demonstrasi penerapan PTT agar dijadikan tempat praktek bagi penyuluh dan petani. Petak demonstrasi akan dilaksanakan peneliti bersama Dinas Pertanian dan direktorat teknis terkait pada laboratorium lapang maupun petak demonstrasi yang dirancang oleh peneliti.

Lokakarya

Lokakarya diadakan untuk para peneliti padi pendamping teknologi dan widyaiswara. Lokakarya akan diselenggarakan untuk para peneliti guna mendukung peningkatan produksi pangan dari Balai Pengkajian Teknologi Pertanian dan Balit di lingkup Badan Litbang Pertanian yang terkait dengan upaya peningkatan kemandirian pangan nasional.

DAFTAR BACAAN

- Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. 2007. Rencana Strategis 2005-2009 Penelitian Tanaman Padi. Sukamandi.
- Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 2007. Rencana Strategis 2005-2009 Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang.
- Balai Penelitian Tanaman Serealia. 2007. Rencana Strategis 2005-2009 Penelitian Tanaman Jagung dan Serealia. Maros.
- Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. 2007. Pedoman Gerakan Peningkatan Produksi Beras Nasional (P2BN).
- Kartaatmadja, S. dan A.M. Fagi. 2000. Pengelolaan tanaman terpadu: konsep dan penerapan. *Dalam: A.K. Makarim et al. (Eds.). Tonggak Kemajuan Teknologi Produksi Tanaman Pangan: Konsep dan Strategi Peningkatan Produksi Pangan. Simposium Penelitian Tanaman Pangan IV. Bogor, 22-24 November 1999. Puslitbang Tanaman Pangan. p. 75-114.*
- Makarim, A.K., D. Pasaribu, Z. Zaini, dan I. Las. 2005. Analisis dan sintesa pengembangan model pengelolaan tanaman terpadu padi sawah. Balai Penelitian Tanaman Padi. Sukamandi.
- Oka, I.N. 1982. The potential to to the integration of plant resisatnce, agronomic, biological, physical/mechanical techniques and pesticide for pest control in farming systems. *Chemrawn II: Pergamon Press. p. 173-184.*

- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 2005. Rencana Strategis 2005-2009 Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Soetarto, A., Jasis, S.W. G. Subroto, M. Siswanto, dan E. Sudiyanto. 2001. Sistem peramalan dan pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) mendukung sistem produksi padi berkelanjutan. *Dalam: I. Las et al. (Eds.). Implementasi Kebijakan Strategis untuk Meningkatkan Produksi Padi Berwawasan Agribisnis dan Lingkungan*. Puslibang Tanaman Pangan. 247 p.
- Suhartina. 2005. Deskripsi varietas unggul kacang-kacangan dan umbi-umbian. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang.
- Suprihatno, B., A.A. Daradjat, Satoto, S.E. Baehaki, N. Widiarta, A. Setyono, S.D. Indrasari, O.S. Lesmana dan H. Sembiring. 2007. Deskripsi varietas padi. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Sukamandi.
- Syuryawati, C. Rapar, dan Zubachtirodin. 2005. Deskripsi varietas unggul jagung. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros.
- Wargiono, J., A. Hasanuddin, dan Suyamto. 2006. Teknologi produksi ubi kayu mendukung industri bioethanol. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.

Sistem Produksi Padi Berciri Ekologis dan Berkelanjutan

Sumarno, A. Hasanuddin, dan Suyanto
Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan

ABSTRAK

Kekhawatiran segolongan masyarakat akan terjadinya kerusakan lingkungan dan penyempitan keanekaragaman hayati akibat penerapan Revolusi Hijau ditanggapi secara ekstrim, antitekhnologi Revolusi Hijau yang telah nyata dapat mencukupi kebutuhan pangan beras nasional. Praktek pertanian masukan organik dipromosikan lebih ramah lingkungan dan bersifat berkelanjutan. Namun pertanian masukan organik pun mengakibatkan cemaran nitrat terhadap badan air, yang berasal dari pelindihan (*leaching*), dan tidak menjamin sistem produksi berkelanjutan karena terjadinya defisit mineral hara tanaman. Pertanian berkelanjutan harus dilihat dari empat tolak ukur, yaitu: (1) tercukupinya produksi dan kebutuhan pangan pada masa sekarang dan masa mendatang, (2) kelayakan ekonomi usaha pertanian terkait, (3) kelestarian lingkungan, mutu sumber daya pertanian dan keanekaragaman hayati, dan (4) keselamatan pelaku usaha dan keamanan konsumsi produk panen sebagai pangan/pakan. Untuk mencapai tujuan pertanian yang berkelanjutan dan dapat mendukung ketahanan pangan nasional, rumusan “Sistem Produksi Tanaman Pangan yang Ekologis dan Berkelanjutan” diajukan yang terdiri atas 14 komponen: (1) pelestarian sistem hidrologi wilayah terkait, (2) pengamanan ketersediaan dan kecukupan air dan pengairan, (3) peningkatan daya serap air wilayah hulu sampai hilir, (4) minimalisasi erosi dan pencegahan tanah longsor, (5) efisiensi pemanfaatan air dan irigasi, (6) pengayaan bahan organik dan mikrobia tanah, (7) perbaikan kesuburan fisik tanah, (8) minimalisasi sumber penularan hama, penyakit dan gulma, (9) penggunaan benih bermutu varietas unggul adaptif agroekologi spesifik, (10) penggunaan pupuk secara tepat dan efisien berdasarkan status hara tanah dan target produksi, (11) pengendalian OPT secara efektif-ekologis, (12) pengembalian limbah panen (jerami) ke dalam tanah, (13) pola dan rotasi tanam yang menyehatkan lahan, dan (14) manajemen produksi untuk memperkecil risiko gagal panen dan optimalisasi harga jual produk panen. Teknologi budi daya ekologis dan berkelanjutan (BEB) perlu disusun bersama, komponen-komponennya dipilih dan disesuaikan dengan karakteristik agroekologi setempat. Penerapan BEB memerlukan dukungan kebijakan Pemerintah Pusat, Provinsi dan Kabupaten, dan rumusan operasionalnya harus menjadi bahan (programa) penyuluhan pertanian. Penerapan teknologi budi daya ekologis berkelanjutan diyakini dapat menjawab permasalahan kecukupan produksi beras nasional, kelestarian lingkungan, dan keberlanjutan sistem produksi pangan.

Sebagian masyarakat masih mempunyai persepsi keliru bahwa usaha pertanian adalah proses alamiah yang dapat berjalan terus selamanya. Tanah dianggap media tumbuh yang kekal, tidak dapat rusak, tidak “habis”, atau dapat digunakan sepanjang masa. Padahal tanah pada dasarnya adalah “bahan baku” dalam usaha pertanian, yang dapat terdepleksi atau berkurang setiap kali hasil panen diangkut dari ladang atau sawah. Biomasa yang dipanen sebagian besar memang berasal dari air, karbondioksida (CO₂) dan energi sinar matahari, bahan dasar yang tidak akan habis sepanjang masa. Namun dari hasil panen tersebut juga terangkut mineral nitrogen, fosfat, kalium, magnesium, kalsium, silikat, dan mineral lainnya. Panen 5 t/ha gabah kering + 6 t/ha jerami padi sawah, menambang mineral termasuk SiO₂ dari dalam tanah sebanyak 750 kg/ha. Dalam bentuk pupuk, mineral yang terangkut oleh tanaman padi per musim per ha setara dengan 750 kg pupuk NPK (PPI 2004). Fakta tersebut mendasari perlunya pengembalian unsur hara ke dalam tanah dalam bentuk bahan organik dan pupuk mineral.

Kesadaran dan sifat kritis petani sebagai pelaku usaha pertanian perlu dibangun dengan pertanyaan: (1) cukupkah hara yang terkandung di tanah untuk memperoleh hasil panen yang diharapkan, dan (2) bagaimana mempertahankan tingkat kesuburan tanah agar usaha pertanian berkelanjutan. Dua pertanyaan tersebut mendasari sebagian konsep “usaha pertanian yang produktif dan berkelanjutan” dalam skala mikro pada masing-masing usahatani.

Secara makro, pertanian merupakan usaha pemanfaatan lahan sebagai media produksi tanaman untuk memelihara kehidupan manusia, melalui penyediaan pangan dalam segala bentuk pilihan. Tidak satu pun proses industri yang dapat menggantikan pertanian dalam penyediaan bahan pangan, sehingga tidak salah bila pertanian dinilai sebagai industri biologi yang terpenting bagi kehidupan manusia. Sangat tepat ucapan para pemimpin dalam menyikapi pertanian, seperti Perdana Menteri India, Jawaharlal Nehru, yang menyatakan: “*Everything can wait, but agriculture to produce enough food for the nation can not*”. Atau ucapan Sri Bahadur Shastri seorang tokoh dari India: “*Jai Jawan, Jai Kisan*”, yang berarti ketahanan pangan nasional sama pentingnya dengan keamanan perbatasan negara. Atau seruan Bung Karno pada saat peletakan batu pertama Gedung IPB pada tahun 1952 yang menegaskan: “Masalah beras adalah permasalahan hidup atau matinya bangsa Indonesia”.

Pertanian memiliki cakupan yang sangat luas, bersifat multidimensi, multi-tujuan dan multifungsi, atau sering disebut multifungsionalitas (Adimihardja 2006) yaitu:

- (1) Merupakan kegiatan sosial-ekonomi, sebagai mata pencaharian, profesi, sumber pendapatan, sumber penghidupan, dan lapangan pekerjaan.
- (2) Pertanian sebagai bagian dari sistem lingkungan, sistem daur ulang dan konservasi air, purifikasi udara, pengelolaan *landscape*, dan penyeimbang dalam tata ruang.

- (3) Pertanian untuk memenuhi kewajiban hidup guna menyediakan pangan bagi keluarga, dan sebagai kewajiban moral dalam penyediaan pangan bagi seluruh masyarakat.
- (4) Pertanian sebagai sistem biologi, yang harus tunduk kepada ketentuan biologis dalam hal adaptasi tanaman, batas kemampuan produktivitas, kompetisi dengan gulma, hama, penyakit, dan lain-lain.
- (5) Pertanian sebagai bagian dari pelayanan ekologi lingkungan, pemeliharaan sumber daya alam, dan sistem produksi yang keberlanjutan.
- (6) Pertanian sebagai fungsi pencukupan kebutuhan pangan bagi seluruh penduduk yang terus bertambah dan menuntut mutu produk yang sehat, aman, dan bergizi, dari sumber daya lahan yang terbatas dan cenderung menyusut.

Konsep “multifungsionalitas pertanian” harus dipahami berdasarkan keseluruhan enam fungsi besar tersebut. Penekanan pada salah satu fungsi akan mengorbankan fungsi-fungsi lainnya. Terjadinya “konflik kepentingan sepihak” disebabkan oleh kurangnya pemahaman terhadap keseluruhan multifungsi pertanian, yang masing-masing memiliki tujuan yang sama mulianya. Sebagai ilustrasi, konflik di masyarakat antara lain adalah:

- a. Konflik aspek sosial-ekonomi: perdebatan antara tujuan dalam mencukupi kebutuhan pangan yang berasal dari produksi dalam negeri, atau impor yang lebih murah tetapi akan mematikan lapangan pekerjaan dan ekonomi petani.
- b. Konflik antara pemacuan produksi untuk pencukupan kebutuhan pangan yang terus meningkat sebagai akibat pertumbuhan penduduk, dengan kekhawatiran penurunan mutu lingkungan akibat cemaran residu masukan produksi.
- c. Konflik antara tujuan petani memperoleh hasil panen yang tinggi dari penanaman varietas unggul, dengan kelompok masyarakat yang ingin mempertahankan keanekaragaman hayati dengan menganjurkan menanam varietas lokal untuk pelestarian plasma nutfah.
- d. Konflik antara “kemandirian petani” dalam melakukan proses produksi, yang dianggap cukup menggunakan bahan-bahan yang tersedia secara alamiah (pertanian alamiah masukan organik, LISA, LEISA), dengan upaya optimalisasi produksi dengan penggunaan masukan anorganik dalam bentuk pupuk dan obat-obatan.
- e. Konflik dalam penggunaan lahan agar lebih “ekonomis” untuk kegiatan industri, jasa, dan fungsi nonpertanian, dengan tetap mempertahankan fungsi lahan sesuai dengan peruntukan awalnya yaitu sebagai lahan pertanian yang produktif.

Terjadinya konflik kepentingan tersebut disebabkan salah satu pihak yang terlibat tidak memahami makna multifungsi dan multiguna pertanian. Sistem pertanian tanaman pangan yang produktif, ekologis, ekonomis, ramah lingkungan, dan berkelanjutan adalah sistem produksi yang memperhatikan aspek produktivitas yang optimal, keuntungan ekonomis, ramah lingkungan dan berkelanjutan, yang diharapkan dapat menjawab konflik kepentingan antar-berbagai pihak tersebut.

Sen (1981) menyatakan bahwa usaha pertanian sangat rentan terhadap pengaruh berbagai faktor ekonomi, seperti efisiensi, kompetisi, keuntungan, subsidi, pajak, biaya pemasaran, pengolahan, substitusi penggunaan bahan baku produk, dan bahkan keberlanjutan penyediaan produk. Karena adanya sifat produk pertanian yang bersifat rentan ekonomi tersebut, sampai-sampai ia menyatakan bahwa secara filosofis petani tidak harus menerima adagium bahwa: "*Ketersediaan pangan merupakan hak mutlak dan hak dasar manusia atas dasar moral dan sosial semata*". Implikasinya adalah, manusia harus dapat mempertimbangkan jumlah keturunannya, menyesuaikan dengan kemampuan sumber daya alam yang tersedia, dan memandang pangan, hasil pertanian, sebagai produk ekonomi komersial.

Lynam (1994) juga mengingatkan tentang karakteristik umum pertanian yang dikaitkan dengan efisiensi penggunaan sumber daya alam dan aspek keberlanjutan, sebagai berikut: (a) pertanian merupakan usaha yang memerlukan ruang (lahan) yang sangat luas, terdesentralisasi di berbagai wilayah secara menyebar, yang pasti kalah efisien secara ekonomis dibandingkan dengan penggunaan ruang untuk industri, jasa, perumahan, prasarana, dan sebagainya; (b) pertanian merupakan sistem yang bersifat hirarkial saling mempengaruhi dalam sistem produksi secara global, karena perubahan iklim makro, sistem hidrologi, perbedaan skala usaha dan perbedaan penggunaan mesin pertanian, besarnya subsidi di suatu negara, dan lain-lain; (c) pertanian dilakukan oleh banyak pelaku dengan kemampuan modal dan keterampilan yang beragam, serta pada agroekologi yang memiliki perbedaan kesuburan tanah dan produktivitas, dan (d) pertanian berhadapan dengan risiko kegagalan alamiah seperti banjir, kekeringan, hama dan penyakit, yang sering tidak mudah dikendalikan.

Perbedaan sudut pandang terhadap pertanian sebagai usahatani individu rumah tangga, atau sebagai sarana pencapaian ketahanan pangan nasional, juga mengakibatkan perbedaan pilihan terhadap teknologi, tingkat produktivitas yang ingin dicapai, dan target produksi.

Berdasarkan uraian tersebut, maka pemahaman tentang kelemahan dan kekurangan dari sistem pertanian tanaman pangan (seperti kurang efisien, tidak ramah lingkungan, bersifat eksploitatif, atau bersifat propetani kaya) kiranya dapat dilihat dalam konteks yang lebih luas. Semua orang mengandalkan

sumber pangan dari usaha pertanian, tetapi apresiasinya terhadap pertanian sering kurang positif atau salah persepsi. Keinginan untuk memenuhi salah satu fungsi pertanian, seperti pertanian sebagai bagian dari sistem lingkungan, lantas melupakan fungsi pertanian yang lain, seperti fungsi penyediaan dan pencukupan kebutuhan pangan nasional yang terus meningkat.

Dalam makalah ini akan dibahas sistem produksi pertanian tanaman pangan yang bersifat ekologis, ramah lingkungan dan berkelanjutan, dalam konteks ketahanan pangan nasional.

SISTEM PRODUKSI TANAMAN PANGAN MENUJU KETAHANAN PANGAN NASIONAL BERKELANJUTAN

Produksi pertanian untuk mencapai ketahanan pangan nasional berkelanjutan bermakna bahwa produksi pangan harus dapat mencukupi kebutuhan seluruh penduduk, pada kondisi iklim dan alam seperti apa pun. Ketahanan pangan yang kuat tidak dapat dikaitkan dengan ada tidaknya bencana alam atau anomali iklim, karena dalam kondisi apa pun manusia tetap memerlukan pangan. Oleh karena itu, untuk mencapai ketahanan pangan nasional, produksi pangan harus dirancang dapat memenuhi kebutuhan riil dan cadangan apabila terjadi bencana alam dan anomali iklim.

Produksi pangan utama nasional hingga tahun 2007 belum dapat dikatakan surplus secara riil, apalagi kalau diperhitungkan adanya impor terigu, jagung, kedelai, kacang tanah, gula, dan produk ternak. Prediksi kecukupan pangan hingga tahun 2025 atau tahun 2050 bagi Indonesia tidak menggembirakan. Menurut ramalan Leach (1995) dari SEI Stockholm, hanya Amerika Utara, Amerika Selatan, Eropa Barat, Eropa Timur, Australia, dan bekas Uni Soviet yang dapat mencapai surplus produksi pangan pada tahun 2025 hingga 2050 (Tabel 1). Negara-negara Asia Selatan dan Tenggara, Cina, Afrika, Timur Tengah, Kepulauan Pasifik, dan Indonesia tetap akan mengalami defisit pangan pada tahun 2025 hingga 2050. Defisit pangan sebesar 9% dari total kebutuhan pada tahun 2025 bagi Indonesia yang akan memiliki jumlah penduduk 280 juta pada tahun 2025 bukan suatu jumlah pangan yang sedikit. Apalagi ramalan produksi pangan tersebut dihitung berdasarkan laju pertumbuhan produksi pangan 1985-1995 yang relatif besar. Dengan laju pertumbuhan produksi yang relatif kecil sejak tahun 2000, dapat diperkirakan defisit pangan Indonesia pada tahun 2025, dan tahun 2050 akan lebih besar dari perkiraan. Prakiraan defisit pangan yang akan dihadapi generasi pertama dan kedua dari generasi sekarang sungguh sangat mengkhawatirkan. Sayangnya tidak banyak orang dan pejabat yang mau melihat agak jauh ke depan.

Tabel 1. Ramalan tingkat kecukupan produksi pangan pokok di beberapa negara di dunia hingga tahun 2050.

Wilayah dunia/negara	Tingkat kecukupan produksi pangan pokok (%) ¹⁾				Status
	1990	2000	2025	2050	
Amerika Utara	130	135	148	172	Surplus berkelanjutan
Eropa Barat	98	103	113	120	Surplus berkelanjutan
Eropa Timur	98	104	120	135	Surplus berkelanjutan
Bekas Uni Soviet	81	89	110	117	Surplus berkelanjutan
Amerika Selatan	119	118	116	117	Surplus berkelanjutan
Asia Selatan	104	101	95	93	Defisit ringan-sedang
Asia Tenggara	102	102	95	94	Defisit ringan-sedang
China	97	97	97	99	Defisit ringan
Afrika	93	90	83	83	Defisit sedang-berat
Kepulauan Pasifik	81	87	70	75	Defisit berat
Timur Tengah	53	49	38	35	Defisit absolut
Indonesia	90	92	91	93	Defisit ringan-sedang

Sumber: Leach (1995). SEI Stockholm,

1) berdasarkan laju produksi pangan tahun 1985-1995

Berdasarkan ramalan tersebut Indonesia akan menjadi pengimpor tetap bahan pangan pokok hingga tahun 2050 (dan mungkin pada tahun-tahun selanjutnya), apabila tidak ada upaya peningkatan produksi secara besar-besaran. Permasalahan utama bagi Indonesia dalam upaya pencukupan produksi bahan pangan adalah terbatas atau tidak seimbang luas lahan pertanian tanaman pangan dibandingkan dengan jumlah penduduk. Tingkat ketersediaan lahan yang dapat ditanami tanaman pangan per kapita di Indonesia, yang tercermin dari rasio luas lahan sawah dengan jumlah penduduk, menunjukkan yang tersempit di dunia (Tabel 2). Hal ini berarti defisit pangan nasional terutama disebabkan oleh defisit luas areal lahan pertanian. Negara-negara yang mengalami surplus produksi pangan adalah negara yang luas lahan pertanian per kapitanya lebih luas dari Indonesia, di samping memiliki teknologi yang lebih maju.

Untuk mencapai swasembada pangan pada tahun 2025 hingga 2050, dan bahkan pada tahun-tahun berikutnya, tidak ada jalan lain bagi Indonesia kecuali menambah luas areal untuk produksi pangan. Mengharapkan kenaikan produksi dari berkah teknologi tidak dapat diandalkan secara berlebihan, karena hal itu telah dinikmati selama periode 1970-2000an. Kenaikan produksi oleh kontribusi teknologi pada lahan yang ada pada tahun 2010-2025 tidak akan besar sehingga tidak dapat mengimbangi laju pertumbuhan penduduk.

Sulitnya meningkatkan produksi beras lewat perbaikan teknologi produksi secara faktual telah terlihat sejak 10 tahun terakhir (1997-2007), karena

Tabel 2. Ketersediaan lahan pertanian untuk tanaman pangan per kapita atau *land-man ratio*, di berbagai negara, tahun 2000.

Negara	Luas lahan pertanian (ribuan ha)	Jumlah penduduk (ribuan orang)	Luas lahan pertanian per kapita (m ² /orang)
1. Argentina	33.700	37.074	9.100
2. Australia	50.304	19.153	26.100
3. Bangladesh	8.085	123.406	655
4. Brasil	58.865	171.796	3.430
5. Canada	45.740	30.769	14.870
6. China	143.625	1.282.172	1.120
7. India	161,75	1.016.938	1.290
8. Thailand	31.839	60.925	5.230
9. USA	175.209	285.003	6.150
10. Vietnam	7.500	78.137	960
11. Indonesia	7.750 ¹⁾ 9.788 ²⁾	217.000 217.000	360 450

Sumber: FAO (2000)

¹⁾ luas lahan sawah seluruhnya

²⁾ luas lahan sawah + lahan tegal (lahan kering, tidak termasuk lahan perkebunan)

produktivitas padi di Indonesia sudah termasuk yang tertinggi di antara beberapa negara di Asia Selatan dan Asia Tenggara (Maclean *et al.* 2002). Pemanfaatan teknologi untuk memacu produktivitas padi sawah secara umum dapat dikatakan telah mencapai kulminasi sejak tahun 2000, sehingga pada awal abad ke-21 ini, dari aspek teknologi, yang diperlukan adalah pengawalan dan perbaikan, agar produksi bersifat stabil tinggi dan ramah lingkungan. Perlu dicatat, pencapaian kulminasi teknologi atau yang sering disebut produksi mengalami pelandaian (*levelling off*) adalah suatu hal yang baik, bukan kegagalan, asal produktivitas dapat dipertahankan tetap tinggi.

Produktivitas padi di Indonesia telah meningkat 300% dalam kurun waktu 50 tahun terakhir akibat penerapan teknologi yang sering disebut sebagai teknologi Revolusi Hijau (Tabel 3). Dari rangkuman teknologi Revolusi Hijau, varietas unggul, pemupukan, pengairan, dan pengendalian hama penyakit merupakan komponen teknologi yang paling berperan dalam meningkatkan produktivitas.

Upaya peningkatan produksi beras yang dilakukan sejak 1968/1970an adalah penerapan teknologi Revolusi Hijau yang terdiri atas (1) penanaman varietas unggul tanggap pupuk, (2) pemberian pupuk mineral NPK takaran tinggi, (3) penyediaan air irigasi secara cukup, dan (4) pengendalian hama, penyakit, dan gulma secara intensif. Penggunaan pupuk dengan takaran tinggi dan aplikasi pestisida secara liberal sering dikritik karena tidak ramah lingkungan, merusak sumber daya alam, membunuh biota bermanfaat seperti predator, parasit, dan pesaing serangga hama dan patogen penyakit. Walaupun Revolusi

Tabel 3. Perkembangan produksi padi/beras sebagai dampak dari penerapan teknologi Revolusi Hijau, periode 1950-2005.

Tahun	Produktivitas (t/ha GKG)	Luas panen (juta ha) ¹⁾	Produksi beras (juta ton)	Tingkat swasembada (%)	Impor beras ('000 ton)
1950	1,65	5,70	5,79	94	334
1952	1,69	6,11	6,39	88	766
1956	1,82	6,70	7,60	90	768
1960	1,94	7,28	8,76	90	893
1962	1,97	7,28	8,89	88	1.025
1970	2,38	8,14	10,05	97	324
1980	3,29	9,01	20,16	90	2.012
1990	4,30	10,50	27,20	99	49
2000	4,40	11,79	31,95	94	2.15
2005	4,60	11,60	32,40	99	110

Jumlah penduduk, 1965 = 100 juta
2005 = 220 juta

Sumber: Abas (1997) dan sumber lain, Deptan (2005)

¹⁾ Luas panen bertambah sebagian besar oleh penanaman varietas unggul umur genjah, yang memungkinkan menanam padi 2 x setahun, atau 5 x dalam dua tahun

Hijau sudah terbukti secara meyakinkan menaikkan produksi beras nasional (Tabel 3) dan menaikkan ketersediaan beras, namun oponen terhadap teknologi ini terus tumbuh menyebar di sentra produksi padi dan di antara kalangan ilmuwan (Pranadji *et al.* 2005).

Hal-hal yang sering dikemukakan tentang dampak negatif dari penerapan teknologi Revolusi Hijau antara lain adalah: (1) petani menjadi bergantung pada sarana produksi yang berasal dari industri di luar usahatani, (2) terjadi pencemaran lingkungan oleh residu kimiawi yang berasal dari pupuk dan obat-obatan yang diberikan secara liberal, (3) terjadi pemiskinan keanekaragaman hayati dan penyempitan latar belakang genetik varietas unggul nasional, (4) usaha pertanian dikhawatirkan menjadi tidak berkelanjutan, (5) petani miskin menjadi bertambah miskin dan yang memiliki sumber daya luas menjadi semakin kaya (IRRI 2004, Sumarno 2007, Pranadji *et al.* 2005).

Kekhawatiran terhadap dampak negatif tersebut memang ada benarnya, terutama apabila teknologi Revolusi Hijau diimplementasikan tanpa kehati-hatian, kurang rasional, atau tidak didasari kaidah pertanian ekologis. Penerapan teknologi Revolusi Hijau pada usaha produksi padi tidak saja berdampak negatif terhadap lingkungan, tetapi juga pada aspek sosial, ekonomi, dan budaya bertani petani di pedesaan. Hal yang menonjol di antaranya adalah (Sumarno 2007): (1) usaha produksi padi telah berubah, dari kegiatan hidup menjadi usaha dagang yang memerlukan modal tunai cukup besar, (2) petani menjadi terbiasa berhutang untuk menyediakan sarana produksi, (3) apabila terjadi

gagal panen akan berakibat kerugian besar, berupa hutang dan kelangkaan bahan pangan keluarga petani, (4) komoditas padi menjadi komoditas dagang, seluruh hasil panen langsung dijual sehingga petani menjadi pembeli beras sepanjang tahun, dan (5) pertanian yang semula memiliki ciri kerja gotong royong berubah menjadi kegiatan dengan basis upah dan hubungan kerja majikan-buruh.

Sudah barang tentu perubahan-perubahan sosial-ekonomi dan budaya yang terjadi di pertanian pedesaan tidak semata-mata sebagai dampak dari penerapan Revolusi Hijau. Perubahan sistem ekonomi negara dalam 35 tahun sejak awal 1970an, yang telah bersifat ekonomi liberal atas dasar pemanfaatan kapital besar, mengimbas perekonomian pedesaan menjadi ekonomi uang. Masyarakat pedesaan yang belum terbiasa dengan ekonomi uang tunai pada dasarnya belum mampu bertindak hemat dan rasional dalam mengelola uang. Uang hasil penjualan produksi usahatani selama 4-5 bulan sering dihabiskan dalam waktu kurang dari satu bulan, dan bahkan sumber daya lahan yang dimiliki dijual untuk membeli barang-barang konsumsi produk industri manufaktur, seperti televisi, sepeda motor, mobil, dan alat hiburan lain. Dengan demikian, sukar dikatakan mana yang lebih buruk dampaknya terhadap kehidupan petani, penerapan Revolusi Hijau atau ekonomi kapitalistik-konsumtif.

Sumarno (2007) mengidentifikasi delapan “kekeliruan” dalam penerapan teknologi Revolusi Hijau, yang sampai sekarang belum seluruhnya dikoreksi, yakni:

1. Penerapan teknologi Revolusi Hijau tidak dibarengi dengan anjuran pemakaian pupuk organik, sebagai suplementasi terhadap pupuk mineral anorganik.
2. Anjuran penanaman satu-dua varietas unggul nasional secara luas, berakibat menyempitnya keragaman genetik tanaman padi di lapangan.
3. Pupuk mineral anorganik menjadi satu-satunya sumber hara utama, bukan sebagai suplementasi.
4. Ketergantungan petani terhadap pestisida untuk pengendalian OPT (organisme pengganggu tanaman) sangat tinggi, karena terbiasa dengan aplikasi pestisida secara terjadwal.
5. Penyediaan benih oleh perusahaan benih didasarkan pada popularitas varietas pada musim tanam sebelumnya, sehingga tidak mendidik petani untuk melakukan pergiliran varietas antarwaktu, lokasi, atau musim.
6. Tidak ada pelatihan dan pedoman teknik budi daya baku bagi penyuluh, yang mencakup aspek kelestarian lingkungan, keberlanjutan produksi, dan kelestarian keanekaragaman hayati ekologi sawah.
7. Kurangnya pendidikan kesadaran bagi petani akan pentingnya usahatani secara ekologis, higienis, ramah lingkungan, dan berkelanjutan.

8. Tidak ada pendidikan terhadap petani tentang pemahaman teknis agronomis, berkaitan dengan efisiensi penggunaan sarana produksi, dan bahaya yang dapat timbul oleh penggunaan sarana produksi yang berlebihan dan tidak tepat.

Dalam menerapkan teknologi Revolusi Hijau, petani lebih mendasarkan pada penjelasan petugas formulator, atau pengalaman empiris hasil coba-coba sendiri, atau meniru petani tetangga. Praktek pemakaian berbagai sarana produksi modern seperti pestisida, herbisida, dan pupuk secara sembarangan demikian, tentu sangat berbahaya bagi lingkungan dan bagi pelaku usahatani itu sendiri.

Walaupun tingkat produktivitas padi sawah di Indonesia sudah termasuk tertinggi di antara negara-negara Asia Selatan dan Asia Tenggara, namun untuk mencukupi tersedianya pangan nasional, produktivitas tersebut masih perlu terus dipacu, yang berarti penerapan teknologi Revolusi Hijau masih harus dipertahankan. Untuk memenuhi target produksi yang tinggi tersebut diperlukan teknologi Revolusi Hijau yang bersifat ekologis, ramah lingkungan, dan dapat menjamin usaha pertanian berkelanjutan.

KONSEP PERTANIAN EKOLOGIS DAN BERKELANJUTAN

Konflik yang sering terjadi antara para ahli pertanian (terutama mereka yang bertanggung jawab atas pembinaan kecukupan pangan nasional) dengan para pemerhati lingkungan, bersumber pada perbedaan sudut pandang terhadap sumber daya lahan. Beberapa faktor perbedaan sudut pandang itu dapat dirumuskan seperti pada Tabel 4.

Harus diakui bahwa di Indonesia, pemikiran pertanian ekologis dan berkelanjutan belum sampai kepada rumusan yang definitif dan disepakati oleh berbagai sektor, apalagi rumusan operasionalnya belum tersedia. Di negara maju telah tersusun *Better Management Practices* (BMP) untuk sistem produksi berbagai komoditas pertanian, yang ditujukan untuk produktivitas, keuntungan, lingkungan, dan keberlanjutan (Kingston *et al.* 2007). Pada tanaman sayuran dan buah-buahan telah tersedia pedoman Eurep-GAP (2004) yang telah dilaksanakan sejak 2004.

Untuk tanaman pangan di tataran internasional belum ada panduan *Better Management Practices* atau *Good Agriculture Practices* (GAP), kecuali di beberapa negara Eropa dan Amerika yang telah mengintroduksi ketentuan semacam BMP. Di Indonesia, minat untuk mencapai pertanian ekologis dan berkelanjutan sering dirumuskan melalui strategi yang tidak tepat, seperti “Pertanian Masukan Organik”, dan Sistem Intensifikasi Padi (SRI) yang kadang-kadang bersifat ekstrim. Rumusan “Pengendalian Hama Terpadu” (PHT) yang

Tabel 4. Perbedaan sudut pandang dan minat antara pembina produksi pertanian dengan pemerhati lingkungan terhadap sumber daya lahan (diadopsi dari Runge 1992).

Faktor	Pembina pertanian	Pemerhati lingkungan
1. Obyek perhatian	Lahan sebagai media produksi	Lahan sebagai bagian lingkungan
2. Orientasi	Kecukupan produksi pangan nasional	Kecukupan pangan rumah tangga petani
3. Tujuan produksi	Maksimalisasi produksi	Kelestarian lingkungan
4. Status lahan	Faktor produksi yang terbatas	Komponen ekologi
5. Prioritas	Ketahanan pangan nasional	Mutu lingkungan
6. Teknologi	Penyediaan media optimal bagi tanaman	Memanfaatkan kapasitas yang ada
7. Justifikasi	Keberlanjutan produksi	Kerusakan lingkungan
8. Kekawatiran	Optimis, sumberdaya lahan lestari	Pesimisme atas kerusakan sumber daya lahan
9. Pandangan ke depan	Luas lahan terbatas, penduduk bertambah	Mutu lingkungan berubah

juga menekankan terhadap aspek lingkungan, menganggap bahwa seluruh komponen budi daya dan lingkungan ditujukan untuk keberhasilan PHT. Oleh karena itu, masih ada kesenjangan pemahaman tentang usaha pertanian antara pembina pertanian yang berorientasi produksi dengan pemerhati lingkungan pertanian. Perbedaan pandangan tersebut tidak dapat dipertemukan tanpa adanya koreksi dari masing-masing pihak. Ahli pertanian memerlukan lingkungan yang bermutu dan lestari. Sebaliknya, pemerhati lingkungan tetap memerlukan ketersediaan pangan yang cukup secara nasional, karena kekurangan pangan justru akan berakibat buruk terhadap kelestarian lingkungan secara keseluruhan.

Secara makro, usaha pertanian untuk memproduksi pangan bagi populasi yang terus meningkat memang tidak dapat selamanya mengandalkan cadangan hara mineral yang terkandung secara alamiah di lokasi setempat. Usaha pertanian, yang berarti penambangan hara mineral, akan berakibat terjadinya deplesi dan defisiensi hara mineral asli dalam tanah, terutama N, P, dan K. Menurut Dent (1980) hanya sekitar 12-14% dari luas lahan pertanian di Indonesia dan Asia Tenggara yang tidak memiliki keterbatasan hara, pengairan, dan sifat fisik tanah lainnya, sedangkan 57-59% luas lahan pertanian memiliki kekahatan mineral hara bagi budi daya tanaman (Tabel 5).

Areal kahat hara mineral di Indonesia dan Asia Tenggara lebih luas dibandingkan dengan negara-negara lain di dunia. Walaupun akurasi data tersebut dapat dipertanyakan, namun hal ini dapat menyadarkan, bahwa sebenarnya Indonesia secara umum tidak sangat subur, seperti yang sering dikatakan, bahkan secara proporsional termasuk wilayah yang kalah subur dibandingkan dengan negara-negara lainnya.

Tabel 5. Kondisi lahan yang kahat hara mineral dan cekaman fisik lingkungan di Asia dan Australia.

Regional/negara	Persentase dari total luasan lahan					
	Kahat hara mineral	Cekaman kekeringan	Lapisan olah dangkal	Air berlebihan	Suhu dingin	Tanpa cekaman berarti
Asia Selatan	15	43	13	11	-	18
Asia Utara Tengah	9	17	38	13	13	10
Australia	6	55	18	6	-	15
Asia Tenggara	59	7	6	14	-	14
Indonesia	57	11	10	10	-	12
Seluruh Dunia	23	28	22	10	6	11

Sumber: Dent (1980).

Implikasi dari luasnya lahan yang kahat hara tersebut adalah pemupukan hara mineral merupakan kebutuhan bagi sebagian besar wilayah pertanian di Indonesia. Anggapan keliru yang sering terjadi adalah produksi tinggi tanpa pupuk hara mineral pada petak yang sempit hendak diterapkan pada areal yang sangat luas, tanpa memperhatikan ketersediaan hara mineral yang ada dalam tanah. Sisworo (2006) berpendapat bahwa adopsi teknologi padi modern dan intensifikasi padi sawah yang telah berjalan dalam empat dasawarsa terakhir mengakibatkan “ambruknya struktur fisik tanah yang sehat, sehingga tanah menjadi sakit, lelah (*fatigue*), dan lapar. Tanah lapar karena tidak pernah diberi bahan organik”. Pernyataan tersebut ada benarnya, tetapi tidak atau belum sampai segawat itu. Seperti yang dikemukakan oleh Greenland (1997), lahan sawah memiliki mekanisme untuk memelihara dan melestarikan keberlanjutan secara alamiah melalui sifat fisik, kimiawi, dan biologis yang terjadi secara dinamis. Bukti empiris menunjukkan, lahan sawah telah digunakan selama ratusan tahun, bahkan di Ifugao Filipina, ada lahan sawah yang telah digunakan selama 3.000 tahun dan sampai sekarang masih produktif (Conception 2006). Sawah di lembah Yangzi Cina, bahkan sudah digunakan selama 9.000 tahun dan hingga saat ini masih produktif (Greenland 1997).

Tindakan yang tercakup dalam pertanian berciri ekologis dan berkelanjutan mestinya menguatkan mekanisme pemeliharaan dan pelestarian kesuburan dan keberlanjutan lahan sawah secara alamiah tersebut, disertai pencegahan kemungkinan terjadinya kerusakan yang disebabkan oleh faktor eksternal.

Konsep Pertanian Ekologis dan Ramah Lingkungan

Pertanian berciri ekologis secara umum dapat diartikan sebagai kegiatan usaha pertanian yang tidak berpengaruh negatif dan tidak merusak lingkungan makro

maupun mikro. Lingkungan makro mencakup wilayah di luar batas areal usahatani, termasuk pemanasan global akibat akumulasi emisi gas rumah kaca, hilangnya sumber air, polusi udara akibat pembakaran sisa bahan organik, erosi permukaan, banjir dan tanah longsor akibat penggunaan lahan yang tidak tepat, berkurangnya keanekaragaman hayati (flora, fauna), dan kontaminasi badan air oleh zat kimia beracun asal pertanian. Lingkungan mikro mencakup wilayah di dalam areal usahatani, termasuk keseimbangan ekobiologis, kelestarian keanekaragaman biota di permukaan dan dalam lapisan olah tanah, tidak terakumulasinya limbah dan residu beracun, terjadinya kohabitasi antara serangga hama dan patogen penyakit dengan parasit, predator, kompetitor dalam keadaan seimbang.

Dengan demikian, pertanian berciri ekologis dan ramah lingkungan adalah usaha pertanian yang terintegrasi dengan pengelolaan lingkungan produksi. Namun perlu disadari bahwa ciri ekologi lahan pertanian berbeda dengan ekologi alamiah yang belum mengalami campur tangan manusia. Perbedaan itu dirangkum pada Tabel 6.

Adalah tidak mungkin mengharapkan ciri ekologis lahan pertanian serupa atau sepadan dengan ekologi alam asli. Lingkungan alam lahan pertanian adalah lingkungan alam yang telah termodifikasi menjadi lingkungan dengan vegetasi homogen yang terdiri atas satu-dua spesies dalam skala areal yang cukup luas, sehingga daya sangga dan plastisitasnya terhadap perubahan alamiah (abiotik dan biotik) menjadi sangat berkurang.

Berdasarkan uraian tersebut maka pertanian berciri ekologis dapat didefinisikan sebagai: kegiatan usaha pertanian yang menerapkan teknologi maju adaptif yang ramah lingkungan, dengan produktivitas optimal tanpa

Tabel 6. Perbedaan ekologi lahan pertanian vs lahan alam asli.

Faktor Pembeda	Ekologi lahan pertanian	Ekologi alam asli tidak ada campur tangan manusia
1. Vegetasi	1-3 spesies tanaman ekonomi	Banyak spesies tumbuhan
2. Hubungan antar vegetasi	Satu spesies dominan	Kohabitasi banyak spesies
3. Proses pertumbuhan	Dipacu, untuk maksimasi produksi	Alamiah, adaptasi lingkungan
4. Komposisi genotipe	Homogen satu varietas	Heterogen antar genom, antar spesies
5. Adaptasi plastisitas	Terbatas, mudah tercekam	Luas, plastis, mudah mengadaptasi perubahan
6. Serangga-patogen	Mudah menjadi hama-penyakit	Tidak menjadi hama-penyakit
7. Masukan luar	Diperlukan	Tidak diperlukan
8. Sifat ekologi	Keseimbangan ekologis rendah	Ekologi seimbang
9. Ekspor dari lingkungan	Besar, eksploitatif	Minimal atau tidak ada

menurunkan mutu dan merusak lingkungan. Pertanian berciri ramah lingkungan merupakan padanan dari pertanian ekologis, sehingga definisinya sama. Lingkungan, dalam definisi tersebut, termasuk tenaga kerja pelaku usaha, produk hasil panen, ternak, dan satwa komponen habitat, seperti burung, ikan, ular, dan satwa liar.

Pertanian menggunakan masukan organik yang secara salah kaprah sering disebut “pertanian organik” tidak selalu bersifat lebih ekologis dan ramah lingkungan. Timbulnya gas metan sebagai gas rumah kaca pada pertanian masukan organik (Setyanto *et al.* 2000), dan adanya pelindihan (*leaching*) senyawa nitrogen yang cukup besar menunjukkan bahwa teknik tersebut tidak selalu bersifat ramah lingkungan. Penelitian Torstensson *et al.* (2006) selama enam tahun pada tanah lempung berpasir yang bersifat gembur menunjukkan petak yang menggunakan masukan organik pupuk kandang + pupuk kompos menghasilkan pelindihan N sebanyak 39 kg N/ha/tahun, dibandingkan dengan hanya 25 kg N/ha/tahun dari petak dengan masukan pupuk anorganik yang dibarengi tanaman penutup tanah.

Pertanian Berkelanjutan

Banyak versi definisi pertanian berkelanjutan, bergantung pada sudut pandang pembuat definisi. Sumarno (2006) mengompilasi lebih dari sepuluh definisi pertanian berkelanjutan, yang satu sama lain sedikit berbeda. Salah satu definisi adalah dari Castillo (1992) yang tampaknya cukup aplikatif bagi usaha pertanian Indonesia, yaitu “Pertanian berkelanjutan adalah sistem produksi pertanian yang terus menerus dapat memenuhi kebutuhan pangan dan pakan, tanpa merusak sumber daya alam pertanian bagi generasi yang akan datang”. Rumusan pembangunan pertanian berkelanjutan dari ISNAR juga serupa dengan definisi pertanian berkelanjutan, yaitu “Proses pembangunan pertanian yang dapat memenuhi kebutuhan masa kini tanpa mengorbankan kesempatan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan pangan mereka” (Trietz and Narain 1988).

Dari banyak definisi pertanian berkelanjutan tersebut terdapat empat kepentingan pokok yang secara bersama-sama perlu dipenuhi, yaitu: (1) kecukupan pangan dan pakan masa kini dan masa mendatang, (2) kelayakan ekonomi usaha pertanian saat ini dan masa mendatang, (3) kelestarian serta mutu lingkungan dan sumber daya alam, dan (4) kelestarian keanekaragaman hayati secara *in-situ* maupun *ex-situ*. Konsep pertanian berkelanjutan tidak boleh hanya berdasarkan salah satu kriteria kepentingan pokok tersebut.

Studi ISNAR-TAC (1987) mengidentifikasi lima penyebab utama degradasi/kerusakan lingkungan yang terkait erat dengan ketidakberlanjutan pertanian, yaitu: (1) penambahan jumlah penduduk yang terpaksa menggunakan lahan

yang secara ekologis tidak sesuai untuk produksi pertanian, seperti lahan berlereng, lahan hulu DAS, hutan penyangga; (2) kemiskinan yang berakibat penduduk hidup dan berusaha pada lahan marginal atau lahan berfungsi konservasi; (3) tidak adanya kesadaran petani untuk melakukan pelestarian lahan untuk jangka panjang karena faktor kemiskinan, atau lahan bukan milik petani; (4) modernisasi pertanian dilakukan secara tergesa-gesa tanpa persiapan kemampuan petani untuk memahami tentang penggunaan sarana produksi modern seperti pupuk mineral, pestisida, dan herbisida secara tepat dan benar; dan 5) kebijakan pemerintah yang sering berorientasi kepada tujuan jangka pendek, kurang mempertimbangkan keperluan jangka panjang. Sinyalemen tersebut sangat relevan dengan terjadinya kerusakan sumber daya lahan di Indonesia, yang tampaknya belum disadari. Mengikuti pandangan Harwood (1987), pertanian berkelanjutan harus dipandang dari tujuh dimensi yang tidak dapat dipisahkan satu sama lain, yaitu: (1) jaminan penggunaan jangka panjang, (2) kelayakan sosial-ekonomi usaha pertanian, (3) daya saing pertanian terhadap usaha sejenis bidang lain, (4) kelestarian keanekaragaman hayati unsur pendukung usahatani, (5) minimalisasi pencemaran lingkungan dan polusi udara dari gas rumah kaca, (6) kelestarian mutu dan kesuburan sumber daya lahan, dan (7) kelestarian sumber daya tanah, air, dan lingkungan pertanian secara luas. Atas dasar kriteria tersebut Harwood (1987) membuat definisi pertanian berkelanjutan sebagai “Usaha pertanian yang memanfaatkan sumber daya secara optimal untuk menghasilkan produk panen maksimal dengan masukan dan biaya yang wajar, dan sebagai usaha memenuhi kriteria sosial, ekonomi, lingkungan, dan menggunakan sarana produksi terbarukan”.

Pada dasarnya terdapat empat pokok kepentingan yang menjadi tujuan pertanian berkelanjutan, yaitu (1) tercukupinya kebutuhan pangan pada masa sekarang dan masa mendatang, (2) kelayakan ekonomi usaha pertanian pada masa kini dan seterusnya, (3) kelestarian lingkungan, mutu sumber daya dan keanekaragaman hayati, dan (4) keselamatan pelaku usaha dan keamanan produk panen sebagai pangan/pakan.

Sayangnya, penyusunan definisi pertanian berkelanjutan tersebut baru berdasarkan harapan, belum disertai dengan rumusan tindakan yang harus dilakukan untuk mencapai harapan yang dinyatakan dalam definisi. Dengan demikian, definisi pertanian berkelanjutan lebih bersifat idealisme yang masih harus dirumuskan, dan selanjutnya dikomunikasikan kepada pihak-pihak terkait.

RUMUSAN PAKET TEKNOLOGI

Teknologi produksi pertanian yang bersifat produktif-efisien, ekologis, dan berkelanjutan secara parsial sebenarnya telah dirancang untuk dapat

diterapkan. Tetapi dalam penerapannya akan terkendala oleh berbagai hal, seperti sempitnya pemilikan lahan, lemahnya kemampuan ekonomi petani, status pemilikan lahan, kesadaran petani yang rendah akan pentingnya konservasi sumber daya, dan faktor eksternal lain seperti penebangan hutan di hulu DAS (daerah aliran sungai), dan konversi lahan menjadi fasilitas hidup. Oleh karena itu, dalam memilih rumusan paket teknologi perlu ditekankan pada inventarisasi dan penjelasan paket-paket teknologi yang sudah tersedia.

Agro Ekoteknologi

Konsep agro ekoteknologi yang diusulkan oleh Sumarno dan Suyamto (1998) pada dasarnya adalah penerapan teknologi produksi yang sekaligus dipadukan dengan tindakan konservasi sumber daya lahan pertanian. Agro ekoteknologi merupakan teknik penerapan “pengelolaan sumber daya pertanian dan lingkungan secara produktif dan berkelanjutan” (*sustainable agricultural resources and environmental management*). Komponen utama agro ekoteknologi terdiri atas tujuh unsur yang komplementer, yakni:

- a. Sistem produksi disertai oleh fungsi sistem konservasi dan peningkatan mutu sumber daya alam pertanian secara terus-menerus. Sebagai contoh, integrasi tanaman-ternak, pola tanaman dengan menyertakan kacang-kacangan, atau tanaman yang memerlukan pengolahan tanah dalam seperti tebu.
- b. Usahatani tidak eksploitatif, tetapi menerapkan daur hara tertutup-berimbang antara masukan dan keluaran hara, bahkan dilakukan pengayaan hara tanah (*zero waste farming system*).
- c. Penerapan pengelolaan tanaman secara terpadu guna efisiensi penggunaan sumber daya.
- d. Penerapan pola tanam intensif-terpadu yang bertujuan untuk menyehatkan lahan dan lingkungan.
- e. Pemanfaatan berbagai sumber pembentuk dan penambahan hara secara alamiah (secara hayati maupun fisik), melalui mikroba tanah, air irigasi, dan sumber lain.
- f. Tindakan pelestarian keanekaragaman hayati dalam ekosistem pertanian.
- g. Memposisikan bahan anorganik dari luar ekosistem pertanian sebagai masukan pelengkap yang bersifat komplementer terhadap daur ulang pada ekosistem.

Penekanan tindakan perlu disesuaikan dengan karakteristik agroekologi setempat, bersifat pemeliharaan, perbaikan mutu, atau kombinasi keduanya.

Teknologi Revolusi Hijau Lestari

Teknologi Revolusi Hijau Lestari lebih ditujukan untuk lahan sawah sebagai perbaikan teknologi Revolusi Hijau (Sumarno 2006). Teknologi Revolusi Hijau Lestari didefinisikan sebagai “Penerapan komponen teknologi terpilih yang serasi dan sinergis yang dapat memanfaatkan sumber daya secara efisien, produktif, ekonomis, ekologis, dan berkelanjutan”.

Unsur teknologi Revolusi Hijau Lestari mencakup: (1) pola tanam dan pergiliran tanaman yang dapat meningkatkan mutu tanah, (2) penanaman varietas unggul adaptif agroekologi spesifik, (3) pengayaan bahan organik dan mikroba tanah, (4) penyiapan lahan optimal bagi pertumbuhan tanaman, (5) penyehatan ekologi lahan sawah sehingga terbebas dari berbagai sumber penularan OPT, (6) pengelolaan hara spesifik lokasi secara optimal, (7) pengendalian OPT secara terpadu-operasional, (8) penyediaan, pemeliharaan, dan pemanfaatan sumber air secara bijaksana, dan (9) kesadaran petani akan perlunya memadukan tindakan produksi dan konservasi sumber daya.

Penerapan sembilan unsur tersebut disesuaikan dengan kondisi dan sifat agroekologi lahan sawah yang bersangkutan. Penyadaran petani sangat penting, karena pada dasarnya komponen teknologi Revolusi Hijau tersebut telah diketahui dan sebagian telah diterapkan petani.

Pengelolaan Sumber Daya dan Tanaman Padi Terpadu (PTT)

Rumusan PTT padi menekankan teknologi budi daya pada satu musim, pilihan komponen utamanya adalah: (1) benih bermutu varietas unggul terbaik; (2) penanaman bibit muda, 1-2 bibit per rumpun; (3) jarak tanam tepat; (4) pengairan berselang tidak tergenang terus-menerus; (5) pemupukan secara efisien menggunakan pemandu Bagan Warna Daun (BWD) dan uji kandungan P dan K; (6) penambahan bahan organik sebelum tanam; (7) pengendalian OPT berdasarkan PHT; (8) penyiangan yang dikombinasikan dengan perbaikan aerasi tanah; dan (9) penanganan hasil panen secara benar (Zaini *et al.* 2004).

Tujuan PTT adalah (1) mendapatkan produktivitas padi yang tinggi yang disertai oleh pemeliharaan keberlanjutan sistem produksi, (2) menggunakan masukan secara efisien, (3) meningkatkan pendapatan petani, dan (4) menjaga mutu lingkungan agar tidak tercemar residu bahan kimia secara berlebihan. Penerapan PTT secara konsisten diharapkan dapat meningkatkan mutu sumber daya pertanian, yang berarti mendukung keberlanjutan usaha pertanian.

Good Agriculture Practices (GAP)

Good Agriculture Practices (GAP) atau Panduan Budi Daya yang Benar sangat berorientasi pada kelestarian lingkungan, mutu produk, dan produktivitas.

Tetapi GAP merupakan ketentuan formal yang diberlakukan oleh pihak pelaku pemasaran produk pertanian. Untuk memperoleh sertifikasi lulus GAP, petani harus menerapkan seperangkat ketentuan yang meliputi: (1) pemilihan lokasi produksi, (2) pemilihan/penggunaan benih dan varietas, (3) teknik penanaman, (4) teknik pemupukan (jenis, cara, dosis, dan waktu), (5) teknik perlindungan OPT, (6) teknik pengairan (asal, mutu, dan cara pengairan), (7) pengelolaan tanaman, (8) teknik panen, (9) penanganan pascapanen, (10) penggunaan alsintan (alat dan mesin pertanian), (11) upaya pelestarian lingkungan, (12) persyaratan penggunaan tenaga kerja dari segi umur, kesejahteraan, pelatihan, fasilitas, dan lain-lain, (13) sanitasi, (14) pencatatan kegiatan dan pengawasan, dan (15) tanggapan terhadap aduan konsumen (Deptan 2004).

GAP sudah diterapkan pada tanaman buah, sayur, bunga, dan tanaman yang langsung dikonsumsi (kopi, teh, tembakau, rempah, dan lain-lain), tetapi dinilai kurang praktis untuk diterapkan pada tanaman pangan yang dikompositkan seperti padi (beras), jagung, kedelai, kacang tanah, dan ubi kayu (Sumarno 2005).

Better Management Practices (BMP)

Better Management Practices (BMP) pada sistem budi daya tanaman telah diterapkan pada tebu dan tanaman perkebunan lainnya (Kingston *et al.* 2007). Tujuannya adalah untuk memperoleh sistem produksi tanaman yang berkelanjutan dan lingkungan yang lestari, dalam sistem usaha yang menguntungkan dan memberikan kesejahteraan bagi masyarakat setempat. Tiga pilar utama yang harus diperhatikan dalam menyusun BMP adalah: (1) diperolehnya keuntungan ekonomis dalam usaha, (2) keberlanjutan produksi dan mutu lingkungan, dan (3) keadilan sosial bagi masyarakat setempat. Dengan demikian, operasionalisasi BMP menyangkut teknis, sosial-ekonomi, manajemen usaha, dan lingkungan.

Aspek teknis manajemen lingkungan yang perlu dirumuskan agar memenuhi kriteria BMP adalah: (a) pengelolaan sumber daya lahan dan air; (b) pengelolaan tanaman dan pola tanam jangka pendek-jangka panjang; (c) penggunaan air pengairan; (d) pengelolaan OPT sejalan dengan pengelolaan lingkungan; (e) pengelolaan wilayah dalam kawasan hidrologi; (f) kesehatan, kesejahteraan, keterampilan, dan keselamatan pekerja; dan (g) pengelolaan usaha agar tetap sehat dan memberikan keuntungan. Jabaran masing-masing topik dalam operasionalisasinya sangat bergantung pada karakteristik yang dihadapi, untuk dipilih alternatif terbaik yang tidak mengakibatkan kontradiksi satu sama lain. Dengan demikian isi rumusan BMP adalah menentukan pilihan komponen terbaik yang diupayakan komplementer, sinergis, tidak kontradiktif, dan operasional.

BMP pada dasarnya adalah sistem usaha pertanian yang bijaksana, berkeadilan, berwawasan lingkungan, dan kesejahteraan sosial, tidak bersifat rakus, tidak eksploitatif, dan tidak menguntungkan diri sendiri. Walaupun penafsiran terhadap kriteria tersebut menjadi subjektif, tetapi ketentuan dalam BMP (pada budi daya tebu) perlu disertakan tolok ukur kuantitatif dan diaudit oleh pihak yang netral (*independent auditor*).

BMP untuk sistem produksi tebu dan industri berbasis tebu di Afrika Selatan dirumuskan dalam SUSFARMS (*Sustainable Sugar Farm Management System*); di Australia dirumuskan dalam BSI (*Better Sugarcane Initiative*). Pada usaha produksi tanaman lain juga sudah dikenal BMP, seperti pada kapas: BCI (*Better Cotton Initiative*); dan pada kedelai: RTRS (*Round Table on Responsible Soybeans*) (Quirk *et al.* 2007).

BMP dalam sistem produksi tanaman dapat didefinisikan sebagai satu set aturan dan ketentuan nonformal yang harus diikuti oleh pelaku usaha produksi komoditas (tanaman), yang ditujukan untuk mengupayakan keberlanjutan usaha, kelestarian lingkungan, keadilan/ kesejahteraan sosial, dan keuntungan usaha secara layak.

Pelaksanaan BMP yang merupakan aturan nonformal bersifat *voluntary* (kesadaran dan tanggung jawab pribadi), tidak ada pemaksaan secara hukum. Pelaku usaha diyakinkan bahwa BMP adalah untuk kepentingan usahanya, masyarakat sekitar, dan lingkungan hidup bersama. Semboyan yang diadopsi adalah: *when you take care the nature, she will take care of you*. Apabila Anda mencintai dan memelihara sumber daya alam, ia akan menghidupi keluargamu secara berkelanjutan.

Sistem produksi tanaman pangan dalam skala luas dan secara terus-menerus dilokasi yang permanen, seperti padi sawah, sudah saatnya untuk dirumuskan dan ditetapkan operasionalisasinya tentang ketentuan *Better Management Practices for Rice* atau Pengelolaan Budi Daya Padi yang Baik. Mengacu pada BMP tebu, tujuan BMP padi adalah sebagai berikut:

1. Mengupayakan agar produksi padi optimal secara berkelanjutan, dan sebagai usaha yang menguntungkan.
2. Mengupayakan kelestarian sumber daya dan mutu lingkungan.
3. Memberikan dampak kesejahteraan bagi masyarakat setempat.
4. Memberikan perlindungan terhadap hak-hak pekerja, dari segi keselamatan dan kesehatan kerja.

Tanpa disadari, sebenarnya masyarakat pedesaan telah menggiring sistem produksi padi sawah berjalan ke arah penerapan BMP tujuan No. 1 dan 3, tetapi belum banyak memperhatikan tujuan No. 2 dan 4. Agar dapat diterapkan, BMP padi harus memilih unsur yang praktis, memberikan dampak yang nyata,

tidak mengakibatkan produksi padi menjadi suatu usaha yang merugikan atau tidak layak secara ekonomis. Rumusan “Pertanian Ramah Lingkungan” yang dianjurkan Sumarno *et al.* (2000) yang terdiri atas delapan kriteria tampaknya dapat dijadikan titik tolak dalam penyusunan BMP pada tanaman padi, yaitu:

1. Upaya mempertahankan keanekaragaman hayati, baik secara *in-situ* maupun *ex-situ*, disertai oleh upaya pemeliharaan keseimbangan ekologis seluruh komponen biota alamiah.
2. Upaya menjaga mutu sumber daya lahan pertanian, secara fisik, biologi, dan kimia, termasuk ketersediaan air.
3. Menghindarkan terjadinya pencemaran residu kimia yang membahayakan lahan pertanian, badan air, lingkungan sekitar, dan pelaku usaha pertanian.
4. Terpeliharanya keragaman genetik tanaman yang diusahakan, baik secara intraspesies (penanaman banyak varietas), maupun interspesies (penanaman berbagai jenis tanaman).
5. Upaya mencegah terjadinya akumulasi benda anorganik, logam berat, senyawa beracun, limbah industri, dan gas rumah kaca yang melebihi ambang batas.
6. Pengelolaan lingkungan biologis secara tepat, agar terjadi ekologi yang sehat bagi seluruh komponen biota, sehingga tidak terjadi gangguan serangga hama dan patogen penyakit yang dapat merugikan usaha pertanian.
7. Terpeliharanya kesuburan tanah dan produktivitas lahan secara berkelanjutan dengan masukan sarana produksi yang tidak bertambah.
8. Diperolehnya kepastian bahwa produk pertanian aman dikonsumsi, bermutu gizi, dan memenuhi preferensi selera konsumen.

Dengan mendasarkan kepada delapan kriteria tersebut, selanjutnya ketentuan dan panduan operasionalisasinya perlu dibuat mencakup penggunaan lahan, penyediaan dan pemanfaatan air, penyediaan benih dan pilihan varietas, penyiapan lahan, pengelolaan hara dan tanaman, pengendalian OPT, dan penanganan panen dan pascapanen.

Karena BMP juga mempersyaratkan aspek *non-on-farm*, seperti pengelolaan lingkungan makro setempat, kelestarian sumber daya pengairan, keuntungan usaha pertanian, jaminan hak-hak pekerja, dan kesejahteraan masyarakat sekitar usaha, maka perlu dirumuskan kriteria dan ketentuan operasionalisasinya.

BMP pada padi, atau dapat diterjemahkan sebagai “Praktek Pengelolaan Produksi Padi yang Baik” (P4B) bukanlah konsep yang utopia-idealis, tetapi harus merupakan konsep praktis yang dapat menjawab masalah multidimensi usaha pertanian, termasuk ketahanan pangan, keuntungan usaha, kelestarian sumber daya dan lingkungan, keberlanjutan produksi, dan kesejahteraan pekerja dan masyarakat setempat. Penyusunan P4B harus melibatkan seluruh

komponen pemangku kepentingan (*stakeholders*), termasuk pemilik lahan sawah, petani penggarap, peneliti, penyuluh, wakil dari Departemen dan Dinas Teknis terkait, pengawas lingkungan hidup/KLH, Dinas Tenaga Kerja, pedagang/pelaku pemasaran, dan wakil konsumen. Asalkan masing-masing komponen pemangku kepentingan tersebut tidak berpikiran picik dan tidak egoistis, maka P4B yang operasional dapat disusun. Rumusan ketentuan P4B hendaknya dibuat secara bertahap, tidak langsung semuanya ideal, tetapi disempurnakan secara bertahap, diperbaiki setiap lima tahun.

Dasar filosofi perlunya P4B adalah bahwa sumber daya makin terbatas, makin menyusut, dan mengalami penurunan mutu. Di sisi lain, manusia makin bertambah banyak, mencapai suatu tahapan di mana tidak setiap orang memperoleh kesempatan berusaha tani secara formal, sehingga demi keadilan dan keberlanjutan, maka usaha pertanian (padi) perlu diatur mengikuti kesepakatan bersama.

PROGRAM OPERASIONAL

Berbagai rumusan paket teknologi pada umumnya belum secara eksplisit menyatakan tujuan dan tindakan untuk perawatan lingkungan dan keberlanjutan sistem produksi. Anjuran penerapan Pengelolaan Tanaman dan Sumber Daya Terpadu (PTT) (Las *et al.* 2003, Zaini *et al.* 2004) telah menyatakan “Menjaga Kelestarian Lingkungan”, tetapi komponen teknologi dan tindakan yang perlu dilakukan tidak secara eksplisit menunjukkan upaya menjaga kelestarian lingkungan. Dapat dikatakan bahwa hingga saat ini belum tersedia panduan dan pedoman operasional untuk tujuan kelestarian lingkungan dan keberlanjutan sistem produksi padi.

Oleh karena itu, penyusunan Panduan Budi Daya Padi Berciri Ekologis dan Berkelanjutan dinilai penting, dengan menggunakan bahan dan acuan rumusan yang sudah tersedia. Panduan yang dimaksud harus memiliki sifat dan memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Adaptif agroekologi spesifik, memberikan produksi tinggi dan dari segi usaha menguntungkan.
2. Memberikan perbaikan dan atau perawatan sumber daya lahan, menuju keberlanjutan sistem produksi.
3. Bersifat ramah lingkungan, dari berbagai tinjauan komponen (cemaran kimia, logam berat, benda anorganik, polusi udara, keanekaragaman hayati, gas rumah kaca, kesehatan pekerja, keamanan konsumsi produk panen).
4. Menjaga kelestarian lingkungan makro (tidak kondusif terhadap banjir, tanah longsor, tidak mencemari sumber air rumah tangga, tidak mematikan sumber air, dan sebagainya).

5. Dapat dioperasionalkan dan dipraktekkan secara ergonomis (nyaman kerja).
6. Dapat diterima oleh masyarakat.

Pada tahap awal penyediaan pedoman Teknologi Budi Daya Ekologis-Berkelanjutan (BEB) disarankan tidak perlu sangat ideal seperti dalam panduan BMP atau GAP. Teknologi BEB harus dirumuskan bersama oleh pihak yang berkompeten dan terkait, seperti agronomis (termasuk pemulia, ahli kesuburan tanah, ahli hama-penyakit), ahli lingkungan, ahli konservasi lahan, penyuluh, petani, dan komponen terkait lainnya. Bahan pedoman dapat diambil dari Panduan Teknis PTT Padi Sawah Irigasi (Las *et al.* 2003), Petunjuk Lapang PTT Padi Sawah (Zaini *et al.* 2004), agroekoteknologi (Sumarno dan Suyamto 1995), Usahatani Ramah Lingkungan (Sumarno *et al.* 2000), BMP (Kingston *et al.* 2007), dan Pedoman Pengelolaan Lahan Perbukitan (Mentan 2006).

Komponen penyusunan teknologi yang perlu mendapat perhatian, guna merumuskan Panduan Teknologi Budi Daya Ekologis-Berkelanjutan terdiri atas:

1. Tindakan pelestarian sumber daya air di wilayah DAS hulu terkait.
2. Tindakan pengamanan ketersediaan air bagi seluruh hamparan sawah, termasuk sumber air, prasarana saluran irigasi, pompa, dan sebagainya.
3. Peningkatan daya serap air hujan di wilayah DAS hulu-hilir.
4. Penguatan fasilitas pencegah tanah longsor dan erosi permukaan.
5. Meminimalisasi terjadinya kehilangan air irigasi dan peningkatan efisiensi penggunaan air.
6. Tindakan pengayaan kandungan bahan organik tanah dan pengayaan mikrobia tanah.
7. Tindakan perbaikan sifat fisik tanah, pencegahan pemadatan tanah, erosi permukaan, dan kehilangan lumpur dari petakan.
8. Perbaikan drainase dan aerasi tanah pada tanah berat.
9. Perbaikan struktur tanah dan atau kedalaman lapisan olah tanah.
10. Meminimalkan sumber penularan OPT (hama, penyakit, gulma).
11. Penggunaan benih bermutu dari varietas unggul adaptif agroekologi spesifik.
12. Penggunaan pupuk secara rasional, tepat dan efisien berdasarkan status hara tanah dan target produksi.
13. Pengendalian OPT secara efektif-ekologis.
14. Pengembalian limbah panen (jerami) ke dalam tanah.
15. Pola tanam/peredagangan tanaman yang menyehatkan lahan, dengan menyertakan tanaman kacang-kacangan.
16. Strategi manajemen produksi yang dapat memperkecil risiko kegagalan panen dan optimasi harga jual produk, menuju keuntungan optimal.

Penerapan dan pemilihan komponen-komponen tersebut perlu mempertimbangkan karakteristik agroekologi spesifik setempat. Perlu diingat, penyusunan Teknologi Budi Daya Ekologis dan Berkelanjutan adalah berdasarkan konsep pengelolaan lingkungan makro, lingkungan mikro (*in-situ*), teknologi-agronomik, pola tanam, dan sosial-ekonomi. Dengan demikian Panduan Teknologi Budi Daya Ekologis dan Berkelanjutan merupakan gabungan antara Teknologi Budi Daya Unggul dengan Teknologi Konservasi Lingkungan + Teknologi Perbaikan Mutu Sumber Daya Lahan.

Karakteristik lingkungan makro, lingkungan mikro, teknologi agronomi unggul spesifik, dan kesesuaian sekuensial pola tanam sangat berbeda antar-wilayah agroekologi spesifik. Pada makalah ini tidak disusun contoh Panduan Teknologi Budi Daya Ekologis dan Berkelanjutan. Penyusunan Teknologi Budi Daya Ekologis dan Berkelanjutan bagi masing-masing agroekologi spesifik tidak sukar, karena seluruh komponen yang diperlukan sudah tersedia teknologinya, tinggal meramu bersama.

Persyaratan yang diperlukan untuk tersusunnya Teknologi Budi Daya Ekologis dan Berkelanjutan yaitu: (1) kesadaran bahwa teknologi agronomi unggul perlu dilengkapi dengan teknologi konservasi sumber daya dan lingkungan; (2) adanya keinginan untuk memperoleh produktivitas tinggi secara berkelanjutan dalam lingkungan yang bermutu baik; dan (3) perlu adanya keinginan untuk bersepakat dalam menyusun isi Teknologi Budi Daya Ekologis dan Berkelanjutan. Dengan menggunakan tiga persyaratan tersebut, diharapkan penyusunan pedoman Teknologi BEB dengan mudah dapat dilakukan. Penggunaan daftar periksa (*check-list*) dapat membantu mengetahui lengkap tidaknya penerapan seluruh komponen Teknologi Budi Daya Ekologis dan Berkelanjutan (Tabel 7).

Pelaksanaan di lapang atas dua puluh komponen Budi Daya Ekologis dan Berkelanjutan dalam Tabel 7 bergantung pada karakteristik agroekologi setempat dan tingkat kesadaran pelaku usahatani terhadap teknologi berkelanjutan dan ekologis.

DUKUNGAN KEBIJAKAN

Kritik dari lembaga penelitian pertanian internasional bahwa pemerintah negara berkembang umumnya tidak mempersiapkan petani untuk memahami komponen teknologi Revolusi Hijau sebelum petani mengadopsinya, kiranya perlu ditanggapi positif. Demikian pula kritik bahwa birokrasi lebih mementingkan tujuan jangka pendek dalam merancang pembangunan pertanian kiranya perlu pula disambut dengan perbaikan dan koreksi, tanpa harus mengorbankan kepentingan jangka pendek.

Tabel 7. Daftar periksa (*check list*) kelengkapan penerapan teknologi Budi Daya Ekologis dan Berkelanjutan Padi Sawah.

Komponen	Perlu tidak dilakukan ¹⁾	Status rumusan teknologi BEB ²⁾		Keterangan
		Ada	Tidak ada	
1. Pelestarian air DAS hulu-hilir	
2. Pengamanan Ketersediaan air	
3. Peningkatan resapan air	
4. Pencegahan longsor dan erosi	
5. Pencegahan kehilangan air irigasi	
6. Pengkayaan BO tanah, mikrobia tanah	
7. Perbaikan sifat fisik tanah	
8. Perbaikan drainase lahan	
9. Perbaikan struktur & lapisan olah	
10. Meminimalisasi penularan OPT	
11. Varietas unggul adaptif-benih bermutu	
12. Pemupukan tepat, efisien	
13. Pengendalian OPT efektif-ekologis	
14. Pengembalian limbah panen ke lahan	
15. Pola/rotasi tanam sehat	
16. Manajemen produksi ekonomi	
17. Pencegahan bebas cemaran B3	
18. Pencegahan bebas cemaran residu kimia	
19. Mitigasi gas rumah kaca	
20. Pencegahan pemadatan tanah	

1) Beri tanda: √ (bila perlu dilakukan), - (bila tidak diperlukan)

2) Beri tanda: √ (bila ada), - (bila tidak ada)

Oleh karena itu, Pemerintah/Departemen Pertanian hendaknya mengeluarkan kebijakan bahwa setiap anjuran teknologi disertai oleh komponen pelestarian lingkungan dan keberlanjutan sistem produksi. Kampanye pelestarian lingkungan dan keberlanjutan produksi perlu digalakkan melalui penyuluhan dalam berbagai bentuk kegiatan.

Programa penyuluhan harus disertai dengan materi kelestarian lingkungan dan keberlanjutan produksi dengan program aksi yang jelas, operasional disertai upaya dan tindakan yang berdampak nyata. Penyuluh perlu dilatih tentang pelestarian lingkungan dan keberlanjutan produksi yang materinya diambil dari Panduan Teknologi Budi Daya Ekologis dan Berkelanjutan yang telah disepakati.

Rumusan kebijakan Pemerintah Pusat dan Provinsi/Kabupaten disarankan mencakup hal-hal sebagai berikut:

1. Menjadikan kelestarian lingkungan dan keberlanjutan sebagai bagian integral program pembangunan pertanian/peningkatan produksi pangan.
2. Memasukkan aspek kelestarian lingkungan dan keberlanjutan produksi dalam program kerja penyuluhan.

3. Perlu dikeluarkan Perda/Perkab yang memfasilitasi dan mendukung upaya kelestarian lingkungan dan keberlanjutan produksi pertanian (padi).
4. Mengadakan pelatihan/kursus dan lokakarya tentang kelestarian lingkungan dan keberlanjutan produksi pertanian yang diikuti oleh pejabat dan tokoh masyarakat.

Kebijakan untuk menggalakkan upaya pelestarian lingkungan dan keberlanjutan produksi pertanian dapat disamakan dengan tindakan *service* dan perbaikan pada kendaraan bermotor, suatu keharusan apabila menginginkan mobil berjalan dengan baik. Hal yang sama berlaku bagi sistem produksi padi sawah, diperlukan *service* dan perawatan seluruh komponen sumber daya, agar diperoleh kemampuan produksi yang optimal secara berkelanjutan.

KESIMPULAN

1. Untuk menjamin agar usaha produksi padi sawah tidak merusak lingkungan dan bersifat berkelanjutan, diperlukan rumusan teknologi Budi Daya yang Ekologis dan Berkelanjutan. Menggunakan informasi dan rumusan teknologi yang telah ada, teknologi Budi Daya Ekologis dan Berkelanjutan perlu didasarkan pada enam belas komponen, yang dapat dipilih sesuai dengan keperluan agroekologi spesifik.
2. Penyusunan teknologi Budi Daya Ekologis dan Berkelanjutan perlu melibatkan semua pihak terkait dengan kegiatan usaha produksi padi dan peminat lingkungan, termasuk pelaku utamanya, yaitu petani. Kesepakatan perlu dibangun atas dasar multifungsionalitas usaha pertanian, yang masing-masing fungsi memiliki status penting.
3. Pemerintah Pusat, Provinsi dan Kabupaten perlu merumuskan kebijakan yang mendukung dan memfasilitasi penerapan teknologi Budi Daya Unggul yang Ekologis dan Berkelanjutan, untuk menjamin ketahanan pangan nasional pada masa kini dan masa yang akan datang.
4. Teknologi Budi Daya Unggul Ekologis dan Berkelanjutan yang telah disepakati harus menjadi program penyuluhan pertanian di segala tingkat wilayah penyuluhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adimihardja, A. 2006. Usaha mempertahankan multifungsi pertanian sawah. Seminar Multifungsi dan Revitalisasi Pertanian. ASEAN-Indonesia Soil Research Institute, MAFF/Japan. Bogor, 27-28 Juni 2006. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian. Bogor.
- Abas, S. 1997. Revolusi hijau dengan swasembada beras dan jagung. Setdal Bimas-Departemen Pertanian. Jakarta.

- Castillo, G.T., 1992. Sustainable agriculture begins at home. Workshop on Sustainable Agriculture. UPLB, Los Banos, Phillipines.
- Conception, R.N. 2006. Multifunctionality of i fugao rice terraces in Philippines. Seminar Multifungsi dan Revitalisasi Pertanian. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian. Bogor.
- Dent, F.J. 1980. Priorities for alleviating soil related constraints to food production in the tropics. IRRI, Los Banos, Phillipines. p.79-107
- Departemen Pertanian. 2005. Profile 100 Tahun Departemen Pertanian Republik Indonesia. Departemen Pertanian dan VISIPROMT, Jakarta.
- Eurep G.A.P., 2004. Titik pengendalian dan kriteria kepatuhan, untuk komoditi buah dan sayuran. Versi 2.0-Januari 2004 (Berlaku sejak 12 September 2003). Terjemahan dari Versi English. Direktorat Jenderal Bina Produksi Hortikultura, Departemen Pertanian, Jakarta.
- FAO. 2000. Statistics on agriculture and population. FAO, Rome.
- Greenland, D.J. 1997. The sustainability of rice farming. IRRI-CAB. International. Walling Ford, Oxon, UK.
- Harwood, R.R. 1987. Low inputs technologies for sustainable agriculture system. *In: V.W. Ruttan and C.E. Pray (Eds.)*. Policy for Agriculture Research. West View, Boulder, Colorado.
- IRRI. 2004. IRRI's environmental agenda – an approach towards sustainable development. IRRI, Los Banos, Phillipines.
- Kingston, G., J.H. Meyer, A.L. Garside, and G.H. Korndovter. 2007. Better management practices in sugar cane field. Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol. 26.
- Leach, G. 1995. Global land & food in 21st century, trends & issues for sustainability. Stockholm Environment Institute, Polestar Series Report No. 5. Stockholm, Sweden.
- Lynam, J.K. 1994. Sustainable growth in agric. prod.: the links between production resources and research. p. 3-27. *In: P. Goldsworthy and F.P. de Vries (Eds.)*. Opportunities, use and transfer of system research methods in agric. Kluwer Academic Publ. ISNAR-ICASA, London.
- Maclean, J.S., D.C. Dawe, B. Hardy, and G.P. Hettel. 2002. Rice-Almanac. IRRI, WARDA, CIAT, FAO. IRRI, Los Banos, Phillipines.
- PPI. 2004. Rice: a practical guide to nutrient management. PPI-PPIC/IRRI. Norcross, Georgia. USA.
- Pranadji, T., Saptana, dan W.K. Sedjati. 2005. Pengelolaan serangga dan pertanian organik berkelanjutan di pedesaan. Forum Penelitian Agroekonomi 23(1):38-47. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian. Bogor.

- Quirk, R., H. Morar, R. Perkins, and W. Burnquist. 2007. Better sugar cane initiative, impacts and benefits on global sugar cane industries. *Proc. Int. Sugar Cane Technol.* 26, 2007.
- Runge, C.F. 1992. A policy perspective on the sustainability of production environments: toward a land theory of value. *Proceeding Int. Conference "Challenges and Opportunities for NARs, in the Years 2000s.* ISNAR, the Hague, Netherlands. p.43-55.
- Sen, A. 1981. *Poverty and farming. An essay on entitlement and deprivation.* Clarendon Press. Oxford, UK.
- Setyanta, P., Suharsih, Wihardjaka, A.K. Makarim, dan J. Sasa. 2000. Teknologi budi daya padi untuk menekan emisi gas CH₄ pada lahan sawah. *Dalam: Suwarno et al. (Eds.): Tonggak Kemajuan Teknologi Produksi Tanaman Pangan.* Puslitbang Tanaman Pangan. Bogor. 2000. p.111-118.
- Sisworo, W.H. 2006. Swasembada pangan dan pertanian berkelanjutan: tantangan abad XXI. Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN), Jakarta.
- Sumarno. 2006. Good agriculture practices. Perlukah diterapkan pada sistem produksi tanaman pangan? *Risalah Seminar Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Dalam: A. Widjono et al. (Eds).* Puslitbang Tanaman Pangan. Bogor. p.1-18.
- Sumarno. 2006. Sistem produksi padi berkelanjutan dengan penerapan revolusi hijau lestari. *IPTEK Tanaman Pangan* 1(1):1-18.
- Sumarno. 2007. Merakit teknologi revolusi hijau lestari untuk ketahanan pangan nasional di masa depan. *IPTEK Tanaman Pangan* 2(2).
- Sumarno dan Suyamto. 1998. Agroekoteknologi sebagai dasar pembangunan sistem usaha pertanian berkelanjutan. *Prosiding Analisis Ketersediaan Sumber Daya Pangan dan Pembangunan Pertanian Berkelanjutan.* Badan Litbang Pertanian. Jakarta. p.235-256.
- Sumarno, I.G. Ismail, dan Soetjipto Ph. 2000. Konsep usahatani ramah lingkungan. *Dalam: A.K. Makarim et al. (Eds.): Tonggak Kemajuan Teknologi Produksi Tanaman Pangan. Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan IV.* Puslitbang Tanaman Pangan. Bogor. p.55-74.
- Torstensson, G. H. Aronsson, and L. Bergstrom. 2006. Nutrient use efficiencies and leaching on organic and conventional cropping system. *Agron. J.* 98: 603-615.
- Treitz, W. and T.M. Narain. 1988. Conservation and management of the environment and natural resources in developing countries. *In: E. Javier and U. Remborg (Eds.): The changing dynamics of global agriculture.* ISNAR; DSE; CTA. DSE/ZEL Feldafing, Germany. p.137-150.

Stop Perusakan Lingkungan Hidup

Achmad M. Satari
Institut Pertanian Bogor

ABSTRAK

Seiring berjalannya waktu, kerusakan lingkungan hidup semakin hari semakin parah, tercermin dari meningkatnya banjir dan meluasnya kekeringan serta pencemaran perairan dan atmosfer. Ini tidak bisa ditoleransi lagi kalau ingin eksistensi Indonesia berkelanjutan. Teknologi, manajemen, perangkat aturan dan hukum sudah lengkap dan tersedia, namun implementasinya masih jauh panggang dari api, pelanggaran harus ditindak tegas tanpa pandang bulu. Hukum yang paling kuat untuk ditegakkan adalah bagi pelanggar HAM. Pelanggaran HAM berat adalah sanksi bagi para perusak lingkungan hidup, individu, dan institusi sekaligus. Menteri Negara Lingkungan Hidup diganti menjadi Menteri Koordinator Lingkungan Hidup sehingga berwibawa mengkoordinasi dan mengawasi pelaksanaan pembangunan.

Kemerdekaan Republik Indonesia diperoleh melalui pengorbanan jiwa raga yang tiada tara seluruh rakyat Indonesia. Ratusan ribu pahlawan kita telah gugur dan jutaan rakyat tak berdosa menanggung dampak revolusi.

Dengan kembalinya Nusantara ke pangkuan Bangsa Indonesia, dengan penuh kebahagiaan dan optimisme, semua berjanji untuk menjadikan Ibu Pertiwi ini gemah ripah loh jinawi, tata tentram kerta raharja. Hal ini semua dijamin oleh UUD 1945 dan berbagai peraturan perundangan yang menjelaskan bahwa kekayaan Ibu Pertiwi diperuntukan sebesar-besarnya bagi kesejahteraan rakyat dan kemakmuran bangsa Indonesia tanpa kecuali dan sekaligus mewajibkan seluruh bangsa menjaga, memelihara, dan melestarikan fungsi lingkungan hidup agar berkelanjutan turun-temurun bagi anak cucunya.

Namun sayang, perjuangan dan pembangunan yang telah diabdikan oleh rakyat dan para pahlawan, dalam rentang waktu lebih dari setengah abad ini mewariskan lingkungan hidup yang makin lama makin buruk. Lebih dari separuh kawasan hutan konservasi dan hutan lindung rusak berat, sehingga fungsi lindung untuk sumber daya air dan lahan, ribuan jenis flora dan fauna punah untuk selamanya. Produktivitas hutan produksi terus menurun, akibat pencurian, pembakaran, konservasi hutan tanpa prinsip keberlanjutan usaha. Bidang pertanian pun, terutama di lahan kering, prinsip-prinsip *conservation farming* kurang mendapat perhatian, sehingga menjadi momok yang terus

mengancam keberlanjutan usahatani. Defisit air bagi kebutuhan hidup manusia dan makhluk lainnya makin besar, kekeringan meluas kemana-mana akibat pendangkalan sungai, danau, waduk, dan matinya ribuan mata air.

Perusakan lingkungan juga terjadi di perairan laut dan darat. Peracunan, dan zat kimia, peledakan terumbu karang, dan konversi hutan bakau berakibat terjadinya abrasi pantai dan hancurnya tempat pemijahan biota laut.

Kerusakan alam oleh penambangan seperti di Papua dan pembuangan limbah tambang atau *tailing* ke laut dan sungai menimbulkan pencemaran yang luas dan intens. Dampaknya dirasakan oleh masyarakat di sekitar daerah aliran tersebut.

Perusakan lingkungan atmosfer, terutama di kota-kota besar, menimbulkan polusi udara dengan gas beracun. Hal ini membawa dampak paling parah bagi masyarakat miskin pinggiran karena tidak mendapat sanitasi yang memadai.

Peristiwa-peristiwa ini menunjukkan perjalanan hidup bangsa dalam memanfaatkan sumber daya alam yang merupakan titipan Allah SWT yang wajib dipelihara demi keberlangsungan hidup umat manusia, khususnya di Indonesia. Melalui sejarah yang cukup panjang, negara tetangga sudah mencapai tingkat kesejahteraan yang lebih tinggi dibandingkan dengan Indonesia yang sebenarnya memiliki sumber daya alam yang lebih luas. Baca dan renungkanlah bait-bait lagu Ibu Pertiwi di bawah ini:

IBU PERTIWI

*Oh lihat Ibu Pertiwi
Sedang bersusah hati
Air matanya berlinang
Mas intannya terkenang
Hutan, gunung, sawah, lautan
Simpanan kekayaan
Kini Ibu sedang lara
Merintih dan berdoa*

Kini apa yang terjadi? Kita seakan telah “memperkosa” Ibu Pertiwi! Tanyakan pada sendiri-sendiri, bangsa apa kita ini? Pancasila adalah falsafah dan dasar negara kita, sila pertama Ketuhanan Yang Maha Esa tampaknya masih menjadi impian yang belum terwujud sepenuhnya.

LINGKUNGAN HIDUP LANDASAN PERTANIAN

Pada saat ini lingkungan hidup sangat memprihatinkan, telah dirusak oleh bangsa sendiri atas nama pembangunan. Pembangunan mengubah rona lingkungan *environmental setting* menjadi lingkungan baru. Dalam perubahan ini akan terjadi dampak yang positif, negatif, atau netral.

Pertanian merupakan kegiatan pembangunan yang bertujuan menghasilkan bahan-bahan kebutuhan manusia seperti pangan, papan, pakaian, obat-obatan, pakan, dan bahan bakar. Sumber daya alam hayati dan nonhayati diubah oleh budaya manusia menjadi bahan-bahan kebutuhan manusia. Budaya dicirikan oleh iptek, budaya yang disebut maju dikaitkan dengan pengertian iptek maju. Namun pengertian ini tidak selalu benar karena di samping yang sifatnya materialistik, budaya juga mencakup nonmaterialistik, seperti etika, moral, estetika, dan spiritual. Justru yang nonmaterialistik berperan menjaga fungsi lingkungan hidup dan mencerminkan perilaku baik buruknya manusia yang berbudaya.

Menurut Undang-Undang No. 4 tahun 1982, lingkungan hidup merupakan kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk di dalamnya manusia dan perilakunya.

Lingkungan hidup juga merupakan suatu sistem yang meliputi lingkungan alam hayati, alam nonhayati, lingkungan buatan, dan lingkungan sosial, yang mempengaruhi kelangsungan kehidupan dan kesejahteraan manusia dan makhluk hidup lainnya. Unsur hayati adalah makhluk yang terdiri atas manusia, tumbuhan, satwa, dan jasad renik. Unsur nonhayati terdiri atas sinar matahari, air, udara, tanah, mineral, dan batuan.

Lingkungan hidup Indonesia merupakan karunia Tuhan Yang Maha Esa kepada Bangsa Indonesia yang merupakan ruang bagi kehidupan Bangsa Indonesia dalam segala aspek dan matryanya. Dalam mendayagunakan sumber daya alam untuk memajukan kesejahteraan umum dan mencapai kebahagiaan hidup perlu diusahakan pelestarian lingkungan hidup agar pembangunan dapat secara berkesinambungan dengan memperhatikan kebutuhan generasi sekarang dan mendatang.

Setiap orang mempunyai hak atas lingkungan hidup yang baik dan sehat, namun berkewajiban memelihara lingkungan hidup dan mencegah serta menanggulangi kerusakan dan pencemaran. Karena itu, sebelum melakukan pembangunan, AMDAL dan ANDAL harus dilakukan agar mutu lingkungan tidak rusak akibat dari pembangunan tersebut. Undang-Undang dan peraturan sudah ada dan cukup lengkap. Masalahnya, seperti yang umumnya terjadi di Indonesia, Undang-Undang dan peraturan tersebut tidak ditaati. Hal ini terjadi karena kurangnya pengawasan, kebiasaan untuk tidak mentaati peraturan,

dan tidak disiplin. Kerakusan, pengambilan jalan pintas, dan penyalahgunaan kekuasaan merupakan *moral hazard* yang menyebabkan terjadinya kerusakan-kerusakan tersebut.

Pembakaran lahan untuk perkebunan, hutan industri, dan penggembalaan merupakan kegiatan pertanian yang berdampak luas dan intens terhadap kerusakan lingkungan hidup di daratan. Kerusakan di perairan adalah peracunan, peledakan, dan perusakan hutan bakau. Kegiatan pertanian yang meningkatkan nilai tambah melalui proses pengolahan juga menciptakan pencemaran terhadap lingkungan hidup. Pembuangan limbah pengolahan yang mencemari daratan maupun perairan udara menimbulkan dampak terhadap kesehatan lingkungan.

Usaha pertanian yang tidak mengikuti kaidah-kaidah preservasi, konservasi, rehabilitasi, dan reklamasi akan menimbulkan dampak lingkungan yang berkepanjangan yang berakibat rusaknya lingkungan yang akan diwariskan kepada generasi yang akan datang. Dengan jumlah sarjana dan profesi pertanian yang semakin banyak, kita seharusnya lebih paham tentang pembangunan yang menjaga fungsi lingkungan hidup. Perusakan lingkungan hidup mengancam eksistensi bangsa Indonesia karena lingkungan hidup adalah tempat manusia dan makhluk hidup bermukim. Bila permukiman rusak dan tercemar, lambat laun makhluk hidup termasuk manusia akan menuju kemusnahan. Karena itu, agar berhasilnya pertanian yang tangguh dan berkelanjutan, maka yang perlu diprioritaskan adalah rehabilitasi lingkungan yang kini sudah rusak. Hal itu tercermin dari bencana banjir yang lebih besar dan lebih sering terjadi pada musim hujan serta kekeringan yang makin luas dan intens pada musim kemarau.

Erosi tanah akibat kurangnya penutup tanah seperti vegetasi menyebabkan hilangnya kesuburan tanah, pendangkalan sungai, danau, dan waduk, sehingga kemampuan mengonservasi air berkurang. Air merupakan komponen utama makhluk hidup. Defisit air pada saat ini hampir terjadi di seluruh Nusantara yang akan mengancam kehidupan, bukan hanya pertanian tapi juga industri dan energi terutama untuk pembangkit tenaga listrik.

Solusi yang harus segera dilaksanakan seperti yang telah dikemukakan di atas adalah membangun hutan lindung sesuai dengan lingkungan alam Indonesia. Dalam reboisasi dan penghijauan, masyarakat di dalam dan sekitar hutan perlu dilibatkan agar mereka merasa bahwa penghijauan dan reboisasi adalah untuk keberlanjutan kehidupan mereka sendiri. Dalam reboisasi, misalnya, tidak perlu membongkar belukar atau alang-alang, Tapi sebaliknya, dana yang akan digunakan untuk itu diberikan kepada masyarakat untuk menjaga fungsi vegetasi tersebut. Dalam hutan lindung, terdapat satwa, serangga, dan jasad renik yang berguna bagi lingkungan itu sendiri. Untuk itu, inspeksi, pengawasan dan pemantauan diperlukan agar keberhasilan usaha

tersebut terjamin. Reboisasi yang sudah dilakukan bertahun-tahun belum memberikan hasil yang memuaskan.

Pada lahan-lahan pertanian, terutama lahan kering, peningkatan kesuburan tanah dan pengelolaan lahan perlu disubsidi oleh pemerintah, sebagaimana halnya yang telah dilakukan pada lahan sawah. Misalnya, petani mendapat subsidi bibit yang bermutu, pupuk, pembuatan teras dan kontur, identik dengan pancausaha di lahan sawah, konservasi air melalui pembuatan *biopore* efektif dan dapat dilakukan secara individual keluarga petani. Melalui cara ini ketersediaan air dalam tanah yang diperlukan tanaman dapat lebih terjamin pada musim kemarau, dan aliran permukaan berkurang pada musim hujan sehingga erosi permukaan tanah dapat ditekan.

Peternakan memerlukan pakan yang diperoleh melalui pembakaran lahan untuk memperoleh padang rumput yang lebih baik. Kalau cara ini dilakukan setiap musim, kesuburan tanah semakin turun karena bahan organiknya teroksidasi dan akhirnya lahan tersebut menjadi terbengkalai ditumbuhi rumput yang tidak sesuai dengan jumlah dan mutu pakan yang diperlukan. Di sini pengolahan tanah dan penanaman rumput perlu dilakukan secara profesional, *pasture atau range development*. Australia yang lingkungan peternakannya tidak sebaik Indonesia dapat mengembangkan peternakan dengan *carrying capacity* yang lebih tinggi. Konservasi kotoran ternak perlu diperhatikan dan dikelola dengan baik agar daur usaha peternakan dapat berlangsung berkesinambungan. Kotoran ternak merupakan pupuk yang sangat baik bagi perbaikan kesuburan tanah.

Dalam usaha perikanan di perairan dilarang menggunakan racun untuk menangkap ikan karena racun itu membunuh seluruh plasma nutfah tanpa pilih bulu. Penggunaan listrik untuk menangkap ikan di danau atau di sungai juga harus dilarang. Di laut, pemakaian *trawl* yang merusak lingkungan perlu pula dilarang, dengan konsekuensi menjatuhkan sanksi bagi pelakunya, seperti yang telah berjalan di negara tetangga Australia. Tempat pemijahan seperti hutan bakau dan terumbu karang juga perlu dilindungi dengan peraturan yang tegas. Dengan demikian, kelestarian sumber daya air dan lingkungan dapat terjamin.

Sebagian bangsa Indonesia menganggap dirinya modern dengan berbagai iptek yang kini dimanfaatkan untuk pembangunan pertanian, dalam arti yang luas menyangkut pertanian, perhutanan, peternakan, dan perikanan. Namun perilaku modern tersebut masih bersifat semu atau *pseudo modern*. Budaya nonmaterial yang seharusnya menjadi andalan moral, kurang atau tidak diperhatikan dalam pembangunan, sehingga impian untuk mewujudkan masyarakat aman, makmur, dan sejahtera belum kesampaian.

Semua berharap bahwa pada tahun 2030 telah tercipta masyarakat Indonesia yang maju, sejahtera, mandiri, dan berdaya saing tinggi, seperti diproyeksikan pemerintah. Jumlah penduduk Indonesia pada saat ini lebih dari 200 juta orang dan akan menjadi 400 juta orang pada tahun 2030. Sementara itu, luas lahan di mana sebagian besar aktivitas berlangsung kurang dari 200 juta hektar. Air hujan yang diturunkan dari langit melalui penguapan dari lautan dan daratan menghasilkan air murni yang jumlahnya milyaran kubik. Namun hujan itu secara gratis mengalir kembali melalui sungai ke laut tanpa manfaat dan malah mendatangkan mudarat dan petaka.

LANGKAH PENYELAMATAN LINGKUNGAN HIDUP

Langkah yang perlu segera dilaksanakan adalah menyelamatkan keberlanjutan pasokan air bagi sungai-sungai di DAS prioritas. Vegetasi yang mampu melakukan ini hanya hutan lindung mutlak. Luasan wilayah hutan lindung harus segera dikembalikan kepada luasan semula dengan cara menjaga secara ketat tanda perbatasannya, sehingga pelanggaran dapat cepat terdeteksi dan ditindak tegas.

Lahan yang terdegradasi, perlu dijaga dari kebakaran pada musim kemarau. Penduduk sekitar didorong untuk menjaganya dengan imbalan, sehingga tercipta lapangan kerja. Tentu mereka perlu diawasi agar kegiatan ini efektif dan efisien.

Penyelamatan lingkungan ini dibagi menjadi unit luasan tertentu dan melibatkan kelompok masyarakat. Pada musim hujan, unit-unit luasan lahan tadi ditanami dengan pohon-pohon pionir yang sesuai. Dengan demikian tidak perlu membuka lahan secara besar-besaran. Hal yang penting diperhatikan adalah pohon yang ditanam ditujukan sebagai penghasil air, bukan yang lain. Pohon-pohon juga harus dijaga dan dipelihara sungguh-sungguh. Berikan insentif bagi kelompok masyarakat yang berhasil dan diberi sanksi bila tidak berhasil sesuai dengan aturan yang berlaku.

Hutan lindung yang tajuknya berlapis-lapis dari yang dominan sampai merayap lengkap menutupi permukaan lahan. Demikian pula perakarannya di tanah yang menyebar vertikal dan horisontal menembus bahan induk dan batuan induk yang memungkinkan >95% curah hujan masuk ke dalam tanah. Aliran ini disebut infiltrasi dan perkolasi melalui pori mikro dan makro sehingga air tersedia bagi akar tumbuhan dan sekaligus mengaktifkan mata air lama yang tidak mengandung butir-butir tanah yang mengambang. Erosi praktis terhindar karena struktur lapisan tanah sangat stabil, sehingga proporsi air yang mengalir melalui sungai dan mata air berfungsi kembali.

Demikian peran hutan lindung mutlak. Air mengalir lambat dalam tubuh tanah menuju tempat-tempat rendah seperti sungai, waduk, danau, dan sebagainya. Hujan yang melimpah dari langit dihambat oleh tajuk yang berlapis-lapis dan yang masuk ke dalam tanah mengalir sepanjang tahun. Makhluk hidup membutuhkan air. Air merupakan bagian terbesar dari komponen tubuh, berkisar antara 75-90% dari bobot tubuh.

Conservation mixed farming menjadi pola yang dianjurkan pada lahan kering. Pembuatan kontur, pemupukan, dan pengapuran pada tanah yang ber-pH <5 sangat diperlukan agar kesuburan meningkat. Teknik pengendalian kebakaran dengan pembakaran terkendali yang biasa dilakukan peladang penduduk asli selayaknya diadopsi dan diterapkan. Sebetulnya yang paling ampuh untuk mencegah pembakaran yang terus-menerus setiap musim tanam adalah melalui “budi daya pot”, dan penggunaan mulsa plastik hitam, dan memperbanyak biopore di antara guludan. Pot diisi tanah yang telah disuburkan, ukuran bak/pot 1 m x 1 m x 1 m atau 1 m x 1 m x ½ m. Dengan cara ini manajemen kebun menjadi lebih ringan karena pengendalian gulma, hama pengganggu, dan satwa liar lebih mudah dilakukan dan mutu hasil tanaman akan lebih terjamin. Cara ini memang memerlukan investasi pertama yang tinggi dan untuk seterusnya tidak lagi diperlukan. Luas lahan usaha cukup 2-3 ha/keluarga.

Pemerintah harus membantu cara ini, baik pada lahan kering maupun lahan gambut sebagaimana yang telah dilakukan pada lahan sawah dengan membangun jaringan irigasi dan sebagainya. Mungkin ini lebih penting karena mencegah kerusakan lingkungan hidup yang pada gilirannya memberi dampak positif bagi pembangunan yang lain. Partisipasi pemerintah pusat dan daerah serta masyarakat merupakan suatu keharusan mutlak dalam mencegah dan menghindari kerusakan lingkungan karena sangat berkaitan erat dengan kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya, di mana mereka berada dalam lingkungan tadi.

Reklamasi perairan seperti sungai, waduk, danau, dan pesisir merupakan program *multi-years* dan sepatutnya dilakukan bersama masyarakat setempat. Lumpur yang mengendap di danau, sungai dan perairan lainnya merupakan tanah subur hasil erosi yang dapat dimanfaatkan kembali sebagai pupuk.

Limbah pabrik pengolahan dapat didaur ulang, dipadatkan menjadi briket dan lain-lain berupa bahan organik. Hal ini perlu disadari dan dilaksanakan oleh semua pihak, sehingga lingkungan hidup menjadi sehat. Dalam hal ini prinsip 3R: *Reuse, Recycle, Reduce* harus diterapkan.

Syarat terakhir adalah penegakan hukum. Departemen terkait harus bersahabat dan komunikatif dengan aparat penegak hukum. Harus mempunyai visi, misi, dan persepsi yang sama tentang lingkungan hidup. Kriteria dan

indikator harus dirumuskan dengan jelas agar tidak ada silang pendapat yang merugikan semua. Kepentingan hidup bagi semua perlu dihayati dan dilaksanakan karena lingkungan hidup adalah tempat hidup dan melakukan kegiatan bagi kemaslahatan bersama. Menteri Negara sebaiknya diganti menjadi Menteri Koordinator yang dapat lebih mengawasi dan berwibawa dalam mengkoordinasi departemen-departemen terkait untuk kerja sama. Hak asasi manusia perlu dijadikan landasan. Mereka yang melanggar lingkungan hidup dikenai sanksi sebagai pelanggar berat hak asasi manusia. Pada tahun 2030 penduduk Indonesia mencapai 400 juta jiwa, sedangkan luas daratan tidak bertambah. Karena itu, sudah saatnya lebih serius menengok ke nusantara sebagai negara kebaharian, dimana laut atau samudera menjadi sumber alam yang harus dijaga dan dimanfaatkan sebaik-baiknya dan tidak mengulangi kesalahan di daratan. Nusantara ini menjadi warisan bagi anak, cucu, cicit, dan seterusnya agar mereka dapat menjalani kehidupannya jauh lebih baik daripada saat ini. *A better place to live.*

Paradigma Baru Penyuluhan: Keterkaitan dengan Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan

Mulyono Machmur

Kepala Pusat Pengembangan Penyuluhan Pertanian

ABSTRAK

Peran lembaga penelitian sangat penting untuk menghasilkan inovasi teknologi yang berkesinambungan dan dibutuhkan oleh petani/pelaku usaha guna meningkatkan daya saing produk. Peran lembaga penyuluhan sangat menentukan dalam proses adopsi inovasi teknologi agar petani/pelaku usaha mau menerima dan menggunakannya. Namun demikian keterkaitan penelitian dan penyuluhan belum benar-benar melebur dan melembaga, sehingga belum mampu secara optimal memberi dukungan pada peningkatan produktivitas dan pendapatan petani. Keterkaitan peneliti-penyuluh-petani yang sinergis menentukan efektivitas adopsi inovasi yang bermuara pada peningkatan usahatani dan ketahanan pangan. Keterkaitan ini perlu dibangun dalam pelaksanaan *research and extension linkages* (REL) yaitu: (1) identifikasi masalah teknologi; (2) perakitan teknologi; (3) gelar teknologi; (4) temu lapang; dan (5) publikasi untuk mempercepat proses penyampaian hasil penelitian kepada petani dan memperoleh umpan balik dari petani. Banyak publikasi hasil penelitian yang belum dikemas dalam bentuk yang praktis (populer) sehingga mudah dipahami. Penyuluhan pertanian pada era Bimas dilakukan melalui pendekatan sentralistik. Namun dewasa ini dengan adanya paradigma baru, penyuluhan pertanian dituntut untuk bergeser menjadi disentralistik dan program penyuluhan yang berorientasi produksi dituntut untuk bergeser ke arah agribisnis, serta dari berorientasi subsektor menjadi terpadu dan berorientasi kepada petani.

Dalam era perdagangan bebas, daya saing produk ditentukan oleh harga, efisiensi biaya produksi, dan kelestarian lingkungan yang menjamin keberlanjutan sistem produksi. Untuk itu banyak negara berlomba-lomba menerapkan strategi yang ditujukan untuk mampu berproduksi secara massal dengan biaya murah. Namun demikian, strategi bersaing yang mengandalkan efisiensi saja tidak cukup. Ke depan, strategi bersaing akan lebih mengandalkan inovasi yang dikembangkan secara terus-menerus. Untuk itu peran lembaga penelitian, baik pemerintah, swasta maupun masyarakat sangat penting untuk secara terus-menerus menghasilkan berbagai inovasi teknologi yang dibutuhkan oleh petani/pelaku usaha lainnya dalam rangka meningkatkan daya saing produk mereka.

Selanjutnya, karena inovasi yang dihasilkan perlu disuluhkan agar diadopsi oleh petani/pelaku usaha, maka peran lembaga penyuluhan, baik pemerintah, swasta, maupun masyarakat, sangat menentukan, yaitu dalam membujuk petani/pelaku usaha agar menerima inovasi tersebut dan menggunakannya dalam praktik usahanya. Keputusan untuk menerima inovasi merupakan perubahan perilaku yang meliputi kawasan pengetahuan, sikap, dan keterampilan sejak yang bersangkutan mengetahui adanya inovasi sampai mengambil keputusan untuk menerima.

Sampai saat ini keterkaitan penelitian dan penyuluhan belum benar-benar melebur dan melembaga, sehingga belum mampu optimal memberi dukungan terhadap peningkatan produktivitas dan pendapatan petani/pelaku usaha. Dari sisi peneliti, kondisi ini menyebabkan lamban dan rendahnya tingkat penerapan teknologi yang dihasilkan. Dari sisi penyuluh, kondisi ini menyebabkan kurang percaya diri dalam menghadapi petani/pelaku usaha yang pada gilirannya mengakibatkan kurang efektifnya pelaksanaan program-program pembangunan pertanian, khususnya yang dewasa ini menjadi prioritas, misalnya Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT), *System of Rice Intensification* (SRI), dan padi hibrida untuk mendukung Program Peningkatan Produksi Beras Nasional (P2BN).

Oleh karena itu, permasalahan yang memberi kontribusi terhadap belum optimalnya keterkaitan penelitian dan penyuluhan perlu segera dipecahkan bersama oleh jajaran Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian serta Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pertanian, khususnya Pusat Pengembangan Penyuluhan Pertanian. Hal ini penting artinya untuk mempercepat penyampaian hasil penelitian kepada petani/pelaku usaha dan umpan baliknya.

Makalah ini merekomendasikan saran pemecahan masalah keterkaitan penelitian dan penyuluhan pertanian dan menyebarluaskan paradigma baru penyuluhan pertanian dalam rangka memberi dukungan yang optimal bagi upaya peningkatan produktivitas dan pendapatan petani/pelaku usaha.

KETERKAITAN PENELITIAN-PENYULUHAN

Misi utama Badan Litbang Pertanian adalah menemukan atau menciptakan inovasi pertanian (teknologi, kelembagaan, dan kebijakan) yang maju dan strategis, mengadaptasikannya menjadi tepat guna, spesifik pemakai dan lokasi, serta menginformasikan dan menyediakan materi dasarnya. Dari sisi Badan Litbang Pertanian ada dua jenis hasil penelitian, yaitu:

1. teknologi yang bisa dikomersialisasikan yang menjembatani Badan Litbang Pertanian dengan pihak swasta (ke depan hal ini akan menjadi mandat dari Balai Alih Teknologi Pertanian); dan
2. teknologi yang diarahkan untuk ditindaklanjuti menjadi materi penyuluhan.

Di tingkat pusat, diseminasi teknologi yang dihasilkan oleh Badan Litbang Pertanian dilaksanakan oleh Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian, sedangkan di tingkat provinsi oleh Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP).

Bila suatu inovasi telah tersedia, maka efek yang diharapkan terjadi adalah diadopsinya inovasi tersebut oleh petani/ pelaku usaha lainnya. Pada saat ini mulai dituntut peran penyuluh selaku motivator, fasilitator, dan mitra kerja peneliti dalam melakukan difusi inovasi secara kreatif sampai terjadinya proses adopsi, perubahan sikap dan perilaku ke arah yang diharapkan. Keterkaitan peneliti-penyuluh-petani menjadi mutlak dalam proses alih teknologi yang bermuara pada peningkatan produktivitas petani/pelaku usaha lainnya, ketahanan pangan, dan keberlanjutan usaha.

Kegiatan keterkaitan peneliti-penyuluh-petani sudah dimulai sejak dilaksanakannya proyek rintisan (*pilot project*) *Research-Extension-Farmer-Linkage* (REL) pada tahun 1991/1992 di Provinsi Bengkulu, Kalimantan Barat, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Tengah, dan Jawa Tengah. Selanjutnya, cakupan proyek rintisan ini diperluas ke 15 provinsi pada tahun 1994/1995, dan dilembagakan dalam mandat BPTP dengan SK Mentan No. 798/KPTS/OT/210/12/94 yang mengoperasionalkan keterkaitan peneliti-penyuluh-petani/pelaku usaha di tingkat provinsi. Kegiatan penyuluhan, advokasi, dan fasilitasi agar suatu inovasi diadopsikan secara luas tidak termasuk tugas pokok Badan Litbang Pertanian, tetapi merupakan tugas pokok Badan Pengembangan SDM Pertanian c.q Pusat Pengembangan Penyuluhan Pertanian.

Dilihat dari sistem inovasi pertanian nasional, tugas pokok Badan Litbang Pertanian terfokus pada subsistem pengadaan inovasi (*generating sub system*), sedikit pada subsistem penyampaian (*delivering subsystem*) dan praktis tidak terlibat aktif pada subsistem penerima (*receiving subsystem*). Peran Badan Litbang Pertanian yang berkurang pada subsistem penyampaian untuk sampai ke subsistem penerimaan dikompensasi dan diambil alih oleh peran Badan Pengembangan SDM Pertanian c.q Pusat Pengembangan Penyuluhan Pertanian.

Di sini diperlukan keterkaitan yang sinergis antara penelitian-penyuluhan-petani yang menentukan efektivitas inovasi yang telah dihasilkan melalui jaminan kesinambungan kegiatan pengadaan inovasi, penyampaian sampai penerimaannya di tingkat petani/pelaku usaha. Keterkaitan ini perlu dibangun dalam pelaksanaan kelima komponen *research and extension linkages* (REL) yaitu: (1) identifikasi masalah teknologi; (2) perakitan teknologi; (3) gelar teknologi; (4) temu lapang; dan (5) publikasi untuk mempercepat proses penyampaian hasil penelitian kepada petani dan memperoleh umpan balik dari petani.

Namun demikian, dalam hubungan dengan keterkaitan penelitian-penyuluhan ini ditemukan beberapa masalah, antara lain:

1. Banyak penelitian yang dilakukan untuk menjawab keingintahuan peneliti saja dan belum berorientasi kepada kebutuhan petani.
2. Banyak publikasi hasil penelitian yang belum dikemas dalam bentuk yang praktis (populer), mudah dipahami dan berorientasi pada pemecahan masalah yang dihadapi petani/pelaku usaha.
3. Dalam rangkaian penciptaan teknologi, penyuluh seringkali kurang dilibatkan secara intensif dalam pelaksanaan identifikasi masalah penerapan teknologi di tingkat petani, kaji terap, dan perakitan teknologi.
4. Kurang intensifnya komunikasi peneliti-penyuluh-petani dalam proses penyampaian teknologi di satu pihak dan dalam proses penyampaian umpan balik di lain pihak.
5. Kurang terpadunya aspek-aspek sosial, ekonomi, dan gender dalam penelitian dan pengembangan teknologi, khususnya pengembangan agribisnis berbasis komoditas unggulan daerah.
6. Di kalangan peneliti masih ada anggapan bahwa mereka “superior” dibandingkan penyuluh dan sebaliknya penyuluh merasa “inferior”; suatu sikap yang menghambat terciptanya hubungan kemitraan antara keduanya.
7. Adanya anggapan bahwa peran subsistem penyampaian inovasi kurang penting dibandingkan dengan subsistem pengadaan inovasi.
8. Kurangnya pasokan informasi teknologi hasil kajian yang diarahkan untuk ditindaklanjuti dan dikemas menjadi materi penyuluhan;
9. Penyuluh kurang mendapatkan bekal pengetahuan dan keterampilan pertanian yang memadai untuk mengimbangi perkembangan kebutuhan petani, baik melalui pendidikan, latihan, maupun seminar.
10. Terbatasnya informasi teknologi hasil kajian yang digandakan oleh Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian dan BPTP, sehingga tidak menjangkau penyuluh di lapang.
11. Penyebaran informasi hasil kajian pada umumnya berhenti sampai di dinas/subdinas kabupaten/kota dan tidak diteruskan kepada para penyuluh pertanian yang berhadapan langsung dengan petani.
12. Kurang dipromosikannya hasil-hasil penelitian/pengkajian secara luas kepada khalayak pengguna, khususnya petani/pelaku usaha lainnya.
13. Beragamnya kelembagaan penyuluhan pertanian di tingkat kabupaten/kota yang menyebabkan kurang solidnya penyuluh dalam mengemban tugas dan fungsinya.
14. Dari 5.187 kecamatan, baru 3.557 yang memiliki Balai Penyuluhan di kecamatan sebagai *home base* penyuluh pertanian terdepan.

15. Keterbatasan jumlah penyuluh pertanian, khususnya untuk memenuhi tuntutan “satu desa satu penyuluh”.
16. Sebagian besar penyuluh pertanian telah berusia di atas 50 tahun.
17. Banyak penyuluh pertanian beralih status dari pejabat fungsional ke pejabat struktural.
18. Penyusunan program penyuluhan pertanian belum sesuai dengan kebutuhan lapang.
19. Terbatasnya mobilitas penyuluh dalam menjalankan tugas pokok dan fungsinya.
20. Materi penyuluhan lebih banyak berorientasi kepada program dinas/ instansi tempat penyuluh tersebut ditugaskan dan kurang berorientasi kepada kebutuhan petani.

PARADIGMA BARU PENYULUHAN PERTANIAN

Upaya untuk menyesuaikan paradigma penyuluhan pertanian yang lama dengan tuntutan perubahan lingkungan strategis sangat diperlukan, baik secara eksternal (globalisasi perdagangan dunia, revolusi teknologi informasi), maupun internal (otonomi daerah, reformasi di segala bidang) yang lebih demokratis dan akuntabel.

Sebagaimana diketahui, sejak diberlakukannya UU No. 22/1999 tentang Pemerintahan Daerah, penyelenggaraan penyuluhan pertanian diserahkan sepenuhnya kepada Pemerintah Kabupaten/Kota, sedangkan Pemerintah Pusat hanya bertugas merumuskan kebijakan, norma, standar, dan model-model penyuluhan partisipatif. Penyuluhan pertanian pada era Bimas melalui pendekatan sentralistik dengan koordinasi antara instansi terkait, dari tingkat pusat sampai daerah, dituntut untuk bergeser menjadi desentralistik. Selain itu, sejalan dengan perubahan paradigma pembangunan pertanian, program penyuluhan yang berorientasi produksi dituntut untuk bergeser ke agribisnis, dan dari berorientasi subsektor menjadi terpadu dan berorientasi petani.

Selain itu, berawal dari kreativitas untuk menyasati krisis ekonomi yang terjadi medio 1997, petani aktif menggalakkan teknologi yang berbasis sumber daya alam lokal, misalnya pupuk organik, dan pestisida nabati yang ramah lingkungan. Hal ini sekaligus mematahkan dominasi lembaga penelitian sebagai satu-satunya sumber inovasi, sekaligus melahirkan inovasi petani melalui penemuan yang dihasilkan dari pengamatan mereka sendiri di lapang. Pengembangan metode Sekolah Lapang membuktikan bahwa petani dapat menjadi “peneliti” untuk dirinya dan masyarakatnya.

Tabel 1. Perbandingan paradigma penyuluhan masa lalu dengan masa kini.

No. Unsur	Penyuluhan masa lalu	Penyuluhan kini dan masa depan
1. Pengambilan keputusan	• Sentralistik	• Desentralistik
2. Pendekatan	• "top down; • berakhir pada petani	• "bottom up" • dimulai dari petani
3. Model Penyuluhan	• alih teknologi • linier	• petani sebagai pemandu sesama petani • interaktif
4. Tujuan	• menyampaikan pesan • adopsi teknologi	• pengembangan SDM • pemberdayaan petani
5. Strategi	• bersifat umum	• berbasis sumber daya masyarakat lokal • mempertimbangkan gender (<i>gender sensitive</i>)
6. Sumber inovasi	• pusat penelitian	• petani • sektor swasta • lembaga pendidikan • pusat penelitian
7. Peran penyuluh pertanian	• mengajar/melatih pemerintah pusat	• memfasilitasi kemitraan/kerja sama pembiayaan, a.l.: a. pemerintah daerah b. sektor swasta: petani, LSM, perusahaan, universitas
8. Pembiayaan		
9. Program penyuluhan	• berorientasi produksi • berorientasi subsektor	• berorientasi agribisnis • terpadu dan berorientasi pada petani
10. Isi penyuluhan	• paket teknologi rekomendasi, pesan	• prinsip-prinsip, metode, informasi
11. Metode belajar	• ceramah, demonstrasi	• belajar melalui penemuan
12. Alat bantu belajar	• disiapkan oleh pelatih	• disiapkan oleh petani

Sebagai konsekuensinya, paradigma baru penyuluhan pertanian menjalani pergeseran-pergeseran sebagai berikut:

Menyikapi tuntutan perubahan lingkungan strategis di sekitar kita tersebut, maka cara pandang kitalah yang pertama-tama perlu disesuaikan. Perubahan paradigma penyuluhan dan sekaligus paradigma penelitian untuk lebih berfokus kepada kebutuhan dan kepuasan petani/pelaku usaha lainnya, diharapkan akan mampu mengatasi permasalahan yang menghambat tercapainya keterkaitan penelitian-penyuluhan-petani yang sinergis dalam rangka memberi dukungan yang optimal bagi upaya peningkatan produktivitas dan pendapatan petani/pelaku usaha lainnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Meningkatkan apresiasi peran penyuluhan pertanian dalam proses penyampaian inovasi kepada para petani/pelaku usaha;
2. Meningkatkan intensitas komunikasi peneliti-penyuluh-petani dalam pelaksanaan kelima komponen REL, yaitu: (1) identifikasi masalah teknologi; (2) perakitan teknologi; (3) gelar teknologi; (4) temu lapang; dan (5) publikasi untuk mempercepat penyampaian hasil penelitian kepada petani dan memperoleh umpan baliknya;
3. Meningkatkan pasokan informasi teknologi hasil kajian untuk ditindaklanjuti dan dikemas menjadi materi penyuluhan bagi para penyuluh pertanian di lapang, sebagai ujung tombak pembangunan;
4. Peneliti selayaknya melibatkan penyuluh secara intensif dalam pelaksanaan identifikasi masalah penerapan teknologi di tingkat petani, kajiterap, dan perakitan teknologi;
5. Meningkatkan pembekalan pengetahuan dan keterampilan pertanian yang memadai bagi para penyuluh untuk mengimbangi kebutuhan petani yang berkembang, melalui pendidikan, latihan, maupun seminar;
6. Meningkatkan intensitas forum penyuluhan pertanian perdesaan, temu lapang serta gelar teknologi yang melibatkan petani, penyuluh, peneliti, dan aparat dinas/instansi terkait untuk membantu memecahkan masalah-masalah yang dihadapi di lapang;
7. Meningkatkan dukungan peneliti selaku “backstopper” dalam pelaksanaan sistem kerja LAKU penyuluh pertanian;
8. Menata kelembagaan dan ketenagaan serta penyelenggaraan penyuluhan pertanian sesuai amanah UU No.16/2006 tentang Sistem Penyuluhan Pertanian, Perikanan dan Kehutanan (SP3K);
9. Meningkatkan dukungan pembiayaan operasional bagi penyuluh pertanian dalam menjalankan tugas dan fungsinya;
10. Membentuk Kelompok Kerja Penyusunan Materi Penyuluhan Pertanian pada Badan Pengembangan SDM Pertanian;
11. Melibatkan secara aktif para penyuluh pertanian dalam pemasyarakatan inovasi melalui Program Rintisan dan Akselerasi Pemasyarakatan Inovasi Teknologi Pertanian (PRIMATANI).

DAFTAR BACAAN

- Anonim. 1990. Penyuluhan Pertanian 2001, Yayasan Pengembangan Sinar Tani, Jakarta.
- Haryono dan A. Muharam. 2007. Dukungan penyediaan inovasi teknologi pertanian di tingkat kelompok tani/gabungan kelompok tani. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.

Membangun dan Memantapkan Politik Pangan Nasional

Siswono Yudohusodo
Himpunan Kerukunan Tani Indonesia

ABSTRAK

Beberapa komoditas pangan yang dahulu produksinya mencukupi kebutuhan dalam negeri, bahkan sebagian diekspor, dalam beberapa tahun terakhir terpaksa diimpor karena meningkatnya jumlah penduduk. Melonjaknya harga beras belakangan ini makin menyadarkan bahwa politik pangan perlu dikelola dengan tepat. Dalam jangka pendek Bulog diharapkan dapat menjaga stabilisasi harga dan menentukan *timing* pembelian gabah petani pada saat panen raya dan menyalurkannya secara bertahap pada musim paceklik, di samping operasi pasar. Inisiatif pemerintah menaikkan produksi beras hingga 2 juta ton pada tahun 2007 perlu disambut gembira. Kunci utama peningkatan produksi pangan adalah insentif harga, perluasan areal (ekstensifikasi), peningkatan produktivitas (intensifikasi), dan perlindungan produksi dalam negeri. Diversifikasi pangan sesuai kekayaan alam lokal perlu menjadi kebijakan pemerintah. Dalam membangun pertanian, paradigma di masa lalu tidak relevan lagi dengan situasi saat ini. Dengan perencanaan yang baik, Indonesia bukan hanya berpotensi untuk berswasembada, tetapi juga menjadi eksportir produk-produk pertanian tropis. Keputusan politik yang amat penting bagi Indonesia adalah memanfaatkan secara optimal tiga faktor strategis ekonomi. Pertama, keunggulan komparatif pertanian (perkebunan, tanaman pangan, hortikultura, peternakan), agroindustri, kehutanan, pertambangan, perikanan, dan pariwisata. Kedua, peluang pasar domestik yang sangat besar. Pada tahun 2040 jumlah penduduk Indonesia diperkirakan sekitar 400 juta jiwa, bertambah 200 juta dari tahun 2000. Ketiga, instrumen fiskal, moneter, dan administrasi yang dimiliki negara untuk mengatur perekonomian guna memperluas lapangan kerja dan meningkatkan kesejahteraan rakyat.

Bangsa Indonesia mengalami kemajuan, namun bangsa lain maju lebih cepat, sehingga kita relatif tertinggal. Prof. Jeffrey Sach, ekonom AS penasihat Sekjen PBB Kofi Anand, memberikan perbandingan data yang menarik. Pada tahun 1984, ekspor Indonesia US\$ 4 miliar, sementara ekspor Cina baru mencapai US\$ 3 miliar. Pada tahun 2005 atau 20 tahun kemudian, ekspor Indonesia meningkat menjadi US\$ 70 miliar, sementara ekspor Cina melejit hingga US\$ 700 miliar. Pada tahun 80an, cadangan devisa Indonesia dan RRC sama-sama sekitar US\$ 3 miliar. Pada tahun 2006, cadangan devisa Indonesia meningkat menjadi US\$ 43 miliar sedangkan cadangan devisa RRC mencapai US\$ 800 miliar.

Dalam tahun-tahun terakhir ini, prestasi olahraga Indonesia juga semakin memprihatinkan. Bahkan untuk Asia Tenggara, yang 15 tahun lalu Indonesia selalu meraih posisi juara umum, sekarang merosot di peringkat lima setelah Filipina, Thailand, Malaysia, dan Vietnam. Tidak banyak yang menyadari bahwa merosotnya prestasi olahraga Indonesia adalah karena kualitas gizi masyarakat secara umum sudah tertinggal jauh dari negara-negara tetangga.

Dibandingkan dengan negara-negara lain, Indonesia memerlukan perbaikan konsumsi protein hewani yang terdapat dalam telur, susu, daging dan ikan, yang sangat penting bagi pertumbuhan fisik dan kecerdasan. Perbaikan itu terkait dengan kemampuan ekonomi masyarakat. Karenanya perbaikan gizi masyarakat seiring dengan upaya peningkatan kualitas SDM, terkait erat dengan upaya peningkatan kesejahteraan rakyat. Tidak akan ada perbaikan kualitas SDM tanpa perbaikan gizi masyarakat.

Saat ini, konsumsi susu rakyat Indonesia/kapita/tahun baru 6,50 liter, lebih rendah dari Kamboja yang sudah mencapai 12,97 liter dan Bangladesh 31,55 liter, jauh di bawah India yang melalui “revolusi putih”nya sukses meningkatkan konsumsi susu rakyatnya menjadi 60 liter/kapita/tahun. Begitu pula dengan daging, konsumsi daging masyarakat Indonesia/perkapita/tahun baru 7 kg, jauh di bawah Malaysia yang sudah mencapai 48 kg dan Filipina 18 kg.

Konsumsi telur ayam rakyat Indonesia/kapita/tahun baru 51 butir, sementara Malaysia telah mencapai 279 butir. Sebagai negara yang 75% wilayahnya berupa lautan yang luasnya 5,8 juta km², konsumsi ikan di Indonesia juga masih rendah, baru 26 kg/kapita/tahun, di bawah Malaysia yang telah mencapai 45 kg dan jauh di bawah Jepang yang 70 kg/kapita/tahun, sehingga bangsa Jepang mencapai usia harapan hidup tertinggi di dunia.

Konsumsi susu, daging, telur dan ikan rakyat Indonesia perlu segera ditingkatkan. Bila tidak, hanya dalam satu generasi, orang Singapura, Vietnam, Kamboja, dan Malaysia akan lebih tinggi, lebih kuat dan lebih cerdas dari masyarakat Indonesia, dan mereka akan lebih berpeluang mencapai prestasi tinggi di berbagai bidang di tingkat dunia. Persaingan antarbangsa hanya bisa dimenangkan melalui kecerdasan dari bangsa yang bersangkutan.

Tak ada yang lebih efektif untuk membangun suatu bangsa kecuali lewat pendidikan yang baik bersama pelayanan kesehatan yang prima dan input makanan yang berkualitas. Keputusan politik untuk memperbaiki gizi makanan rakyat dengan program yang jelas dan terukur, memiliki konsekuensi kerja yang amat luas dan dalam waktu yang lama. Kita kurang mampu menyusun perencanaan dan manajemen pembangunan yang antisipatif.

Untuk banyak komoditas yang dahulu produksinya mencukupi untuk konsumsi dalam negeri (beras, kedelai, jagung, dan lain-lain), bahkan beberapa

di antaranya diekspor (sapi, gula, dan lain-lain), dewasa ini terpaksa harus mengimpor karena makin meningkatnya kebutuhan.

Dengan angka pertumbuhan penduduk Indonesia yang masih cukup tinggi, sekitar 1,5% per tahun, harus diantisipasi kenaikan permintaan pangan dalam negeri dengan pertumbuhan produksi yang memadai, agar terjamin kecukupan pangan.

Melonjaknya harga beras belakangan ini semakin menyadarkan banyak kalangan bahwa politik pangan perlu dikelola dengan tepat. Kenaikan harga beras hingga sekitar 30% berpotensi menimbulkan masalah dalam pengelolaan ekonomi nasional.

Dalam jangka pendek Bulog diharapkan sebagai lembaga yang ditugaskan menjaga stabilisasi harga dapat memperbaiki kinerjanya, terutama dalam menentukan *timing* pembelian gabah petani pada saat panen raya dan menyulurkannya secara bertahap pada musim paceklik, di samping operasi pasar.

Pada tahun 2006 Bulog hanya membeli sekitar 1,2 juta ton gabah setara beras, kemudian pada bulan September menyatakan bahwa stok beras menipis, sebagai alasan untuk mengimpor beras. *Statement* terbuka tentang menipisnya stok beras Bulog, hal yang vital bagi kehidupan rakyat, rawan mengundang spekulasi memanfaatkan kondisi ini.

Modus operandi yang terjadi mengikuti siklus tahunan. Pada masa panen rendengan, jumlah gabah dan beras meningkat, tapi Bulog tidak membeli banyak gabah/beras petani dengan alasan harga lebih tinggi dari HPP dan kadar airnya tinggi, harga gabah lalu anjlog. Menjelang musim tanam rendengan, mulai bergulir isu bahwa Indonesia kekurangan pangan, sebagai pembenaran untuk impor.

Pada waktu mendatang Bulog diharapkan dapat meningkatkan pembelian gabah petani hingga sekitar 3 juta ton setara beras, 2 juta ton pada musim rendengan dan 1 juta ton pada musim gadu, seluruhnya sekitar 8% dari produksi padi nasional.

Status Bulog, yang kini berubah menjadi Perum, ditengarai menjadi penyebab kuatnya motif mencari keuntungan dan mengabaikan fungsi sosialnya. Sebaiknya Bulog dijadikan Lembaga Pemerintah Non-Departemen (LPND). Misi Bulog perlu ditekankan untuk menjaga harga beras pada tingkat yang memberi keuntungan kepada petani dan melindungi konsumen.

Perlu disadari bahwa kemampuan pertanian Indonesia secara relatif terus menurun dan telah memasuki keadaan rawan pangan, dalam arti ketergantungan pada pangan impor terus meningkat. Dari sisi kebijakan, kecenderungan untuk menutupi kekurangan beras dengan mengimpor beras

harus diakhiri. Inisiatif pemerintah menaikkan produksi beras hingga 2 juta ton pada tahun 2007, dengan pemanfaatan benih hibrida untuk menghentikan impor, patut disambut gembira. Namun hal tersebut tidak mudah dicapai.

Penduduk Indonesia dalam waktu 40 tahun yang akan datang diperkirakan akan bertambah 200 juta orang, yang merupakan pasar pangan yang amat besar, terbesar ketiga di dunia. Di era globalisasi, pasar pangan Indonesia yang sangat besar itu menjadi incaran berbagai produsen pangan dari luar negeri. Australia berkepentingan dengan pasar Indonesia untuk gula dan sapihnya. Amerika berkepentingan untuk gandum, kedelai dan jagung. Thailand berkepentingan untuk beras, gula, dan seterusnya.

Peningkatan produksi pangan nasional menjadi sesuatu yang tidak bisa ditawar lagi bila ingin lepas dari jerat ketergantungan pada impor pangan yang memerlukan devisa yang sangat banyak.

Impor pangan yang terus meningkat memperlemah ketahanan ekonomi bangsa karena devisa yang susah payah diperoleh bukan digunakan untuk menambah infrastruktur ekonomi dan meningkatkan kualitas SDM, tetapi dibelanjakan untuk hal-hal konsumtif yang sebenarnya dapat diproduksi sendiri.

Kunci peningkatan produksi yang utama adalah insentif harga, perluasan areal (ekstensifikasi), peningkatan penerapan teknologi (intensifikasi), dan perlindungan produksi dalam negeri. Pemberantasan terhadap hama dan penyelundupan berbagai produk pangan juga harus serius dilakukan, karena selain merugikan negara secara materiil, juga membuat petani menderita.

Dalam konteks membangun ketahanan pangan, Indonesia memiliki modal yang besar, karena memiliki sumber karbohidrat dan protein yang sangat beragam dan sangat banyak, yang dapat dimanfaatkan untuk pangan rakyat. Di samping beras, terdapat sagu (terluas didunia), ubi kayu, ubi jalar, jagung, sukun, talas, dan lain-lain.

Diversifikasi pangan sesuai kekayaan alam lokal perlu menjadi kebijakan pemerintah, jangan terjebak sebatas memikirkan beras. Diversifikasi pangan sesuai potensi lokal merupakan bagian amat penting dari strategi pangan. Pemerintah tak boleh hanya konsentrasi soal beras, tapi juga harus memikirkan saudara-saudara di Papua dan Maluku, yang mengandalkan pangan pokoknya berbasis sagu dan ubi jalar. Warga di NTT dan Madura dapat mengandalkan pangan pokok berbasis jagung dan ubi kayu di Wonogiri. Pisang dapat dipertahankan sebagai makanan pokok di beberapa daerah di Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, dan lain-lain. Tentu tidak disajikan secara apa adanya seperti standar kuliner di masa lalu, tetapi harus dimodernisasi tampilan dan cita rasa penyajiannya serta metode pengolahannya, disesuaikan dengan cita rasa masyarakat modern.

Ke depan perlu dikembangkan kualitas dan citra kuliner makanan tradisional. Dibanding kuliner Jepang dan Thailand, kemajuan kuliner Indonesia amat lamban.

Kemajuan pendidikan dan kesejahteraan masyarakat, menuntut tampilan pangan yang lebih baik. Orang Meksiko membuat tepung jagung menjadi roti tortila, dan orang Jepang makan mie dari ubi yang disebut soba.

Di Indonesia, akibat keterlambatan memenuhi citra rasa masyarakat yang makin maju dan modern, maka terjadi ketergantungan pada pangan berbasis gandum seperti roti dan mie. Impor gandum sudah melebihi 5 juta ton/tahun.

Lembaga pemerintahan yang mana yang bertanggung jawab membenahi dan mengembangkan kuliner dalam negeri. Potensi untuk menduniakan pangan tradisional sangat terbuka. Makanan Jepang sudah *go international*, siapa yang tidak kenal sushi dan terayaki. Restoran Thailand juga mudah ditemukan di Indonesia, yang tentu hasil dari sebuah perencanaan.

Dalam membangun pertanian harus diingat bahwa berbagai paradigma pembangunan pertanian di masa lalu sudah tidak relevan lagi dengan situasi saat ini. Perkembangan teknologi benih dan bibit yang sangat pesat mulai dari hibrida, rekayasa genetika, kloning, dan embrio transfer, telah mengubah secara radikal kegiatan produksi pertanian dan peternakan. Berkembang pesatnya teknologi pascapanen termasuk pengawetan, memungkinkan produk pertanian yang secara alamiah bersifat *perishable*, dapat bertahan untuk segar lebih lama.

Kemajuan sistem transportasi yang cepat juga mempengaruhi pola perdagangan produk pertanian. Penggunaan kontainer *super large cargoship* sudah menjadi hal umum untuk mengangkut aneka produk pertanian. Armada kapal laut yang mampu mengangkut kargo dalam jumlah besar tersedia amat banyak. Untuk beberapa komoditas pertanian yang memerlukan tingkat kesegaran ketika sampai ke tangan konsumen, seperti sayur dan bunga, juga tersedia kargo udara yang semakin murah dan efisien dengan *container* berpendingin. Pengiriman barang antarbenua untuk aneka komoditas pertanian bukan hal sulit dalam era sekarang ini. Kapal-kapal pengangkut ternak yang nyaman bagi ternak juga semakin besar ukurannya. Indonesia perlu mengikuti percepatan kemajuan teknologi jika ingin menjadi pemain dunia.

Perubahan paradigma di sektor pertanian mendorong peningkatan skala ekonomi usaha pertanian. Skala usaha pertanian mengalami kemajuan yang besar untuk mencapai efisiensi yang lebih tinggi. Dulu, di Jawa, menanam 500 ha kebun karet sudah memenuhi skala ekonomi usaha perkebunan karet. Sekarang harus lebih luas lagi.

Thailand sukses mengembangkan pertaniannya dan menjadi pusat buah-buahan tropis dengan perluasan skala usaha pertanian. Tanaman lengkung sedang dikembangkan besar-besaran, dengan luasan kebun 25.000 ha. Kalkulasi bisnisnya bisa dilakukan dengan detail, karena memanfaatkan benih unggul hasil rekayasa bioteknologi.

Di dunia pertanian terjadi perkembangan di mana di satu sisi ongkos tenaga kerja meningkat, sementara harga produk pertanian relatif menurun. Kondisi demikian hanya bisa diatasi dengan peningkatan skala usaha dan produktivitas pekerja melalui teknologi. Skala usaha per satuan produksi perlu ditingkatkan agar produktivitas per orang naik, yang akhirnya akan meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Peningkatan skala usaha merupakan jawaban atas tuntutan efisiensi.

Di bidang produktivitas berbagai komoditas pertanian, dahulu Indonesia termasuk yang terbaik di dunia. Produktivitas gula tebu dahulu pernah mencapai 15 t/ha, sekarang tinggal 7 t/ha, jauh di bawah India yang mencapai 11 t/ha. Produktivitas kopi tinggal 1 t/ha, di bawah Vietnam yang dulu belajar menanam kopi dari Indonesia, yang mencapai 1,5 t/ha. Produktivitas kakao Indonesia hanya 0,8 t/ha, rendah dibanding Malaysia yang mencapai 1,5 t/ha.

Hal kesepuluh adalah besarnya peran infrastruktur transportasi dalam membentuk harga produk pertanian di Indonesia, yang memerlukan perbaikan yang mendasar. Saat ini, ongkos angkut sapi per ekor dari Bima ke Jakarta, 180% dari ongkos angkut sapi dari Darwin ke Jakarta. Brazil adalah contoh negara yang berhasil mengembangkan industri pertanian dengan efisiensi yang tinggi dari sisi pemangkasan biaya transportasi produk pertaniannya. *Water front plantation* di kiri-kanan Sungai Amazon menghasilkan efisiensi luar biasa bagi ekspor pertanian Brazil. Setiap produk pertanian yang dihasilkan langsung dikirim ke pasar dunia melalui pelabuhan yang ada di depan perkebunan-perkebunan raksasa.

Pada saat ini, tekad untuk menjadi bangsa yang mandiri kian merosot dan ketergantungan semakin meningkat. Manifestasinya terlihat dari orientasi solusi yang diambil pada saat menghadapi peningkatan kebutuhan yang bisa diproduksi sendiri. Kekurangan beras, solusinya impor beras, sehingga Indonesia pernah menjadi negara importir beras terbesar di dunia pada tahun 1998-2001. Sebagai negara agraris, Indonesia masih berstatus sebagai pengimpor beras. Walau menurut hitungan pada tahun 2004, Indonesia seharusnya telah mampu berswasembada beras.

Begitu juga kekurangan gula, solusinya juga impor, hingga sekarang Indonesia mengimpor gula 30% dari kebutuhan nasional. Waktu kekurangan daging sapi, solusinya impor dan sekarang mengimpor sekitar 550.000 ekor sapi per tahun, 25% dari konsumsi daging sapi nasional. Indonesia juga masih

mengimpor 50% dari kebutuhan garam nasional, 45% kebutuhan kedelai; 10% kebutuhan jagung, 15% kebutuhan kacang tanah, dan 70% kebutuhan susu.

Padahal untuk semua itu, dengan biaya yang lebih rendah menghemat devisa dan menyediakan lapangan kerja yang lebih banyak, dan lebih membanggakan. Jika mampu membuat solusi dengan meningkatkan produksi.

Fenomena peningkatan impor produk pertanian, tidak dapat dilepaskan dari tata perdagangan dunia yang menguntungkan negara-negara maju. Cara yang ditempuh biasanya melalui kredit ekspor dan penjualan produk yang merupakan *residual goods*, dan subsidi pertanian di negara-negara maju, baik melalui subsidi domestik maupun ekspor, di samping banyak pihak di Indonesia yang mendapatkan kenikmatan dari impor atau penyelundupan.

Keputusan politik untuk membangun kemandirian pangan memerlukan kepercayaan diri, keberanian, dan ketegasan. Dengan perencanaan yang baik, Indonesia bukan hanya berpotensi untuk swasembada, tetapi juga menjadi eksportir produk-produk pertanian tropis, sekaligus dengan agroindustri. Indonesia memiliki potensi amat besar berupa lahan pertanian tropis yang sangat luas. Keliling khatulistiwa 40.000 km, dari Sabang sampai Merauke panjangnya 8.000 km. Artinya, 20% khatulistiwa ada di Indonesia, bagian terbesarnya ada di Samudra Atlantik, Pasifik, Hindia. Saingan Indonesia hanya Brazil dan Kolombia di Amerika Latin, karena wilayah khatulistiwa di Afrika sebagian besar melalui gurun pasir.

Pasar pangan tropis dunia tumbuh sangat pesat karena penduduk dunia bertambah 1 milyar jiwa setiap 15 tahun. Indonesia berpotensi menjadi negara pengeskor utama produk pertanian tropis, seperti beras, kopi, coklat, gula tebu, jagung, karet, lada putih, lada hitam, pala, minyak sawit, cengkeh, teh, minyak atsiri, karet, dan lain-lain dengan produk-produk turunannya.

Diperlukan keputusan politik untuk menjadikan Indonesia negara eksportir utama dunia untuk produk-produk pertanian tropis, termasuk produk perkebunan, tanaman pangan, peternakan, perikanan, sayur-sayuran, buah-buahan dan lain-lain, dengan agroindustri.

Diperlukan langkah-langkah strategis di bidang pembiayaan dan perluasan areal pertanian, karena setiap tahun terjadi konversi lahan subur untuk kawasan permukiman, *real estate*, daerah industri, jalan dan sebagainya, yang juga dibutuhkan. Setiap tahun sekitar 50.000 ha lahan pertanian telah berubah fungsi.

Langkah-langkah yang diperlukan adalah memberi insentif harga pada sistem produksi, agar produksi dapat meningkat. Peningkatan harga gabah pada tahun 2003 dan 2004 telah menjadi pendorong utama naiknya produksi beras. Bantaran sungai, tepi danau, rawa lebak, di mana-mana ditanami padi, karena harga gabah yang baik. Kenaikan produksi tersebut bukan karena

kebijakan pemerintah, tetapi karena naiknya harga beras di pasar dunia dari US\$ 165 per ton pada tahun 1998 menjadi US \$ 260 per ton pada tahun 2003. Begitu juga peningkatan produksi gula nasional, yang dipicu oleh peningkatan harga gula di pasar internasional.

Bangsa Indonesia memiliki potensi amat besar untuk menjadi bangsa yang sejahtera dan mandiri, mengubah kondisi saat ini, yang tertinggal dan sangat bergantung pada bangsa-bangsa lain.

Keputusan politik yang amat penting bagi Indonesia adalah memanfaatkan secara optimal tiga faktor strategis ekonomi yang dimiliki, yaitu keunggulan komparatif, pasar dalam negeri yang amat luas dan menggunakan instrumen-instrumen ekonomi yang dimiliki secara tepat.

Keunggulan komparatif yang dimiliki terdiri atas sektor pertanian (perkebunan, tanaman pangan, hortikultura, peternakan), termasuk agroindustri, kehutanan, pertambangan, perikanan modern dan pariwisata. Indonesia adalah negara yang dianugerahi kekayaan alam yang sangat beragam. Menurut *World in Figures* (Dunia dalam Angka) edisi tahun 2003 yang diterbitkan majalah *The Economist*, menyajikan angka-angka produksi berbagai produk yang dibutuhkan dunia dari berbagai negara.

Indonesia adalah negara dengan luas daratan nomor 15 di dunia, dengan jumlah penduduk nomor empat terbesar setelah Cina, India, dan Amerika Serikat, dengan utang luar negeri nomor enam setelah Brazil, Rusia, Meksiko, Cina, dan Argentina. Indonesia adalah penghasil biji-bijian terbesar nomor enam di dunia; penghasil beras nomor tiga di dunia setelah Cina dan India; penghasil teh terbesar nomor enam di dunia; penghasil kopi nomor empat di dunia; penghasil coklat nomor tiga di dunia setelah Pantai Gading dan Ghana; penghasil minyak sawit nomor dua di dunia setelah Malaysia; penghasil lada putih terbesar di dunia dan lada hitam nomor tiga di dunia; penghasil puli dari buah pala terbesar di dunia; penghasil karet alam nomor dua di dunia setelah Thailand; penghasil cengkeh terbesar dunia; penghasil tembaga nomor tiga di dunia setelah Cili dan Amerika Serikat; penghasil timah nomor dua di dunia setelah Cina; penghasil nikel nomor enam di dunia; penghasil emas nomor delapan di dunia; dan penghasil gas alam nomor enam di dunia; dan penghasil batu bara nomor sembilan di dunia.

Perlu dicatat bahwa tidak banyak negara yang memiliki potensi keunggulan sebanyak Indonesia. Banyak negara yang mampu menjadi sejahtera hanya dengan memanfaatkan secara optimal satu aspek potensi keunggulan saja.

Pada tahun 2000, penduduk Indonesia sekitar 210 juta, lima kali lebih besar dibanding pada tahun 1900 yang baru berjumlah 40 juta jiwa. Pada tahun 2040 jumlah penduduk Indonesia diperkirakan menjadi sekitar 400 juta jiwa, bertambah 200 juta dalam waktu 40 tahun.

Pertambahan penduduk sebanyak itu merupakan pasar yang amat besar. Bandingkan dengan pasar domestik Malaysia yang hanya sekitar 25 juta orang dan pasar domestik Jerman yang hanya sekitar 80 juta orang. Di era globalisasi ini, pasar yang amat besar yang dimiliki, juga diincar oleh produsen pangan dari luar negeri. Indonesia perlu mengantisipasi lonjakan *demand* aneka barang dan jasa untuk dipenuhi dari produksi domestik secara besar-besaran.

Memanfaatkan instrumen fiskal, moneter, dan administrasi yang dimiliki negara diperlukan untuk mengatur perekonomian dengan sebaik-baiknya guna memperluas lapangan kerja dan meningkatkan kesejahteraan rakyat. Kepiawaian dalam memanfaatkan ketiga hal tersebut akan mendorong terciptanya pertumbuhan ekonomi yang tinggi yang tidak bertumpu pada APBN, melibatkan rakyat secara luas dan membuka lapangan kerja dalam jumlah yang besar.

Dukungan negara melalui instrumen-instrumen yang dikuasai amatlah penting. Daya saing Indonesia menjadi lemah karena berhadapan dengan pasar yang tidak fair. Misalnya untuk susu, biaya produksi susu di Indonesia sekitar Rp 1.700/liter dan harga jual Rp 1.800-1.900 per liter. Tapi tepung susu Australia bisa masuk ke Indonesia dengan harga yang lebih murah.

Hal ini terjadi karena bunga bank yang tinggi, sementara insentif peternakan tidak ada. Negara-negara yang maju pertaniannya seperti Australia dan AS memberikan aneka subsidi (baik langsung maupun tidak langsung) kepada sektor pertaniannya dan mendorong terjadinya ekspor *residual goods*. Inilah yang juga menyebabkan banjirnya kedelai AS di pasar Indonesia.

Kebijakan fiskal di Indonesia juga perlu ditinjau ulang. Penetapan pajak bumi dan bangunan (PBB) yang lebih tinggi bagi lahan pertanian produktif dan lebih rendah pada lahan tidur, tidak mendorong produktivitas.

Sebaliknya, pemerintah kerap mengambil keputusan yang tidak memberi insentif. Pajak pertambahan nilai (PPN) produk primer sangat mengganggu daya saing ekspor, karena negara-negara lain justru menikmati subsidi langsung maupun tidak langsung. PPN pada biji coklat di masa yang lalu telah mengakibatkan pabrik-pabrik coklat di dalam negeri pindah ke Malaysia, Taiwan, dan lain-lain.

Terkesan pemikiran sektoral sangat mendominasi perumusan kebijakan. Hal ini ditunjukkan oleh pengenaan pajak ekspor (PE) untuk melindungi industri dalam negeri, tapi akibatnya daya saing ekspor nasional menjadi lemah. Potensi ekspor CPO Indonesia sekitar 9 juta ton/tahun perlu ditingkatkan daya saingnya dengan mengurangi beban-beban yang ada, sekaligus membantu industri hilir yang juga sebagian untuk ekspor.

Upaya peningkatan produksi pangan perlu mempertimbangkan liberalisasi perdagangan yang amat pesat di semua sektor kehidupan, tak terkecuali pertanian. Pemerintah perlu meningkatkan perlindungan terhadap petani. Liberalisasi perdagangan dunia di *borderless world* ini menjadikan petani dari berbagai negara dengan kondisi sosial-ekonomi yang berbeda harus bersaing bebas di pasar yang sama.

Tekanan untuk melakukan liberalisasi perdagangan telah memaksa Indonesia untuk membuka pasar domestik, baik dalam kerangka liberalisasi regional maupun global, di tengah kondisi pertanian nasional yang daya saingnya amat rendah.

Indonesia perlu menangani dengan baik masalah perdagangan internasional produk-produk pertanian, untuk meningkatkan kesejahteraan petani, sekaligus mengembangkan industri berbasis pertanian agar tidak menjadi negara pengekspor bahan baku yang nilainya rendah. Oleh karena itu perlu segera memiliki kemampuan untuk mengekspor sebanyak mungkin produk pertanian dalam bentuk produk akhir yang nilai tambahnya dapat ikut menyejahterakan rakyat.

Dalam kondisi persaingan yang semakin ketat banyak praktek perdagangan internasional yang tidak fair. Contohnya, RRC memberi perlakuan berbeda pada tarif bea masuk impor produk kakao olahan Indonesia dan Malaysia. tarif bea masuk produk kakao olahan Malaysia 0-5%, sementara produk Indonesia dikenakan pajak 10-22%.

Dalam konteks internasional, pengaturan perdagangan sektor pertanian dunia melalui WTO memperlihatkan dominasi dari kelompok negara G-6 (Amerika Serikat, Uni Eropa, Brazil, Jepang, Australia, dan India). Arah kebijakan pertanian global ke depan juga belum disepakati karena belum tercapai kompromi di antara kelompok negara G-6 di hampir semua lini perundingan, yaitu subsidi ekspor, subsidi domestik, dan tarif.

Perbedaan prinsip antara negara maju dan negara berkembang di bidang pertanian amat sulit didamaikan. Juga perbedaan mendasar di antara negara maju sendiri, khususnya antara Eropa dan AS. Negara maju tidak bersedia bila diminta membuka pasar mereka melalui penghapusan subsidi pertanian, yang menjadi penghambat utama masuknya produk pertanian dari negara berkembang. Di sisi lain, negara maju meminta imbalan negara berkembang untuk membuka pasar pertanian, sektor industri, dan jasa. Hal ini dinilai tidak fair oleh negara berkembang dengan alasan pasti kalah bersaing dengan negara maju yang sudah lebih kuat dan mapan.

Meskipun pertemuan WTO di Cancun, Meksiko pada tahun 2003, Hongkong 2005, dan Geneva 2006 gagal menyusun sistem perdagangan

internasional baru, namun Indonesia berlomba dengan waktu yang sangat terbatas oleh tahapan-tahapan yang ditetapkan WTO, sebelum dunia benar-benar menjadi satu pasar bebas dunia pada tahun 2020.

Setiap peluang dari pengaturan di masa transisi yang ditetapkan WTO harus dimanfaatkan secara optimal, untuk memperkuat posisi tawar pertanian nasional. Perlu dicatat bahwa isu pertanian adalah isu yang paling sulit disepakati dalam WTO.

Dalam upaya meningkatkan kinerja sektor pertanian dan mempercepat kemajuan ekonomi pedesaan di seluruh pelosok negeri, perlu diperbaiki kondisi pembangunan infrastruktur ekonomi desa yang terbatas di berbagai daerah.

Keterbatasan pembangunan infrastruktur ekonomi telah menekan potensi pertumbuhan ekonomi di pedesaan. Dalam era otonomi daerah, kewenangan kebijakan pembangunan berada di tangan DPRD dan Pemerintah Daerah Kabupaten. Kurangnya perhatian DPRD dan Pemda di banyak sentra pertanian terhadap pembangunan pertanian dan pedesaan terlihat dari alokasi anggaran APBD Kabupaten dan Propinsi untuk pembangunan infrastruktur jalan pedesaan dan irigasi yang terlalu amat kecil.

Jelaslah, sangat banyak hal yang harus dirumuskan dan dikerjakan di sektor pertanian, kerja besar terbentang di depan mata, jika ingin unggul.

Kerja Sama Indonesia-IRRI: Dampak dan Antisipasi ke Depan

Mahyuddin Syam dan Diah Wuryandari S.
Perwakilan IRRI Indonesia

ABSTRAK

Kerja sama penelitian padi antara Pemerintah Indonesia-IRRI telah dimulai sejak tahun 1972 melalui Program Penelitian Padi Nasional (*National Rice Research Program-NRRP*). Berbagai varietas unggul padi sawah hasil rakitan IRRI seperti PB8, PB5, PB26, IR36, dan IR64 telah diujikembangkan oleh pemerintah melalui Badan Litbang Pertanian seiring dengan varietas unggul padi sawah hasil rakitan sendiri seperti Cisadane, Memberamo, Ciherang, dan Mekongga. Pelepasan varietas unggul tersebut telah berhasil meningkatkan produksi padi nasional lebih dari empat kali lipat, dari 12,3 juta ton pada tahun 1964 menjadi 54,4 juta ton pada tahun 2006. Berbagai teknologi lainnya seperti teknik budi daya, pengendalian hama/penyakit secara terpadu, pola tanam, sistem usahatani, dan penanganan panen dan pascapanen pun telah pula dihasilkan dan diadopsi oleh sebagian petani. Sejalan dengan naiknya jumlah penduduk yang disertai oleh masih tingginya konsumsi beras per kapita, produksi padi perlu terus ditingkatkan. Berbagai tantangan seperti perubahan iklim yang dipengaruhi oleh pemanasan global, perubahan biotipe dan strain beberapa hama dan penyakit, sistem produksi yang efisien dan ramah lingkungan, serta tuntutan akan kualitas beras yang lebih baik memerlukan antisipasi dan perencanaan yang tepat. Peluang untuk meningkatkan hasil panen per satuan luas melalui padi tipe baru dan padi hibrida perlu terus digali dan dikembangkan sejalan dengan upaya untuk meningkatkan kandungan nutrisi beras seperti besi (Fe), seng (zinc), dan provitamin A. Selain kerja sama dalam bidang penelitian, pembinaan SDM peneliti juga memerlukan perhatian yang lebih besar. Pelatihan bergelar dan nongelar serta magang dan *shuttle scientist* di IRRI juga perlu dipertimbangkan. Sementara itu, kemajuan teknologi informasi pun perlu dimanfaatkan seoptimal mungkin sehingga hasil kerja sama penelitian yang telah dicapai dapat dengan cepat disebarluaskan kepada pengguna, terutama penyuluh dan petani.

Pembangunan pertanian nasional tidak dapat dipisahkan dari upaya peningkatan produksi pangan, terutama beras yang menjadi bahan pangan pokok bagi sebagian besar penduduk. Peningkatan jumlah penduduk yang masih relatif tinggi menuntut peningkatan produksi yang setara agar impor beras tidak terus membengkak. Hal ini memerlukan dukungan penerapan teknologi modern oleh petani melalui sistem penyuluhan yang

efektif, ketersediaan sarana dan prasarana yang memadai, dan kebijakan pemerintah yang kondusif (Baharsyah 1995).

Pemerintah telah memberikan perhatian yang besar terhadap kegiatan penelitian dan pengembangan padi yang tercermin dari penyediaan dana dan fasilitas yang memadai. Kerja sama dengan berbagai lembaga nasional dan internasional terus didorong, di antaranya adalah dengan lembaga penelitian padi internasional IRRI (*International Rice Research Institute*) yang berpusat di Filipina.

Kerja sama yang dirintis sejak tahun 1970an ini telah berhasil memberikan kontribusi dalam program peningkatan produksi beras nasional dan turut mengantar Indonesia mencapai swasembada beras pada tahun 1984. Bank Dunia pada waktu itu mengemukakan bahwa tiga komponen utama yang berperan dalam pencapaian swasembada beras adalah ketersediaan air irigasi, pupuk, dan varietas unggul berdaya hasil tinggi. Meski demikian, komponen lain seperti pengendalian hama secara terpadu (PHT), pola tanam dan sistem usahatani, teknologi panen dan pascapanen juga memberi andil yang cukup besar.

KRONOLOGI KERJA SAMA

Suatu lokakarya tentang pangan yang diselenggarakan pada bulan Mei 1968 di Jakarta antara lain menyarankan pembentukan suatu Tim Survei guna mengevaluasi program penelitian pertanian nasional beserta lembaga yang terlibat di dalamnya. Tim yang beranggotakan 11 peneliti nasional dan 7 peneliti asing ini kemudian mengeluarkan beberapa butir rekomendasi berikut dalam laporan mereka tanggal 18 Juli 1969:

1. Lembaga penelitian yang saat itu masih terfragmentasi didorong untuk dibangun kembali menjadi pusat penelitian pertanian nasional yang dilengkapi dengan anggaran dan fasilitas yang memadai.
2. Keterkaitan yang erat dengan perguruan tinggi perlu dibangun untuk meningkatkan kualitas penelitian dan SDM peneliti.
3. Lembaga penelitian yang kuat juga perlu dibangun di tingkat provinsi yang diarahkan kepada pengembangan program penelitian dan pengujian yang sesuai dengan keragaman agroekologi wilayah.

Pada pertengahan tahun 1970, melalui Ford Foundation IRRI menugaskan Dr. SVS Shastri dari India untuk menindaklanjuti rekomendasi Tim Survei tersebut dalam kaitannya dengan padi. Dr. Shastri dalam laporannya menyarankan pembentukan Program Penelitian Padi Nasional (*National Rice Research Program* = NRRP) yang dikelola oleh seorang program koordinator, koordinator bersama (*joint coordinator*), dan dewan pembina (Fagi dan Mamaril 1995).

Berdasarkan rekomendasi Dr. Shastry itu, Dr. Robert I. Jackson ditugaskan sebagai koordinator bersama NRRP mulai tahun 1971 lalu sebagai kepala perwakilan IRRI untuk Indonesia. Ford Foundation menyediakan dana untuk jangka 5 tahun bagi kegiatan koordinator bersama, peralatan penelitian, biaya perjalanan bagi peneliti yang dikirim ke luar negeri, dan biaya perjalanan bagi peneliti IRRI ke Indonesia. Lembaga Pusat Penelitian Pertanian (LP3, sekarang Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan) ditugaskan untuk mengimplementasikan program tersebut.

Kemudian suatu kontrak proyek bantuan USAID dan Departemen Pertanian ditandatangani pada tahun 1972 dengan perhatian utama pada peningkatan kemampuan LP3 yang berpusat di Bogor. Tiga komponen utama dari proyek itu adalah training, bantuan teknis, bahan dan peralatan. IRRI mendapat kontrak dari USAID dalam implementasi komponen tersebut. Kontrak itu juga mencakup lima posisi peneliti IRRI yang diperbantukan di LP3 yang terdiri atas dua pemulia, dua agronomis, dan satu ahli statistik ekonomi. Proyek ini berakhir pada tahun 1982 dengan total hibah sebesar US\$3,273 juta. Kontrak berikutnya adalah pembangunan LP3 Cabang Sukamandi dengan dukungan dana sebesar US\$1,78 juta dalam mata uang asing dan US\$250.000 dalam mata uang lokal (rupiah). Pada awalnya kontrak ini hanya berlangsung 5 tahun tapi kemudian diperpanjang sampai tahun 1980. Bantuan lainnya datang dari Pemerintah Belanda untuk penempatan dua orang peneliti IRRI dan peralatan di Lembaga Penelitian Pertanian Maros, Sulawesi Selatan (Fagi and Mamaril 1995) dan dari JICA (IRRI 2001).

Dengan demikian, sebelum Badan Litbang Pertanian terbentuk, IRRI menyelenggarakan dua program di Indonesia, yaitu (1) program kerja sama untuk meningkatkan kemampuan penelitian, dan (2) program jaringan internasional untuk membina peneliti nasional agar fokus pada prioritas utama masalah lapangan yang dihadapi.

Setelah Badan Litbang Pertanian terbentuk pada tahun 1974, semua lembaga penelitian pertanian yang sebelumnya melekat ke masing-masing Direktorat Jenderal terkait dikoordinasikan di bawah Badan ini. Dengan demikian, LP3 yang sebelumnya bernaung di bawah Ditjen Tanaman Pangan lalu berada di bawah Badan Litbang Pertanian. Dalam masa peralihan itu, Dr. RA Morris menggantikan Dr. Jackson sebagai kepala perwakilan IRRI/*liaison scientist* sejak 1975-1977. *Liaison scientist* selanjutnya dipercayakan kepada Dr. Ritchie Cowan (1977-1983), Mr. Walter Tappan (1983-1989), Dr. Cezar P. Mamaril (1989-1996). Sejak tahun 1996, IRRI *Liaison scientist*/kepala perwakilan IRRI dipercayakan kepada warganegara Indonesia dengan harapan dapat menjalin hubungan kerja sama yang lebih luas. Untuk itu, Drs. Mahyuddin Syam, MPS dipercaya mengemban tugas tersebut sejak 1996 sampai, berdasarkan kontrak terakhir, tahun 2010.

Pada tahun 1981, LP3 berubah menjadi Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan (Puslitbangtan) yang mengkoordinasikan kegiatan penelitian di enam Balai Penelitian (Bogor, Sukamandi, Sukarami, Banjarmasin, Malang, dan Maros). Penelitian padi merupakan komponen penting di keenam Balai Penelitian tersebut. Perubahan berikutnya terjadi setelah Balai Pengkajian Teknologi Pertanian terbentuk di setiap provinsi dan Puslitbangtan tinggal mengkoordinasikan tiga Balai Penelitian (padi di Sukamandi, kacang-kacangan dan umbi-umbian di Malang, dan jagung dan sereal lain di Maros) dan satu Loka Penelitian khusus untuk penyakit tungro di Lanrang (Sulsel). Terakhir, Balai Penelitian Tanaman Padi berubah menjadi Balai Besar meski tetap di bawah koordinasi Puslitbangtan.

Penandatanganan perjanjian kerja sama antara Badan Litbang Pertanian dengan IRRI dilangsungkan pada tahun 1978. Prioritas utama penelitian diberikan kepada evaluasi dan pemanfaatan plasma nutfah padi, penelitian dan pengembangan pola tanam berbasis padi, alat dan mesin pertanian, serta peningkatan kualitas SDM peneliti melalui pendidikan dan pelatihan. Selanjutnya naskah kerja sama ditandatangani pada tahun 1981, 1984, 1990, 1995, 1999, 2001, dan 2006 (IRRI 2001 dan 2008). Berbagai aspek bidang penelitian dan pembinaan tenaga tercakup dalam perjanjian itu dengan prioritas utama pada pengembangan plasma nutfah dan pengelolaan sumber daya genetik padi untuk berbagai ekosistem, perbaikan kualitas tanah, dan promosi teknologi.

Pada tahap awal, IRRI menempatkan sejumlah peneliti di Indonesia untuk membina dan bekerja sama dengan peneliti nasional. Sejalan dengan kembalinya peneliti Indonesia dari studi di dalam dan luar negeri, jumlah tenaga yang diperbantukan itu pun menyusut. Sejak tahun 1987, tidak ada lagi peneliti IRRI yang diperbantukan di Indonesia dan kerja sama lebih bernuansa kemitraan (IRRI 2001).

KEGIATAN DAN HASIL KERJA SAMA

Kegiatan kerja sama secara umum mencakup penelitian, pelatihan bergelar dan nongelar, serta pertemuan ilmiah dalam bentuk seminar, lokakarya, dan simposium. Dampak dari kegiatan kerja sama penelitian dapat dilihat dari peningkatan produksi padi nasional yang sebagian besar diperoleh melalui peningkatan hasil per satuan luas. Pelatihan bergelar dan nongelar pun telah berhasil meningkatkan kemampuan peneliti nasional dalam menyusun rencana dan program penelitian serta implementasinya dengan mengikuti kaidah ilmiah. Keikutsertaan peneliti nasional dalam berbagai pertemuan ilmiah yang diselenggarakan oleh IRRI telah meningkatkan wawasan dan kemampuan peneliti.

Pengamanan Bahan Genetik dan Varietas Unggul Populer

Dihasilkannya berbagai varietas unggul padi tidak dapat dipisahkan dari ketersediaan bahan genetik yang terkandung dalam varietas lokal/tradisional. Oleh karena itu, kekayaan genetik itu perlu diamankan serta diteliti manfaat dan keunggulannya untuk kemudian digunakan sebagai bahan persilangan lebih lanjut. Dari sini diharapkan dapat diperoleh varietas unggul dengan karakteristik yang diinginkan, seperti daya hasil tinggi, tahan terhadap hama dan penyakit tertentu, toleran cekaman lingkungan seperti banjir, salinitas, atau kekeringan serta mutu beras yang baik.

Sampai tahun 1999, Badan Litbang Pertanian melaporkan koleksi plasma nutfah yang mencapai 11.700 nomor varietas padi lokal. Koleksi ini terdiri atas 8.851 nomor padi sawah, 2.134 nomor padi gogo/padi ladang, dan 735 nomor padi rawa. Sebagian besar dari koleksi berupa tipe cere dan lainnya tipe bulu. Duplikat sebagian besar koleksi ini bisa ditemukan di *genebank* IRRI yang sampai saat ini menyimpan lebih dari 109.000 aksesori dari sekitar 130 negara di dunia.

Varietas lokal Peta yang berbatang kokoh telah terpilih sebagai salah satu tetua dalam persilangan oleh peneliti IRRI sehingga dihasilkannya varietas unggul IR8 yang dijuluki *the miracle rice* pada tahun 1960an. Selanjutnya telah terpilih pula sekitar 1.000 varietas lokal nasional dalam perakitan varietas tipe baru (*new plant type*) untuk mendapatkan varietas super yang berdaya hasil lebih tinggi.

Sampai tahun 2002, lebih dari 40 galur IRRI telah dilepas sebagai varietas unggul di Indonesia (Tabel 1). Beberapa di antaranya sangat populer pada eranya, sebelum digantikan oleh varietas populer berikutnya. IR8 dan IR5 populer sejak dilepas pada tahun 1967 sampai awal 1970an untuk kemudian digantikan oleh Pelita 1-1 yang selain berdaya hasil tinggi juga mempunyai rasa nasi enak. Varietas ini bertahan sampai pertengahan tahun 1970, karena kemudian hama wereng coklat menyerang tanaman padi secara luas.

Oleh karena itu, IR26 yang dikenal tahan terhadap wereng coklat segera diuji dan dikembangkan secara luas sehingga dapat menekan kerusakan yang ditimbulkannya. Meluasnya pertanaman IR26 menimbulkan biotipe baru dari wereng coklat yang disebut biotipe-2 yang pertama kali ditemukan di Sumatera Utara, Bali, dan Jawa Timur. Pada tahun 1976-77 luas serangan wereng coklat dan virus kerdil rumput dan kerdil hampa yang ditularkannya mencapai lebih dari 500 ribu ha. Hal ini mendorong pengujian varietas IR32 yang diikuti oleh IR36 dan IR38. IR36 yang berumur lebih genjah dari IR32 cepat populer di kalangan petani dan bertahan sampai akhir 1980an untuk kemudian digantikan oleh Cisadane. Meski berumur lebih panjang sekitar 3 minggu, Cisadane disenangi petani karena daya hasilnya tinggi dan rasa nasinya enak. Akan tetapi varietas ini pun kemudian menunjukkan kerentanan terhadap wereng coklat

Tabel 1. Galur IRRI yang dilepas di Indonesia (1967-2002).

Galur	Varietas	Tahun dilepas	Hasil (t/ha)
IR8-288-3-3	IR8	1967	5-8
IR47-2	IR5	1968	4-6
IR532-E576	IR20	1974	5
IR1541-102-7	IR26	1975	5
IR2061-214-3-8-2	IR28	1975	4
IR2153-159-1-4	IR30	1975	5
IR2061-213-2-17	IR34	1976	5
IR2070-747-6-3-2	IR32	1977	5
IRI2071-625-1-252	IR36	1978	5
IR2071-621-2	Asahan	1978	5
IR2070-423-2-5-6	IR38	1978	5
IR2071-586-5-6-3	IR42	1980	5
IR2307-247-2-2-3	Semeru	1980	5-6
IR9224-117-2-3-3-2	IR50	1981	5-8
IR5853-118-5	IR52	1981	5-8
IR5853-162-1-2-3	IR54	1981	5-8
IR2058-78-1-2-3	IR46	1983	5-8
IR13429-109-2-2-1	IR56	1983	5-8
IR13543-66	Kelara	1984	5-7
IR15529-253-2-2	Bahbolon	1985	6-8
IR5657-33-2-2-3	Citanduy	1985	6-8
IR4570-83-3-3	IR48	1986	5-8
IR18348-36-3-3	IR64	1986	5-8
IR21015-196-3-1-3	IR65	1986	5-8
IR4744-295-2-3	Tajum	1986	6-8
IR11141-6-1-4	Nagara	1986	3
IR11288-B-B-118-1	Tapus	1986	3
IR19743-46-2-3-3-2	Jangkok	1987	5-7
IR28128-45-3-3-2	Dodokan	1987	6-7
IR28228-12-3-1-1-2	IR70	1989	5-8
IR32307-107-3-2-2	IR66	1989	5-8
IR35366-90-3-2-1-2	IR72	1989	5-8
IR11288-B-B-69-1	Selilin	1991	4-6
IR19661-131-1-3-1-3	Barumun	1991	6-8
IR841-85-1-1-3	Bengawan Solo	1993	4-6
IR28224-3-2-3	IR68	1993	5-8
IR32453-203-2-2	IR74	1994	5-6
IR52952-B-B-3-3-2	Dendang	1999	5
IR59552-21-3-2-2	Kalimas	2000	6
IR59682-132-1-1-1-2	Tukad Balian	2000	5
IR 69726-116-1-3	Tukad Petanu	2000	5
IR68305-8-1	Tukad Unda	2000	5
IR31892-100-3-3-3-3	Celebes	2000	5
IR39357-71-1-1-2-2	Silugonggo	2001	4,5
IR58025A/BE827-35	Rokan (padi hibrida)	2002	6
IR58025A/IR53942	Maro (padi hibrida)	2002	6,4

dan digantikan oleh IR64 yang selain tahan wereng coklat juga tahan terhadap penyakit tungro. Sampai menjelang akhir tahun 2000an, IR64 masih populer di kalangan petani (Tabel 2). Dewasa ini varietas Ciherang yang merupakan keturunan IR64 mulai mengambil alih dominasi IR64 di berbagai sentra produksi padi, terutama di Jawa Barat.

Selain wereng coklat, penyakit virus tungro juga banyak menyerang pertanaman padi di tanah air. Pada awal tahun 1970an, ledakan penyakit ini merusak sekitar 100 ribu ha pertanaman padi di Sulawesi Selatan. Penyakit tungro kemudian menyebar ke daerah lain seperti Bali, Jawa Timur, Jawa Tengah, Nusatenggara Barat, dan hampir seluruh wilayah Indonesia. IR64 yang semula bereaksi tahan terhadap virus tungro ternyata kemudian bereaksi rentan di beberapa daerah. Kondisi ini mendorong pengujian lima galur IRRI yang tahan terhadap penyakit ini. Pada tahun 2000, galur-galur itu dilepas dengan nama Tukad Unda, Tukad Balian, Tukad Petanu, Kalimas, dan Bondoyudo. Pelepasan varietas ini secara nyata mengatasi kerusakan oleh virus tungro di Bali, Jawa Timur, dan Nusatenggara Barat.

Sejak akhir 1990an, penyakit hawar daun bakteri (HDB=*bacterial leaf blight*) yang disebabkan oleh *Xanthomonas oryzae* ditemukan menyerang pertanaman padi di beberapa daerah. Penyakit ini menimbulkan gejala layu atau disebut kressek, daun pucat, dan hawar daun. Akhir-akhir ini HDB semakin sering ditemukan di sentra produksi padi di Jawa maupun luar Jawa. Untuk mengatasi hal tersebut, kerja sama Badan Litbang Pertanian dan IRRI telah mengidentifikasi dua varietas tahan HDB yang kemudian dilepas pada tahun

Tabel 2. Areal tanam (x 000 ha) lima varietas padi paling populer di Indonesia, 1989-2005.

Tahun	IR36 (1977)	Cisadane (1980)	IR64 (1984)	IR42 (1980)	Ciherang (2000)
1989	1,916	2,293	3,564	408	-
1990	1,790	2,050	3,990	393	-
1991	880	945	2,747	414	-
1992	792	1,111	3,185	418	-
1993	754	1,182	3,230	355	-
1994	687	824	3,343	232	-
1995	613	709	3,411	172	-
1996	560	826	3,963	247	-
2001	tad	92	4,096	11	87
2002	tad	373	4,232	305	41
2005	tad	185	3,623	282	2,517

Angka dalam kurung adalah tahun varietas bersangkutan dilepas; tad=tidak ada data.

Cisadane dan Ciherang adalah varietas unggul nasional.

Ciherang merupakan hasil persilangan IR64 dan dua galur lain.

Sumber: Balai Besar Penelitian Tanaman Padi (2007, diolah).

2001 dengan nama Angke dan Code. Kedua varietas ini adalah hasil silang balik IR64 yang disisipi gen xa-5 dan Xa-7.

Sementara itu, upaya untuk mengatasi penyakit blas yang disebabkan oleh fungi *Pyricularia grisea* masih terus dilakukan, baik melalui pemuliaan konvensional maupun bioteknologi. Penyakit ini sangat sulit dikendalikan karena perubahan rasnya yang relatif cepat. Varietas tahan yang dihasilkan hanya bisa ditanam 1-2 musim tanam karena setelah itu tanaman berubah menjadi rentan. Selain itu, penyakit yang semula hanya ditemukan pada tanaman padi di lahan kering ini kini telah menyebar ke pertanaman padi di lahan rawa dan bahkan lahan sawah.

Padi hibrida yang memberikan kontribusi besar terhadap ketahanan pangan di Cina telah menarik perhatian berbagai negara untuk turut mengembangkannya. Padi hibrida dilaporkan mampu memberi hasil panen 15-20% lebih tinggi daripada varietas unggul yang berkembang saat ini. Setelah melalui pengujian oleh Badan Litbang Pertanian, dua padi hibrida IRRI telah dilepas dengan nama Maro dan Rokan pada tahun 2002. Akan tetapi, sebagaimana halnya dengan padi hibrida introduksi dari Cina, kedua varietas ini masih rentan terhadap hama penyakit utama seperti wereng coklat, tungro, dan HDB. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diarahkan untuk mendapatkan varietas padi hibrida yang berdaya hasil tinggi, tahan terhadap hama dan penyakit utama, serta mempunyai kualitas beras yang baik. Selain itu masih relatif rendahnya hasil benih hibrida (sekitar 1 t/ha) yang menyebabkan tingginya harga jual benihnya telah pula mendapat perhatian dalam kerja sama ini.

Varietas Toleran Cekaman Lingkungan dan Kaya Nutrisi

Perubahan iklim dewasa ini telah menyebabkan kondisi yang lebih panas, kering, dan adakalanya juga lebih basah. Kondisi ini menuntut karakteristik tertentu bagi varietas padi seperti toleran terhadap kondisi kekeringan, toleran terhadap rendaman akibat banjir, dan toleran terhadap suhu siang yang tinggi. Sementara itu air akan semakin mahal karena ketersediaannya makin terbatas, sedangkan kompetisi penggunaannya dengan industri dan rumah tangga juga semakin tinggi. Hal ini tentu saja menuntut penggunaan air yang lebih efisien untuk produksi padi.

Varietas toleran kekeringan. Kekeringan yang sering melanda padi gogo dan padi sawah tadah hujan juga sudah mulai menimpa padi sawah irigasi, terutama di wilayah bagian hilir (*tail*). Di beberapa daerah seperti NTB, Indramayu, dan Pati, petani mengembangkan sistem gogorancah untuk tanaman padi pertama dan sistem walik jerami untuk tanaman padi kedua. Padi gogorancah dilakukan dengan menanam benih langsung begitu hujan turun (*dry seeded*), sedangkan walikjerami merupakan tanam bibit langsung

tanpa pengolahan tanah setelah panen padi gogorancah. Dengan demikian tanaman diharapkan terhindar dari kekeringan.

Dua varietas padi berumur genjah, Dodokan dan Jangkok yang berumur sekitar 100 hari telah dilepas untuk membantu mengatasi hal ini. Akan tetapi pengembangannya dihadapkan kepada hasil yang kurang tinggi di samping rasa yang belum bisa mengalahkan IR64. Selain itu telah dilepas pula satu galur IRRI dengan nama Silugonggo yang telah terbukti toleran terhadap kekeringan di beberapa pengujian lahan sawah. Pada saat ini sedang diuji satu galur lagi, IR78581-12-3-2-2, yang berdasarkan pengujian oleh IRRI terbukti toleran kekeringan dan mutu berasnya lebih baik.

Varietas toleran rendaman dan salinitas. Diperkirakan sekitar 100 ribu ha lahan sawah tergenang oleh banjir setiap tahun. Pada tahun 2007, banjir bahkan dilaporkan merendam padi seluas 200 ribu ha. Dengan bantuan Pemerintah Jepang, saat ini sedang diuji lapang beberapa galur yang toleran rendaman seperti IR64 sub-1 dan Swarna sub-1. Berdasarkan pengujian di IRRI, kedua varietas ini dapat bertahan akibat rendaman sampai 17 hari. Pengujian itu juga membuktikan bahwa bila tidak terjadi genangan, varietas ini dapat tumbuh sebagaimana halnya IR64 dengan hasil panen yang setara.

Sementara itu beberapa galur yang toleran salinitas (kegaraman) juga sedang diuji di beberapa lokasi. Diharapkan galur ini nanti dapat dilepas untuk ditanam di daerah pantai yang terpengaruh langsung oleh air laut yang mengakibatkan salinitas.

Varietas kaya zat besi, seng, dan vitamin A. Beras merupakan bahan pangan pokok bagi lebih dari tiga milyar orang dan menjadi sumber utama karbohidrat dan protein bagi penduduk Asia. Sayangnya, beras miskin kandungan zat gizi mikro esensial yang diperlukan tubuh (Tabel 3). Penduduk miskin di negara sedang berkembang, yang mengandalkan diet makanannya pada beras dan tidak mampu menyediakan beragam makanan lainnya, banyak

Tabel 3. Komposisi gizi dan kontribusi beras putih, kepala, tidak diperkaya zat gizi (USDA nutrient database, 2001).

Zat gizi	Kandungan, $\mu\text{g/g}$ DW	% RDA (wanita hamil)
Besi	9	7
Seng	12,3	31
Vitamin C	0	0
Vitamin A	0	0
Vitamin E	1,3	2

Data persen RDA diperoleh dari *the Institute of Medicine/Food and Nutrition Board* (2001); konsumsi beras harian diperkirakan 200 g/dewasa.

DW = berat kering; RDA=anjuan asupan harian.

Sumber: www.goldenrice.org

yang menderita defisiensi zat gizi kompleks. Defisiensi zat besi, seng, dan vitamin A, misalnya, umum dijumpai di daerah yang mengkonsumsi beras. Defisiensi zat gizi tersebut antara lain menyebabkan penurunan produktivitas kerja, menurunnya kapasitas mental, pertumbuhan badan terhambat, kebutaan, dan tingginya tingkat kematian anak-anak (www.goldenrice.org).

Beberapa zat gizi penting hilang selama proses penyosohan. Tetapi beras yang tidak disosoh tidak tahan disimpan karena lapisan luar yang kaya akan lemak tidak tahan terhadap proses oksidasi yang membuat beras menjadi tengik dan tidak enak (www.goldenrice.org).

Pendekatan yang dapat dilakukan untuk memperbaiki defisiensi zat gizi mikro adalah dengan program suplementasi atau pendekatan berbasis bahan pangan. Program suplementasi walaupun efektif, tidak dapat dijamin keberlanjutannya tanpa keberlanjutan dana, dan tidak selalu mencapai sasaran individu yang paling membutuhkan. Pendekatan berbasis bahan pangan, perlu diupayakan, termasuk di antaranya fortifikasi yang umum terhadap bahan makanan (dalam prosesing) atau mengkonsumsi makanan padat gizi yang mungkin harus dilakukan melalui pemuliaan tanaman/pengelolaan tanaman (www.goldenrice.org).

Varietas padat gizi dapat diseleksi dari plasma nutfah yang sudah ada, atau dapat juga hasil pengembangan melalui modifikasi genetika. Pemulia menyebutnya biofortifikasi untuk genotipe yang dapat meningkatkan ketersediaan mineral atau vitamin esensial. Biofortifikasi ketika diterapkan pada tanaman pangan pokok seperti beras, pendekatannya dapat berkelanjutan dan ketersediaan teknologi dalam bentuk benih tidak terbatas (www.goldenrice.org).

Menurut Departemen Kesehatan (2004), secara umum sekitar 20% wanita, 50% wanita hamil, dan 3% pria kekurangan zat besi yang berhubungan langsung dengan anemia. Zat besi berfungsi sebagai pigmen pengangkut oksigen dalam darah sedangkan oksigen diperlukan untuk fungsi normal seluruh sel tubuh.

Prevalensi anemia pada balita tergolong tinggi karena makanannya tidak cukup banyak mengandung zat besi (Wahyuni 2004).

Prevalensi anemia pada ibu hamil dapat menimbulkan gangguan/hambatan pertumbuhan, baik sel tubuh maupun sel otak, mengalami keguguran, lahir sebelum waktunya, bobot bayi lahir rendah (BBLR), serta pendarahan sebelum dan pada waktu melahirkan. Anemia berat dapat menyebabkan kematian ibu dan bayi, pada anak dapat mengalami gangguan pertumbuhan, anak tidak dapat mencapai tinggi yang optimal dan kurang cerdas (<http://shantybio.transdigit.com>).

Zat Fe berperan sebagai pembentuk hemoglobin, yaitu protein pada sel darah merah yang bertugas mengantarkan oksigen dari paru-paru ke otak dan seluruh jaringan tubuh. Anemia dapat dideteksi dari kadar hemoglobin (Hb) di bawah 11 g/% yang membuat fungsi Hb sebagai pembawa oksigen ke dalam tubuh tidak berjalan baik (<http://www.infosehat.com>).

Seperti halnya zat besi, zat gizi mikro lain seperti seng merupakan zat gizi esensial yang sangat dibutuhkan tubuh, terutama untuk kekebalan tubuh. Penduduk Indonesia yang menderita defisiensi zat seng diperkirakan 8-45%. Defisiensi yang terjadi pada anak berdampak pada terganggunya pertumbuhan dan perkembangan tubuh, terhambatnya kedewasaan seksual, lambatnya proses penyembuhan luka, menurunnya daya kekebalan tubuh, gangguan neuropsikiatrikologi, dan kelainan pada kulit (www.suarakarya.online).

Beras yang merupakan bahan pangan pokok penduduk Indonesia merupakan pangan pembawa yang efektif untuk mengatasi masalah defisiensi zat besi dan seng. Suatu kajian pendahuluan yang dilakukan oleh IRRI terhadap sejumlah suster di Biara Katolik di Manila, Filipina, menunjukkan bahwa mengkonsumsi nasi dari beras yang kaya zat besi selama 9 bulan dapat meningkatkan kandungan zat besi dalam tubuh sebesar 10% (Indrasari *et al.* 2003).

Beberapa varietas padi yang sudah dilepas di Indonesia, baik hasil rekayasa BB Padi ataupun dari IRRI, sudah diketahui kandungan zat besi dan sengnya seperti yang tercantum pada Tabel 4.

BB Padi bekerja sama dengan *International Food Policy Research Institute* (IFPRI) dan IRRI serta BB Biogen telah mengidentifikasi plasma nutfah padi yang kaya zat besi dan seng untuk dapat dimanfaatkan lebih lanjut dalam perakitan varietas unggul dengan kandungan Fe dan Zn tinggi, antara lain genotipe IR71218-39-3-2 (kadar zat besi 18 ppm dan seng 37 ppm), IR65600-21-2-2-2 (18,3 ppm besi dan 33 ppm seng), dan IR66750-6-2-1 (17,7 ppm besi dan 40 ppm seng). Untuk menghasilkan padi kaya besi dan seng, selain melakukan persilangan genotipe tersebut dengan varietas Maligaya Special 13 (mengandung 21 ppm zat besi) asal Filipina yang diintroduksi dari IRRI, juga dilakukan melalui kultur anter. Genotipe AC153 memiliki beras pecah kulit yang mengandung 25 ppm zat besi.

Konsumsi beras menyumbang sekitar 25% terhadap total kecukupan besi yang dianjurkan. Sementara total kecukupan zat besi bagi wanita yang termasuk golongan rawan anemia adalah 26 mg/orang/hari. Bila rata-rata konsumsi beras 300 g/orang/hari, maka kandungan zat besi pada beras yang dikonsumsi hendaknya berkisar antara 21,7-26,0 ppm (Indrasari *et al.* 2003).

Tabel 4. Kadar besi dan seng beberapa varietas unggul padi di Indonesia, 2007.

Varietas	Tetua	Kadar besi (ppm)	Kadar seng (ppm)
Cimelati	Memberamo//IR66160/ Memberamo	16,2	23
Barumun	Ptb 33/*4 IR3043	15,0	29
Dendang	Osok/IR5657-33-2 (introduksi dari IRR1)	13,3	28
Limboto	Papah Aren/ IR36//Dogo	13,3	29
Cisadane	Pelita I-1/B2388	13,1	23
Lusi	IR38/Pelita I-1// IR4744/Pelita I-1	12,7	27
Memberamo	B6555b-199-40/ Barumun	12,7	24
Banyuasin	Cisadane/Kelara	12,5	24
Singkil	Lusi/B7136E-Mr-22-1-5 (Bengawan Solo)	12,0	21
Batanghari	Cisadane/IRR19661-131-1-3-1-3	11,6	20
Ciliwung	IR38//2*Pelita I-1-2/IR4744-128-4-1-2	11,5	24
Celebes	Tetep/IR2415-90-4-3-2// IR19661-131-1-2	11,4	29
Ciherang	IR18349-53-1-3-1-3/3*IR19661-131-3-1//4*IR64	11,4	23
IR64	IR5657/IR2061	11,4	21
Sintanur	Lusi/B7136E-Mr-22-1-5 (Bengawan Solo)	11,2	25
Towuti	S499B-28/ Carreon//2*IR64	11,2	22
Cisantana	IR64/IR54742-1-19-11-8	10,8	20
Tukad Unda	Balimau Putih/4* IR64	10,5	23
Indragiri	B6256-MR-3-5P/ Barumun/Rojolele/IR68	10,3	21

Sumber: BB Padi 2007.

Padi/beras emas. Saat ini diperkirakan 10 juta anak balita di Indonesia menderita defisiensi vitamin A yang menyebabkan terganggunya kesehatan mata, menurunnya kemampuan penglihatan, kebutaan, menurunnya kekebalan tubuh (akibat kurangnya vitamin A akan berdampak pada berkurangnya fungsi sel epitel yang bertugas meningkatkan status kekebalan atau daya tahan tubuh), dan kematian.

Beras emas merupakan salah satu contoh biofortifikasi yang mengandung provitamin A carotenoid β -carotene di dalam endosperma beras. Ketersediaan provitamin A dalam bahan pangan pokok seperti beras merupakan program suplementasi yang sederhana dan efektif, karena tersedia dimana-mana dan dengan sendirinya terus berlanjut. Kecukupan vitamin A yang ditetapkan untuk balita yaitu 350-460 Retino Ekuivalen per hari, setara dengan tiga butir telur atau 250 g bayam. Dengan mengkonsumsi beras emas ini diharapkan jumlah anak balita usia enam bulan hingga 5 tahun yang menderita kekurangan vitamin A di Indonesia jauh berkurang, karena melalui fortifikasi beras sebagai bahan pangan pokok yang dikonsumsi setiap hari, kebutuhan akan vitamin A dapat tercukupi.

Penelitian padi emas merupakan salah satu yang mendapat prioritas dari kerja sama penelitian Badan Litbang Pertanian dan IRR1 seperti yang tercantum

pada butir 4 Country Report dalam pertemuan CORRA, 3-5 September 2007 di Hanoi. Indonesia turut serta dalam pengembangan varietas beras emas, dan akan menyiapkan infrastruktur, personel, dan sistem diseminasinya.

Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT)

Kerja sama IRRI dengan beberapa negara, termasuk Indonesia, melalui Mega Project dengan topik *Reversing Trends of Declining Rice Productivity* dilatarbelakangi oleh gejala pelandaian, bahkan penurunan produktivitas padi sawah akibat 'lahan sakit'. Hasil penelitian selama beberapa musim menyimpulkan, bahwa:

1. Pelandaian/penurunan produktivitas yang terjadi pada padi sawah di areal intensifikasi relatif mudah dikoreksi.
2. Tindakan yang perlu diambil untuk meningkatkan kembali produktivitas lahan sakit itu adalah: (i) penggunaan bahan organik di samping pupuk anorganik, dan (ii) penerapan pengairan berselang (*intermittent irrigation*) untuk menciptakan kondisi reduktif dan oksidatif.
3. Pemupukan P dan K disesuaikan dengan dan kebutuhan tanaman dan hasil analisis tanah.
4. Perbaiki waktu pemupukan nitrogen sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Anjuran tersebut diuji di Kebun Percobaan Sukamandi untuk mengetahui jumlah bahan organik yang diperlukan, teknik irigasi yang efektif dan efisien, kebutuhan pupuk P dan K, dan penggunaan bagan warna daun (BWD=LCC=*leaf color chart*) untuk menentukan takaran pupuk urea yang tepat.

Kesimpulan dari pengujian komponen selama empat musim, adalah:

- (1) jumlah bahan organik (pupuk kandang) yang diperlukan 2,0 t/ha;
- (2) pengairan berselang (*intermittent irrigation*) adalah teknik irigasi yang paling efektif dan efisien;
- (3) pemupukan P dan K berdasar uji tanah dan penggunaan BWD meningkatkan efisiensi pemupukan;
- (4) benih berkualitas baik (bukan sekedar berlabel biru) dengan bibit berumur 2 minggu dapat meningkatkan produktivitas.

Penerapan komponen ini dengan varietas Way Apoburu dalam pengujian lima musim tanam mampu memberi kenaikan hasil 1-2 t/ha bila dibandingkan dengan teknologi anjuran umum (Fagi *et al.* 2003).

Merujuk kepada hasil kajian di atas serta berbagai program seperti Bimas/Inmas, Insus/Supra Insus/Opsus dikembangkanlah suatu pendekatan yang disebut Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT). Pada prinsipnya PTT adalah pendekatan dalam budi daya yang mengutamakan pengelolaan tanaman,

lahan, air, dan organisme pengganggu tanaman (OPT) secara terpadu. Dalam perkembangannya lebih lanjut, pendekatan PTT ditekankan kepada pemilihan kombinasi teknologi yang tersedia berdasarkan kondisi dan potensi setempat. Dengan demikian, berbeda dengan program sebelumnya yang menerapkan paket teknologi yang sama untuk kondisi yang beragam, PTT lebih menekankan kombinasi teknologi spesifik lokasi.

Pengujian di 28 kabupaten selama tahun 2002-2003 menunjukkan bahwa penerapan PTT di lahan sawah meningkatkan hasil panen rata-rata 19% dan meningkatkan pendapatan petani rata-rata 15%. Ini menjadi dasar bagi Departemen Pertanian untuk mengembangkan PTT dalam skala yang lebih luas. Pada tahun 2008 Departemen Pertanian akan menerapkan PTT yang dilengkapi dengan Sekolah Lapang (SL) PTT seluas 1,5 juta ha untuk mempercepat peningkatan produksi padi.

Penggunaan Pupuk secara Efisien

Di samping ketersediaan air irigasi dan varietas unggul, ketersediaan pupuk anorganik atau pupuk kimia juga telah memberikan kontribusi besar dalam program peningkatan produksi padi nasional. Ketiga unsur itu telah turut berperan dalam keberhasilan Indonesia dalam mencapai swasembada beras pada tahun 1984. Produksi padi meningkat tiga kali lipat, dari 18 juta t pada tahun 1969 menjadi 54 juta t pada tahun 2005. Hasil gabah per ha naik dua kali lipat dari 2,26 t menjadi 4,57 t/ha pada periode yang sama, sementara kebutuhan pupuk meningkat lebih dari delapan kali lipat dari 635 ribu t pada tahun 1975 menjadi 5,7 juta t pada tahun 2005 (APPI 2007).

Varietas unggul padi umumnya sangat tanggap terhadap pemakaian pupuk, terutama pupuk nitrogen (N). Oleh karena itu, untuk mendapatkan hasil yang tinggi, tidak jarang petani menggunakan pupuk, terutama pupuk N, secara berlebihan. Selain tidak efisien, hal ini dapat menyebabkan tanaman mudah roboh dan lebih rentan terhadap hama dan penyakit serta mengganggu kelestarian lingkungan.

Kecenderungan pelandaian produksi padi sejak dua dekade yang lalu mencerminkan penurunan efisiensi penggunaan pupuk. Selain itu, pemakaian pupuk secara tidak tepat berdampak negatif terhadap keseimbangan hara dalam tanah yang disebut 'lahan sakit'. Sehubungan dengan strategi pembangunan pertanian yang berlandaskan sumber daya dan lingkungan, maka diperlukan pengembangan teknologi spesifik lokasi, terutama yang berkaitan dengan pemupukan.

Secara teknis, kebutuhan hara tanaman dan efisiensi pemupukan dipengaruhi oleh dua faktor yang saling berkaitan: (1) ketersediaan hara dalam

tanah, termasuk pasokan dari air irigasi dan sumber lain, dan (2) kebutuhan hara oleh tanaman. Oleh karena itu, rekomendasi pemupukan harus spesifik lokasi dan spesifik varietas.

Bekerja sama dengan berbagai lembaga penelitian nasional dan internasional, terutama IRRI, Badan Litbang Pertanian telah mengembangkan beberapa cara dan piranti untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk N, P, dan K padi sawah. Antara lain adalah penggunaan bagan warna daun (BWD=LCC=leaf color chart) untuk pupuk N, petak omisi atau minus satu unsur hara, perangkat uji tanah sawah (PUTS=*soil test kit*) untuk pupuk P dan K.

Berikut adalah rekomendasi pemupukan spesifik lokasi berdasarkan hasil kajian kerja sama di atas:

Pada stadia awal pertumbuhan (0-14 HST):

1. Tetapkan target hasil yang ingin dicapai berdasarkan pengalaman setempat sebelumnya (5-8 t/ha).
2. Pilih takaran pupuk yang sesuai dengan tingkat hasil berdasarkan tabel berikut.
3. Sesuaikan pemakaian pupuk P, K, dan S berdasarkan pengalaman setempat sebelumnya dan cermati apakah jerami dikembalikan ke sawah atau tidak.

Pupuk (0-14 HST)	Target lokasi	Aplikasi (kg/ha)			
		Tingkat hasil			
		~5 t/ ha	~6 t/ ha	~7 t/ ha	~8 t/ ha
N (Urea)	Semua lokasi	20-25 (45-55)	25-30 (55-65)	30-40 (65-90)	40-50 (90-110)
P ₂ O ₅ (SP36)	Dalam 5 musim terakhir, lahan sawah mendapat pemupukan >30 kg/ha	20-25 (60-70)	25-30 (70-85)	30-35 (85-100)	35-40 (100-110)
P ₂ O ₅ (SP36)	Dalam 5 musim terakhir, lahan sawah mendapat pemupukan <30 kg/ha	25-35 (70-100)	30-40 (85-110)	40-50 (110-140)	40-56 (140-165)
K ₂ O (KCl)	Jerami tidak dikembalikan atau jerami dikembalikan tapi suplai K tanah relatif rendah	20-30 (30-50)	30 (50)	30-40 (50-65)	30-40 (50-65)
K ₂ O (KCl)	Jerami dikembalikan dan suplai K tanah relatif tinggi	0	10 (15-20)	15-25 (25-40)	20-30 (30-50)
ZA	Di lokasi kahat sulfur (S)	75	100	100	100-125

Pemupukan N Susulan

Ada dua pilihan untuk pemupukan N susulan yaitu berdasarkan (1) stadia pertumbuhan dan (2) kebutuhan riil tanaman.

Pilihan 1. Berdasarkan stadia pertumbuhan. Bandingkan warna daun padi dengan skala BWD pada saat anakan aktif (sekitar 20 HST) dan fase primordia (sekitar 35 HST). Beri pupuk urea sebagaimana ditunjukkan dalam tabel berikut.

Nilai pembacaan BWD sesaat sebelum pemupukan	Respon pupuk N			
	rendah	sedang	tinggi	sangat tinggi
	tingkat hasil			
	≈5 t/ha	≈6 t/ha	≈7 t/ha	8 t/ha
aplikasi urea (kg/ha)				
≤3	75	100	125	150
3,5	50	75	100	125
≥4	0	0-50	50	50

Pilihan 2. Bandingkan warna daun dengan skala BWD selang 7-10 hari, mulai 21-28 HST sampai 50 HST. Berikan pupuk N apabila warna daun di bawah nilai kritis seperti ditunjukkan dalam tabel berikut.

Nilai pembacaan BWD sesaat sebelum pemupukan	Tingkat hasil			
	≈5 t/ha	≈6 t/ha	≈7 t/ha	8 t/ha
aplikasi urea (kg/ha)				
<4	50	75	100	125

Pemupukan K Susulan

Di lokasi yang kebutuhan akan hara K tergolong tinggi, pemupukan K susulan biasanya diperlukan. Untuk itu petani perlu didorong untuk menguji sendiri dalam petakan kecil di sawahnya dan membandingkan hasilnya dengan petakan sekitar yang tidak diberi pupuk K. Beberapa faktor seperti pengembalian jerami dan kapasitas suplai hara K menjadi bahan pertimbangan takaran pupuk K susulan yang perlu diberikan sesuai dengan target hasil (lihat tabel berikut).

Pembacaan BWD sesaat sebelum pemupukan	Tingkat hasil			
	»5 t/ha	»6 t/ha	»7 t/ha	8 t/ha)
	aplikasi pupuk K (kg/ha)			
Jerami tidak dikembalikan dan beberapa musim terakhir tidak dipupuk K	5-15 (10-25)	15-25 (25-40)	25-35 (40-60)	40-50 (65-80)
Jerami dikembalikan dan kapasitas suplai hara K relatif rendah	0	0	0-20 (0-35)	15-35 (25-60)

Angka dalam kurung adalah KCl dalam kg/ha.

Bank Informasi Teknologi Pertanian (BITP=Rice Knowledge Bank=RKB)

Kemajuan teknologi informasi dewasa ini telah memungkinkan masyarakat luas untuk mengakses informasi melalui berbagai media. Salah satu di antaranya adalah melalui komputer dengan fasilitas internet. Berkaitan dengan itu, IRRI telah mengembangkan *Rice Knowledge Bank* (RKB) yang dapat diakses melalui www.knowledgebank.irri.org. RKB yang diluncurkan oleh IRRI sejak tahun 2002 mendapat sambutan tinggi dari berbagai pihak, terutama peneliti/pengkaji dan penyuluh pertanian. Mengingat keterbatasan akses internet, IRRI juga menyediakan RKB dalam bentuk CDROM yang dimutakhirkan secara berkala. Informasi dalam bahasa nasional tertentu, termasuk Indonesia, dapat diperoleh dalam RKB ini dengan mengklik situs negara bersangkutan. Menteri Pertanian RI telah menginstruksikan agar CDROM sejenis dibagikan kepada setiap penyuluh lapangan. Bekerjasama dengan Badan Litbang Pertanian, IRRI mengembangkan versi bahasa Indonesia yang disebut Bank Informasi Teknologi Padi (BITP). Sekitar 1000 keping BITP telah disebarluaskan melalui BPTP untuk selanjutnya disalurkan kepada BPP di wilayah masing-masing. Informasi yang tersedia dalam BITP diharapkan terus dimutakhirkan sesuai dengan perkembangan IPTEK.



Bank Informasi Teknologi Padi

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian



English Home

Informasi yang terdapat di dalam situs ini dipilih dan diperbarui/direvisi sesuai dengan kebutuhan di dalam negeri. Pada umumnya informasi ini sudah melalui persetujuan peneliti bersangkutan sesuai dengan keahliannya.

	<ul style="list-style-type: none"> • Varietas unggul padi (sawah, pasang surut/rawa, hibrida, danogo/ladang) yang dilepas sejak 1943-2007 (73kb PDF format) <small>UNIONED</small> • Pemilihan varietas spesifik lokasi (19kb PDF format) <small>HC4</small> • Penggunaan Benih bermutu (41kb PDF format) <small>HC4</small> • Varietas yang paling luas ditanam tahun 2005 (17kb PDF format) <small>NW</small>
	<ul style="list-style-type: none"> • Padi Hibrida (Hybrid Rice, 25kb PDF format) • Padi Organik (Organic Rice, 31kb PDF format) • Padi kaya besi (Fe) dan seng (Zn) (27kb PDF format) • Padi Emas (Golden Rice, 61kb PDF format) <small>UNIONED</small>
	<p>Tanam benih secara langsung (Tabel) atau tanam hambur (57kb PDF format) <small>HC4</small></p>
	<p>Masalah Lapangan: hama, penyakit, hama pada padi (Field problems of rice, 942kb PDF format) <small>UNIONED</small> Buku panduan ini sebagian disadur dari Rice Knowledge Bank version 2.2 (CD), created on 05 May 2003 (IRRI)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Petunjuk lapang pengelolaan tanaman terpadu (PTT) (Field Guidance on Integrated Crop and Resource Management (ICM), 1.068kb PDF format) • Petunjuk teknis lapang pengelolaan tanaman terpadu padi sawah irigasi (5.885kb PDF format) <small>HC4</small> • Tanya jawab PTT (2.956kb PDF format) <small>NW</small>
	<ul style="list-style-type: none"> • Pengelolaan Hara Tanaman (Nutrient Management) • Pengelolaan Hara Spesifik Lokasi (Site Specific Nutrient Management, 68kb PDF format) • Kajian Kebutuhan Pupuk NPK pada Padi Sawah melalui Petak Omisi (Assessing NPK requirement in lowland rice using Omision Plots, 341kb PDF File) • Pemupukan padi sawah Berdasarkan Target Hasil Panen (731kb PDF format) • Bagan Warna Daun Menghemat Penggunaan Pupuk N (Leaf Color Chart, 458kb PDF format)
	<p>Perangkat Uji Tanah Sawah:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Petunjuk penggunaan perangkat uji tanah sawah (Paddy Soil Test Kit, 92kb PDF format) • Pemupukan berimbang dengan perangkat uji tanah sawah V.01 (Paddy Soil Test Kit, 66kb PDF format)

	Bahan Organik dan Pupuk Kandang (<i>Organic Materials and Manure</i> , 81kb PDF format)
	Hama dan penyakit utama pada padi sawah: <ul style="list-style-type: none"> • Tikus (<i>Rat</i>, 47kb PDF Format) • Penggerek Batang (<i>Stemborer</i>, 40kb PDF format) • Keong Mas (<i>Golden Apple Snails</i>, 41kb PDF format) • Wereng Coklat (<i>Brown Planthopper</i> (BPH), 35kb PDF format) • Tungro (37kb PDF format) • Haver Bakteri (<i>Bacterial Blight</i>, 29kb PDF format)
	Penanganan Pasca Panen: <ul style="list-style-type: none"> • Penyimpanan Gabah/Benih dengan Karung-Super IRRi (<i>IRRI Super Bag</i>, 47kb PDF format) • Penyimpanan Benih/Gabah Sistem Tutup Kedap Udara (<i>Hemetic</i>, 61kb PDF format) • Alat Pencukur Kualitas Padi dari IRRi (178kb PDF format)

- [Pertumbuhan Dan Morfologi Tanaman Padi](#) (*Growth and Morphology of Rice Plant*)
- [Strategi Penelitian Berdampak Tinggi: Beberapa Prinsip Perencanaan dan Penyampaian Hasil Penelitian secara Efektif](#) (*High-impact strategy: useful principles and practices for the effective delivery of research products*, 37.8kb PDF format)
- [Penelitian dengan Partisipasi Petani/ Farmer Participatory Research \(FPR\)](#)
- [Teknologi: Pertimbangan ekonomi dan pertimbangan lainnya](#) (*Technology: Economic and other considerations*, 34.7kb PDF format)
- [Daftar untuk Memperoleh Dampak](#) (*Creating Impact Checklist*, 86.8kb PDF format)
- [Demonstrasi Lapangan](#) (*Field Demonstrations*, 24kb PDF format)
- [Domain untuk Menguji atau Meningkatkan Skala Opsi Teknologi](#) (*Domains for Testing or Upscaling Technology Options*, 35.8kb PDF format)
- [Peninguan Lapangan](#) (*Farm Walk*, 40.5kb PDF format)
- [Mengajar secara Efektif](#) (*Teaching Effectively*, 35kb PDF format)
- [Memfasilitasi Kelompok](#) (*Facilitating Groups*, 36kb PDF format)
- [Membangun Konsensus](#) (*Building Consensus*, 19kb PDF format)
- [Presentasi yang Efektif](#) (*Effective Presentation*, 32kb PDF format)
- [Panduan untuk Pembuatan Presentasi PowerPoint](#) (*Powerpoint Presentations*, 26.2kb PDF format)
- [Formulir evaluasi untuk presenter](#) (*Evaluation Form for Presenter*, 44kb PDF format)
- [Tulisan Persuasif: Mampukah Anda Meyakinkan Orang?](#) (*Persuasive writing*, 33 kb PDF format)
- [Tsunami dan Padi](#) (*Tsunamis and Rice*)

Tabel 5. Jumlah peserta pelatihan bergelar dan nongelar dari Indonesia yang diselenggarakan/disponsori oleh IRRI, 1963-2007.

Jenis pelatihan	Jumlah peserta
Ph D	36
MS	38
Non-gelar/magang	113
Regular jangka pendek	1.278
Total	1.465

Pelatihan

IRRI telah dikenal luas akan kualitas penelitian dan pelatihannya dalam bidang perpadian. Antara tahun 1963 sampai 2007, lebih dari seribu peneliti, penyuluh, dan aparat pertanian lainnya telah mendapat pelatihan nongelar yang diselenggarakan oleh IRRI. Sebagian besar pelatihan tersebut diselenggarakan di markas IRRI di Los Banos, Filipina, dan sebagian lainnya di negara lain termasuk Indonesia. Selain itu, 36 orang mendapat gelar PhD dan 38 orang Magister melalui studi yang disponsori oleh IRRI (Table 5).

Alumni IRRI telah menyebar di berbagai lembaga yang berkaitan dengan penelitian, pendidikan, penyuluhan, dan pelayanan publik.

REFERENSI

- Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia (APPI). 2007. Pemakaian pupuk urea - ZA/AS-TSP/SP36-NPK untuk bidang pertanian. <http://www.appi.or.id/statistic>.
- Baharsjah, S. 1995. Challenges and opportunity for sustaining rice self-sufficiency in Indonesia. Keynote address on Indonesia-IRRI Research Dialogue, Yogyakarta, Indonesia.
- Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. 2007. (komunikasi pribadi-data unpublished).
- Country Report: Indonesia. CORRA, 11th Annual Meeting, September 3-5, 2007, Hanoi, Vietnam.
- Departemen Kesehatan Indonesia (www.depkes.go.id). 2004 Satu dari dua orang Indonesia menderita anemia.

- Djunainah *et al.* (kompilator). 1993. Deskripsi varietas unggul padi 1943-1992. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Dep. Pertanian. 123p.
- Fagi, A.M., I. Las, M. Syam, A.K. Makarim, and A. Hasanudin. 2003. Penelitian padi: menuju revolusi hijau lestari. Balai Penelitian Tanaman Padi. Sukamandi.
- Fagi, A. M. and Mamaril, C. P. 1995. Historical background of future AARD-IRRI research collaboration. Paper presented at AARD-IRRI dialogue. Yogyakarta, 28-29 August, 1995.
- Golden Rice. IRRI rice facts. www.cerealknowledgebank.org.
- <http://shantybio.transdigit.com/> Faktor-faktor yang berhubungan dengan rendahnya cakupan Fe ibu hamil di Kabupaten Bengkulu Selatan Provinsi Bengkulu 2003.
- <http://spiritia.or.id/li/bacali.php>. Apa itu anemia.
- <http://www.info.sehat.com/> pentingnya memahami anemia.
- Indrasari, S.D., I. Hanarida, and A.A. Daradjat. 2003. Indonesian Final Report Year II, breeding for iron dense rice: a low cost, sustainable approach to reducing anemia in Asia. International Food Policy Research Institute (IFPRI) and Indonesian Center for Food Crops Research and Development (ICFORD) nutrition aspect) (unpublished).
- International Rice Research Institute. 2001. Indonesia-IRRI cooperation: impact and challenges ahead. IRRI, Los Banos, Philippines.
- International Rice Research Institute. 2008. Teknologi dan pemanasan global: kerja sama Indonesia-IRRI. IRRI. 26p.
- Sunihardi dan Hermanto (kompilator). 2000. Deskripsi varietas unggul padi dan palawija 1999-2000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 40p.
- Sujitno, T. 2004. Varietas unggul tanaman pangan. PT Duta Karya Swasta. 162p.
- Suprihatno, B. *et al.* (kompilator). 2007. Deskripsi varietas padi. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Badan Litbang Pertanian. 80p.
- Susanto, U. 2003. Perkembangan pemuliaan padi sawah di Indonesia. Jurnal Litbang Pertanian 22(3):125-128.
- Wahyuni, A.S. 2004. Anemia defisiensi besi pada balita. Bagian Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran USU. <http://library.usu.ac.id/download/fk/fk-arlinda%20sari2.pdf>.
- Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Vol. 28, No. 6. 2006.

www.goldenrice.org/content2_how/how6_mn.html. (health and micro-nutrients)

www.agribioworld.org/biotech-info/topics/goldenrice/improving-goldenrice.html. (Improving the nutritional value of golden rice through increased pro-vitamin A content, 27 March 2005).

www.republika.co.id.htm (Republika online). Masyarakat tak menyadari rentan anemia. Selasa, 27 Juli 2004.

www.suarakarya-online.com/nesw.html. Defisiensi seng dapat ditanggungi dengan empat cara. Rabu, 16 Mei 2007.

www.gizi.net. Jum'at, 16 September, 2005. Kelaparan tersembunyi masih dialami 50% penduduk Indonesia.

www.beritaiptek.com/fortifikasi garam dengan zat besi, strategi praktis, dan efektif menanggulangi anemia gizi besi. Selasa, 19 September 2006.

Strategi Implementasi Prima Tani Mendukung Ketahanan Pangan Nasional

Muhrizal Sarwani¹, A. Abdurachman², A. Hasanuddin³, dan B. Risdiono⁴

¹Balai Besar Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian

²Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian

³Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan

⁴Balai Penelitian Ternak

ABSTRAK

Ketahanan pangan pada dasarnya adalah terpenuhinya konsumsi pangan rumah tangga secara memadai, baik dari segi pasokan, kualitas maupun aksesibilitas. Upaya peningkatan pasokan dan kualitas pangan rumah tangga tani dapat ditempuh melalui adopsi inovasi pertanian secara baik. Prima Tani merupakan terobosan dari Departemen Pertanian dalam upaya percepatan adopsi inovasi teknologi pertanian ke petani dalam mendukung ketahanan pangan secara berkelanjutan. Paling tidak terdapat empat strategi untuk memperkuat peranan Prima Tani dalam mendukung ketahanan pangan secara berkelanjutan, yaitu: (i) replikasi lokasi Prima Tani, (ii) akselerasi diseminasi dan adopsi inovasi pertanian, (iii) percepatan pelaksanaan Prima Tani di lapangan, dan (iv) bersinergi dengan program-program peningkatan produksi pangan.

Kekhawatiran akan kekurangan pangan sudah terasa sejak akhir abad XVIII, seperti dikemukakan oleh Thomas Malthus (1798) bahwa “bumi tidak dapat lagi menyediakan pangan yang cukup bagi penghuninya, karena telah melewati batas *carrying capacity*”. Ternyata tidak sepenuhnya terbukti, karena laju kebutuhan pangan dapat diimbangi oleh kemajuan inovasi teknologi, termasuk di bidang pertanian.

Dengan sumber daya yang terbatas dan tatanan pasar yang sangat kompetitif, salah satu sumber pertumbuhan agribisnis yang paling dapat diandalkan adalah melalui inovasi pertanian. Inovasi pertanian sangat diperlukan untuk meningkatkan kapasitas produksi dan produktivitas, meningkatkan daya saing dalam upaya meningkatkan ketahanan pangan dan kesejahteraan masyarakat. Inovasi pertanian selain meningkatkan kapasitas produksi juga diperlukan dalam pengembangan produk (*product development*) untuk meningkatkan nilai tambah, diversifikasi produk, dan transformasi produk sesuai dengan preferensi konsumen. Dengan demikian, inovasi pertanian mempunyai peran yang sangat vital untuk mendukung pengembangan sistem dan usaha agribisnis yang dinamis, efisien, dan berdaya saing tinggi dalam mendukung ketahanan pangan, baik di tingkat lokal maupun nasional.

Secara konseptual, ketahanan pangan diartikan sebagai kondisi terpenuhinya kebutuhan pangan setiap rumah tangga yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutu, aman, merata dan terjangkau (UU No. 7 tahun 1996 tentang pangan). Kondisi ideal tersebut tidak mudah dicapai, karena penduduk yang terus bertambah lebih dari 3 juta jiwa per tahun tidak diimbangi oleh peningkatan produksi pangan, terutama beras yang merupakan pangan pokok.

Laju peningkatan produksi pangan (beras, jagung, dan kedelai) relatif lambat karena berbagai kendala yang tidak mudah diatasi, antara lain: (a) pesatnya konversi lahan pertanian ke nonpertanian, sementara penambahan luas baku lahan pertanian terutama sawah, sangat lambat; (b) meningkatnya persaingan penggunaan air oleh berbagai sektor, terutama di Jawa, yang merupakan penghasil utama padi nasional; dan (c) lambatnya adopsi teknologi pertanian oleh petani.

Permasalahan pertama dan kedua, yaitu konversi lahan pertanian dan persaingan penggunaan air, merupakan masalah nasional yang cukup pelik, dan harus dipecahkan secara komprehensif oleh berbagai sektor, karena tidak hanya menyangkut kepentingan sektor pertanian. Kendala ketiga yaitu lambatnya adopsi inovasi pertanian, walaupun terkait dengan sektor-sektor lain namun yang paling bertanggung jawab untuk mengatasinya adalah Departemen Pertanian. Salah satu program pemerintah yang sekarang sedang berjalan dan diperkirakan mampu mengatasi permasalahan adopsi teknologi adalah Prima Tani.

Prima Tani merupakan program rintisan dan akselerasi pemasyarakatan inovasi pertanian. Tujuan utamanya, selain mempercepat adopsi teknologi dan mempelajari umpan baliknya, adalah meningkatkan pendapatan petani dalam upaya peningkatan aksesibilitas/daya beli masyarakat terhadap pangan, keberlanjutan sistem pertanian, dan pelestarian lingkungan. Prima Tani diimplementasikan di berbagai agroekosistem, termasuk lahan sawah intensif, semi intensif, lahan rawa, dan lahan kering dataran rendah, yang memproduksi bahan pangan.

Apabila dikaitkan dengan revitalisasi pertanian yang merupakan salah satu komitmen dan program Kabinet Indonesia Bersatu, kegiatan Prima Tani berimpit dengan fokus revitalisasi pertanian, yang termasuk kategori produk yang berfungsi dan berperan antara lain dalam membangun ketahanan pangan, terkait dengan aspek pasokan produk, pendapatan, keterjangkauan, dan kemandirian pangan (Departemen Pertanian 2005). Oleh karena itu, Prima Tani tidak berdiri sendiri tetapi merupakan suatu operasionalisasi antarsubsektor dari program Departemen Pertanian. Secara garis besar, program Departemen Pertanian dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu (1) program ketahanan pangan, (2) program pengembangan agribisnis (peningkatan daya saing), dan

(3) program peningkatan kesejahteraan masyarakat (Departemen Pertanian 2006).

Makalah ini membahas peluang dan strategi implementasi Prima Tani dalam meningkatkan produksi bahan pangan, dalam mendukung ketahanan pangan nasional.

PEMENUHAN PANGAN: SWASEMBADA VS KEMANDIRIAN PANGAN

Pemenuhan pangan dalam arti luas sebenarnya tidak hanya sebatas tersedianya beras dalam jumlah yang memadai. Namun, fenomena di Indonesia menunjukkan bahwa sebagian besar masyarakat masih mengandalkan beras sebagai pangan utama keluarga. Sepanjang pola makan masyarakat belum berubah, pemerintah dituntut untuk senantiasa memprioritaskan pengadaan beras dalam jumlah yang cukup dan dengan harga terjangkau. Oleh karena itu, beras menjadi komponen utama dalam sistem ketahanan pangan nasional (*food security*) dan stabilitas keamanan nasional (*national stability*). Di lain pihak, upaya peningkatan produksi padi menghadapi tantangan yang makin berat, baik teknis maupun nonteknis. Mengandalkan beras impor untuk memenuhi defisit antara produksi dan konsumsi bukan merupakan pilihan yang bijaksana, mengingat makin tipisnya cadangan beras di pasar internasional dan terbatasnya devisa yang dimiliki pemerintah.

Inti persoalan dalam mewujudkan ketahanan pangan terkait dengan laju permintaan pangan yang lebih cepat dari penyediaannya. Permintaan meningkat sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk, pertumbuhan ekonomi, peningkatan daya beli masyarakat, dan perubahan selera. Dinamika dari sisi permintaan menyebabkan kebutuhan pangan secara nasional meningkat dalam jumlah, mutu, dan keragaman. Sementara itu, pertumbuhan produksi pangan nasional lambat atau bahkan stagnan, karena adanya kompetisi pemanfaatan dan penurunan kualitas sumber daya alam. Apabila persoalan ini tidak dapat diatasi, maka volume impor pangan akan membesar. Pada tingkat tertentu, ketergantungan terhadap pangan impor akan membahayakan kedaulatan negara.

Ketahanan pangan diwujudkan oleh hasil kerja suatu sistem ekonomi pangan yang terdiri atas subsistem penyediaan, distribusi, dan konsumsi yang saling berinteraksi secara berkesinambungan. Pembangunan subsistem penyediaan mencakup pengaturan kestabilan dan kesinambungan penyediaan pangan, baik yang berasal dari produksi dalam negeri, cadangan, maupun impor. Pembangunan subsistem distribusi mencakup pengaturan untuk menjamin aksesibilitas penduduk secara fisik dan ekonomi terhadap pangan

antarwilayah dan antarwaktu, serta stabilitas harga pangan. Pembangunan subsistem konsumsi mencakup pengelolaan pangan di tingkat daerah maupun rumah tangga, untuk menjamin setiap individu memperoleh pangan dalam jumlah, mutu gizi, keamanan, keragaman, dan keterjangkauan, sesuai kebutuhan dan pilihannya.

Akhir-akhir ini istilah kemandirian pangan menjadi populer karena membangkitkan nasionalisme, sehingga dapat dijadikan alternatif yang lebih sesuai bagi konsep ketahanan pangan yang ada. Kemandirian pangan mengandung arti kebutuhan pangan nasional harus dipenuhi secara mandiri dengan memberdayakan modal manusia, modal sosial dan ekonomi yang dimiliki petani Indonesia, yang pada gilirannya berdampak terhadap peningkatan kehidupan sosial dan ekonomi petani dan masyarakat lainnya. Dalam operasionalisasinya, konsep mandiri diskenariokan sebagai kondisi di mana kebutuhan pangan nasional minimal 90% dipenuhi dari produksi dalam negeri. Dengan pengertian tersebut, konsep kemandirian pangan sebenarnya tidak lebih merupakan salah satu varian dari konsep swasembada pangan, yaitu swasembada absolut dan swasembada *on trend*. Swasembada absolut yaitu seluruh (100%) kebutuhan pangan dipenuhi dari produksi dalam negeri. Pada swasembada *on trend*, dalam beberapa tahun tertentu adakalanya mengimpor pangan, tetapi pada tahun lainnya mengeksport, sehingga rata-rata dalam jangka menengah tetap memenuhi swasembada.

Dalam rangka ketahanan pangan, Indonesia telah menerapkan kebijakan pangan absolut, khususnya untuk beras sampai awal tahun 1990, dan menganut swasembada *on trend* sesudahnya. Untuk memantapkan ketahanan pangan ke depan, konsep kemandirian pangan dapat dijadikan acuan dengan definisi: “pemuhan kebutuhan pangan nasional yang bertumpu seoptimal mungkin pada kemampuan sumber daya domestik, yang dapat meningkatkan kesejahteraan konsumen dan/atau melindungi produsen, khususnya usaha skala kecil”. Dengan demikian, perdagangan internasional pangan harus dikelola sebesar-besarnya untuk mewujudkan ketahanan pangan nasional.

Sebagai contoh, tarif bea masuk rendah dapat dikenakan bagi komoditas pangan yang tidak mempunyai keunggulan kompetitif, sehingga dapat memperbaiki kualitas dan keragaman pola konsumsi masyarakat. Namun, untuk komoditas pangan yang mempunyai keunggulan kompetitif dan basis sumber pendapatan masyarakat banyak, proteksi melalui tingkat tarif yang signifikan diperlukan. Angka kemandirian pangan 90% dapat dijadikan acuan bagi pemenuhan pangan secara agregat atau dalam arti luas. Angka kemandirian dapat dipenuhi melalui agregasi keragaan masing-masing kelompok komoditas yang dibedakan berdasarkan kriteria kepentingan strategis.

Dalam tataran praktis, berbagai kegiatan yang dilakukan oleh Departemen Pertanian diarahkan untuk selalu sejalan dengan semangat revitalisasi

pertanian. Beberapa bentuk operasionalisasi revitalisasi pertanian antara lain adalah penyusunan arahan bagi pengembangan agribisnis komoditas unggulan yang mengacu pada *road map* 17 komoditas dan empat bidang masalah. Melalui upaya ini diharapkan dapat dirumuskan secara lebih sistematis upaya yang diperlukan dalam pengembangan berbagai komoditas unggulan di Indonesia. Upaya ini tidak hanya memotret kondisi kekinian dari berbagai komoditi yang ada, namun juga mencoba melihat prospek pengembangan ke depan dan berbagai kendala yang ada. Penyusunan *road map* komoditas unggulan ini diharapkan dapat membantu berbagai pihak terkait untuk saling bersinergi dalam pengembangan komoditas tersebut ke depan.

Terkait dengan pengembangan agribisnis komoditas unggulan, pemerintah telah mencanangkan beberapa target dalam pencapaian swasembada komoditas pangan utama, yaitu (a) padi/beras: berkelanjutan sejak tahun 2004, (b) jagung pada tahun 2007, (c) kedelai pada tahun 2015, (d) gula pada tahun 2009, dan (e) daging sapi pada tahun 2010.

Bersamaan dengan upaya tersebut, Departemen Pertanian juga mengupayakan pengembangan komoditas lainnya melalui promosi ekspor atau substitusi impor, terutama untuk komoditas:

- a. Perkebunan: kelapa sawit, kakao, karet, kelapa, lada
- b. Hortikultura: pisang, jeruk, bawang merah, mangga, anggrek
- c. Peternakan: unggas, sapi, kambing/domba

PERANAN PRIMA TANI DALAM Mendukung KETAHANAN PANGAN

Mengingat pelayanan teknologi tepat guna sangat vital bagi peningkatan produktivitas, dan efisiensi, perbaikan mutu, dan peningkatan nilai tambah pertanian, maka peranan lembaga penelitian nasional dan daerah seperti Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) beserta lembaga mitra kerjanya sangat vital dalam meningkatkan kinerja sektor pertanian. Kinerja pelayanan teknologi dituntut untuk mampu merespon dengan baik kebutuhan para petani dan pengusaha, dalam mengembangkan agribisnis modern, dalam arti mengandalkan iptek untuk membangun efisiensi usaha, nilai tambah, dan daya saing produk, dengan tujuan utama meningkatkan pendapatan keluarga tani di pedesaan.

Inovasi teknologi berperan sangat strategis dalam upaya peningkatan ketahanan pangan nasional melalui peningkatan produktivitas, diversifikasi, nilai tambah, kesempatan kerja, dan pelestarian sumber daya alam dan lingkungan. Dengan teknologi tepat guna, efisiensi produksi dapat ditingkatkan, sehingga meningkatkan daya saing produk pangan di dalam negeri dan pasar

internasional. Pengembangan teknologi juga mencakup aspek kelembagaan, yang mendorong berkembangnya kelembagaan agribisnis yang berdaya saing dan berkelanjutan di pedesaan.

Pelayanan kepada petani, dalam era reformasi ini, harus dilaksanakan dalam koridor pemerintahan yang baik dan bersih, mengikuti prinsip-prinsip: (1) pemberdayaan dalam arti meningkatkan kemampuan analisis, pengambilan keputusan, pembangunan akses terhadap sumber daya dan sarana produksi, serta pemecahan masalah yang dihadapi; (2) partisipatif dalam menghasilkan teknologi tepat guna, dengan mengikutsertakan petani sejak perencanaan, pelaksanaan, evaluasi, dan perbaikan; (3) pemberian kesempatan kepada masyarakat untuk memberikan masukan; dan (4) komunikasi dan kerja sama yang baik antara pemerintah dengan berbagai komponen masyarakat, untuk dapat saling mengisi dalam mewujudkan tujuan bersama.

Dalam upaya mengatasi lambannya alih teknologi ke petani, mulai tahun 2005 Badan Litbang Pertanian melaksanakan Program Rintisan dan Akselerasi Pemasarakatan Inovasi Teknologi Pertanian (Prima Tani). Tujuan utama Prima Tani adalah mempercepat diseminasi dan adopsi teknologi inovatif terutama yang dihasilkan Badan Litbang Pertanian, serta memperoleh umpan balik mengenai karakteristik teknologi tepat guna spesifik pengguna dan lokasi. Umpan balik ini merupakan informasi esensial dalam rangka mewujudkan dan memperbaiki penelitian dan pengembangan berorientasi kebutuhan pengguna. Melalui Prima Tani pendapatan dan kesejahteraan petani diharapkan meningkat dan kelestarian lingkungan terjaga.

Prima Tani merupakan program yang dilaksanakan secara partisipatif oleh semua pemangku kepentingan (*stake holder*) pembangunan pertanian, dalam bentuk laboratorium agribisnis. Sebagai instrumen untuk mendapatkan model pembangunan pertanian pedesaan berbasis inovasi pertanian, Prima Tani dilaksanakan dengan empat strategi, yaitu: (a) menerapkan teknologi inovatif tepat guna melalui penelitian dan pengembangan partisipatif, (b) membangun model percontohan agribisnis progresif berbasis teknologi inovatif dengan mengintegrasikan sistem inovasi dan sistem agribisnis, (c) mendorong proses difusi dan replikasi model percontohan teknologi inovatif melalui ekspose dan demonstrasi lapang, diseminasi informasi, advokasi, dan fasilitasi, dan (d) basis pengembangan dilaksanakan berdasarkan agroekosistem dan kondisi sosial ekonomi setempat.

Prima Tani diimplementasikan secara partisipatif dalam suatu desa atau laboratorium agribisnis menggunakan lima pendekatan, yaitu: (a) agribisnis, (b) agroekosistem, (c) wilayah, (d) kelembagaan, dan (e) pemberdayaan masyarakat. Pendekatan agribisnis berarti dalam implementasi Prima Tani diperhatikan struktur dan keterkaitan subsistem penyediaan input, usahatani, pascapanen dan pengolahan, pemasaran, dan penunjang dalam satu sistem.

Pendekatan agroekosistem berarti Prima Tani diimplementasikan dengan memperhatikan kesesuaian dengan kondisi biofisik lokasi yang meliputi aspek sumber daya lahan, air, wilayah komoditas, dan komoditas dominan. Pendekatan wilayah berarti optimasi penggunaan lahan untuk pertanian dalam satu kawasan (desa atau kecamatan). Salah satu komoditas pertanian dapat menjadi fokus utama sedangkan beberapa komoditas lainnya sebagai pendukung, terutama dalam kaitannya dengan upaya untuk mengatasi risiko ekonomi akibat fluktuasi harga. Pendekatan kelembagaan berarti pelaksanaan Prima Tani tidak hanya memperhatikan keberadaan dan fungsi suatu organisasi ekonomi atau individu yang berkaitan dengan input dan output, tetapi mencakup modal sosial, norma, dan aturan yang berlaku di lokasi Prima Tani. Pendekatan pemberdayaan masyarakat menekankan perlunya penumbuhan kemandirian petani dalam memanfaatkan potensi sumber daya pedesaan.

Resultan dari kelima pendekatan tersebut adalah terciptanya suatu model pengembangan pertanian dan pedesaan dalam bentuk unit Agribisnis Industrial Pedesaan (AIP) dan Sistem Usahatani Intensifikasi Diversifikasi (SUID) di lokasi model percontohan Prima Tani.

Dengan strategi, tujuan dan pendekatan yang telah ditetapkan tersebut, maka Prima Tani diharapkan dapat memberikan manfaat, antara lain: (a) meningkatnya inovasi baru dalam sistem dan usaha agribisnis, (b) meningkatnya efisiensi sistem produksi, perdagangan, dan konsumsi komoditas pertanian Indonesia, dan (c) meningkatnya akuntabilitas Departemen Pertanian dalam pembangunan pertanian.

Prima Tani dirancang melalui proses yang cukup panjang dan konsisten (konsep dirancang sejak 2004), dan secara kontinu dilakukan penyempurnaan yang disesuaikan dengan perkembangan di lapangan dan dinamika kebijakan Departemen Pertanian. Prima Tani pertama kali diimplementasikan pada tahun 2005 di 14 propinsi, yang meliputi 21 kabupaten, yaitu Sumatera Utara, Sumatera Barat, Sumatera Selatan, Lampung, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Bali, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Kalimantan Barat, dan Kalimantan Selatan. Pada tahun 2006, pelaksanaan kegiatan Prima Tani diperluas di 11 propinsi, yang mencakup 11 kabupaten yaitu NAD, Riau, Jambi, Bengkulu, Banten, DI Yogyakarta, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Utara, dan DKI Jakarta. Pada tahun 2007, dengan pertimbangan agar Prima Tani dapat dicontoh oleh lebih banyak daerah, maka pelaksanaannya diperluas meliputi 33 propinsi yang mencakup 201 desa.

PELAKSANAAN PRIMA TANI 2005-2007

Dari pengalaman selama pelaksanaan Prima Tani di berbagai lokasi, beberapa hal penting dapat dijadikan pelajaran bagi upaya peningkatan dukungan terhadap ketahanan pangan ke depan, baik melalui peningkatan kapasitas produksi maupun peningkatan pendapatan petani, adalah sebagai berikut.

Eksplorasi Potensi Desa

Identifikasi dan delineasi potensi desa, berupa sumber daya manusia, lahan dan air merupakan dasar dari kegiatan Prima Tani. Dengan mempertimbangkan potensi sumber daya tersebut, dapat dipilih 2-3 jenis komoditas unggulan yang berpeluang meningkatkan pendapatan petani secara signifikan dan berkelanjutan, serta melestarikan lingkungan. Pada agroekosistem sawah, rawa, dan lahan kering dataran rendah, komoditas unggulan yang terpilih kebanyakan berupa tanaman pangan dan ternak, sehingga berarti mendukung ketahanan pangan.

Perbaiki Sistem Usahatani

Sebagian besar kegiatan yang dilaksanakan di laboratorium agribisnis adalah perbaikan sistem usahatani, yang umumnya meliputi perubahan varietas lokal atau varietas unggul lama menjadi varietas unggul baru, efisiensi pemupukan, pemanfaatan pupuk organik, perbaikan cara budi daya, seperti tanam benih langsung (tabela) atau jajar legowo pada usahatani padi sawah. Selain itu, berbagai kelembagaan agribisnis yang dibutuhkan masyarakat, ditumbuhkan atau diperkuat untuk menjamin teknologi yang diadopsi petani dapat terus berlanjut.

Diversifikasi Jenis Bahan Pangan

Introduksi komoditas baru diharapkan dapat mensubstitusi bahan pangan utama, seperti padi dengan jagung atau umbi-umbian. Hal yang masih perlu diupayakan adalah mengajak petani yang potensial agar mau membudidayakan tanaman pangan tradisional seperti sagu dan umbi-umbian di wilayah yang sebelumnya mengkonsumsi tanaman tersebut. Diversifikasi jenis bahan pangan, baik nabati maupun hewani, yang diusahakan petani akan mampu memperkaya ketersediaan jenis dan sumber pangan di tingkat rumah tangga petani.

Perbaiki Teknologi Pascapanen

Penggunaan teknologi pascapanen oleh para petani masih tergolong kurang, sehingga kualitas gabah atau jagung relatif rendah, yang berarti harga jual

rendah. Misalnya, karena kelompok tani tidak memiliki alat pengering, maka pengeringan sangat tergantung kepada matahari, dan hal ini menjadi kesempatan bagi pedagang untuk meraih keuntungan. Secara umum, masih ada peluang yang cukup besar untuk meningkatkan kuantitas (mengurangi kehilangan hasil) dan kualitas hasil panen dengan penerapan teknologi pascapanen yang tepat.

Usaha Peternakan

Di desa-desa Prima Tani diupayakan agar petani memelihara ternak, bukan hanya untuk meningkatkan produksi bahan pangan berupa daging, namun juga untuk memenuhi kebutuhan pupuk kandang. Masih rendahnya penggunaan pupuk organik selama ini menyebabkan lahan cepat rusak. Dalam jangka panjang, perbaikan struktur tanah dengan pupuk organik akan meningkatkan hasil panen. Pupuk kandang adalah hasil samping dari budi daya peternakan yang dalam jangka panjang merupakan komponen utama dalam menunjang ketahanan pangan. Pengalaman selama ini menunjukkan bahwa hampir di setiap lokasi Prima Tani, petani memilih ternak sebagai komoditas pilihan di samping tanaman pangan.

STRATEGI PRIMA TANI Mendukung KETAHANAN PANGAN

Prima Tani tidak dirancang khusus untuk meningkatkan produktivitas tanaman pangan atau bahan pangan, tetapi lebih diarahkan untuk meningkatkan pendapatan petani melalui peningkatan kuantitas dan kualitas produksi komoditas unggulan yang sesuai dengan kondisi biofisik, keinginan petani, dan permintaan pasar. Oleh karena itu, apabila Prima Tani akan dimanfaatkan untuk mendukung ketahanan pangan, maka perlu strategi khusus, tanpa meninggalkan tujuan utamanya. Strategi yang terpenting adalah: (a) penambahan jumlah lokasi, (b) peningkatan bantuan teknologi budi daya tanaman pangan dan pascapanen, (c) percepatan pelaksanaan Prima Tani di lapangan, dan (d) sinergi dengan program P2BN.

Replikasi Implementasi Prima Tani

Melihat perkembangan Prima Tani selama dua tahun terakhir, tampaknya jumlah lokasi berpotensi untuk ditambah, terutama karena (1) Menteri Pertanian menilai Prima Tani sebagai model percontohan pengembangan inovasi teknologi pertanian telah memberikan dampak positif terhadap pembangunan ekonomi pedesaan sehingga perlu dikembangkan di seluruh kabupaten, dan (2) permintaan dari berbagai Pemerintah Kabupaten untuk mengembangkan Prima Tani di wilayahnya. Namun demikian, penambahan

jumlah lokasi harus disesuaikan dengan kekuatan Badan Litbang Pertanian sendiri dalam hal sumber daya manusia dan pendanaan, agar Prima Tani tetap dapat berjalan dengan baik, dan tugas-tugas penelitian pun terlaksana dengan baik pula. Dalam hal ini, SDM adalah para peneliti/penyuluh dan asisten lapangan di BPTP dan para peneliti di Balit/Balai Besar dan Puslit/Puslitbang, yang bertugas sebagai pemandu teknologi atau penyelia.

Sampai akhir tahun 2007, Prima Tani dilaksanakan di 202 lokasi di 200 kabupaten dan di 31 provinsi. Kegiatan ini cukup besar dan melibatkan sebagian besar peneliti/penyuluh di Badan Litbang Pertanian. Oleh karena itu, pada tahun 2008, penambahan lokasi dibatasi sekitar tujuh, yaitu di Provinsi Bengkulu (1), Jawa Barat (1), Jawa Tengah (3), Kalimantan Timur (1), dan NTT (1). Komoditas unggulan di sebagian besar lokasi baru tersebut adalah tanaman pangan dan ternak, sehingga berpeluang besar untuk meningkatkan produksi bahan pangan di luar lokasi-lokasi Prima Tani yang sedang berjalan.

Akselerasi Diseminasi dan Adopsi Inovasi Pertanian

Sampai saat ini teknologi tanaman pangan, ternak, dan pascapanen sudah banyak didiseminasikan melalui Prima Tani, seperti berbagai varietas padi unggul baru, teknologi pemupukan spesifik lokasi, perangkat uji tanah, itik MA, alat tanam benih padi, alat panen, dan sebagainya. Namun, masih ada peluang untuk lebih meningkatkan dukungan teknologi dari sumber teknologinya, baik berupa varietas unggul tanaman, ternak, pascapanen, maupun alsintan. Masih ada kesenjangan antara kebutuhan BPTP dan kesiapan teknologi yang dapat segera digunakan, sehingga para petani di beberapa lokasi Prima Tani tetap menggunakan teknologi lama, atau menggunakan teknologi dari luar Badan Litbang Pertanian.

Kesenjangan tersebut tidak selalu disebabkan oleh kurangnya teknologi, tetapi mungkin karena kurangnya komunikasi antara sumber teknologi dengan BPTP, atau kesulitan dana transportasi untuk mengangkut *input* dari Balit ke lapangan, sementara waktu tanam sudah tiba. Hal-hal tersebut perlu diatasi dengan koordinasi yang lebih baik antara sumber teknologi (Balit/BB/Puslitbang) dengan BPTP. Dalam hal teknologi baru berupa prototipe alsintan yang cukup besar/berat, akan lebih baik bila diupayakan untuk dirakit di lokasi. Misalnya alat pengering gabah, dipilih yang dapat dibuat dari batu bata dengan bahan bakar setempat, seperti sekam atau arang, dan *blower* yang dapat dibeli di pasar setempat.

Percepatan Waktu Pelaksanaan Prima Tani

Pada awalnya, Prima Tani dirancang untuk dilaksanakan dalam jangka waktu lima tahun sebagai tahap pembangunan laboratorium atau desa agribisnis, yang akan dilanjutkan dengan pemassalan oleh Pemerintah Daerah sebagai instansi yang memimpin di depan. Namun, perkembangan di lapangan dan kebijakan Departemen Pertanian menghendaki jangka waktu pelaksanaan Prima Tani dipersingkat dari lima tahun menjadi tiga tahun.

Upaya percepatan telah dilakukan, antara lain dengan pelaksanaan PRA pada tahun 'minus satu' (-1), survei sumber daya lahan dengan metode cepat (*quick assessment*), peningkatan aktivitas lapangan terutama dalam menjarung program Pemda yang dibutuhkan petani, dan sebagainya. Percepatan Prima Tani di wilayah yang komoditas utamanya tanaman pangan dan ternak akan mendukung peningkatan produksi bahan pangan.

Dalam upaya mensukseskan Prima Tani pada tahun 2008, yang terdiri atas 202 lokasi lama ditambah 7 lokasi baru, dan sebagian besar komoditasnya tanaman pangan dan ternak, perlu pula dilakukan upaya percepatan, walaupun mungkin ada kesulitan dalam pendanaan. Balai Besar Sumber Daya Lahan Pertanian (BBSDLP) telah memodifikasi *quick assessment* potensi sumber daya lahan menjadi lebih sederhana, sehingga implementasi Prima Tani dapat lebih cepat dan lebih murah. Akan lebih baik, apabila survei lapangan dilakukan bersamaan dengan PRA, yang juga lebih disederhanakan.

Sinergi dengan Program-Program Pengadaan Bahan Pangan

Prima Tani yang dilaksanakan pada agroekosistem lahan sawah intensif, sawah semi intensif, lahan rawa, dan lahan kering dataran rendah diharapkan mampu meningkatkan produksi bahan pangan berupa padi, palawija, dan ternak, selain pencapaian tujuan utama, yaitu peningkatan pendapatan petani. Peningkatan produksi padi akan lebih cepat apabila bersinergi dengan program-program peningkatan produksi bahan pangan, seperti Program P2BN, terutama karena adanya subsidi dari Pemerintah.

Dalam pelaksanaannya, para peneliti/penyuluh Badan Litbang Pertanian yang bertugas sebagai pelaksana Prima Tani bersama-sama dengan penyuluh setempat dapat membantu petani dalam pemanfaatan saprodi bersubsidi, seperti benih tanaman, bibit ternak unggul, dan pupuk, dengan memberikan bimbingan langsung di lapangan. Prima Tani sudah terbukti keberhasilannya di beberapa lokasi dalam membangun kelembagaan penangkar benih, sehingga untuk masa-masa selanjutnya ketersediaan benih bermutu akan lebih terjamin. Pengalaman yang baik ini dapat dikembangkan di lokasi-lokasi lain penghasil bahan pangan, baik nabati maupun hewani.

Dengan demikian, melalui penerapan Program Prima Tani yang bersinergi dengan program-program peningkatan produksi bahan pangan, seperti P2BN, para petani diharapkan lebih cepat mengenal dan mengadopsi teknologi yang lebih maju, sehingga peningkatan produksi bahan pangan dapat berlangsung secara berkelanjutan.

PENUTUP

Ketahanan pangan pada dasarnya adalah terpenuhinya konsumsi pangan rumah tangga secara memadai, baik dari segi pasokan, kualitas maupun aksesibilitas. Meningkatnya pasokan dan kualitas pangan yang bersumber dari produksi sendiri, dan meningkatnya aksesibilitas/daya beli rumah tangga terhadap pangan dapat ditempuh melalui penerapan inovasi teknologi. Namun demikian, inovasi tersebut tidak akan sampai ke pengguna/petani jika tidak diikuti oleh diseminasi teknologi secara baik. Prima Tani merupakan terobosan Departemen Pertanian yang diinisiasi oleh Badan Litbang Pertanian dalam upaya percepatan adopsi inovasi pertanian ke petani dalam mewujudkan ketahanan pangan secara berkelanjutan.

Potensi dan Ketersediaan Lahan Pertanian untuk Perluasan Areal Tanaman Pangan

Sukarman, Irsal Las, dan Achmad Hidayat

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian

ABSTRAK

Data potensi sumber daya lahan merupakan salah satu informasi dasar yang dibutuhkan untuk perencanaan perluasan areal tanaman pangan. Informasi ini memberikan gambaran tentang luasan, distribusi, tingkat kesesuaian lahan, faktor pembatas, dan alternatif teknologi yang dapat diterapkan. Data potensi sumber daya lahan pada skala 1:250.000 baru tersedia di 20 provinsi, yaitu di seluruh Sumatera (9 provinsi), Jawa-Bali (7 provinsi), Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Sulawesi Tenggara, dan Sulawesi Selatan, sedangkan provinsi lainnya masih pada skala 1:1.000.000. Dari 188,2 juta ha daratan Indonesia, lahan yang sesuai untuk pertanian tanaman pangan sekitar 50,51 juta ha, yang terdiri atas 25,4 juta ha lahan basah (sawah) dan 25,1 juta ha lahan kering. Sebagian besar lahan kering tersebut saat ini sudah dipakai untuk berbagai penggunaan, baik untuk pertanian maupun nonpertanian. Lahan kering yang sekarang masih berupa alang-alang, semak belukar, dan hutan yang dapat dikonversi, dianggap sesuai untuk perluasan areal pertanian. Lahan yang sesuai dan tersedia untuk perluasan tanaman pangan seluas 15,36 juta ha, terdiri atas 8,28 juta ha untuk tanaman pangan lahan basah dan 7,08 juta ha untuk tanaman pangan lahan kering. Lahan tersebut sebagian besar tergolong suboptimal/marginal yang memerlukan input tinggi dalam menanggulangi kendala pemanfaatannya.

Dengan laju pertumbuhan penduduk yang masih cukup tinggi menjadikan jumlah penduduk Indonesia akan mencapai 330 juta jiwa pada tahun 2025. Konsekuensinya, kebutuhan pangan akan terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk sehingga pemerintah harus berupaya meningkatkan produksi. Menurut perhitungan Agus dan Irawan (2006), pada tahun 2025 jumlah kebutuhan beras untuk konsumsi dan cadangan nasional diperkirakan 35,7 juta ton atau sekitar 5 juta ton lebih tinggi dari kebutuhan tahun 2005. Untuk mencapai tingkat produksi demikian diperlukan luas tanam sekitar 15 juta hektar. Sementara itu, dengan berkembangnya teknologi dan informasi, pola pangan penduduk akan semakin beragam dan permintaan terhadap pangan akan meningkat, baik jenis maupun kualitasnya.

Pemenuhan kebutuhan pangan di Indonesia saat ini dijabarkan dalam bentuk pembangunan ketahanan pangan. Salah satu alternatif program

ketahanan pangan adalah peningkatan kapasitas produksi pangan (Suryana 2007). Sasaran program ini adalah untuk meningkatkan kapasitas nasional dalam peningkatan produksi pangan yang dapat merespon dinamika permintaan pangan penduduk dan mendorong pemerataan penyediaan pangan. Dengan program ini diharapkan akan terjadi optimasi pemanfaatan sumber daya alam untuk mewujudkan ketahanan pangan berbasis sumber daya domestik. Program ini yang menyangkut sumber daya lahan, di antaranya pemanfaatan potensi dan ketersediaan lahan suboptimal yang masih luas dan pembukaan lahan baru di luar Jawa.

Sumarno (2006) mengemukakan, salah satu faktor penting yang menghambat upaya peningkatan produksi pangan, khususnya padi, adalah keterbatasan kemampuan untuk terus-menerus meningkatkan produktivitas lahan, karena telah dicapainya batas maksimum produktivitas varietas maupun lahan. Dengan demikian, peluang peningkatan produksi pangan di Indonesia adalah melalui pembukaan areal baru terutama di luar Jawa.

Permasalahan lain dalam peningkatan produksi pangan adalah terjadinya alih fungsi lahan pertanian, terutama sawah irigasi, menjadi lahan nonpertanian. Menurut Isa (2006), laju konversi lahan sawah pada periode 1981-1999 mencapai 1,63 juta ha, 1,002 juta ha di antaranya terjadi di Jawa. Salah satu usaha untuk mengendalikan laju konversi lahan pertanian yang dilakukan pemerintah bersama-sama Dewan Perwakilan Rakyat saat ini adalah menyusun rancangan undang-undang tentang lahan pertanian abadi yang akan ditetapkan menjadi undang-undang. Inti dari undang-undang tersebut adalah menetapkan masing-masing 15 juta ha lahan beririgasi dan lahan kering sebagai lahan pertanian abadi dan melarang alih fungsi lahan tersebut menjadi lahan nonpertanian.

Atas dasar permasalahan tersebut, diperlukan berbagai upaya, di antaranya membuka lahan-lahan baru potensial yang dapat dimanfaatkan untuk perluasan areal tanaman pangan. Untuk itu diperlukan data dan informasi ketersediaan lahan, berupa data spasial dan tabular yang meliputi: luasan, lokasi, tingkat kesesuaian lahan, faktor pembatas penggunaan, dan teknologi yang dapat diterapkan. Data ini sangat diperlukan untuk perencanaan di tingkat nasional, regional, dan aplikasi di lapangan.

Dalam makalah ini disajikan informasi dan data sumber daya lahan dalam bentuk data tabular yang dapat digunakan untuk perluasan areal tanaman pangan, terutama untuk perencanaan di tingkat nasional dan regional.

LAHAN YANG POTENSIAL UNTUK TANAMAN PANGAN

Untuk perluasan areal tanaman pangan, baik pada lahan basah (sawah) maupun lahan kering (padi gogo, kedelai, dan jagung) diperlukan pemilihan

lahan yang sesuai untuk tanaman tersebut, melalui prosedur evaluasi lahan. Evaluasi lahan adalah usaha untuk menilai suatu lahan untuk tujuan tertentu, berdasarkan aspek relief, tanah, iklim/hidrologi, dan pengelolaan agar dapat mengidentifikasi dan membandingkan berbagai alternatif jenis penggunaan lahan yang mungkin dapat dikembangkan (FAO 1976). Berdasarkan hasil evaluasi tersebut dapat diketahui lahan yang sesuai dan berpotensi untuk tanaman pangan.

Data potensi sumber daya lahan merupakan salah satu informasi dasar yang dibutuhkan untuk pengembangan pertanian, khususnya perluasan areal tanaman pangan. Analisis potensi sumber daya dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa karakteristik lahan seperti tanah, bahan induk, bentuk wilayah, iklim, dan ketinggian tempat. Lahan-lahan yang sesuai untuk budi daya tanaman pangan dikelompokkan ke dalam dua agroekosistem, yaitu untuk lahan basah (padi sawah) dan lahan kering (padi gogo, jagung dan kedelai). Pengelompokan tersebut secara garis besar ditentukan oleh bentuk wilayah dan kelas kelerengan lahan. Tanaman pangan lahan basah diarahkan pada lahan dengan bentuk wilayah datar-berombak (kecuraman lereng kurang dari 8%) dan mempunyai drainase buruk, sedangkan untuk tanaman pangan lahan kering diarahkan pada lahan dengan bentuk wilayah datar-bergelombang (kecuraman lereng < 15) dengan drainase baik. Kenyataannya, banyak lahan datar-bergelombang yang sudah digunakan untuk tanaman tahunan/perkebunan, sehingga tanaman pangan (tegalan) tersisihkan dan banyak diusahakan di lahan berbukit hingga bergunung, bahkan ditanam dengan cara membuka lahan di kawasan hutan (kawasan lindung).

Badan Litbang Pertanian (2007) berdasarkan hasil penelitian Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian telah menghasilkan data dan informasi potensi sumber daya lahan di seluruh Indonesia berdasarkan dua sumber data yaitu: (1) Peta arahan tata ruang pertanian nasional skala 1:1.000.000, dan (2) Peta arahan tata ruang pertanian provinsi skala 1:250.000. Peta arahan tata ruang pertanian pada skala 1:250.000, terdapat di 20 provinsi, yaitu seluruh Sumatera (9 provinsi), Jawa-Bali (7 provinsi), Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Sulawesi Tenggara, dan Sulawesi Selatan, sedangkan provinsi lainnya masih dalam skala 1:1.000.000. Dengan demikian data potensi sumber daya lahan di Sumatera, Jawa, Bali, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Sulawesi Tenggara, dan Sulawesi Selatan dapat dipakai untuk perencanaan tingkat regional/provinsi, sedangkan pada provinsi lainnya hanya dapat dipakai untuk perencanaan tingkat nasional.

Berdasarkan bentuk wilayah, lereng, dan iklim, dari total daratan Indonesia seluas 188,2 juta ha, lahan yang sesuai untuk tanaman pangan adalah 50,51 juta ha, yaitu 25,42 juta ha untuk lahan basah (sawah) dan 25,09 juta ha untuk lahan kering (Tabel 1). Lahan basah adalah lahan-lahan yang secara biofisik sesuai untuk pengembangan padi sawah, meliputi lahan sawah yang ada saat

Tabel 1. Luas lahan basah dan lahan kering yang sesuai untuk tanaman pangan.

Pulau/provinsi	Luas lahan (ha)		
	Lahan basah	Lahan kering	Total
Sumatera	5.187.909	7.747.637	12.935.545
NAD	446.989	702.030	1.149.019
Sumut	635.707	2.802.125	3.437.832
Riau	1.132.653	513.071	1.645.724
Sumbar	514.124	139.845	653.969
Jambi	666.091	324.401	990.492
Sumsel	986.997	1.589.526	1.589.526
Babel	120.534		120.534
Bengkulu	178.832	361.544	540.376
Lampung	505.982	1.315.094	1.821.076
Jawa	4.366.736	1.964.103	6.330.839
DKI Jakarta	11.267	7.431	18.698
Banten	191.659	3.948	195.607
Jabar	982.761	265.015	1.247.776
Jateng	1.591.146	793.067	2.384.213
DI Yogyakarta	101.410	8.286	109.696
Jatim	1.488.493	886.356	2.374.849
Bali dan NT	479.829	1.229.525	1.709.354
Bali	126.748	107.591	234.339
NTB	153.879	335.136	489.015
NTT	199.202	786.798	986.000
Kalimantan	5.416.543	8.953.235	14.369.778
Kalbar	1.815.636	1.682.959	3.498.595
Kalteng	2.251.595	774.189	3.025.784
Kalsel	902.270	984.513	1.886.783
Kaltim	447.042	5.511.574	5.958.616
Sulawesi	1.930.187	790.983	2.721.170
Sulut	127.192	32.032	159.224
Gorontalo	83.069	98.105	181.174
Sulteng	613.565	119.126	732.691
Sulsel/Sulbar	937.246	322.375	1.259.621
Sultra	169.115	219.345	388.170
Maluku	629.927	218.539	848.466
Maluku	312.322	74.565	386.887
Maluku Utara	317.605	143.974	461.579
Papua/Papua Barat	7.410.407	4.184.873	11.595.280
Indonesia	25.421.538	25.088.895	50.510.433

ini, lahan rawa, maupun lahan nonrawa yang memungkinkan untuk digenangi atau diirigasi. Lahan basah terluas yang sesuai untuk lahan sawah terdapat di Papua (Provinsi Papua dan Papua Barat) yaitu 7,41 juta ha, kemudian di Kalimantan Tengah (2,25 juta ha), Kalimantan Barat (1,82 juta ha), Jawa Tengah (1,59 juta ha), Jawa Timur (1,49 juta ha), Riau (1,13 juta ha), dan provinsi lainnya di bawah 1 juta ha (Tabel 1).

Lahan nonrawa yang berpotensi dijadikan sawah tersebar di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua. Di Jawa, lahan yang sesuai tersebut kebanyakan sudah digunakan untuk keperluan lain, sehingga hampir tidak mungkin melakukan perluasan areal sawah. Lahan basah tersebut, selain sesuai untuk padi sawah juga sesuai untuk palawija (jagung, kedelai). Lahan sawah irigasi yang ada, perlu dipertahankan keberadaannya karena pencetakan dan pemeliharannya telah menghabiskan dana yang besar, misalnya dengan menetapkannya sebagai lahan sawah abadi.

Luas lahan kering yang sesuai untuk tanaman pangan adalah 25,09 juta ha, sebagian besar sudah dipakai untuk berbagai penggunaan, baik untuk pertanian maupun nonpertanian. Lahan kering yang sekarang masih ditumbuhi alang-alang, semak belukar, dan hutan dinilai sebagai lahan untuk perluasan areal pertanian. Lahan kering yang sesuai untuk tanaman pangan terdapat di Kalimantan seluas 8,95 juta ha, Sumatera 7,75 juta ha, Papua 4,18 juta ha, di Sulawesi 4,18 juta ha, Jawa 1,96 juta ha, dan di pulau-pulau lainnya kurang dari 1 juta ha (Tabel 1).

PELUANG DAN KENDALA PERLUASAN AREAL

Peluang

Lahan potensial untuk tanaman pangan lahan basah maupun lahan kering masih cukup luas. Namun tidak semua lahan yang potensi tersebut dapat dipakai untuk perluasan areal, karena sudah digunakan untuk lahan pertanian saat ini maupun lahan nonpertanian. Data luas lahan yang sesuai dan dapat dimanfaatkan untuk perluasan areal tanaman pangan di tiap provinsi disajikan pada Tabel 2.

Peluang terbesar perluasan areal sawah terdapat di Papua, yaitu 5,19 juta ha, namun memerlukan investasi cukup besar, mengingat masalah infrastruktur masih terbatas. Peluang lain untuk perluasan areal sawah terdapat di Kalimantan seluas 1,40 juta ha, 730.160 ha di antaranya merupakan sawah rawa pasang surut dan lebak. Di Kalimantan, lahan yang terluas untuk perluasan sawah terdapat di Kalimantan Tengah (646.397 ha), untuk sawah nonrawa seluas 469.203 ha dan sawah rawa (177.194 ha).

Tabel 2. Luas lahan basah dan lahan kering yang sesuai untuk perluasan areal pertanian.

Pulau/provinsi	Lahan basah			Lahan kering	Total
	Rawa	Nonrawa	Total		
Sumatera	354.854	606.193	960.847	1.311.776	2.2.72.623
NAD	3.660	64.601	68.261	282.109	350.370
Sumut	6.700	68.800	75.500	429.751	505.251
Riau	46.400	139.700	186.000	252.980	438.980
Sumbar	39.352	70.695	110.047	55.118	165.165
Jambi	40.500	156.600	197.000	177.341	374.341
Sumsel	195.742	39.650	235.393	307.225	542.618
Babel	0	25.807	25.807	-	25.807
Bengkulu	0	22.840	22.840	88.078	110.918
Lampung	22.500	17.500	40.000	26.398	66.398
Jawa	0	14.393	14.393	40.544	54.937
DKI Jakarta	0	0	0	0	0
Banten	0	1.488	1.488	311	1.799
Jabar	0	7.447	7.447	4.873	12.320
Jateng	0	1.302	1.302	8.966	30.550
DI Yogyakarta	-	-	-	-	-
Jatim	0	4.156	4.156	26.394	30.550
Bali dan NT	0	48.922	48.922	137.659	186.581
Bali	0	14.093	14.093	-	14.093
NTB	0	6.247	6.247	137.659	143.906
NTT	0	28.583	28.583	-	28.583
Kalimantan	730.160	665.779	1.395.939	3.639.403	5.035.342
Kalbar	174.279	8.819	183.098	856.368	1.039.466
Kalteng	177.194	469.203	646.397	401.980	1.048.377
Kalsel	211.410	123.271	334.681	494.791	829.473
Kaltim	167.276	64.487	231.763	1.886.264	2.118.027
Sulawesi	0	422.972	422.972	215.452	638.424
Sulut	0	26.367	26.367	5.091	31.458
Gorontalo	0	20.257	20.257	-	20.257
Sulteng	0	191.825	191.825	47.219	239.044
Sulsel/Sulbar	0	63.403	63.403	69.725	133.128
Sultra	0	121.122	121.122	93.417	214.539
Maluku	1.893.366	3.539.334	5.432.700	1.738.978	296.091
Maluku	0	121.680	121.680	-	121.680
Maluku Utara	0	124.020	124.020	50.391	174.411
Papua/Papua Barat	1.893.366	3.293.634	5.187.000	1.688.587	6.875.587
Indonesia	2.978.380	5.297.593	8.275.773	7.083.811	15.359.584

Peluang perluasan sawah di Sumatera meliputi areal 960.847 ha, terluas terdapat di Sumatera Selatan (235.393 ha), kemudian Riau dan Jambi (masing-masing sekitar 190.000 ha). Di Sumatera Selatan peluang terbesar untuk perluasan sawah terdapat di lahan rawa (195.742 ha). Peluang perluasan sawah di Sulawesi 422.972 ha, semuanya merupakan lahan rawa. Lahan basah tersebut, selain sesuai untuk padi sawah juga sesuai untuk palawija (jagung, kedelai).

Lahan kering didefinisikan sebagai hamparan lahan yang tidak pernah tergenang atau digenangi air pada sebagian besar waktu dalam setahun atau sepanjang waktu. Luas lahan kering yang sesuai untuk pertanian tanaman pangan 50,51 juta ha. Namun, sampai saat ini belum diketahui secara pasti berapa luas lahan kering yang telah digunakan untuk pertanian, karena keterbatasan data spasial. Meskipun demikian, sebagai perkiraan telah digunakan peta penggunaan lahan skala 1:1.000.000 untuk mengidentifikasi lahan-lahan yang saat ini masih ditumbuhi alang-alang dan semak belukar. Peta tersebut ditumpangtepatkan (*overlay*) dengan peta arahan tata ruang pertanian, sehingga dapat diperkirakan lahan kering yang masih tersedia untuk perluasan areal tanaman pangan.

Dari total luas lahan kering yang sesuai untuk tanaman pangan (25,4 juta ha), sebagian besar telah digunakan untuk pertanian dan penggunaan lainnya (pemukiman/ kawasan industri, infrastruktur dll), sehingga secara spasial masih tersisa lahan kering yang sesuai untuk perluasan areal tanaman semusim 7,08 juta ha. Meskipun di Jawa terdapat cukup luas lahan kering yang sesuai untuk tanaman pangan, namun untuk perluasan areal sangat terbatas, karena sudah terpakai untuk berbagai penggunaan. Terdapat 40.544 ha lahan kering di Jawa yang dapat digunakan untuk perluasan areal tanaman pangan, 26.394 ha di antaranya di Jawa Timur. Melihat luasan ini, maka perluasan lahan sawah di Jawa sulit dilakukan.

Peluang terbesar perluasan areal tanaman pangan lahan kering terdapat di Kalimantan, yaitu 3,64 juta ha, terluas terdapat di Kalimantan Timur (1,89 juta ha) dan Kalimantan Barat (856.368 ha). Peluang lain untuk perluasan areal tanaman pangan lahan kering terdapat di Papua (1,69 juta ha), kemudian Sumatera Utara (429.751 ha). Di provinsi lainnya, peluang perluasan areal di bawah 300.000 ha (Tabel 2).

Kendala

Lahan yang sesuai dan tersedia untuk perluasan areal tanaman pangan seperti diuraikan di atas adalah dengan asumsi bahwa lahan tersebut hanya diperuntukkan untuk tanaman pangan. Kenyataannya, lahan yang sama juga sesuai untuk tanaman hortikultura, tanaman tahunan/perkebunan atau untuk

penggunaan nonpertanian. Dengan demikian lahan yang sama juga akan diperebutkan di antara subsektor pertanian maupun dengan sektor non-pertanian (pemukiman, perindustrian dan infrastruktur). Dengan perkiraan bahwa ada empat sektor/subsektor yang memerlukan lahan cukup luas, maka subsektor tanaman pangan hanya akan mendapat seperempat dari lahan yang tersedia saat ini.

Meskipun lahan ini tergolong sesuai dan berpotensi untuk perluasan areal tanaman pangan, namun masih terdapat kendala dalam pemanfaatannya, antara lain: (1) konservasi tanah dan air dan (2) pengelolaan kesuburan tanah yang bersifat masam. Masalah biofisik lahan basah mencakup pengelolaan tanah dan air (drainase, kedalaman pirit, gambut, kesuburan tanah, ameliorasi, dll).

Lahan Kering

Lahan yang sesuai untuk tanaman pangan adalah dengan kecuraman lereng kurang dari 15%. Pada saat ini lahan yang sudah digunakan untuk pertanian maupun nonpertanian sebagian besar berada pada lereng kurang dari 8%. Artinya, lahan yang tersedia saat ini adalah yang berada pada kelerengan 8-15%. Untuk budi daya tanaman pangan, lahan yang mempunyai lereng 8-15% memerlukan tindakan konservasi tanah dan air, agar lahan tidak cepat terdegradasi dan mempunyai produktivitas optimal secara berkelanjutan. Pada lahan kering berlereng, degradasi lahan disebabkan oleh erosi tanah yang berlebihan, yang menyebabkan hilangnya lapisan atas yang kaya akan bahan organik dan unsur hara. Menurut Sukarman dan Las (2006), degradasi lahan ditandai oleh penurunan atau kehilangan produktivitas lahan, baik secara fisik, kimia, dan biologi maupun ekonomi, yang diakibatkan oleh kesalahan dalam pengelolaan dan penggunaannya.

Untuk mencegah terjadinya degradasi dalam pemanfaatan lahan kering untuk tanaman pangan adalah melalui penerapan konservasi tanah, air, dan pemanfaatan bahan organik. Pembuatan rorak dan guludan bersayap serta pemberian mulsa dapat meningkatkan produktivitas lahan kering masam yang dicirikan oleh meningkatnya produktivitas tanaman jagung, kacang tanah, dan kacang hijau (Tola'ohu *et al.* 2003). Penggunaan bahan organik juga sangat membantu memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah Ultisol serta mengurangi kehilangan tanah akibat erosi sebesar 31% pada lahan pertanian tanaman pangan (Erfandi *et al.* 2003).

Uraian di atas menunjukkan bahwa lahan yang berpotensi untuk perluasan areal tanaman pangan umumnya mempunyai permasalahan dengan tindakan konservasi tanah dan air. Oleh karena itu, pedoman cara budi daya tanaman pangan pada lahan berlereng seperti yang diatur dalam Permentan No. 47/Permentan/OT 140/10/2006, tentang Pedoman Umum Budi Daya Pertanian pada

Lahan Pegunungan, dapat dijadikan acuan utama. Pedoman ini dimaksudkan untuk memberikan gambaran umum tentang cara berusahatani yang baik dan teknik pengendalian longsor dan erosi.

Lahan kering yang tersedia untuk perluasan areal tanaman pangan di empat pulau besar di Indonesia (Sumatera, Kalimantan, Sulawesi dan Papua) sebagian besar berupa tanah masam. Simposium Nasional dan Temu Lapang Pendayagunaan Tanah Masam di Lampung (Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, 2003) merumuskan bahwa tanah masam adalah tanah mineral yang bereaksi masam (pH 5,5) dan nilai kejenuhan basa kurang dari 50%. Tanah-tanah tersebut umumnya tergolong Ordo Ultisols, Oxisols, Spodosols, sebagian Entisols dan Inceptisols yang terdapat di daerah beriklim basah dengan curah hujan tinggi.

Salah satu masalah yang berkaitan dengan pengelolaan lahan kering masam adalah rendahnya tingkat kesuburan tanah yang disebabkan oleh: (1) toksik Al dan Mn, (2) kahat Ca dan Mg, (3) kahat K dan mudah tercuci, (4) daya fiksasi P, S, dan Mo tinggi dan rendahnya kandungan bahan organik (Widjaja-Adhi 1986). Sementara itu Adiningsih dan Mulyadi (1993) menyatakan bahwa kendala utama dalam pemanfaatan tanah masam adalah kahat P dan rendahnya kandungan bahan organik tanah. Kahat P dapat ditanggulangi dengan pemberian pupuk fosfat disertai dengan pengapuran. Menurut Al-Jabri (2003), rekomendasi pemupukan (termasuk P) dan pemberian kapur untuk tanaman pangan dapat ditetapkan secara prespektif dengan analisis tanah melalui pendekatan analisis hara tunggal dan ganda.

Penanggulangan rendahnya unsur hara tanah masam tidak cukup melalui aplikasi penggunaan pupuk buatan (anorganik). Penggunaan pupuk buatan perlu dilakukan secara efektif dan bertanggung jawab agar tidak mengganggu kelestarian lingkungan. Mahalnya bahan baku pupuk buatan berbasis fosil mendorong penggunaan pupuk organik dan pupuk hayati (Goenadi 2006). Oleh karena itu, diperlukan optimalisasi pengelolaan hara dengan memanfaatkan perpaduan antara pupuk anorganik, pupuk organik, dan pupuk hayati. Penggunaan kombinasi pupuk anorganik, pupuk organik, dan pupuk hayati dapat mengefisienkan penggunaan pupuk untuk tanaman pangan di lahan kering (Nasution 2003).

Secara keseluruhan lahan kering yang tersedia untuk perluasan areal tanaman pangan mempunyai banyak kendala biofisik yang memerlukan *input* relatif tinggi. Oleh karena itu, perluasan areal tanaman pangan lahan kering memerlukan berbagai pertimbangan dan perhitungan yang cermat dari segi ekonomi, sosial, dan kelembagaan. Rekomendasi penggunaan lahan berlereng seperti yang dikemukakan oleh Abdurachman (2001) tidak semata-mata untuk tanaman pangan secara monokultur, tetapi harus diintergrasikan dengan tanaman tahunan, bahkan dengan ternak. Hal yang perlu diperhatikan dalam

perencanaan perluasan areal tanaman pangan selain mempertimbangkan aspek produksi juga perlu memperhatikan aspek kelestarian lingkungan.

Lahan Basah

Salah satu strategi Departemen Pertanian dalam pengembangan lahan rawa adalah perluasan areal tanam melalui peningkatan indeks pertanaman dan pencetakan sawah baru (Direktorat Jenderal Tanaman Pangan 2007). Oleh karena itu, kendala biofisik lahan perlu diinformasikan sebagai bahan perencanaan dalam membuat arah dan strategi perluasan areal maupun pelaksanaan di lapangan.

Secara garis besar lahan rawa yang sesuai untuk pengembangan tanaman pangan lahan basah terdiri atas lahan rawa pasang surut dan lahan rawa lebak. Lahan rawa pada umumnya merupakan ekosistem marjinal dan *fragile* dengan karakteristik yang tidak stabil dan selalu berubah sesuai dengan perubahan kondisi lingkungan (Abdurachman *et al.* 2000). Kendala biofisik utama pemanfaatan lahan rawa pasang surut adalah kemasaman, kelarutan ion-ion toksik, kahat hara makro, subsidensi, genangan air, dan daya sangga tanah (*bearing capacity*). Selain kendala biofisik, pengembangan pertanian di lahan rawa pasang surut juga dihadapkan pada kendala biologis, seperti hama dan penyakit serta kendala sosial-ekonomi.

Dalam mengatasi kendala tersebut diperlukan perencanaan yang sangat cermat dan hati-hati. Kegagalan proyek pembukaan lahan gambut satu juta hektar di Kalimantan Tengah merupakan pelajaran yang sangat berharga dan perlunya perencanaan yang baik dalam pembukaan lahan rawa pasang surut dan lahan gambut. Kunci keberhasilan pemanfaatan lahan rawa adalah pengelolaan air dan penataan lahan.

Perluasan areal tanaman pangan di lahan rawa memerlukan investasi yang sangat tinggi, terutama dalam pembangunan infrastruktur drainase/irigasi, transportasi, kelembagaan pertanian, pendidikan, kesehatan, dll. Oleh karena itu, pembangunan pertanian tidak bisa diarahkan hanya kepada satu subsektor, tetapi perlu pula diarahkan kepada pengembangan aneka komoditas dalam suatu sistem usahatani terpadu, sesuai dengan kondisi lahan. Menurut Alihamsyah (2002), pemilihan komoditas yang sesuai yang dipadukan dalam suatu sistem usahatani terpadu di lahan rawa dimaksudkan untuk mengurangi risiko kegagalan panen dari suatu komoditas, mengingat tingginya risiko kegagalan usahatani dan fluktuasi harga.

Rawa lebak adalah rawa yang mempunyai genangan hampir sepanjang tahun, minimal tiga bulan dengan tinggi genangan minimal 50 cm. Lahan rawa lebak pada musim hujan tergenang, berbentuk cekungan (*depression*), pengatusan (*drainase*) jelek, ditutupi tumbuhan air (*marsh*), dan pada musim

kemarau menjadi kering. Kendala utama yang dihadapi dalam pemanfaatan lahan rawa lebak adalah pengendalian tata air. Menurut Sudarman *et al.* (2005), pengelolaan sumber daya air di lahan rawa lebak yang telah dikembangkan selama ini adalah membuang kelebihan air pada musim hujan dan mempertahankan muka air tanah pada musim kemarau, sehingga lahan dapat digunakan untuk usaha pertanian. Selain itu perlu pula pengaturan pola atau jadwal tanam agar sesuai dengan sistem hidrologi daerah aliran sungai (DAS) di kawasan tersebut.

Lahan yang sesuai dan berpotensi untuk perluasan areal tanaman pangan lahan basah adalah lahan nonrawa. Permasalahan utama yang dijumpai adalah sumber air dan jaringan irigasi umumnya belum tersedia. Seringkali sumber air yang akan digunakan untuk air irigasi cukup jauh, sehingga memerlukan saluran irigasi yang cukup panjang. Oleh karena itu, untuk perluasan areal tanaman pangan lahan basah nonrawa diperlukan pembangunan infrastruktur pendukung, terutama irigasi.

Lahan yang tersedia untuk pertanian lahan basah nonrawa di luar Jawa tergolong masam atau berbahan induk masam. Menurut Widowati *et al.* (2003), tanah masam yang digunakan untuk lahan sawah mempunyai banyak kendala bagi pertumbuhan tanaman. Kendala kimia pada tanah masam di antaranya adalah rendahnya pH, hara esensial, dan terjadinya keracunan Fe dan Mn. Menurut Mulyani *et al.* (2001), sawah-sawah baru di tanah masam seperti Ultisols dan Oxisols sering menimbulkan masalah keracunan besi.

Dilihat dari jenis dan bobot kendala biofisik yang ada, penanggulangan kendala tersebut membutuhkan input yang tinggi. Artinya, perluasan areal tanaman pangan akan membutuhkan dana yang tidak sedikit hanya untuk menanggulangi masalah biofisik, padahal aspek lainnya juga memerlukan dukungan dana yang tidak sedikit. Beberapa hal lain yang harus diperhatikan adalah masalah pembangunan fisik pendukung pertanian sosial-ekonomi. Masalah sosial ekonomi dapat saja menjadi faktor penentu sehingga pengembangan areal pertanian tanaman pangan di suatu wilayah menjadi tidak sesuai hanya karena masalah sosial-ekonomi.

KESIMPULAN

1. Untuk memenuhi kebutuhan pangan nasional ke depan tidak akan dapat dicapai hanya dengan peningkatan produktivitas tanaman/lahan, tetapi harus dibarengi dengan perluasan areal.
2. Lahan yang sesuai dan tersedia untuk perluasan areal tanaman pangan di Indonesia masih cukup luas, yaitu 15,36 juta ha, terdiri atas 8,28 juta ha lahan basah dan 7,08 juta ha lahan kering.

3. Lahan-lahan yang sesuai dan tersedia untuk perluasan areal tanaman pangan juga sesuai untuk tanaman hortikultura, tanaman perkebunan, atau tanaman kehutanan. Dengan demikian, lahan ini berpotensi diperebutkan untuk berbagai kepentingan, baik di bidang pertanian maupun nonpertanian.
4. Lahan yang sesuai dan tersedia untuk perluasan areal tanaman pangan, baik lahan rawa maupun lahan kering, sebagian besar tergolong sub-optimal/marginal yang memerlukan input tinggi dalam menanggulangi kendala pemanfaatannya.
5. Pemanfaatan lahan suboptimal memerlukan penanganan yang hati-hati dan cermat agar tidak terdegradasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, A., A. Bambang, K. Sudarman, dan D.A. Suriadikarta. 2000. Perspektif pengembangan rawa untuk pertanian di Indonesia. Prosiding Temu Pakar dan Lokakarya Optimasi Pemanfaatan Sumber daya Lahan Rawa. Jakarta 23-26 Nopember 1999. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor. p. 33-54.
- Abdurachman, A. 2001. Prospek pengembangan pertanian lahan darat dan keperluan penelitiannya di Indonesia. Prosiding Seminar Pengelolaan Lahan Kering Berelereng dan Terdegradasi. Bogor 9-10 Agustus 2001. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor. p. 1-12.
- Adiningsih, J. S. dan Mulyadi. 1993. Alternatif teknik rehabilitasi dan pemanfaatan lahan alang-alang. Prosiding Pemanfaatan Lahan Alang-alang untuk Usahatani Berkelanjutan. Bogor, 1 Desember 1992. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor. p. 29-49.
- Agus, F. dan Irawan. 2006. Konversi lahan pertanian sebagai suatu ancaman terhadap ketahanan pangan dan kualitas lingkungan. Makalah Seminar Multifungsi Pertanian, Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian. Bogor, 27-28 Juni 2006.
- Alihamsyah, T. 2002. Optimalisasi pendayagunaan lahan rawa pasang surut. Prosiding Seminar Nasional Sumber Daya Lahan. Cisarua, 6-7 Agustus 2002. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor. p. 51-72.
- Al-Jabri. M. 2003. Rekomendasi kapur, pupuk hara makro dan mikro secara efektif untuk tanaman jagung dan padi sawah pada tanah mineral masam di KP Taman Bogo (Lampung Timur). Prosiding Simposium

- Pendayagunaan Tanah Masam. Bandar Lampung, 29-30 September 2003. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor. p. 99-112.
- Badan Litbang Pertanian. 2007. Prospek dan arah pengembangan komoditas pertanian: tinjauan aspek sumber daya lahan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.
- Departemen Pertanian. 2006. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 47/Permentan/OT.140/10/2006 tentang Pedoman Umum Budi Daya Pertanian Lahan Pegunungan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. 2007. Kebijakan dan pengembangan lahan rawa dalam mendukung ketahanan pangan nasional. Makalah Seminar Nasional Pertanian Lahan Rawa. Kuala Kapuas, 2-4 Agustus 2007.
- Erfandi, D, U. Kurnia, dan I. Juarsah. 2003. Pemanfaatan bahan organik dalam perbaikan sifat fisik dan kimia tanah Ultisols. Prosiding Simposium Pendayagunaan Tanah Masam. Bandar Lampung, 29-30 September 2003. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor. p. 77-86.
- FAO. 1976. A framework for land evaluation. Soil Bulletin 32, FAO, Rome.
- Goenadi, D. H. 2006. Pupuk dan teknologi pemupukan berbasis hayati. John H-Tech Idetama. 220 p.
- Isa, Iwan. 2006. Strategi pengendalian alih fungsi tanah pertanian. Makalah Seminar Multifungsi Pertanian, Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian. Bogor, 27-28 Juni 2006.
- Mulyani, A., Sukarman, A. Hidayat, dan A. Abdurachman. 2001. Peluang pemanfaatan lahan tidur untuk meningkatkan produksi tanaman pangan di Indonesia. Jurnal Litbang Pertanian 20 (1): 9-16.
- Nasution, I. 2003. Peningkatan produktivitas lahan kering pada tanah Plinthic Kandiudults Lampung dan Typic Hapludults Kalimantan Selatan. Prosiding Simposium Pendayagunaan Tanah Masam. Bandar Lampung, 29-30 September 2003. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor. p. 15-28.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. 2003. Hasil rumusan simposium nasional dan temu lapang pendayagunaan tanah masam. Prosiding Simposium Pendayagunaan Tanah Masam. Bandar Lampung, 29-30 September 2003. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor. p. 15-18.

- Sudarman, K., A. Hamdani, Sawiyo, E. Runtunuwu, dan P. Rejekiningrum. 2005. Optimalisasi pemanfaatan lahan rawa lebak untuk pengembangan pertanian di daerah Kelua, Kalimantan Selatan. Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Sumber daya Tanah dan Iklim, Boogor, 14-15 September 2004. Buku II. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor. p. 1-18.
- Sukarman dan I. Las. 2006. Arah dan strategi penelitian dan pengembangan sumber daya lahan mendukung revitalisasi pertanian. Prosiding Seminar Nasional Sumber Daya Lahan Pertanian. Bogor, 14-15 September 2006. Buku I. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian. Bogor. p. 69-87.
- Sumarno. 2006. Sistem produksi padi berkelanjutan dengan penerapan revolusi hijau lestari. Prosiding Seminar Nasional Sumber daya Lahan Pertanian, Bogor, 14-15 September 2006. Buku I. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber daya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian, Bogor. p. 31-52.
- Suryana, A. 2007. Menelisik upaya menggapai ketahanan pangan nasional. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.
- Tola'ohu, S.H., S. Sutono, dan Y. Soelaeman. 2003. Peningkatan produktivitas lahan kering masam melalui penerapan teknologi konservasi tanah dan air. Prosiding Simposium Pendayagunaan Tanah Masam. Bandar Lampung, 29-30 September 2003. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor. p. 45-63.
- Widowati, L.R. A. Kencanasari, S. Widati, Maryam, dan S. Rochayati. 2003. Evaluasi sifat kimia tanah sebagai faktor pembatas pertumbuhan padi pada tanah sawah masam. Prosiding Simposium Pendayagunaan Tanah Masam. Bandar Lampung, 29-30 September 2003. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor. p. 29-43.
- Widjaja-Adhi., I.P.G. 1986. Pengapuran tanah masam untuk kedelai. *Dalam* Kedelai. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.

Pemasaran Produk Tanaman Pangan yang Memihak Petani

Tahlim Sudaryanto¹, Erizal Jamal², dan Reni Kustiari¹

¹*Pusat Analisis Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian*

²*Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*

ABSTRAK

Pasar produk tanaman pangan sangat dipengaruhi oleh sifat produksi usahatani, sifat produk pangan, dan karakteristik petani. Produksi bahan pangan bersifat musiman dan rentan terhadap risiko alam, sehingga penawaran beberapa produk seperti gabah sangat fluktuatif, baik secara reguler (dapat diantisipasi) menurut musim maupun secara irreguler (tidak dapat diantisipasi) akibat gagal panen oleh bencana alam. Usahatani secara intrinsik mengandung risiko produksi yang tinggi. Petani padi memiliki daya tawar yang lemah dalam perdagangan gabah karena volume surplus jualnya umumnya kecil, kemampuan menyimpan gabah rendah, dan desakan akan kebutuhan likuiditas sangat tinggi. Upaya pemerintah untuk melindungi petani tanaman pangan yang cenderung bersifat jangka pendek belum berhasil membantu petani dalam meningkatkan posisi tawar mereka. Diperlukan upaya yang sistematis terkait dengan perbaikan struktur penguasaan dan pengusahaan lahan, percepatan diseminasi teknologi, dan diversifikasi pangan untuk menjadikan kegiatan pemasaran produk pangan memihak kepada petani. Peranan pemerintah masih diperlukan untuk mengimbangi peran pelaku pemasaran swasta dan membantu pemberdayaan petani.

Pasar produk tanaman pangan (padi, jagung, dan kedelai) dipengaruhi oleh sifat produksi (panen) usahatani tersebut, sifat produk tanaman pangan, dan karakteristik petani yang mengusahakannya. Produk tanaman pangan bersifat musiman dan rentan terhadap risiko alam (anomali iklim dan serangan organisme pengganggu tanaman/OPT), sehingga penawaran produk menjadi sangat fluktuatif, baik secara reguler (dapat diantisipasi) menurut musim maupun secara irreguler (tidak dapat diantisipasi) akibat gagal panen oleh bencana alam. Usahatani secara intrinsik memang memiliki risiko yang tinggi.

Petani tanaman pangan memiliki daya tawar yang lemah dalam perdagangan produk karena volume surplus jualnya umumnya kecil, kemampuan menyimpan rendah, sedangkan desakan akan kebutuhan likuiditas sangat tinggi. Petani umumnya menjual hasil produknya segera setelah panen dalam bentuk gabah kering panen (GKP) untuk padi dan tongkol atau pipilan kering

untuk jagung. Di sisi lain, kualitas produk petani sangat dipengaruhi oleh cuaca pada saat panen. Pada saat hujan atau cuaca mendung, kualitas hasil sangat rendah (berkadar air tinggi). Bagi pedagang, tingkat keuntungan yang diperoleh dengan membeli GKP saat musim hujan lebih rendah dari keuntungan bila mereka membeli gabah kering giling (GKG), sehingga tidak menarik bagi pedagang membeli GKP pada musim hujan.

Struktur pasar produk pangan, khususnya beras, bersifat oligopoli (Syafa'at dan Supriadi 1998), hanya terdiri atas beberapa pedagang, sehingga memunculkan kekuatan oligopolistik di antara pedagang untuk secara bersama-sama mengendalikan harga. Dengan kondisi rasio produksi domestik dan konsumsi sangat tipis disertai dengan kebijakan menutup impor, maka pasar beras domestik sangat rentan terhadap fluktuasi produksi. Pada saat produksi defisit, pedagang membiarkan kenaikan harga mencapai maksimum. Sebaliknya pada saat surplus produksi, pedagang akan menahan penurunan harga pada tingkat yang tetap menguntungkan mereka.

Hasil penelitian membuktikan bahwa keterkaitan harga produksi pertanian di tingkat konsumen dan produsen (petani) bersifat asimetri (Simatupang 1989). Hal ini berarti, peningkatan harga di tingkat konsumen ditransmisikan secara tidak sempurna dan lambat ke tingkat petani, sedangkan penurunan harga di tingkat konsumen ditransmisikan secara sempurna dan cepat ke tingkat petani. Sebaliknya, peningkatan harga di tingkat petani ditransmisikan dengan sempurna dan cepat ke tingkat konsumen (INDEF 2006), sedangkan penurunan harga di tingkat petani ditransmisikan dengan tidak sempurna dan lambat ke tingkat konsumen. Dengan demikian, fluktuasi harga produk pangan jangka pendek cenderung merugikan petani dan konsumen, sedangkan manfaat fluktuasi harga, kalau pun ada, umumnya dinikmati oleh pedagang.

Berdasarkan kondisi tersebut maka diperlukan terobosan untuk menciptakan pasar produk tanaman pangan yang lebih memihak kepada petani. Upaya ini akan sangat erat kaitannya dengan sifat produksi (panen) usahatani tersebut, sifat produk tanaman pangan, kelembagaan pemasaran dan karakteristik petani yang mengusahakannya. Bahasan dalam tulisan ini akan diawali dengan pemaparan tentang keragaan pemasaran produk pangan utama di Indonesia dalam dekade terakhir ini. Kemudian dilakukan penelahaan terhadap aspek yang mempengaruhi kondisi pemasaran dan diakhiri dengan beberapa pemikiran untuk menciptakan tatanan pasar produk pangan yang lebih memihak petani.

KERAGAAN PEMASARAN PRODUK PANGAN UTAMA

Bahasan tentang produk pangan utama akan difokuskan pada padi/beras dan jagung, dua komoditas pangan utama. Kemudian, kasus dua komoditas

tersebut dapat dijadikan acuan untuk perumusan kebijakan pemasaran bagi komoditas pangan lainnya.

Padi dan Beras

Seperti diketahui, produksi padi bersifat musiman dan rentan terhadap risiko alam, sehingga penawarannya bersifat fluktuatif. Selain produksi yang bersifat fluktuatif, banyak faktor lain yang menyebabkan penawaran padi bersifat tidak elastis, di antaranya adalah kecilnya *marketable surplus* (surplus jual), kemampuan menyimpan gabah rendah, dan tingginya desakan kebutuhan likuiditas petani.

Dari pengamatan Jamal *et al.* (2006) di empat propinsi sentra produksi padi, diperoleh informasi bahwa secara umum rata-rata harga gabah di tingkat petani, terutama GKP, selama musim kemarau lebih tinggi daripada musim hujan. Banyak faktor yang menyebabkan hal tersebut, di antaranya terkait dengan pola pemasaran gabah dan beras serta alternatif pasar yang tersedia, sistem panen, pola tanam, kondisi spesifik wilayah, dan manajemen stok.

Pemasaran gabah dan beras, sebagaimana halnya pemasaran komoditas pertanian lainnya, berjenjang dari pedagang tingkat desa sampai pengecer di wilayah konsumen. Dari sisi rantai pemasaran, tidak banyak yang berbeda dengan hasil pengamatan dan penelitian terdahulu seperti yang ditemui Rusastra *et al.* (2004) dan Rachman *et al.* (2003). Satu hal yang mulai berubah, terutama untuk pedagang besar di Jawa Barat dan DI Yogyakarta, adalah peran pedagang besar yang mulai tersaingi oleh pedagang menengah dalam pemasaran beras antarwilayah/propinsi. Bila pada waktu yang lalu pemasaran beras antarwilayah, terutama untuk tujuan Jakarta dan sekitarnya, dimonopoli oleh beberapa pedagang besar, maka sekarang jumlah pedagang yang memasarkan berasnya ke wilayah Jakarta dan sekitarnya relatif lebih banyak. Dalam aspek lainnya tidak ada perubahan yang berarti selama 10 tahun terakhir.

Fluktuasi harga gabah antarmusim merupakan fenomena yang sudah biasa ditemui, dan hal ini banyak terkait dengan masalah penawaran dan permintaan gabah/beras. Panen raya di Jawa Barat dan DIY umumnya terjadi pada musim hujan, dan kondisi ini menyulitkan petani mengelola gabah yang dihasilkannya, sementara harga penjualan gabah pada musim hujan relatif rendah. Dari sisi pedagang, pada musim hujan mereka umumnya lebih menyukai membeli gabah dalam bentuk GKG, karena margin keuntungan yang diperoleh pedagang selama musim hujan rata-rata lebih besar untuk GKG daripada GKP (Tabel 1).

Bagi pedagang di tingkat desa yang umumnya memiliki penggilingan padi, pada musim hujan biaya pengolahan GKP sampai menjadi beras untuk setiap kilogram gabah lebih besar dari pengolahan GKG. Selisih biaya ini, kecuali untuk

Sumatera Barat, relatif besar antara GKP dan GKG. Pada musim kemarau, biaya yang dikeluarkan relatif sama, perbedaannya hanya untuk biaya jamur, namun jumlahnya relatif kecil (Tabel 2). Keadaan ini membawa konsekuensi besar bagi margin keuntungan yang diperoleh pedagang. Pada musim hujan, margin keuntungan dari GKG sekitar 30% sampai tiga kali lipat dari keuntungan GKP. Hal ini juga yang menyebabkan harga GKP semakin rendah pada musim hujan, selain produksi melimpah, pedagang juga kurang mempunyai insentif untuk membeli gabah dalam bentuk GKP.

Keadaan sebaliknya terjadi pada musim kemarau, pedagang mempunyai insentif untuk membeli gabah dalam bentuk GKP, karena selain perbedaan biaya yang dikeluarkan dengan pembelian GKG relatif kecil, pedagang mendapatkan nilai tambah yang menarik dari rendemen GKP-GKG. Karena itu

Tabel 1. Perhitungan input-output untuk setiap kg gabah kering panen (GKP) dan gabah kering giling (GKG) yang dibeli oleh pedagang desa (pengilingan) dan diolah menjadi beras selama MH 2005/2006 di empat propinsi.

Uraian	Sumatera Barat		Jawa Barat		Yogyakarta		Sul. Selatan	
	GKP	GKG	GKP	GKG	GKP	GKG	GKP	GKG
Harga pembelian gabah (Rp/kg)	1.750	1.950	1.375	1.749	1.650	1.900	1.600	1.825
Rendemen gabah-beras	0,550	0,625	0,506	0,627	0,510	0,608	0,53	0,610
Nilai beras (Rp) ^{*)}	2.005	2.225	1.506	1.866	1.836	2.109,5	1.808	2.046
Nilai bekatul (Rp)	55	53	69,3	72,4	68,5	81,0	48,0	32,5
Biaya (Rp) ^{**)}	201	194,9	171,2	138,6	217,5	166,5	205,5	164
Keuntungan (Rp/kg)	109	133,1	29,1	50,8	37	124	50,5	89,5

^{*)} dihitung dari harga jual beras per kg dikalikan dengan rendemen gabah-beras

^{**)} meliputi biaya bongkar muat, transportasi, jamur, giling, dan lainnya.

Tabel 2. Perhitungan input-output untuk setiap kg gabah kering panen (GKP) dan gabah kering giling (GKG) yang dibeli oleh pedagang desa (pengilingan) dan diolah menjadi beras selama MK 2006 di Sumatera Barat dan Jawa Barat.

Uraian	Sumatera Barat		Jawa Barat	
	GKP	GKG	GKP	GKG
Rata-rata harga pembelian gabah (Rp/kg)	1.840	2.116	1.676	2.224
Rendemen gabah-beras	0,572	0,630	0,527	0,639
Nilai beras (Rp) ^{*)}	2.142,6	2.367	1.968	2.383
Nilai bekatul (Rp)	63,0	71,0	70,2	74,1
Biaya yang dikeluarkan (Rp) ^{**)}	186,0	167,5	165,1	149,5
Margin keuntungan (Rp/kg)	179	153,5	197,1	84,3

^{*)} dihitung dari harga jual beras per kg dikali rendemen gabah-beras

^{**)} meliputi biaya bongkar muat, transportasi, jamur, giling, dan lainnya.

keuntungan yang diperoleh pedagang pada musim kemarau lebih besar untuk pembelian gabah dalam bentuk GKP. Hal ini mendorong ketatnya persaingan antarpedagang tingkat desa, terutama di Jawa Barat, dalam mendapatkan GKP pada musim kemarau. Beberapa pedagang di sekitar Sukabumi, misalnya, pada musim kemarau harus bersaing dengan pedagang dari Karawang, Subang, dan Indramayu untuk mendapatkan GKP di Kecamatan Surade, Sukabumi Selatan. Uraian di atas mempertegas betapa makin lemahnya posisi petani padi, terutama pada musim hujan.

Masih dominannya sistem pembelian gabah dalam bentuk tebasan, menyebabkan harga yang diterima petani jauh di bawah harga yang ditetapkan pemerintah. Perhitungan sederhana pada beberapa responden yang menjual hasil panennya secara tebasan dan datanya dikonfirmasi kepada para penebas, diperoleh informasi seperti pada Tabel 3. Perbedaan harga di tingkat petani dengan yang diterima penebas sekitar 8%. Upaya untuk menghapus pola panen tebasan ini belum sepenuhnya berhasil, karena antara penebas dan petani telah lama terikat dalam berbagai kegiatan. Sistem tebasan sulit dihapuskan mengingat tingginya desakan kebutuhan petani, kurangnya modal, dan rendahnya kemampuan menyimpan gabah.

Upaya Departemen Pertanian melalui kegiatan Lembaga Usaha Ekonomi Pedesaan (LUEP) belum sepenuhnya berhasil menangani persoalan di atas, karena penggilingan padi yang dimodali oleh LUEP juga membeli gabah melalui kaki tangan yang umumnya adalah para penebas. Upaya Pemda Bantul melalui satuan tugas (satgas) pascapanen membeli gabah petani dan produk pertanian lainnya, bila harga gabah di bawah harga *break even*, lebih efektif dalam upaya stabilisasi harga gabah di tingkat petani.

Tabel 3. Penaksiran penebas untuk setiap 1.000 m areal panen, di Kabupaten Bantul, D.I. Yogyakarta, Maret 2006.

Uraian	Fisik (kg)	Nilai/satuan (Rp)	Total nilai (Rp)
Perkiraan harga tebasan	-	1.481 ^{**})	900.000
Perkiraan jumlah gabah yang didapat	675,0		
Biaya panen	67,5	1.600	108.000 ^{***})
Biaya transportasi	0 ^{*)}		
Jumlah yang dibeli oleh penggilingan	607,5	1.600	972.000
Keuntungan penebas			72.000

^{*)} = ditanggung pemilik penggilingan

^{**}) = Perkiraan HPP di tingkat petani (dihitung dari Rp 900.000 dibagi dengan hasil bersih setelah dikurangi bawon, 607,5 kg).

^{***}) = Buruh panen per orang menerima Rp 15.428 (Rp 108.000 dibagi rata untuk 7 orang, upah laki-laki dan wanita sama. Dalam sehari, dengan kemampuan memanen 2.000 m mereka mendapat keuntungan bersih sekitar Rp 30.000, makan ditanggung pemilik lahan)

Satgas pascapanen Pemda Bantul membeli gabah petani dengan cara ditimbang, dan tim ini membeli gabah bila harga gabah petani lebih rendah 15% dari harga *Break Even Point* (BEP), yang biasanya dipatok 50% dari harga beras medium. Tim ini dibekali dana abadi dari APBD dan sangat lentur dalam pengelolaan dana. Sementara LUEP yang didanai dari APBN seringkali mengalami keterlambatan dalam pencairan dana. Kegiatan satgas pascapanen umumnya mendapat pemberitaan yang memadai dan membawa dampak psikologis yang besar terhadap harga gabah di tingkat petani. LUEP yang bermitra dengan perusahaan penggilingan tidak begitu jelas dampak kegiatannya, dan sulit mengontrol pemanfaatan dana oleh perusahaan penggilingan. Kontrol oleh petugas lapangan hanya mengandalkan laporan dari perusahaan penggilingan tentang proses pembelian gabah.

Persoalan lain dalam pemasaran padi/beras adalah tidak terjadinya integrasi pasar secara baik antarberbagai tingkatan pasar, terutama di Sulawesi Selatan dan Jawa Barat. Hal ini antara lain disebabkan oleh terpusatnya pemasaran beras pada beberapa pedagang besar. Di Jawa Barat (Indramayu), misalnya, pedagang besar dengan kapasitas gudang 2.700-6.000 ton (Tabel 4) dapat menentukan harga di wilayah tersebut. Dengan tingkat pinjaman di bank rata-rata mencapai miliaran rupiah, mereka memiliki kekuatan di pasar beras lokal.

Secara sederhana hal itu dapat dilihat dari margin dan biaya pemasaran, margin keuntungan, dan efisiensi pemasaran (ditinjau dari pedagang) di beberapa propinsi produsen beras (perhitungan margin pemasaran dilihat dari harga yang diterima petani, pedagang, dan konsumen). Margin pemasaran beras di DIY adalah Rp 260/kg yang terdiri atas biaya tata niaga Rp 152/kg dan margin keuntungan Rp 107,2/kg. Tingkat efisiensi lembaga pemasaran beras di DIY adalah 1,7%. Pemasaran beras di DIY paling efisien, kemudian diikuti berturut-turut di Sumatera Barat, Sulawesi Selatan, dan Jawa Barat. Hal ini terjadi antara

Tabel 4. Rata-rata harga pembelian, biaya tata niaga, dan margin keuntungan pedagang pengumpul beras di beberapa propinsi, 2006.

Uraian	Propinsi			
	Jabar	Sumbar	DIY	Sulsel
Harga pembelian (Rp/kg)	3250	3472	3340	2890
Harga jual (Rp/kg)	4150	4190	3600	3190
Margin pemasaran (Rp/kg)	900	718	260	300
Biaya tata niaga (Rp/kg)	647.5	443	152.8	196.4
Margin keuntungan (Rp/kg)	252.5	275	107.2	103.6
Efisiensi (%)*	1.39	1.62	1.70	1.53

Sumber: Jamal *et al.* (2006)

*) hasil bagi antara margin pemasaran dan biaya tata niaga

lain karena lebih panjangnya rantai tata niaga di Jawa Barat dan Sulawesi Selatan, serta terpusatnya perdagangan beras pada beberapa pedagang besar.

Konsumen beras saat ini semakin mementingkan mutu. Bagi mereka, beras tidak hanya sebagai komoditas melainkan juga sebagai produk dengan kriteria tertentu. Hal ini terjadi khususnya pada konsumen yang memiliki tingkat pendidikan dan kemampuan ekonomi yang cukup dan biasanya dijumpai di kota-kota besar (Sutrisno 2007). Petani harus mulai memperhatikan mutu gabah yang dihasilkan karena dari gabah yang baik akan dihasilkan beras yang bermutu tinggi. Pola konsumsi beras di Indonesia telah mengalami perubahan sejalan dengan makin meningkatnya pendapatan, pendidikan, dan mudahnya akses informasi.

Jagung

Secara umum rantai pemasaran jagung dapat dibedakan menjadi jagung untuk tujuan konsumsi langsung dan untuk pakan. Namun dalam tulisan ini hanya dibahas pemasaran jagung untuk pakan. Di Sumatera Utara petani menjual jagung kepada pedagang pengumpul/komisioner/penebas atau langsung ke pedagang kabupaten. Di tingkat pedagang, jagung dipipil dan dijemur, kemudian dijual ke pabrik pakan (melalui leveransir/broker), peternak, atau ke perusahaan pengolah jagung. Jagung yang dijual ke pabrik pakan umumnya berkualitas baik dengan kadar air 14-15%, kandungan aflatoksin dan biji pecah yang rendah.

Pedagang besar pada umumnya adalah pemasok bahan baku ke industri pakan. Pedagang pengumpul di tingkat kabupaten sulit menjual jagung ke pabrik pakan yang seringkali membeli jagung dengan sistem kontrak. Persyaratan dalam sistem ini sulit dipenuhi pedagang kabupaten karena ketidakmampuan memasok jagung secara kontinu, terutama pada saat tidak musim panen. Selain itu, pedagang yang akan menjual jagung ke pabrik pakan harus mempunyai modal yang besar karena pembayaran dari pabrik pakan berselang 1-2 minggu, sementara pedagang harus membayar tunai kepada petani.

Rantai tata niaga jagung di Jawa Timur menunjukkan bahwa petani menjual jagung ke pedagang pengumpul atau ke pedagang besar. Berkembangnya peternakan ayam petelur menyebabkan adanya permintaan langsung dari peternak yang membuat pakan sendiri. Untuk sampai ke konsumen, jagung dari petani hanya melewati tiga atau empat mata rantai, sehingga jalur tataniaga jagung relatif pendek.

Di Lampung terdapat tiga tingkat pedagang, yaitu pedagang desa, pedagang kecamatan, dan pedagang kabupaten. Petani pada umumnya menjual hasil panennya ke pedagang desa atau langsung ke pedagang kecamatan, sementara pedagang desa biasa menjual jagung ke pedagang

kecamatan atau langsung ke pedagang kabupaten. Pedagang besar membeli jagung dari pedagang kabupaten dan menjualnya ke pabrik pakan atau ke pedagang besar di propinsi lain. Aliran jagung ke propinsi lain terjadi pada musim panen puncak, pada saat produksi melebihi kapasitas pasar lokal dan pabrik pakan. Sebaliknya selama di luar musim puncak, aliran jagung terjadi dari propinsi lain ke pedagang besar di Lampung.

Produksi jagung dijual dalam dua bentuk, yaitu dalam bentuk pipilan dan ditebaskan kepada pedagang perantara. Sekitar 85% petani menjual jagung dalam bentuk pipilan dan 15% sisanya menjual jagung dengan sistem tebasan (Saleh *et al.* 2003). Dalam sistem tebasan, panen dan pascapanen dilakukan oleh penebas. Penjualan jagung dengan cara ini memerlukan perkiraan volume produksi yang akan dihasilkan. Oleh karena itu, kecuali jika petani tidak mempunyai cukup waktu untuk memanen sendiri, sistem ini tidak dilakukan.

Petani jagung biasanya tidak mempunyai alat pemipil jagung. Jika jagung dijual dalam bentuk pipilan, petani biasanya membayar biaya pemipilan kepada pedagang perantara berkisar antara 2,5-3% dari harga jual. Sesudah jagung dipipil, pedagang perantara menimbang lalu memasukkan ke karung dan menaikkan ke truk untuk dikirim langsung ke pabrik pakan.

Petani dan pedagang perantara umumnya tidak menjemur jagung pipilan karena pengeringan memerlukan tambahan tenaga kerja dan biaya, sementara petani dan pedagang perantara belum mengetahui secara pasti harga jagung yang telah dikeringkan (terkait dengan kadar air). Unit pengolahan pakan atau peternak melakukan pengeringan jagung pipilan secara mekanis sebelum disimpan.

Marjin pemasaran pada rantai tata niaga jagung relatif besar karena jarak lokasi budi daya dan unit pengolahan pakan relatif jauh. Marjin pemasaran dari petani ke pedagang pengumpul/penebas berkisar antara 2-11% dan marjin keuntungan pedagang pengumpul relatif kecil, yaitu 1-3% dari harga yang dibayar oleh pabrik pakan. Sementara marjin keuntungan pedagang besar atau pedagang kabupaten 3-20% dari harga di tingkat pabrik pakan (Tabel 5).

Hadi *et al.* (1993) melaporkan bahwa pabrik pakan sebagai konsumen akhir jagung mempunyai kekuatan oligopolistik dalam menentukan harga jagung di masing-masing tingkat rantai pemasaran. Industri pakan adalah penentu harga, sementara pedagang perantara dan petani sebagai penerima harga. Cara pengukuran kadar air dan kualitas jagung kurang transparan bagi petani dan pedagang perantara.

Pada saluran tata niaga jagung, marjin tata niaga Rp 250/kg, biaya tata niaga Rp 41,5/kg dan marjin keuntungan sebesar Rp 208,5/kg (Tabel 6). Efisiensi pemasaran jagung di tingkat pedagang besar di Lampung 6,02%. Dari Tabel 4 tampak bahwa efisiensi pemasaran jagung di tingkat pedagang besar di

Tabel 5. Harga yang diterima petani, biaya, dan keuntungan tata niaga jagung di beberapa propinsi, 2001.

Uraian	Sumatera Utara		Jawa Timur		Lampung	
	(Rp/kg)	(%)	(Rp/kg)	(%)	(Rp/kg)	(%)
Harga yang diterima petani	900	76.9	800	74.8	775	73.8
Harga yang diterima pedagang desa pengumpul/penebas/komisioner	935	79.8	930	86.9	800	76.2
Biaya tata niaga	0	0.0	110	10.3	0	0.0
Marjin keuntungan	35	3.0	20	1.9	25	2.4
Harga yang diterima pengumpul/pedagang kabupaten/pedagang besar	1150	98.2	1010	94.4	1050	100.0
Biaya tata niaga	172	14.7	50	4.7	41.5	4.0
Marjin keuntungan	43	3.7	30	2.8	208.5	19.9
Harga yang diterima leveransir/pedagang besar	1171	100.0	1070	100.0	-	-
Biaya tata niaga	11	0.9	38	3.6	-	-
Marjin keuntungan	10	0.9	22	2.1	-	-

Sumber: Saleh *et al.* (2001)

Tabel 6. Marjin pemasaran jagung pada jalur dominan di Sumatera Utara, Jawa Timur, dan Lampung, 2001.

Uraian	Marjin pemasaran jagung		
	Pengumpul	Pedagang kabupaten	Leveransir
Sumatera Utara			
Harga pembelian (Rp/kg)	900	935	1150
Harga jual (Rp/kg)	935	1150	1171
Marjin pemasaran (Rp/kg)	35	215	21
Biaya tata niaga (Rp/kg)	0	172	11
Marjin keuntungan (Rp/kg)	35	43	10
Efisiensi (%)		1.25	1.91
Jawa Timur			
	Penebas	Pengumpul	Pedagang Besar
Harga pembelian (Rp/kg)	800	930	1010
Harga jual (Rp/kg)	930	1010	1070
Marjin pemasaran (Rp/kg)	130	80	60
Biaya tataniaga (Rp/kg)	110	50	38
Marjin keuntungan (Rp/kg)	20	30	22
Efisiensi (%)	1.18	1.60	1.58
Lampung:			
	Komisioner	Pedagang besar	
Harga pembelian (Rp/kg)	775	800	
Harga jual (Rp/kg)	800	1050	
Marjin pemasaran (Rp/kg)	25	250	
Biaya tata niaga (Rp/kg)	0	41.5	
Marjin keuntungan (Rp/kg)	25	208.5	
Efisiensi (%)		6.02	

Sumber: Saleh *et al.* (2001).

Lampung lebih tinggi dibandingkan dengan di Jawa Barat dan Jawa Timur, yang diduga karena perbedaan biaya transportasi. Daerah penghasil jagung di Lampung lebih terkonsentrasi dibandingkan dengan di Jawa Timur dan Jawa Barat, sehingga biaya transportasi di Lampung lebih rendah.

FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PASAR PRODUK PANGAN UTAMA

Persoalan pokok yang menyebabkan lemahnya posisi tawar petani terkait dengan sempitnya rata-rata pengusahaan lahan (Tabel 7). Hal ini menyebabkan kegiatan usahatani tidak bisa diandalkan sebagai sumber pendapatan keluarga. Di DI Yogyakarta, misalnya, sumbangan pertanian padi hanya sekitar 20% dari total pendapatan keluarga. Hal serupa diungkapkan *Kompas* (24 April 2005): bahwa untuk wilayah sekitar pantai utara Jawa, dengan rata-rata pemilikan lahan sawah sekitar 0,4 ha, petani hanya mendapatkan pendapatan kotor sebesar Rp 650.000 untuk lebih dari 3 bulan usaha. Kondisi ini menyebabkan kegiatan pertanian di wilayah ini sulit diandalkan untuk mencukupi kebutuhan hidup petani. Hal ini juga terkait dengan manajemen hasil panen di tingkat petani. Dengan rata-rata hasil yang diterima tidak memadai, petani kesulitan menahan atau menyimpan hasil panennya lebih lama, karena terdesak oleh kebutuhan dana tunai .

Persoalan lain yang terkait dengan efisiensi produksi adalah rata-rata pengusahaan lahan kurang dari 0,5 ha. Di sisi lain, ketersediaan lapangan pekerjaan di pedesaan terbatas, menyebabkan sulitnya upaya peningkatan efisiensi produksi di tingkat usahatani. Bila dikaitkan efisiensi dengan curahan tenaga kerja dapat dibuat perbandingan keadaan di Indonesia dengan negara lain. Sebagai gambaran, curahan tenaga kerja pada lahan sawah di Indonesia pada tahun 1978 1.252 jam orang kerja (JOK) (Hayami and Kikuchi 1981) dan meningkat menjadi 1409 JOK pada tahun 1982/83 (Satari *et al.* 1986). Angka ini kemudian menurun menjadi 745-949,3 JOK pada tahun 2005/2006. Hal ini berarti

Tabel 7. Sebaran rumah tangga pertanian berdasarkan luas lahan sawah yang dikuasai, 2003.

Luas lahan yang dikuasai (m ²)	Sebaran (%)			
	Sumbar	Jabar	DIY	Sulsel
< 1000	15,22	33,06	48,29	9,51
1000-4999	55,69	52,74	48,01	45,39
5000-9999	21,23	9,30	3,00	25,67
10.000-19.999	6,90	3,42	0,59	14,34
20.000-29.999	0,70	0,85	0,06	3,24
>29.999	0,20	0,63	0,04	1,83

*) dominan menyimpan gabah di penggilingan padi.

selama 28 tahun telah terjadi pengurangan penggunaan tenaga kerja di lahan sawah sebesar 32,3%. Di bandingkan dengan negara lain, misalnya Korea Selatan, dari tahun 1981 sampai 2001 jumlah tenaga kerja pada setiap hektar sawah berkurang dari 930 JOK menjadi hanya 280 JOK, atau menurun sebesar 70% (Lee and Kim 2004).

Hal lain adalah lambatnya adopsi teknologi peningkatan produksi dan penanganan pascapanen, sehingga ketergantungan petani terhadap alam dalam proses produksi belum sepenuhnya dapat tergantikan. Ketergantungan terhadap beras sebagai bahan pangan utama merupakan faktor lain yang mempersulit implementasi kebijakan di bidang harga pangan. Berdasarkan data pada tahun 2000, tingkat konsumsi beras di Indonesia rata-rata 154 kg/kapita/tahun. Sebagai perbandingan, pada saat yang sama konsumsi/kapita/tahun Thailand, sebagai salah satu produsen utama beras di dunia, hanya 101 kg dan Malaysia 88 kg.

Selain tingkat konsumsi yang terus meningkat, dari 105 kg/kapita/tahun (1971) menjadi 154 kg/kapita/tahun (2000), cakupan wilayah yang konsumsinya eksklusif beras juga meningkat. Penelitian Rachman (2001) menunjukkan, jika pada tahun 1979 hanya ada tiga propinsi yang eksklusif mengonsumsi beras, pada tahun 1996 meningkat menjadi 11 propinsi dan saat ini hampir semua propinsi di Indonesia mengonsumsi beras sebagai pangan eksklusif.

Dengan menjadikan beras sebagai komoditas politis, perhatian terhadap beras melebihi proporsi yang seharusnya dan secara tidak langsung menjadikan komoditas lain menjadi inferior, kurang bergengsi untuk dikonsumsi. Berbagai program sebelumnya, seperti pengadaan beras untuk pegawai negeri, penanggulangan kelaparan, dan untuk penduduk miskin (raskin), mendorong peningkatan konsumsi dan ketergantungan masyarakat terhadap beras dan menutup peluang pengembangan komoditas substitusinya.

Kebijakan mengenai pangan, terutama beras, umumnya dibuat terpusat dan tidak sejalan dengan semangat desentralisasi. Banyak ditemui kasus rendahnya perhatian Pemerintah Daerah terhadap masalah pangan, dan salah satunya dipicu oleh kebijakan pangan yang terlalu sentralistik.

BEBERAPA PEMIKIRAN AGAR PEMASARAN PRODUK PANGAN LEBIH MEMIHAK PETANI

Upaya pemasaran produk pangan agar lebih berpihak kepada petani harus diawali dengan perbaikan distribusi lahan di tingkat petani dan mengembangkan usaha-usaha yang tidak berbasis lahan di pedesaan. Pengalaman empiris menunjukkan bahwa berbagai instrumen yang telah diluncurkan pemerintah, mulai dari KUD, harga dasar, dan terakhir LUEP, belum berhasil mengangakat

posisi petani dalam struktur pasar yang ada. Oleh karena itu, gerakan reforma agraria yang dicanangkan pemerintah saat ini, dengan sasaran untuk memperbaiki struktur penguasaan dan pengusahaan lahan dan akses petani terhadap input produksi, perlu didukung bersama. Upaya ini perlu pula diimbangi dengan pengembangan usaha-usaha lain di luar kegiatan pertanian di pedesaan, sehingga tekanan terhadap lahan yang ada dapat dikurangi. Hanya dengan cara ini upaya untuk membuat kegiatan pemasaran produk pertanian akan berpihak pada petani.

Teknologi pascapanen dan pengolahan hasil sebenarnya sudah banyak dihasilkan lembaga penelitian. Teknologi ini jelas sangat membantu dalam meningkatkan posisi tawar petani, terutama pada musim hujan. Persoalan selama ini adalah lambatnya proses diseminasi dari lembaga penelitian ke petani. Diperlukan upaya khusus untuk mempercepat diseminasi hasil penelitian, terutama yang terkait dengan pascapanen dan pengolahan hasil di tingkat petani.

Hal lain yang menyulitkan pembuatan keputusan strategis dalam masalah pangan, terutama beras, adalah tingginya ketergantungan terhadap beras sebagai bahan pangan utama, sehingga berbagai keputusan tentang masalah ini mudah dibelokkan pada isu lain yang sensitif. Untuk itu, ke depan, diversifikasi pangan perlu terus diupayakan secara berkelanjutan. Pengurangan ketergantungan terhadap beras harus diawali dengan penetapan komoditas alternatif secara jelas, sehingga kebijakan pengembangannya dapat lebih proporsional. Sejalan dengan upaya ini, diversifikasi produksi merupakan jalan bagi peningkatan pendapatan rumah tangga. Kebijakan harga yang diambil harus dapat mendukung ke arah diversifikasi konsumsi dan produksi. Penetapan komoditas alternatif, pada tingkat propinsi atau kabupaten, sedapat mungkin mampu mendukung pengembangan agroindustri di pedesaan. Bisa saja untuk komoditas buah-buahan dan sayuran seperti yang disarankan Timmer (2006), namun lebih disarankan komoditas pangan alternatif, seperti sago dan jagung. Dalam jangka panjang, menurut Pakpahan *et al.* (2004), pengembangan bahan pangan yang dapat disimpan lama seperti tepung layak untuk dipertimbangkan.

Desentralisasi kebijakan pangan sudah mendesak untuk direalisasikan. Keberhasilan Gorontalo dalam menangani masalah jagung dapat dijadikan contoh dalam upaya memperkuat posisi tawar petani dalam pemasaran produk pangan ini. Berkaitan dengan manajemen stok, misalnya, kebijakan jangka pendek lebih difokuskan pada desentralisasi penanganannya pada tingkat kabupaten atau propinsi, sementara pada tingkat rumah tangga diupayakan peningkatan stok di petani. Dalam jangka panjang perlu proyeksi konfigurasi lahan, ruang per wilayah, kebutuhan bahan pangan, dan bahan lain yang terkait dengan penggunaan lahan. Proyeksi ini merupakan basis bagi perencanaan berbagai program.

Untuk memperbaiki posisi petani dalam usaha peningkatan produksi beras dan jagung dalam jangka pendek, peranan produsen perlu ditingkatkan sehingga pengaruh negatif dan sistem pasar oligopolistik dapat ditekan. Dalam menghadapi pasar demikian, informasi yang intens dan terbaru diperlukan oleh petani. Untuk meningkatkan efisiensi operasional dan harga pada pemasaran beras dan jagung, Pemerintah Daerah seyogianya dapat menyediakan informasi pasar tambahan yang dibutuhkan petani, sehingga pasar menjadi lebih kompetitif. Pada jagung, untuk memperpendek mata rantai pemasaran dan agar petani memperoleh insentif harga produk yang tinggi, diperlukan alat pengolahan jagung. Untuk itu, setiap kelompok tani jagung perlu didorong untuk memiliki alat pengolahan jagung sederhana.

Lemahnya posisi tawar petani juga terjadi karena petani bekerja secara sendiri-sendiri. Oleh karena itu, perlu dikembangkan kelembagaan petani dalam bentuk Kelompok Tani, Gabungan Kelompok Tani, atau lembaga lainnya yang sesuai untuk masing-masing daerah. Secara bertahap, lembaga-lembaga tersebut perlu difungsikan untuk berperan dalam pemasaran produk tanaman pangan. Dengan demikian, tanpa perlu menggantikan peran para pedagang yang sudah ada, kelembagaan tersebut dapat menjadi pesaing baru bagi para pedagang, sehingga posisi tawar petani menjadi lebih baik.

PENUTUP

Pembangunan pertanian saat ini masih terfokus pada pemecahan masalah-masalah jangka pendek, sehingga belum mampu menjawab persoalan pokok yang ada di tingkat petani. Belajar dari kasus pemasaran beras dan jagung, akar masalahnya bukan terletak pada instrumen yang terkait dengan pemasaran, seperti harga dasar dan kelembagaan pasar, tetapi yang lebih mendasar adalah bagaimana upaya peningkatan kapasitas petani, terutama yang berkaitan dengan penguasaan dan pengusahaan lahan. Hal lain terkait dengan akses terhadap teknologi dan informasi serta diversifikasi bahan pangan masyarakat.

Pemasaran produk tanaman pangan saat ini belum dapat memberikan insentif yang memadai dan adil bagi petani, sehingga tidak dapat sepenuhnya diserahkan kepada mekanisme pasar. Sehubungan dengan hal itu, maka peran pemerintah masih diperlukan untuk mengimbangi peran para pelaku pasar swasta dan memberdayakan petani agar mampu memecahkan berbagai masalah yang dihadapi, termasuk dalam pemasaran produk tanaman pangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Litbang Pertanian, 2005a. Prospek dan arah pengembangan agribisnis padi. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Badan Litbang Pertanian, 2005b. Prospek dan arah pengembangan agribisnis jagung. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Hayami, Y. and M. Kikuchi. 1981. Asian village economy at the crossroads. University of Tokyo Press. Japan. 275 p.
- INDEF. 2006. Kajian kebijakan tata niaga beras. Kerja sama penelitian antara Pusat Penelitian dan Pengembangan Perdagangan Dalam Negeri dengan PT. Indef Eramadani. Jakarta.
- Jamal, E., E. Ariningsih, Hendiarto, K.M. Noekman, dan A. Askin. 2006. Analisis kebijakan penentuan harga pembelian gabah. Laporan Penelitian Pusat Analisis Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian. Bogor.
- Lee, T. H. and Kim, H. H. 2004. Farm income support and agricultural policy reform in Korea. Paper presented at the International Conference on WTO, Seoul, Sept 24, 2004.
- Pakpahan, A., H. Kartodihardjo, R. Wibowo, H. Nataatmadja, S. Sadjad, E. Haris, dan H. Wijaya. 2004. Membangun pertanian Indonesia: bekerja bermartabat dan sejahtera. Himpunan Alumni IPB. Bogor.
- Rusastra, I W., B. Rachman, Sumedi, dan T. Sudaryanto. 2004. Struktur pasar dan pemasaran gabah-beras dan komoditas kompetitor utama. *Dalam* H.P. Saliem *et al.* (Eds.). *Prosiding Efisiensi dan Daya Saing Sistem Usahatani Beberapa Komoditas Pertanian di Lahan Sawah*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian. Bogor.
- Saleh, C., Sumedi, dan E. Jamal. 2003. Analisis pemasaran jagung di Indonesia *Dalam* F. Kasryno *et al.* (Eds.). *Ekonomi Jagung Indonesia*. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Satari, G., F. Kasryno and C. A. Rasahan. 1986. Rice policies in Indonesia: historical perspectives, features, and performance. *In* Fujimoto and Matsuda: an economic study of rice farming in West Java: a farm household survey of two villages in Bandung and Subang. Nodai Research Institut. Tokyo University of Agriculture.
- Simatupang, P. 1989. Integrasi harga ubi kayu dan gapek di Lampung. *Forum Statistik* 8(1):21-28.
- Simatupang, P. dan J. Situmorang. 1998. Integrasi pasar dan keterkaitan harga karet Indonesia dengan Singapura. *JAE* 7(2):12-29.

- Siregar, M. dan M. Suryadi. 2006. Enhancing sustainable development of diverse agriculture in Indonesia. CAPSA Working Paper NO 97. United Nations.
- Sutrisno. 2007. Trend pemasaran beras di Indonesia. *Majalah Pangan*. 46(16):10-22.
- Syafa'at, N. dan H. Supriadi. 1998. Situasi produksi dan ketersediaan beras di tingkat petani Jawa Tengah: studi kasus di tiga kabupaten sentra produksi padi: Demak, Grobogan, dan Banyumas. Hasil monitoring dan evaluasi pengkajian SUTPA. Puslit Sosek Pertanian. Bogor.
- Timmer, C.P. 2006. The future of food policy in Indonesia. Paper delivered at CAPSA Seminar. Bogor, December 5, 2006.

Teknologi Mekanisasi Mendukung Pertanian Tanaman Pangan Industrial

Trip Alihamsyah

Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian

ABSTRAK

Mekanisasi pertanian berperan penting dan strategis dalam pengembangan sistem produksi tanaman pangan, karena terkait dengan peningkatan produktivitas kerja, efisiensi produksi, kualitas dan nilai tambah produk maupun limbah pertanian. Pada dasarnya teknologi mekanisasi pertanian berupa alat dan mesin pertanian (alsintan) untuk budi daya tanaman pangan khususnya padi, jagung, kedelai, dan kacang tanah maupun untuk panen dan pascapanen sudah tersedia. Melalui penelitian dan perekayasa, Badan Litbang Pertanian melalui Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian dan Balai Penelitian telah menghasilkan beragam teknologi alsintan, antara lain untuk pembibitan dan penanaman, pemupukan, penyiangan, pembumbunan, pengairan, perontokan dan pengupasan biji-bijian, pengeringan, sortasi, pengolahan limbah pertanian untuk pupuk, pakan, dan sumber energi. Untuk mewujudkan sistem produksi tanaman pangan berbasis mekanisasi pertanian diperlukan percepatan penggunaan alsintan di tingkat petani. Terkait dengan itu perlu pula diupayakan pengembangan dan penyempurnaan: (1) kebijakan dan kelembagaan pemerintah, terutama yang terkait dengan pengembangan mekanisasi pertanian; (2) kelembagaan petani dan usaha jasa; (3) industri dan perdagangan alsintan; (4) infrastruktur penunjang dan pembiayaan; dan (5) penyusunan database dan roadmap pengembangan. Kebijakan pengembangan mekanisasi pertanian melalui promosi yang intens, keberpihakan kepada petani, komitmen yang tinggi dan hubungan yang harmonis antara pemangku kepentingan dengan masyarakat pertanian, pengembangan mekanisasi pertanian diharapkan dapat memberikan kontribusi yang lebih besar terhadap upaya peningkatan produksi tanaman pangan, nilai tambah produksi, dan kesejahteraan petani.

Dalam periode 2005-2025 pembangunan pertanian diarahkan untuk mewujudkan visi pertanian industrial berkelanjutan yang berdaya saing dan mampu menjamin ketahanan pangan dan kesejahteraan petani. Visi pembangunan pertanian dalam periode 2005-2009 adalah mewujudkan pertanian tangguh untuk pemantapan ketahanan pangan, peningkatan nilai tambah, daya saing produk pertanian, dan kesejahteraan petani (Departemen Pertanian 2006). Kedua visi tersebut mengamanatkan pentingnya pembangunan pertanian tanaman pangan industrial yang tangguh untuk

memantapkan ketahanan pangan, peningkatan nilai tambah dan daya saing produk, serta kesejahteraan masyarakat pertanian.

Terkait dengan perubahan dinamika lingkungan strategis berupa persaingan yang makin ketat dan tajam serta masalah dan tantangan yang makin kompleks, maka pertanian Indonesia harus diubah ke arah industri pertanian yang berorientasi pada peningkatan produktivitas, efisiensi, kualitas, nilai tambah, daya saing, kesejahteraan masyarakat, dan berkelanjutan. Orientasi ini hanya bisa dicapai dengan memanfaatkan inovasi teknologi dan kelembagaan serta pengembangan infrastruktur dengan kebijakan yang tepat sebagai pilar utama. Dalam hal pemanfaatan inovasi teknologi, mekanisasi pertanian mempunyai peran penting dan strategis dalam pengembangan sistem produksi tanaman pangan, terkait dengan peningkatan produktivitas kerja, efisiensi produksi, kualitas, dan nilai tambah produk maupun limbah pertanian.

Salah satu bentuk mekanisasi pertanian adalah penerapan alat dan mesin pertanian (alsintan) dalam sistem produksi pertanian yang mencakup alsintan untuk budi daya, panen dan pascapanen, pengolahan, dan penyimpanan hasil pertanian. Pengembangan industri pertanian dan pedesaan yang didukung oleh teknologi mekanisasi pertanian tepat guna merupakan pijakan dalam mewujudkan industri pertanian, khususnya tanaman pangan yang efisien, berdaya saing, dan berkelanjutan (Handaka 1999, Suryana 2007a). Makalah ini disusun untuk memberikan informasi mengenai peran dan dukungan, ketersediaan dan keragaan teknologi mekanisasi pertanian, serta percepatan pengembangannya dalam mendukung sistem pertanian tanaman pangan industrial, sesuai dengan visi pembangunan pertanian.

PERAN DAN DUKUNGAN MEKANISASI PERTANIAN

Sebagai salah satu unsur pendukung pengembangan pertanian tanaman pangan industrial, mekanisasi pertanian memiliki peran penting dan strategis dalam hubungannya dengan peningkatan produktivitas kerja dan efisiensi produksi, diversifikasi produksi, dan nilai tambah, pendapatan usahatani, pengembangan agribisnis, dan lapangan kerja seperti yang sudah dikemukakan oleh banyak peneliti (Alihamsyah *et al.* 1994, Alihamsyah *et al.* 1998, Ananto *et al.* 2000, Handaka 1999). Peran tersebut berkaitan dan dukungan langsung terhadap program utama pembangunan pertanian, yang meliputi peningkatan ketahanan pangan, kesejahteraan petani, nilai tambah, dan daya saing produk pertanian.

Peningkatan produktivitas kerja dan efisiensi produksi dicapai melalui peningkatan kapasitas kerja dan waktu kerja produktif di setiap tahapan kegiatan produksi dan pengurangan kehilangan hasil melalui penerapan alsintan

budi daya, panen, dan pascapanen, pengolahan dan penyimpanan hasil pertanian. Peningkatan diversifikasi produksi dan nilai tambah dapat dicapai melalui penerapan alsin pascapanen, dan pengolahan hasil, dan limbah pertanian untuk menghasilkan aneka produk olahan hasil dan limbah pertanian, seperti tepung dan panganan, pakan ternak, dan pupuk organik. Pemanfaatan teknologi pascapanen dan pengolahan hasil dapat mendorong tumbuhnya kemandirian agroindustri pedesaan yang merupakan salah satu ciri pertanian industrial.

Peningkatan pendapatan petani diperoleh dari pengurangan biaya produksi karena berkurangnya biaya tenaga kerja dan kehilangan hasil serta meningkatnya nilai tambah hasil dan limbah pertanian. Pengembangan mekanisasi pertanian di suatu wilayah akan menumbuhkan kegiatan fabrikasi dan perbengkelan serta pemasaran dan usaha jasa alsintan (Alihamsyah *et al.* 1998). Usaha penyediaan dan penyewaan jasa serta pemeliharaan dan perbaikan alsintan merupakan bagian dari pengembangan agribisnis yang sekaligus mendorong kegiatan ekonomi lainnya. Perkembangan usaha tersebut memerlukan dukungan tenaga kerja dari berbagai tingkatan keahlian dan keterampilan. Pengembangan mekanisasi pertanian di suatu wilayah berarti pula mengembangkan agribisnis dan lapangan kerja.

KETERSEDIAAN DAN KERAGAAN TEKNOLOGI

Beragam teknologi mekanisasi pertanian berupa alsintan untuk budi daya tanaman pangan, khususnya padi, jagung, kedelai, dan kacang tanah maupun panen dan pascapanen serta pengolahan hasilnya sudah tersedia, meski perkembangan pemanfaatannya dalam produksi sangat lamban. Untuk mendukung pengembangan teknologi mekanisasi pertanian, Badan Litbang Pertanian melalui Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian dan Balai Penelitian lingkup Puslitbang Tanaman Pangan telah melakukan berbagai penelitian dan perekayasa serta menghasilkan beragam teknologi alsintan, antara lain pembibitan dan penanam, pemupuk, penyang bermotor, pembumbun, pompa air, perontok dan pengupas biji-bijian, pengering, sortasi pengolah limbah pertanian untuk pupuk, pakan ternak, dan sumber energi (Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian 2004 dan 2007, Balit Rawa 2001, Balit Serealia 2006, Balit Kacang-kacang dan Umbi-umbian 2004, Badan Litbang Pertanian 2005) yang disarikan dalam uraian berikut.

Penyiapan Lahan

Beragam jenis dan ukuran traktor, baik untuk traktor roda dua atau traktor tangan maupun traktor roda empat dan traktor kura-kura, serta peralatan pengolahan tanah seperti bajak singkal dan piringan, garu, rotary, dan glebeg

Tabel 1. Perkiraan kesesuaian penggunaan traktor dan peralatannya dengan kondisi lahan pertanian.

Jenis traktor	Jenis peralatan					
	Bajak singkal	Bajak piringan	Garu sisir	Garu piringan	Glebeg	Rotari
Roda 2	LS, LK, LR	LK	LS, LK, LR	LK	LS	LS, LK, LR
Roda 4	LS, LK	LK	LS, LK	LK	-	LS, LK
Kura-kura	LS, LR	-	-	-	-	-

LS = lahan sawah, LK = lahan kering, LR = lahan rawa

sudah tersedia di pasaran, bahkan sudah banyak yang diproduksi di dalam negeri. Pemilihan jenis dan ukuran traktor serta peralatannya disesuaikan dengan kondisi lahan dan tanaman yang diusahakan serta sistem budi dayanya (Tabel 1). Traktor roda empat hanya dapat digunakan pada tanah yang mempunyai daya sangga besar, seperti lahan sawah tadah hujan pada kondisi tidak berair dan lahan kering. Traktor tangan atau roda dua cocok untuk semua jenis lahan, bergantung tipe alat pengolah tanahnya. Penggunaan traktor kura-kura hanya cocok pada lahan berlumpur dangkal, seperti lahan sawah dan lahan rawa, yang gulmanya tidak terlalu lebat. Pemakaian bajak singkal dan garu sisir serta rotari cocok untuk semua tipologi lahan, tetapi untuk glebek hanya cocok untuk lahan sawah dan rawa. Kapasitas kerjanya selain bergantung pada jenis dan ukuran traktor dan peralatannya juga kondisi lahan. Sebagai contoh, kapasitas kerja pengolahan tanah pada lahan sawah dengan traktor tangan sampai siap tanam adalah 2 hari/ha.

PENANAMAN DAN PEMUPUKAN

Sistem penanaman padi beragam, bergantung pada kondisi dan cara penyiapan lahan, ada sistem tanam benih dan sistem tanam pindah (tanam bibit). Penanaman palawija biasanya menggunakan sistem tanam benih. Alat pembibitan, tanam, dan pemupukan belum digunakan dalam budi daya tanaman pangan karena belum tersedia secara komersial, namun telah direkayasa beragam prototipe alat pembibitan, tanam, dan pemupukan untuk padi dan palawija.

Untuk padi, telah direkayasa alat pembibitan padi hemat lahan dan alat tanam benih langsung (Atabela) serta beragam alat tanam padi gogo. Untuk palawija juga telah direkayasa beragam alat tanam benih dan pemupukan, baik dengan sistem tugal dengan tenaga manusia maupun sistem suntik berguling dan sistem alur ditarik traktor tangan dan traktor roda empat. Kapasitas kerja alat-alat tersebut beragam bergantung pada ukuran alat, jarak

tanam, tenaga penggerak dan kondisi lahan. Untuk alat pembibitan, kapasitas kerjanya 100 kotak/jam. Kapasitas kerja alat tanam benih langsung untuk padi berkisar antara 12-16 jam/ha, alat tanam suntik bergulir untuk palawija ditarik traktor tangan 7 HP berkisar antara 6-7 jam/ha, alat tanam sistem alur ditarik traktor tangan 8 HP 5 jam/ha, dan yang ditarik traktor roda empat dengan 40 HP 2,5 jam/ha, dibandingkan dengan 55-95 jam/ha dengan cara manual (tugal). Keunggulan dari alat-alat tanam tersebut selain kapasitas kerjanya jauh lebih tinggi daripada manual, jarak tanam dan jumlah biji yang ditanam juga bisa diatur seragam.

Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman meliputi penyiangan, pembumbunan, pengairan, pemberantasan hama dan penyakit tanaman. Untuk tanaman padi sawah telah dihasilkan prototipe penyang bermotor dengan kapasitas kerja 15 jam/ha, jauh lebih cepat dibanding 130 jam/ha dengan cara manual. Kapasitas alat pembumbun ditarik traktor tangan 7 HP adalah 9 jam/ha. Mesin penyang bermotor yang telah direkayasa dapat menyang tanaman padi pada dua baris secara teratur. Guna mendukung pemanfaatan air tanah untuk pengairan tanaman telah dihasilkan pompa air sentrifugal modifikasi tipe AP-S100 berdiameter 100 mm yang dapat meningkatkan efisiensi pemompaan sebesar 10,7% sehingga menghemat penggunaan bahan bakar minyak.

Panen dan Pascapanen

Penggunaan alsintan panen dan pascapanen selain bertujuan untuk mempersingkat waktu pemanenan juga menekan kehilangan dan memperbaiki mutu hasil. Selain sabit bergerigi, telah tersedia mesin pemotong padi (*reaper*) dan mesin panen padi tipe sisir (*stripper harvester*) dalam jumlah terbatas. Dalam pemanenan padi, penggunaan sabit dan perontokan gabah dengan cara gebot, kehilangan hasil sebesar 8-9%, sementara penggunaan *reaper* plus *thresher* menekan kehilangan hasil kurang dari 6%. Penggunaan *stripper harvester* SG-800 untuk panen padi selain dapat mempersingkat waktu pemanenan dari 270 jam/ha secara manual menjadi 7,6 jam/ha dengan kehilangan hasil 2-2,9% untuk padi yang tidak rebah dengan nilai B/C ratio 1,55 dan IRR 50,4% (IPB-GTZ-IRRI 1995). *Stripper harvester* telah diproduksi secara komersial oleh Bengkel Chandoe di Pinrang, Sulawesi Selatan.

Untuk kegiatan pascapanen primer padi dan palawija, telah tersedia secara komersial beragam alsin perontok, pemipil, pengupas, pembersih, dan sortasi. Penggunaan perontok bermotor (*power thresher*) dapat menyingkat waktu perontokan dari 18 hari/ha dengan cara manual menjadi 12 jam/ha (Ananto *et al.* 1999) dengan biaya lebih murah, sementara perontok pedal tipe lipat memiliki

kapasitas 60-90 kg/jam. Untuk jagung, kedelai dan kacang tanah, telah tersedia alat pemipil, perontok, dan pengupas, baik yang digerakkan oleh tenaga manusia maupun motor. Kapasitas kerja pemipil jagung bermotor bervariasi antara 1,5-3 t/jam, perontok kedelai bermotor 80-300 kg/jam, perontok polong kacang tanah bermotor 300 kg/jam dan perontok pedal 15 kg/jam. Khusus untuk kacang tanah, tersedia pula mesin pengupas dan sortasi bermotor, masing-masing dengan kapasitas 180 kg polong/jam dan 300 kg biji/jam.

Pengeringan merupakan salah satu kegiatan dalam penanganan pascapanen yang sangat menentukan mutu hasil. Keterlambatan pengeringan yang sering terjadi pada musim hujan menyebabkan rendahnya mutu hasil. Beragam tipe dan kapasitas serta sumber energi alsin pengering sudah tersedia secara komersial maupun berupa prototipe, tetapi penggunaannya di lapangan masih sangat terbatas. Hal ini mungkin disebabkan oleh selain masih rendahnya kapasitasnya (1-4 ton), juga harganya masih mahal dan tidak ada insentif harga yang memadai dari produk yang dikeringkan dengan alsin pengering. Hasil pengujian di Delta Telang dan Delta Saleh, Sumatera Selatan, menunjukkan bahwa pengering padi dengan bahan bakar sekam yang dipadukan dengan penggilingan padi dapat memberikan keuntungan ganda, yaitu pemanfaatan limbah, mempersingkat waktu pengeringan menjadi sekitar 8-9 jam, meningkatkan mutu gabah dan rendemen beras giling dari 59,6% menjadi 62,1% (Sutrisno *et al.* 1999, Ananto *et al.* 1999). Mesin pengering *hybrid* yang memanfaatkan panas sinar matahari yang dikombinasikan dengan pemanfaatan limbah melalui proses gasifikasi diharapkan mampu mengatasi permasalahan pengeringan dan sekaligus mengurangi biaya pengeringan per satuan berat.

Studi Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian menunjukkan bahwa rendemen penggilingan skala kecil dengan konfigurasi sederhana *husker-polisher* hanya 55,7% dengan beras kepala dan utuh 74,3%. Pengujian pada penggilingan percontohan dengan empat konfigurasi mesin berbeda juga menunjukkan pengaruh yang berbeda terhadap rendemen dan kualitas beras (Tabel 2). Rendemen beras giling yang dihasilkan oleh penggilingan skala kecil dengan konfigurasi *husker-separator-polisher* adalah 61,5% dengan beras

Tabel 2. Pengaruh konfigurasi alsin penggilingan padi terhadap rendemen dan kualitas beras.

Konfigurasi penggilingan padi	Rendemen (%)	Beras utuh dan beras kepala (%)
Husker-polisher	56,7	69,7
Cleaner-husker-polisher	59,1	73,5
Husker-separator-polisher	61,5	76,5
Cleaner-husker-separator-polisher	64,3	84,5
Cleaner-husker-separator-polisher-grader	64,7	85,1

kepala dan utuh 76,5%, sedangkan konfigurasi *cleaner-husker-separator-polisher* memberikan rendemen 64,3% dengan beras kepala dan utuh 84,5%. Perbaikan pada konfigurasi penggilingan skala kecil dari *husker-polisher* menjadi *cleaner-husker-polisher* atau *cleaner-husker-separator-polisher*, yang di Indonesia berjumlah 68.386 unit, berpotensi menyelamatkan produksi sampai 1.112.000 ton beras dengan asumsi produksi gabah nasional 56 juta ton.

Percepatan Pengembangan Mekanisasi Pertanian

Status, Masalah, dan Kendala Pengembangan

Perkembangan teknologi dan industri mekanisasi pertanian, khususnya alsintan, di Indonesia sangat lamban, bahkan mengalami pasang surut, dan kurang mendukung pengembangan komoditas pertanian (Tabel 3). Kecuali pompa air, jumlah alsintan dalam beberapa tahun terakhir relatif tidak meningkat, bahkan terjadi penurunan pada tahun 2001. Hal ini disebabkan oleh selain banyaknya masalah dan kendala yang dihadapi dalam pengembangannya, juga kurang komprehensifnya upaya pengembangan mekanisasi pertanian itu sendiri yang umumnya masih bersifat parsial dan didominasi oleh penyediaan perangkat keras.

Masalah dan kendala pengembangan mekanisasi pertanian khususnya pada pertanian tanaman pangan meliputi luas pemilikan dan sebaran lahan, sosial-ekonomi petani terutama modal, pendidikan, pengetahuan, keterampilan, budaya, usahatani subsisten dan tradisional, prasarana penunjang khususnya penataan lahan, jalan usahatani dan bengkel, kelembagaan penunjang terutama lembaga petani, penyuluhan, dan jasa. Lambannya laju perkembangan mekanisasi pertanian, khususnya alsintan di Indonesia tidak terlepas dari kurangnya perhatian dan konsistensi pemerintah

Tabel 3. Perkembangan jumlah alat dan mesin pertanian di Indonesia.

Tahun	Traktor roda 2	Traktor roda 4	Pompa air	Sprayer	Perontok	RMU
1973	1.914	1.600	-	74.190	1.347	21.627
1981	4.843	3.850	-	418.237	15.149	-
1988	16.804	4.316	-	918.699	103.019	26.936
1990	23.431	4.524	-	1.061.338	147.509	31.301
1994	50.224	5.384	-	1.300.966	262.121	-
1995	53.867	6.124	-	1.387.233	300.141	40.038
1997	74.893	4.483	99.309	1.550.807	351.702	41.392
1998	81.108	4.656	117.116	1.642.686	367.250	42.551
2000	97.033	3.976	190.013	1.760.543	388.609	45.402
2001	84.664	3.711	215.774	1.562.217	340.654	39.996

Sumber: BPS berbagai tahun dan Ditjen BSP (2002).

terhadap pengembangan mekanisasi pertanian. Hal ini tercemin dari tidak ada lembaga struktural di Departemen Pertanian yang menangani pengembangan mekanisasi pertanian secara komprehensif dan sistematis, sehingga pendekatan pengembangan yang bersifat holistik dan progresif dengan strategi selektif dan partisipatif belum bisa diimplementasikan secara utuh.

KEBIJAKAN DAN UPAYA PENGEMBANGAN

Kebijakan yang perlu diambil adalah proaktif mempromosikan mekanisasi pertanian disertai keberpihakan yang tinggi kepada masyarakat, khususnya petani dan sekaligus melibatkan partisipasi aktif pelaku agribisnis secara seimbang. Peran pemerintah diarahkan kepada: (1) fasilitasi, regulasi, pembinaan, pendampingan, dan penguatan kelembagaan yang mencakup lembaga penelitian dan pengembangan serta penyuluhan, kelembagaan petani, usaha agribisnis, dan pembiayaan alsintan; (2) penataan dan pembangunan serta peningkatan infrastruktur pendukung, khususnya yang terkait dengan lahan, jalan, jembatan, dan bengkel alsintan; (3) pengembangan sistem usahatani maju, dan (4) pengembangan komitmen dan hubungan kerja yang harmonis antarpemangku kepentingan. Pemangku kepentingan mekanisasi pertanian adalah lembaga penelitian dan perguruan tinggi (*Academic*), kalangan industri/swasta (*Business*), dan pemerintah (*Government*) dengan beneficiary target adalah petani/kelompok tani (*Community*) atau dikenal dengan *ABG-C* (Herodian 2007).

Dalam upaya mempercepat pengembangan mekanisasi pertanian di Indonesia, aspek yang perlu mendapat perhatian menurut Suryana (2007 b) adalah: (1) kebijakan dan kelembagaan pemerintah (penelitian dan perekayasaan, penyuluhan, dan pengembangan sumber daya manusia, pengujian, standarisasi dan sertifikasi); (2) kelembagaan petani dan usaha jasa; (3) industri dan perdagangan alsintan; (4) infrastruktur penunjang dan pembiayaan; dan (5) penyusunan database dan *roadmap* pengembangan. Kebijakan pengembangan kelembagaan meliputi peningkatan kapasitas dan pemberdayaan kelembagaan yang sudah ada sehingga lebih efektif dan efisien dalam menjalankan fungsinya. Kelembagaan tersebut mencakup lembaga pemerintah (khususnya penelitian, pengujian, pengembangan, dan penyuluhan) dan petani atau kelompok tani serta lembaga agribisnis, khususnya lembaga pengelola jasa alsintan.

Khusus untuk penelitian dan perekayasaan, guna memperoleh hasil yang berdaya guna dan mengefisienkan sumber daya yang ada, perlu dibangun dan dikembangkan kerja sama penelitian dan perekayasaan mekanisasi pertanian yang harmonis antara lembaga penelitian pemerintah dengan perguruan tinggi dan industri serta lembaga litbang internasional. Di samping itu, perlu pula

dikembangkan penelitian dan perekayasaan teknologi secara kolaboratif yang melibatkan pelaku agribisnis, baik dari perusahaan swasta maupun BUMN, dengan pola kemitraan yang saling menguntungkan untuk mempercepat pengembangan hasilnya, dan sekaligus mendukung pengembangan industri alsintan di dalam negeri. Penelitian dan perekayasaan harus diarahkan kepada pemecahan masalah dan antisipasi kebutuhan teknologi di masa yang akan datang melalui identifikasi dan analisis terhadap kebutuhan teknologi yang lebih tajam, sehingga pengembangan hasilnya menjadi lebih cepat.

Terkait dengan penyebaran teknologi dan peningkatan SDM mekanisasi pertanian serta mengingat tingginya keragaman kondisi wilayah di Indonesia dan kompleksitas pengembangan mekanisasi pertanian, maka perlu dipertimbangkan pengembangan lembaga atau Balai Diklat/Penyuluhan, khusus bidang mekanisasi pertanian, yang dilengkapi dengan sarana dan prasarana, termasuk bengkel, SDM yang memadai, dan SDP penyuluh yang kompeten. Untuk mempercepat laju adopsi teknologi mekanisasi pertanian, maka penyuluhan mekanisasi pertanian perlu dikembangkan melalui area percontohan sistem pertanian berbasis mekanisasi pertanian pada berbagai sentra produksi komoditas pertanian, khususnya untuk komoditas tanaman pangan dan kombinasinya dengan ternak dalam bentuk *Crop Livestock Systems* (CLS).

Kebijakan industri dan perdagangan alsintan diarahkan kepada terwujudnya industri alsintan dalam negeri yang menghasilkan alsintan berkualitas dan sesuai dengan kebutuhan pertanian di Indonesia dengan harga yang relatif murah dan perdagangannya menjangkau wilayah pengembangan pertanian. Kebijakan infrastruktur diarahkan kepada penataan kembali serta pembangunan maupun peningkatan dan optimalisasi pemanfaatan infrastruktur sesuai dengan kebutuhan pengembangan mekanisasi pertanian yang efektif dan efisien. Penerapan mekanisasi pertanian memerlukan modal untuk pengadaan, operasi, dan pemeliharaan alsintan. Oleh karena itu, kebijakan pembiayaan dan perpajakan yang perlu diambil adalah pengupayaan pendanaan yang bersumber dari kredit perbankan dan nonperbankan dengan suku bunga kredit yang berbeda dengan suku bunga kredit komersial serta keringanan pajak.

Lambannya laju perkembangan mekanisasi pertanian, khususnya alsintan, di Indonesia tidak terlepas dari tidak adanya lembaga struktural di Departemen Pertanian yang khusus menangani pengembangannya secara komprehensif. Kondisi yang ada saat ini adalah pengembangan mekanisasi pertanian dilakukan oleh masing-masing subsektor pertanian, bersifat parsial, dan belum tertangani secara komprehensif. Untuk mendorong pengembangan mekanisasi pertanian dan meningkatkan perannya dalam pembangunan pertanian, dirasa perlu membentuk lembaga struktural (setingkat Eselon 2) yang khusus menangani kegiatan pengembangan mekanisasi pertanian secara komprehensif,

menyangkut aspek teknologi, pembiayaan, kelembagaan, dan infrastruktur pendukungnya. Melalui pembentukan lembaga ini, maka pendekatan dan strategi pengembangan mekanisasi pertanian yang bersifat holistik dan progresif serta selektif dan partisipatif dapat diimplementasikan dalam bentuk kebijakan maupun program dan kegiatan pengembangan secara lebih baik.

Database alsintan di Indonesia saat ini belum tersusun secara sistematis dan belum dapat memberikan gambaran yang jelas akan status, kondisi, dan pemanfaatannya, hal ini tercermin dari tidak lengkapnya data beberapa alsintan (Tabel 1). Oleh karena itu, penyusunan, pemutakhiran dan pemeliharaan data alsintan yang mencakup jenis, jumlah, spesifikasi teknis, kondisi, dan status pemanfaatan alsintan yang ada di setiap daerah perlu dilakukan secepatnya. *Roadmap* pengembangan mekanisasi pertanian di Indonesia perlu disusun berdasarkan status dan kondisi mekanisasi pertanian yang ada sekarang dan perkiraan kebutuhan pengembangan ke depan, sesuai dengan visi pembangunan pertanian nasional dan pengembangan mekanisasi pertanian ke depan, yaitu terwujudnya sistem mekanisasi pertanian yang progresif berkelanjutan yang dapat memberikan peningkatan produktivitas, efisiensi, nilai tambah, dan kesejahteraan masyarakat. Pemilihan dan pengembangan teknologi mekanisasinya disesuaikan dengan kondisi wilayah dan diikuti oleh pengembangan sumber daya manusia, infrastruktur, kelembagaan pendukung, dan sistem usahatani (Hendriadi 2005).

PENUTUP

Mekanisasi pertanian yang salah satu bentuknya adalah penerapan alsintan memiliki peran penting dan strategis dalam mendukung pengembangan sistem pertanian tanaman pangan industrial dan teknologinya telah tersedia sehingga perlu upaya percepatan pengembangannya. Upaya percepatan yang bisa dilakukan adalah peningkatan dan penyempurnaan dalam hal: (1) kebijakan dan kelembagaan pemerintah, (2) kelembagaan petani dan usaha jasa, (3) industri dan perdagangan alsintan, (4) infrastruktur penunjang dan pembiayaan, dan (5) penyusunan *database* dan *roadmap* pengembangan. Dengan upaya-upaya tersebut dan fokus kebijakan pemerintah yang proaktif dalam mempromosikan mekanisasi pertanian disertai keberpihakan yang tinggi kepada petani serta komitmen dan hubungan yang harmonis dari berbagai pemangku kepentingan dengan masyarakat pertanian, mekanisasi pertanian diharapkan dapat lebih berkembang dalam upaya mendukung peningkatan produksi, nilai tambah tanaman pangan, dan kesejahteraan masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alihamsyah, T., E. Eko Ananto, R. Thahir dan I. G. Ismail. 1994. Kajian sistem penyewaan alat dan mesin pertanian serta peranan dan peluang pengembangannya dalam usahatani di wilayah pasang surut. *Dalam: Prabowo et al. (Eds.). Strategi Penelitian dan Pengembangan Bidang Teknik Pertanian di Indonesia dalam PJP II. Prosiding Seminar Nasional. Maros, 3-4 Oktober 1994.*
- Alihamsyah, T. dan E. Eko Ananto. 1998. Sintesis hasil penelitian budi daya tanaman dan alsintan pada lahan pasang surut. *Dalam: M. Sabran et al. (Eds.). Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Menunjang Akselerasi Pengembangan Lahan Pasang Surut. Balittra. Banjarbaru.*
- Ananto, E. E., Astanto, dan Sutrisno. 1999. Sistem panen dan pascapanen padi di lahan pasang surut. Laporan Proyek Pengembangan SUP Lahan Pasang Surut Sumatera Selatan. 30p.
- Ananto, E. E., Astanto, dan Sutrisno. 2000. Pengembangan alat dan mesin pertanian menunjang sistem usahatani dan perbaikan pascapanen di lahan pasang surut. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.
- Badan Litbang Pertanian. 2005. Prospek dan arah pengembangan agribisnis: dukungan aspek mekanisasi pertanian. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian. 2004. Rencana strategis penelitian dan pengembangan mekanisasi pertanian. Serpong.
- Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian. 2007. Sekilas Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian. Serpong.
- Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 2004. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang.
- Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. 2001. 40 Tahun Balittra : Perkembangan dan program penelitian kedepan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Banjarbaru.
- Balai Penelitian Tanaman Serealia. 2006. Panduan ekspose inovasi teknologi jagung di Pangkep, Sulawesi Selatan. Maros.
- Biro Pusat Statistik. 2001. Statistik Indonesia. Jakarta.
- Departemen Pertanian. 2006. Rencana pembangunan pertanian 2005-2009. Jakarta.
- Handaka. 1999. Pengembangan mekanisasi pertanian di daerah transmigrasi. Seminar Nasional Pembangunan Transmigrasi. Jakarta, 1999.

- Hendriadi, A. 2005. Atlas arahan untuk seleksi tingkat teknologi mekanisasi pertanian pada lahan sawah dan kering di Indonesia. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian. Serpong.
- Herodian, S. 2007. ABG untuk pengembangan teknik pertanian, bisakah dilaksanakan. Makalah dSeminar Nasional Peningkatan Peran Teknik Pertanian untuk Pengembangan Agroindustri dalam Rangka Revitalisasi Pertanian. Yogyakarta, 3 Juli 2007.
- IPB-GTZ-IRRI. 1995. Technical report ii on post harvest technologies for rice in the humid tropics - Indonesia. GTZ-IRRI Project # 92.2209.2-01.110.
- Suryana, A. 2007a. Arah dan kebijakan pengembangan mekanisasi pertanian di Indonesia. Makalah pada Lokakarya Apresiasi dan Penyusunan Program Litbang Mekanisasi Pertanian. Bogor, 28 Maret 2007.
- Suryana, A. 2007b. Pokok-pokok pikiran percepatan pengembangan mekanisasi pertanian di Indonesia. Makalah pada Seminar Nasional Mekanisasi Pertanian. Bogor, 28 Agustus 2007.
- Sutrisno, Astanto, dan E. E. Ananto. 1999. Pengaruh cara pengeringan gabah terhadap rendemen dan mutu beras di lahan pasang surut. Laporan Proyek Pengembangan SUP Lahan Pasang Surut Sumatera Selatan. 22p.

Standar Mutu dan Penanganan Pascapanen Mendukung Agribisnis Berbasis Tanaman Pangan

Wisnu Broto, Sri Widowati, dan Suismono

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian

ABSTRAK

Pengembangan tanaman pangan khususnya padi masih terfokus pada peningkatan produksi, sedangkan mutu beras belum banyak mendapat perhatian. Seiring dengan peningkatan pengetahuan, sosial dan ekonomi masyarakat, maka tuntutan mutu dan keamanan pangan menjadi isu penting. Hasil-hasil pertanian tanaman pangan dalam bentuk segar secara umum merupakan produk ringkih (*perishable*) dengan daya guna terbatas dan daya simpan rendah atau tidak awet. Oleh karena itu perlu penanganan pascapanen yang cepat, tepat dan memadai, agar diperoleh hasil panen yang bermutu, baik fisik, organoleptik maupun nilai gizi dan keamanannya. Penanganan pascapanen hasil pertanian (tanaman pangan, hortikultura, perkebunan dan peternakan) merupakan rangkaian kegiatan yang dimulai dari pemungutan (pemanenan) sampai siap dipasarkan atau dikonsumsi. Penanganan pascapanen juga merupakan tindakan yang disiapkan atau dilakukan agar hasil pertanian siap dan aman digunakan oleh konsumen dan atau diolah lebih lanjut oleh industri. Tujuan penanganan pascapanen ialah menekan tingkat kerusakan atau kehilangan hasil panen, meningkatkan daya simpan dan daya guna komoditas pertanian agar dapat menunjang usaha penyediaan bahan baku industri. Hal yang penting dari penanganan pascapanen adalah meningkatkan nilai tambah hasil pertanian sehingga diharapkan mampu menyumbang upaya untuk meningkatkan pendapatan petani, perluasan kesempatan kerja, pelestarian sumberdaya alam dan lingkungan hidup, serta berujung pada peningkatan devisa negara. Oleh karena itu, penanganan pascapanen yang cepat, tepat dan memadai merupakan salah satu kunci keberhasilan agribisnis.

Pangan merupakan elemen penting dalam siklus kehidupan yang menjadi hak azasi manusia untuk mendapatkannya dalam jumlah dan mutu yang diinginkan. Pengembangan tanaman pangan, khususnya padi, masih difokuskan pada peningkatan produksi selama beberapa dekade yang lalu, sedangkan mutu beras baru mulai mendapat perhatian. Peningkatan pengetahuan, sosial, dan ekonomi masyarakat, seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK), maka tuntutan mutu dan keamanan menjadi isu penting dalam perdagangan pangan internasional. Hasil-hasil pertanian tanaman pangan dalam bentuk segar, secara umum merupakan

produk ringkih (*perishable*) dengan daya guna terbatas dan daya simpan rendah atau tidak awet. Oleh karena itu perlu penanganan pascapanen yang cepat, tepat, dan memadai, agar diperoleh hasil panen yang bermutu, baik ditinjau dari sifat fisik, organoleptik maupun nilai gizi dan keamanannya. Penanganan pascapanen hasil pertanian (tanaman pangan, hortikultura, perkebunan, dan peternakan) merupakan tahapan atau rangkaian kegiatan yang dimulai dari pemungutan (pemanenan) sampai siap untuk dipasarkan atau dikonsumsi. Penanganan pascapanen juga merupakan tindakan yang disiapkan atau dilakukan agar hasil pertanian siap dan aman digunakan oleh konsumen dan atau diolah lebih lanjut oleh industri (Anonim 1986). Dengan demikian, hasil pertanian yang karena sifatnya harus segera ditangani secara cepat, tepat dan memadai agar terjaga mutunya, mempunyai daya simpan, dan daya guna, dan nilai tambah yang lebih tinggi.

Tujuan penanganan pascapanen adalah untuk menekan tingkat kerusakan atau kehilangan hasil panen komoditas pertanian, meningkatkan daya simpan dan daya gunanya agar dapat menunjang usaha penyediaan bahan baku industri. Hal yang penting dari penanganan pascapanen adalah peningkatan nilai tambah hasil pertanian, sehingga diharapkan mampu menyumbang upaya peningkatan pendapatan petani, memperluas kesempatan kerja, melestarikan sumber daya alam dan lingkungan hidup, serta berujung pada peningkatan devisa negara. Oleh karena itu, penanganan pascapanen yang cepat, tepat, dan memadai merupakan salah satu kunci keberhasilan agribisnis.

Dalam upaya memenuhi kesesuaian persepsi antara produsen dan konsumen terhadap suatu mutu produk diperlukan adanya standar mutu. Di Indonesia, standar mutu produk dibakukan dalam bentuk SNI. Dalam makalah ini akan dipaparkan penanganan pascapanen tanaman pangan, khususnya sereal (padi), aneka kacang (kedelai), dan aneka umbi (ubi kayu) serta langkah-langkah yang diperlukan agar produk yang dihasilkan memenuhi standar mutu, baik yang dibakukan dengan SNI maupun standar internasional yang berlaku saat ini.

PENANGANAN PASCAPANEN PADI

Beras merupakan makanan pokok lebih dari 50% penduduk dunia dan memasok 60-70% kebutuhan energi lebih dari dua milyar penduduk Asia. Bagi bangsa Indonesia, beras adalah kehidupan. Beras bukan hanya sebagai makanan pokok bagi sebagian besar penduduk (>90%), tetapi juga berkaitan erat dengan berbagai aspek kehidupan (Balitpa 2004). Masalah produksi beras nasional yang berulang setiap tahun memaksa pemerintah (Departemen Pertanian) untuk menargetkan peningkatan produksi padi pada tahun 2007 sebesar 58,18 juta ton GKG (gabah kering giling) atau setara dengan 2 juta ton

beras dan seterusnya meningkatkan 5% per tahun hingga tahun 2009. Pencanaan target produksi pada tahun 2007 tersebut merupakan peningkatan produksi sebesar 6,4% dari tahun 2006. Oleh karena itu, komoditas ini akan dibahas penanganan pascapanennya. Tahapan pascapanen padi meliputi pemanenan, perontokan, perawatan, pengeringan, penggilingan, pengolahan, distribusi, penyimpanan, standardisasi mutu dan penanganan limbah.

Pemanenan

Pemanenan padi merupakan kegiatan penghubung antara prapanen (bagian akhir) dengan pascapanen (bagian awal). Dua faktor yang berpengaruh terhadap hasil panen yang perlu mendapat perhatian adalah umur panen dan cara panen. Umur panen padi yang tepat akan menghasilkan gabah dan beras bermutu baik, sedangkan cara panen yang baik secara kuantitatif dapat menekan kehilangan hasil.

Beberapa cara untuk menentukan umur panen padi, adalah berdasarkan: (1) umur tanaman menurut deskripsi varietas, (2) kadar air gabah, (3) metode optimalisasi yaitu penentuan umur panen (hari) yang dihitung setelah tanaman padi berbunga rata, dan (4) tampilan malai (Setyono dan Hasanuddin 1997). Panen berdasarkan umur tanaman sesuai dengan deskripsi varietas dipengaruhi oleh varietas, iklim, dan tinggi tempat, sehingga umur panen berbeda antara 5-10 hari. Padi yang dipanen pada kadar air 21-26% memberikan hasil optimal dan beras bermutu baik (Damardjati 1979, Damardjati *et al.* 1981). Cara lain dalam penentuan umur panen yang cukup mudah adalah dengan metode optimalisasi. Dengan metode ini, padi dipanen pada saat malai berumur 30-35 hari setelah berbunga rata (HSB). Umur panen beberapa varietas unggul padi yang dihasilkan Badan Litbang Pertanian dalam lima tahun terakhir disajikan dalam Tabel 1.

Alat panen yang sering digunakan dalam pemanenan padi adalah (1) ani-ani, (2) sabit biasa, dan (3) sabit bergerigi (BPS 1996). Ani-ani umumnya digunakan untuk memanen padi lokal yang berpostur tinggi dan tahan rontok dengan cara memotong malainya. Introduksi varietas unggul baru padi (Tabel 1) yang memiliki hasil tinggi dan berpostur pendek memberikan konsekuensi pada perubahan penggunaan alat panen, yaitu dari ani-ani ke sabit biasa/sabit bergerigi. Cara panen padi varietas unggul baru dengan menggunakan sabit bergantung kepada alat perontok yang digunakan, yaitu dengan cara potong atas, potong tengah, atau potong bawah. Cara panen dengan potong bawah umumnya dilakukan bila perontokan dengan cara dibanting/digebot atau menggunakan *pedal thresher*. Panen padi dengan cara potong atas atau potong tengah bila perontokan menggunakan mesin perontok (*power thresher*).

Tabel 1. Varietas unggul padi yang dihasilkan Badan Litbang Pertanian pada periode 2000-2006.

No	Varietas unggul	Umur (hari)	Produktivitas (t/ha)	Keterangan
1	Ciherang	116-125	6,00	Irigasi dataran rendah
2	Kalimas	120-130	6,00	Irigasi dataran rendah
3	Bondoyudo	110-120	6,00	Irigasi dataran rendah
4	Sintanur	115-125	6,00	Irigasi dataran rendah
5	Batang Gadis	108-112	6,00	Irigasi dataran rendah
6	Conde	115-125	6,00	Irigasi dataran rendah
7	Angke	110-120	6,00	Irigasi dataran rendah
8	Wera	110-118	6,10	Irigasi dataran rendah
9	Cibogo	115-125	7,00	Irigasi dataran rendah
10	Batang Piaman	100-117	6,00	Irigasi dataran rendah
11	Batang Lembang	97-120	6,00	Irigasi dataran rendah
12	Pepe	120-128	7,00	Irigasi dataran rendah
13	Logawa	110-120	6,80	Irigasi dataran rendah
14	Mekongga	116-125	6,00	Irigasi dataran rendah
15	Sarinah	110-125	6,98	Irigasi dataran rendah
16	Aek Sibundong	108-125	6,00	Irigasi dataran rendah
17	Cimelati	118-125	6,00	Padi tipe baru
18	Gilirang	116-125	6,00	Padi tipe baru
19	Ciapus	115-122	6,50	Padi tipe baru
20	Fatmawati	105-115	6,00	Padi tipe baru
21	Maro	114-120	6,40	Padi hibrida
22	Rokan	110-116	6,00	Padi hibrida
23	Hipa3	116-120	8,00	Padi hibrida
24	Hipa4	114-116	8,00	Padi hibrida
25	Cirata	115-125	4,50	Padi gogo
26	Towuti	105-115	4,00-6,00	Padi gogo
27	Limboto	115-125	4,50	Padi gogo
28	Situ Patenggang	110-120	4,60	Padi gogo
29	Situ Bagendit	110-120	4,00-5,00	Padi gogo
30	Banyuasin	118-122	5,00	Rawa pasang surut
31	Batanghari	122-128	5,50	Rawa pasang surut
32	Dendang	123-127	4,00	Rawa pasang surut
33	Indragiri	115-119	5,00	Rawa pasang surut
34	Punggur	115-119	4,50	Rawa pasang surut
35	Martapura	120-125	4,00	Rawa pasang surut
36	Margasari	120-125	3,50	Rawa pasang surut
37	Siak Raya	115-124	5,00	Rawa pasang surut
38	Air Tenggulang	123-127	5,00	Rawa pasang surut
39	Lambur	113-117	4,00	Rawa pasang surut
40	Mendawak	113-117	3,98	Rawa pasang surut

Sumber: Suprihatno *et al.* (2006).

Tabel 2. Pengaruh penggunaan sabit terhadap kehilangan hasil panen padi varietas IR64 dan Cisadane

Jenis sabit	Kehilangan hasil (%)	
	IR64	Cisadane
Sabit biasa	4,07	5,11
Sabit gerigi tani	3,52	3,41
Sabit gerigi maros	3,20	2,31

Sumber: Lubis *et al.*(1990).

Pemanenan padi dengan sabit (Tabel 2) menekan kehilangan hasil hingga 3% (Safaruddin *et al.* 1990).

Perontokan

Perontokan bertujuan untuk melepaskan gabah dari malainya. Perontokan padi dapat dilakukan secara manual atau dengan alat dan mesin perontok. Prinsip untuk melepaskan butir gabah dari malainya adalah dengan memberikan tekanan atau pukulan terhadap malai tersebut. Proses perontokan padi memberikan kontribusi cukup besar pada kehilangan hasil padi secara keseluruhan. Perontokan padi dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu: (1) diiles/diinjak-injak, (2) dipukul/digedig, (3) dibanting/digebot, (4) menggunakan *pedal thresher*, dan (5) menggunakan mesin perontok atau *power thresher* (BPS 1996). Perontokan padi dengan cara dibanting/digebot dilakukan dengan membanting atau memukulkan potongan padi ke benda keras, misalnya kayu, bambu atau batu yang diletakkan pada alas penampung gabah. Kapasitas perontokan dengan cara gebot sangat bervariasi, bergantung pada kekuatan orang, berkisar antara 41,8 kg/jam/orang (Setyono *et al.* 1993) sampai 89,79 kg/jam/orang (Setyono *et al.* 2000). Perontokan dapat dilakukan dengan mesin perontok manual *pedal thresher* atau mesin perontok mekanis *power thresher*. Kinerja alat perontok akan menentukan tingkat kehilangan hasil. Kecepatan putaran silinder perontok menentukan hasil perontokan, kehilangan hasil dan gabah yang tidak terontok karena masih menempel pada malai padi. Alat perontok *pedal thresher* disarankan berputar pada kecepatan 100-150 rpm, sedangkan *power thresher* disarankan pada kecepatan 400-450 rpm. Tabel 3 menunjukkan pengaruh alat perontok terhadap mutu dan kehilangan hasil padi.

Penyebab utama kehilangan hasil padi pada perontokan adalah: (1) perilaku petani yang bekerja kurang hati-hati, (2) cara penggebotan dan frekuensi pembalikan padi, (3) kecepatan putaran silinder perontok, dan (4)

Tabel 3. Pengaruh alat perontok padi terhadap mutu dan kehilangan hasil.

Alat perontok	Gabah hampa (%)	Kapasitas perontokan (kg/jam)	Gabah tak terontok (%)	Kehilangan (%)
Gebot	3,52	41,8	2,84	3,11
Pedal <i>thresher</i>	2,17	81,8	1,54	2,37
<i>Power thresher</i>	1,67	526,2	0,65	1,20

Sumber: Rachmat *et al.* (1993).

luas alas plastik yang digunakan pada saat merontok. Penggunaan alat perontok dapat mengurangi jumlah gabah yang tidak terontok dan masih menempel pada malai padi. Hasil pengujian dari empat model mesin perontok type TH-6 menunjukkan bahwa kapasitas kerja mesin berkisar antara 523-1.125 kg/jam/unit. Penggunaan mesin perontok selain dapat menekan kehilangan hasil juga dapat meningkatkan kapasitas kerja dan mutu gabah. Hasil dari kegiatan perontokan adalah gabah kering panen (GKP).

Pengeringan

Kadar air gabah merupakan titik kritis dalam penanganan pascapanen padi. GKP umumnya memiliki kadar air 22-25%, kondisi ini sangat rentan terhadap kerusakan. Oleh karena itu, kadar air harus segera diturunkan hingga batas aman, yaitu 14%. Hal ini merupakan masalah tersendiri bagi petani dalam penanganan gabah basah pada musim hujan. Terbatasnya lantai jemur, musim hujan, sulitnya mendapatkan mesin pengering, dan mahalnya biaya pengeringan mengakibatkan gabah menjadi rusak dan berkecambah, sehingga merugikan petani. Karena itu, perlu dirakit teknologi penanganan gabah basah dengan biaya murah dan mudah diterapkan petani.

Tujuan dari penanganan gabah adalah mengawasi kecepatan transpirasi, oksidasi, dan infeksi hama dan penyakit. Masalah tersebut dapat diatasi dengan cara mengurangi kadar air gabah sampai kadar air simpan atau menghambat kenaikan suhu dalam tumpukan gabah dengan menggunakan zat higroskopis. Teknologi sederhana yang bisa diterapkan untuk mengatasi gabah basah adalah menghamparkan gabah dalam tumpukan yang tipis di dalam ruangan, dipanasi dengan sinar lampu petromak. Pengeringan dengan sinar matahari (penjemuran) harus memperhatikan intensitas sinar, suhu pengeringan, ketebalan hamparan gabah, dan frekuensi pembalikan. Penjemuran tanpa memperhatikan hal-hal tersebut dapat menurunkan kualitas beras, misalnya beras akan pecah pada saat proses penggilingan. Penjemuran pada lantai semen dengan ketebalan kurang dari 1 cm dapat mengakibatkan persentase beras pecah lebih dari 70% dengan rendemen giling yang rendah. Pengeringan

dengan alat pengering akan menghasilkan gabah berkualitas baik, karena suhu pengering, aliran udara panas, dan laju penurunan kadar air dapat dikendalikan. Teknologi pengeringan gabah dengan bahan bakar sekam merupakan teknologi unggulan yang mudah diimplementasikan, biaya pengeringan murah, dan efisien dengan kualitas hasil yang baik. Selain itu pengeringan gabah dapat dilakukan dalam silo pengering. Suhu ruang di bagian bawah silo berkisar antara 40-41°C, sedangkan di bagian atas 42-43°C. Agar kecepatan pengeringan gabah merata, pembalikan dilakukan setiap tiga jam. Dengan perlakuan penyedotan udara lembab dari silo setiap setengah jam selama 10 menit, kadar air gabah dapat diturunkan dari 25,6% menjadi 16,5% dalam waktu 6 jam. Untuk mencapai kadar air gabah hingga 15% diperlukan perlakuan penyedotan udara selama 9 jam. Beras yang dihasilkan dengan cara ini cukup baik mutu gilingnya, yaitu rendemen beras giling 66,3-67,2%, kadar beras kepala 93,4-95,0%, beras pecah 2,5-3,3%, butir rusak 1,0-1,3%, dan tidak terjadi butir kuning (Setyono *et al.* 1996).

Penggilingan

Pada tahap penggilingan, mutu giling dipengaruhi oleh kondisi kadar air awal gabah. Kadar air paling baik adalah 14-15%. Apabila kadar air terlalu rendah (10%) maka beras patah akan meningkat. Kebanyakan unit penggilingan kecil melakukan penggilingan gabah pada kadar air 17-18%, karena rendemen beras giling yang dihasilkan cukup tinggi, namun beras yang dihasilkan kurang awet. Penggilingan *1 phase* yaitu proses pemecah kulit dan penyosoh menyatu, sehingga gabah yang masuk melalui *hopper* pemasukan dan keluar sudah menjadi beras putih. Pada penggilingan *2 phase*, dipisahkan antara proses pemecah kulit dan penyosohan. Dari dua cara penggilingan tersebut akan dihasilkan beras dengan kualitas yang berbeda.

Kehilangan hasil pada tahapan penggilingan umumnya disebabkan oleh penyetulan *blower* penghisap dan penghembus sekam dan bekatul. Penyetulan yang tidak tepat dapat menyebabkan banyak gabah yang terlempar ke dalam sekam atau beras yang terbawa ke dalam dedak. Hal ini akan menyebabkan rendemen giling rendah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kehilangan hasil

Tabel 4. Kehilangan hasil dan mutu beras giling varietas Ciherang dari tiga ekosistem.

Ekosistem	Kadar air (%)	Beras kepala (%)	Beras pecah (%)	Menir (%)	Kehilangan (%)
Irigasi	13,65	62,06	36,32	1,43	2,16
Tadah hujan	13,78	59,88	38,89	1,07	2,35
Pasang surut	12.30	56.86	40.82	2.33	2,60

Sumber: Nugraha *et al.* (2005)

Tabel 5. Mutu fisik dan *milling meter* beras varietas Ciherang setelah 5 bulan penyimpanan

Ekosistem	Mutu fisik (%)		<i>Milling meter</i>		
	Kuning/rusak	Derajat sosoh	<i>Whiteness</i>	<i>Transparancy</i>	<i>Milling degree</i>
Irigasi	1,47	95	37,1	3,05	94,0
Tadah hujan	1,85	90	38,8	2,97	93,0
Pasang surut	2,58	90	39,8	1.55	89.0

Sumber: Nugraha *et al.* (2005)

pada tahapan penggilingan untuk gabah yang diperoleh dari lahan irigasi, tadah hujan, dan pasang surut disajikan dalam Tabel 4 (Nugraha *et al.* 2005).

Mutu beras juga ditentukan oleh proses penyosohan (*polishing*). Proses penyosohan yang baik akan menghasilkan beras dengan tampilan yang cerah dan mengkilat, derajat sosoh tinggi, dan nilai *milling meter* tinggi dengan kandungan beras kepala juga tinggi. Proses penyosohan yang tidak baik akan menghasilkan beras kusam, *milling meter* yang rendah, dan persentase beras pecah dan menir yang tinggi. Proses penyosohan berpengaruh terhadap kualitas beras yang berasal dari agroekosistem yang berbeda. Beras yang dihasilkan dari ekosistem irigasi menghasilkan beras yang lebih baik. Hal ini ditunjukkan oleh derajat sosoh (*milling degree*) yang tinggi, yaitu mencapai 94,0%, diikuti oleh beras yang dihasilkan dari lahan tadah hujan dengan derajat sosoh 93,0%, dan beras dari lahan pasang surut dengan derajat sosoh 89,0% (Tabel 5). Kualitas beras juga ditentukan oleh kecerahan maupun warna putih yang ditentukan dengan parameter *whiteness* dan *transparancy*.

Standar mutu beras yang digunakan dalam transaksi perdagangan umumnya didasarkan pada mutu giling dan mutu rasa. Mutu giling berhubungan dengan derajat sosoh, tingkat kemurnian varietas, dan persentase beras kepala, sedangkan mutu rasa berhubungan dengan tingkat kepulenan. Di daerah tertentu, beras aromatik mempunyai nilai sensoris yang lebih tinggi dibandingkan dengan beras sejenis yang nonaromatik. Standar mutu gabah dan beras berturut-turut disajikan pada Tabel 6 dan Tabel 7.

PENANGANAN PASCAPANEN KEDELAI

Kedelai memegang peranan penting dalam pola makan masyarakat Indonesia, karena merupakan sumber protein nabati yang dikonsumsi masyarakat dalam bentuk tempe, tahu, kecap, tauco, dan susu kedelai. Untuk mendapatkan produk olahan kedelai yang bermutu baik harus didukung oleh bahan baku dengan mutu yang sesuai. Mutu bahan baku kedelai sangat erat kaitannya

Tabel 6. Standar mutu gabah SNI No. 0224-1987/SPI-TAN/01/01/1993.

Persyaratan umum

- Bebas hama dan penyakit
- Bebas bau busuk dan bau-bau asam lainnya
- Bebas dari bahan-bahan kimia dan sisa-sisa pupuk, insektisida, fungisida, dan bahan-bahan kimia lainnya.

Persyaratan khusus

Komponen mutu	Mutu gabah (%)		
	I	II	III
Kadar air (maks)	14	14	14
Gabah hampa (maks)	1,0	2,0	3,0
Butir kuning + rusak (maks)	2,0	5,0	7,0
Butir mengapur + gabah muda (maks)	1,0	5,0	10,0
Butir merah (maks)	1,0	2,0	4,0
Benda asing (maks)	0	0,5	1,0
Gabah varietas lain (maks)	1,0	5,0	10,0

Tabel 7. Standar mutu beras giling SNI No. 01-6128-1999.

Persyaratan umum

- Bebas hama dan penyakit
- Bebas bau apek, asam atau bau asing lainnya
- Bebas dari campuran bekatul
- Bebas dari tanda-tanda adanya bahan kimia yang berbahaya

Persyaratan khusus

Komponen mutu	Mutu beras (%)				
	I	II	III	IV	V
Derajat sosoh (maks)	100	100	100	95	95
Kadar air (maks)	14	14	14	14	15
Butir kepala (min)	100	95	84	73	60
Butir utuh (min)	60	50	40	35	35
Butir patah (maks)	0	5	15	25	35
Butir menir (maks)	0	0	1	2	3
Butir merah (maks)	0	0	1	3	3
Butir kuning/rusak	0	0	1	3	5
Butir kapur (maks)	0	0	1	3	5
Benda asing (maks)	0	0	0,02	0,05	0,2
Butir gabah (maks)	0	0	1	2	3
Camp. Var lain (maks)	5	5	5	10	10

Tabel 8. Varietas unggul kedelai yang telah dilepas Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (Balitkabi, Malang).

No	Nama Varietas	Tahun pelepasan	Umur panen (hari)	Daya hasil (ton/ha)
1	Panderman	2003	85	2,4
2	Lawit	2001	84	1,9-2,1
3	Menyapa	2001	85	1,9-2,1
4	Kaba	2001	85	2,1
5	Anjasmoro	2001	82-93	2,0-2,3
6	Burangrang	1999	80-82	1,6-2,5
7	Kawi	1998	88	1,5-2,8
8	Sindoro	1995	86	2,0
9	Cikuray	1992	82-85	1,7
10	Krakatau	1992	82-85	1,9
11	Malabar	1992	70	0,8-1,3
12	Jayawijaya	1991	84-87	1,0-2,5
13	Petek	1988	75	1,2
14	Tidar	1987	75	1,4
15	Raung	1986	85	1,6
16	Wilis	1983	85-90	1,6
17	Lokon	1982	75-80	1,1
18	Ringgit	1935	85-90	1,0-1,5

Sumber: Balitkabi (2007)

dengan varietas (Broto dan Widowati 2007). Badan Litbang Pertanian telah melepas 18 varietas unggul kedelai (Tabel 8) untuk mendukung swasembada kedelai 2015. Karakteristik masing-masing varietas menjadi bahan pertimbangan dalam penerapan penanganan pascapanennya. Lima tahapan penanganan pascapanen kedelai yang perlu diperhatikan yaitu: 1) pengeringan brangkas, 2) pembijian atau pemolongan, 3) pembersihan, (4) pengemasan dan pengangkutan, 5) penyimpanan.

Pengeringan Brangkas

Tanaman kedelai yang telah cukup umur untuk dipanen (tergantung varietas) akan mengalami pengeringan batang maupun polong dan daun (warna berubah menjadi kekuningan). Pemanenan dilakukan dengan memotong bagian tanaman yang disebut brangkas. Selanjutnya brangkas dikeringkan secara alami atau menggunakan para-para.

Pengeringan secara Alami

Brangkas kedelai dijemur langsung di bawah sinar matahari di atas lantai jemur atau menggunakan alas plastik (sebaiknya dipilih yang berwarna hitam/

gelap untuk mempercepat pengeringan). Brangkasan kedelai yang baru dipanen tidak boleh ditumpuk dalam timbunan besar, terutama pada musim hujan, untuk mencegah kerusakan biji karena kelembaban yang tinggi.

Pengeringan dengan Para-para

Cara ini dilakukan terutama bila panen dilaksanakan pada musim hujan. Para-para dibuat bertingkat, kemudian brangkasan kedelai ditebar merata di atas para-para tersebut. Dari bawah para-para dialirkan panas dari pembakaran sekam, untuk menurunkan kadar air brangkasan.

Pembijian

Pembijian atau pemolongan adalah kegiatan mengeluarkan biji dari polongnya. Tahapan ini dapat menggunakan pemukul (*digebug*) atau mesin (*Thresher*).

Digebug atau Dipukul

Brangkasan yang sudah cukup kering dihamparkan di atas lantai jemur/alas lain, kemudian dipukul dengan karet ban dalam sepeda atau dengan kain yang dilipat-lipat menyerupai pemukul, untuk menghindarkan terjadinya biji pecah. Biji yang terlepas dari polong selanjutnya ditampi dan biji dijemur sampai kadar air mencapai kurang lebih 14%. Biji yang telah kering disimpan dalam wadah/karung yang bersih agar terbebas dari cemaran hama/penyakit.

Menggunakan Alat Mekanis (*Power Thresher*)

Pembijian menggunakan *power thresher* yang biasa digunakan untuk merontok padi dapat dimanfaatkan untuk kedelai. Pada waktu perontokan, putaran dikurangi hingga mencapai 400 rpm. Brangkasan kedelai yang dirontok dengan alat ini hendaknya tidak terlalu basah, karena kadar air yang tinggi dapat mengakibatkan biji rusak dan peralatan tidak dapat bekerja dengan baik.

Pembersihan

Membersihkan biji kedelai yang telah dirontok dapat menggunakan alat sebagai berikut:

- a. Nyiru atau tampi, terbuat dari anyaman bambu, berbentuk bulat dan diberi bingkai penguat.
- b. Mesin pembersih (*winower*), merupakan kombinasi antara ayakan dengan *blower*.

Pengemasan dan Pengangkutan

Biji kedelai yang telah bersih disimpan dalam wadah yang bebas hama dan penyakit seperti karung goni/plastik atau bakul. Apabila diangkut pada jarak jauh, hendaknya dipilih jenis wadah/kemasan yang kuat.

Penyimpanan

Tempat penyimpanan harus teduh, kering, dan bebas hama/penyakit. Biji kedelai yang akan disimpan sebaiknya mempunyai kadar air 9-14%. Khusus untuk biji yang akan dijadikan benih, kadar airnya maksimal 9%. Biji yang akan dijadikan benih sebaiknya dicampur dengan abu jerami, disimpan dalam kaleng dan setiap bulan dijemur. Dengan cara ini biji dapat disimpan lama, sekitar empat bulan, bahkan bisa mencapai setahun.

PENANGANAN PASCAPANEN ANEKA UMBI

Aneka umbi merupakan hasil tanaman pangan yang tidak tahan disimpan dalam bentuk segar, karena kandungan airnya tinggi (60-70%). Oleh karena itu hasil panen aneka umbi harus segera diproses menjadi produk setengah jadi, atau produk jadi untuk dikonsumsi. Ubi kayu adalah jenis umbi yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia. Ubi kayu merupakan jenis umbi yang daya simpannya paling rendah dibandingkan dengan umbi lainnya. Hal ini disebabkan oleh kandungan air yang tinggi serta adanya enzim polifenolase dan kandungan asam sianida (HCN). Badan Litbang Pertanian melalui Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian telah melepas enam varietas unggul ubi kayu (Tabel 9).

Kegiatan panen dan penanganan ubi kayu segar sepenuhnya dilakukan oleh petani produsen. Agar ubi kayu yang dihasilkan berkualitas tinggi, pemanenan sebaiknya dilakukan pada umur yang tepat sesuai deskripsi varietas.

Tabel 9. Varietas unggul ubi kayu yang telah dilepas Badan Litbang Pertanian, 1978-2001.

No	Varietas	Tahun pelepasan	Umur panen (bulan)	Daya hasil (ton/ha)
1	Malang 4	2001	9	39,70
2	Malang 6	2001	9	36,41
3	UJ-5	2000	9-10	25-38
4	Malang 1	1992	9-10	24,3-48,7
5	Malang 2	1992	8-10	20-42
6	Adira 1	1978	7-10	22

Sumber: Balitkabi (2007)

Panen umumnya setelah tanaman ubi kayu berumur 8-10 bulan. Panen terlalu awal akan menghasilkan ubi kayu dengan kandungan pati rendah. Sebaliknya, panen terlambat akan menghasilkan ubi kayu dengan serat kasar yang tinggi. Cara panen ubi kayu pada tanah gembur adalah dengan cara mencabut, sedangkan pada tanah agak keras dengan menggali tanah sekitar pohon sebelum dicabut. Untuk meringankan pencabutan dapat memakai tongkat yang dihubungkan dengan tali di pangkal pohon, dan diangkat pelan-pelan sehingga tercabut dengan mudah. Ubi kayu yang tertinggal dalam tanah digali dengan hati-hati agar tidak rusak, luka atau patah. Pemotongan umbi perlu hati-hati, sisakan tangkainya 5-10 cm dari pangkal umbi, dan hindari luka pangkas, tergores atau memar. Upaya untuk memperpanjang masa simpan ubi kayu adalah diproses menjadi produk setengah jadi seperti gapplek glondong, *chip/sawut* kering, pati/tapioka, dan tepung kasava. Dalam pembuatan tepung kasava, bahan baku ubi kayu harus segar (maksimal 2 hari setelah panen). Apabila terlambat memproses akan terjadi *kepoyoan*, yaitu umbi berwarna kecoklatan, sehingga menurunkan mutu sawut atau tepung kasava. Dengan demikian, mutu tepung kasava sangat ditentukan oleh mutu ubi kayu segar.

STANDAR MUTU HASIL PERTANIAN TANAMAN PANGAN

Standar dalam Peraturan Pemerintah Nomor 28 tahun 2004 tentang Keamanan, Mutu dan Gizi Pangan didefinisikan sebagai spesifikasi atau persyaratan teknis yang dibakukan termasuk tata cara dan metode yang disusun berdasarkan konsensus semua pihak yang terkait dengan memperhatikan syarat-syarat keselamatan, keamanan, kesehatan, lingkungan hidup, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta pengalaman perkembangan masa kini dan masa yang akan datang untuk memperoleh manfaat yang sebesar-besarnya. Mutu pangan didefinisikan sebagai nilai yang ditentukan atas dasar kriteria keamanan pangan, kandungan gizi, dan standar perdagangan terhadap bahan makanan dan minuman.

Standar mutu produk hasil pertanian tanaman pangan oleh pemerintah dibakukan dalam bentuk SNI produk, seperti SNI beras giling, SNI jagung, SNI kedelai, SNI tepung gapplek, dan SNI tepung tapioka. Namun SNI produk tersebut belum dimanfaatkan sepenuhnya oleh pengguna dalam perdagangan/agribisnis. Salah satu penyebabnya adalah belum diterapkannya standar proses sehingga mutu produk yang dihasilkan beragam (kualitas produknya tidak konsisten) dan tidak sesuai dengan keinginan konsumen. Sosialisasi dan advokasi atau penyuluhan kepada petani produsen dan konsumen juga menjadi faktor penting dalam penerapan SNI.

Upaya perbaikan mutu harus dimulai dari ketersediaan standar mutu produk sebagai acuan nasional tercakup didalamnya pedoman pelaksanaan

seluruh kegiatan rantai pangan. Selaras dengan hal itu, standar mutu produk olahan tanaman pangan selayaknya segera tersedia dalam bentuk Standar Nasional Indonesia (SNI). Badan Standardisasi Nasional (BSN) telah mengeluarkan SNI produk pertanian, termasuk produk tanaman pangan, tetapi SNI untuk produk olahan dari beberapa komoditas ternyata belum tersedia. Banyak produk turunan hasil tanaman pangan yang belum ditetapkan SNI-nya. SNI juga dapat berfungsi sebagai alat filtrasi (*non tariff barrier*) produk serupa dari luar negeri (impor). Namun dalam persaingan pasar yang ketat, penggunaan standar mutu produk saja belum mencukupi. Perubahan struktur pasar dari *seller market* menjadi *buyer market* di mana pasar ditentukan oleh pembeli, telah mendorong produsen untuk memperhatikan kepuasan konsumen. Berdasarkan pertimbangan tersebut, produsen (agroindustri pengolahan tanaman pangan) perlu menciptakan produk yang khas (*distinct*), seragam, dan stabil pada setiap *batch* produksi. Konsistensi ini sangat penting agar konsumen dapat mengenali produk tersebut secara mudah. Produsen juga harus mulai menerapkan praktek pengelolaan yang baik (GMP) untuk mencegah adanya klaim dari konsumen yang terkait dengan aspek sanitasi dan higienis, sekaligus untuk meyakinkan konsumen akan mutu dan keamanan produk terkait.

Sementara itu di area perdagangan antarnegara, pemberlakuan perjanjian SPS (*Sanitary and Phytosanitary*) dan TBT (*Technical Barrier of Trade*) mendorong produsen untuk lebih memperhatikan aspek sanitasi dan higienis produk. Kegagalan proses akibat kelemahan aspek teknis, kebersihan, dan keamanan pangan akan meningkatkan produk cacat dan tingkat penolakan produk. Keadaan ini sering terjadi pada produk hasil pertanian Indonesia.

Sistem manajemen mutu merupakan sarana yang potensial untuk memperbaiki kondisi perdagangan dan mutu produk pertanian (termasuk produk olahan tanaman pangan). Sistem ini melibatkan upaya penataan pola pengelolaan di perusahaan, baik yang menyangkut cara pengadaan bahan baku, operasionalisasi teknologi, penyesuaian kompetensi personel, maupun dokumentasi proses, dan sebagainya. Sistem ini juga menghendaki adanya kelembagaan yang menerbitkan sertifikat sistem mutu, sertifikat hasil uji, sertifikat mutu produk, dan lain-lain (AIMS Consultants 2001).

Agroindustri pada umumnya telah memiliki pola manajemennya sendiri. Namun kesesuaian pola tersebut dalam menjawab tantangan perdagangan perlu diperhatikan dan diperbaiki kelemahannya. Agroindustri pengolahan tanaman pangan perlu diarahkan pada perbaikan sistem manajemen mutu dan perbaikan teknologi pengolahan yang menghasilkan mutu produk yang diinginkan konsumen.

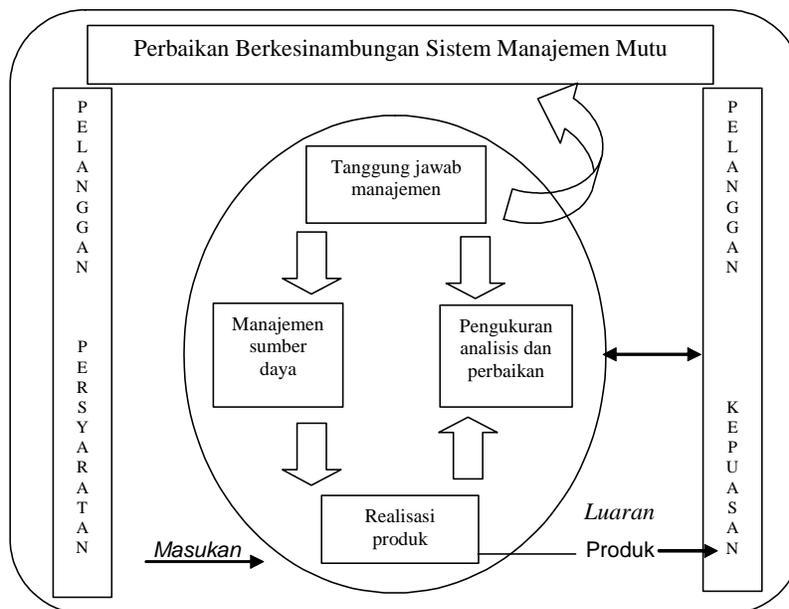
MODEL AGROINDUSTRI TANAMAN PANGAN DENGAN PENERAPAN SISTEM MUTU

Pengelolaan Sistem Mutu

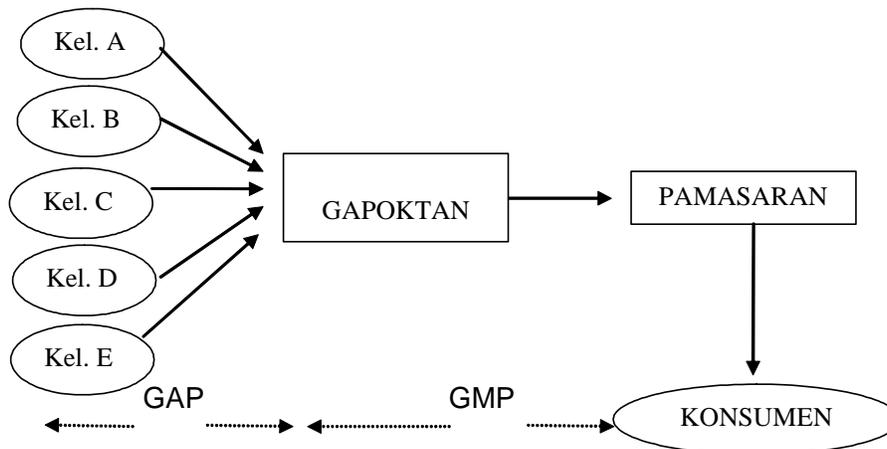
Pengelolaan sistem mutu pada agroindustri padi terpadu dilakukan dengan menerapkan *Good Manufacturing Practices* (GMP) secara bertahap yang mengacu pada SNI 19.9001-2001. Standar ini menentukan persyaratan sistem manajemen mutu yang dapat dipakai untuk aplikasi internal oleh organisasi, atau untuk sertifikasi atau untuk tujuan kontrak. Standar ini difokuskan pada keefektifan sistem manajemen mutu dalam memenuhi persyaratan pelanggan.

Perbaikan Berkesinambungan Sistem Manajemen Mutu

Model sistem manajemen mutu berdasarkan SNI 19.9001-2001 (Gambar 1) menunjukkan bahwa pelanggan memainkan peran penting dalam menetapkan persyaratan, sebagai masukan pemantauan kepuasan pelanggan menghendaki evaluasi informasi berkaitan dengan persepsi pelanggan tentang apakah organisasi telah memenuhi persyaratan pelanggan. Semua proses dalam



Gambar 1. Model sistem manajemen mutu berdasarkan proses.

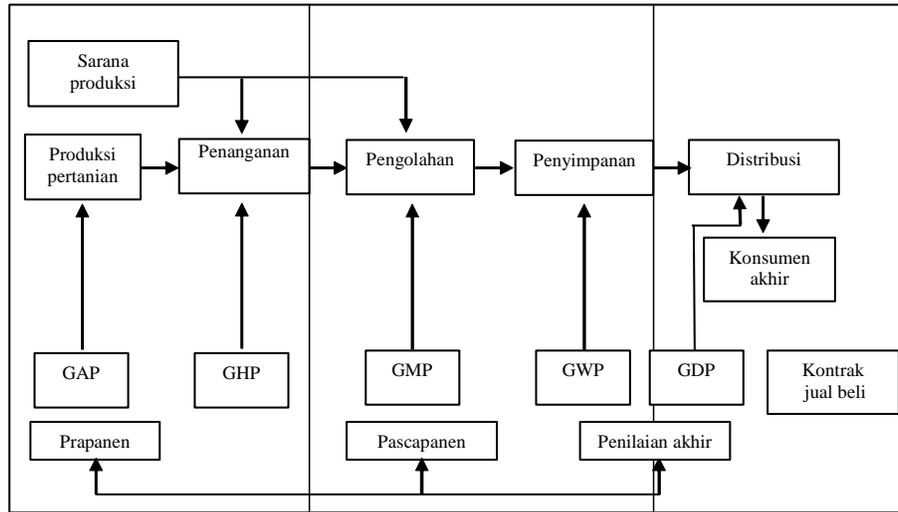


Gambar 2. Mekanisme pembinaan kelompok tani dalam sistem jaminan mutu.

kegiatan agroindustri padi mengacu pada metodologi *PDCA* (*Plan-Do-Check-Action* = rencanakan-lakukan-periksa-tindak). Penerapan metodologi *PDCA* dimulai dari pemilihan bahan baku (*sample*) sampai proses akhir (pengemasan).

Gabah yang disyaratkan dalam agroindustri padi adalah yang mempunyai kadar air maksimal 14%, kotoran maksimum 5%, dan tidak ada benda asing. Pengecekan terhadap mutu gabah dilakukan sebelum proses penggilingan beras. Pada unit penggilingan, bahan baku diproses pada peralatan *husker 1*, *husker 2*, *polisher 1*, *polisher 2*, dan pemisahan dari beras kepala dan pengemasan. Semua kegiatan, dicatat dan dipantau perkembangannya agar diperoleh konsistensi mutu beras yang dihasilkan.

Pengelolaan agroindustri padi terpadu yang menitikberatkan pada penanganan bahan, mulai dari GKP hingga menjadi beras dan produk lainnya. Pengelolaan juga dapat melibatkan atau mencakup kegiatan sektor hilir yang berkepentingan untuk menjalin jaringan kerja dengan sektor hulu untuk memudahkan dalam menyusun mekanisme pemantauan dan pembinaan sistem manajemen mutu. Pola pembinaan seperti yang tersaji pada Gambar 2 yaitu tiap kelompok tani yang mengelola padi pada masing-masing lahannya mendapat pembinaan aspek *Good Agricultural Practises* (GAP), dan gabungan kelompok tani yang dikelola oleh perwakilan anggota kelompok tani sebagai prosesor padi menjadi beras hasil samping mendapat pembinaan aspek *Good Manufacturing Practises* (GMP) termasuk pemasaran.



Pemda : Dinas Pertanian
Litbang : BPTP
Kelompok tani

Pemda : Dinas Pertanian
Litbang : BB Pascapanen
BPTP
Gapoktan

Pemda : Disperindag
Dolog
Litbang : BPTP
Gapoktan

Keterangan:

GAP : Good Agricultural Practices

GHP : Good Handling Practices

GMP : Good Manufacturing Practices

GWP : Good Warehouse Practices

GDP : Good Distribution Practices

Gambar 3. Jaringan kerja dan pembagian tugas sistem jaminan mutu terpadu.

Jaringan Kerja Sistem Jaminan Mutu

Dalam pelaksanaan pembinaan sistem jaminan mutu, jaringan kerja perlu dibangun untuk memudahkan koordinasi dalam implementasi. Pembagian sektor pengawasan perlu dibangun antarinstansi agar penerapan standar sistem jaminan mutu terpadu dapat berjalan secara koordinatif (Gambar 3).

PENUTUP

Penanganan pascapanenan yang cepat, tepat, dan memadai bagi produk-produk tanaman pangan memegang peranan penting dalam peningkatan mutu, daya simpan, daya guna, nilai tambah, dan *bargaining position* petani. Penerapan langkah-langkah penanganan pascapanenan tersebut juga dapat mengurangi kehilangan hasil sehingga dapat memberikan kontribusi pada peningkatan

pendapatan petani, dan secara nasional dapat meningkatkan ketersediaan pangan.

Penerapan sistem manajemen mutu pada model agroindustri hasil tanaman pangan akan mendorong tercapainya produk bermutu tinggi, aman, konsisten, dan memenuhi keinginan konsumen. Penerapan SNI secara menyeluruh berikut cara yang baik dalam pelaksanaan pascapanen dapat meningkatkan mutu dan keamanan produk tanaman pangan sehingga dapat bersaing di pasar domestik maupun internasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 2007. Deskripsi Varietas Unggul Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang.
- Biro Pusat Statistik, 1996. Survei susut pascapanen MT 1994/1995. Kerja sama BPS, Ditjen Tanaman Pangan, Badan Pengendali Bimas, Bulog, Bappenas, IPB, dan Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Broto, W. dan S. Widowati. 2007. Penanganan pascapanen tanaman pangan (padi dan kedelai). Makalah pada Pelatihan 'Peningkatan Kemampuan Produsen/Penangkar Benih Tanaman Pangan, Direktorat Perbenihan. Lombok Barat, 24-27 Juli 2007.
- Damardjati, D.S. 1979. Pengaruh tingkat kematangan padi (*Oryza sativa* L.) terhadap sifat dan mutu beras. Thesis M.S. Institut Pertanian Bogor (Tidak dipublikasikan).
- Damardjati, D.S., Suismono, Sutrisno, dan U. S. Nugraha. 1988. Study on harvesting losses in difference harvest tools. Sukamandi Research Institute for Food Crops.
- Hasanuddin, A. 1996. Strategi dan langkah operasional program penelitian tanaman padi. Prosiding Seminar Apresiasi Hasil Penelitian Balai Penelitian Tanaman Padi. Sukamandi, 23-25 Agustus 1995. Buku I. p. 26-45.
- Lubis, S., Soeharmadi, S. Nugraha, dan A. Setyono, 1990. Sistem pemanenan, alat panen, dan perontok padi serta pengaruhnya terhadap kehilangan. Prosiding Hasil Penelitian Pascapanen. Karawang, 1990.
- Nugraha, S., A. Setyono, dan D.S. Damardjati. 1990. Penerapan teknologi pemanenan dengan sabit. Kompilasi hasil penelitian 1988/1989. Pascapanen Balai Penelitian Tanaman Pangan Sukamandi.
- Nugraha, S., Sudaryono, S. Lubis, N. Saputra, R. Thahir, B.A.S. Santosa, R. Rachmat, dan M. H. Pernata. 2005. Laporan Tahunan Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian. Bogor.

- Presiden R.I. 1986. Surat Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 47 Tahun 1986 Tentang Peningkatan Penanganan Pascapanen Hasil Pertanian. Jakarta.
- Rachmat, R., A. Setyono, dan S. Nugraha. 1993. Evaluasi sistem pemanenan beregu menggunakan beberapa mesin perontok. Agrimek. Vol 4 dan 5 No.1 (1992/1993)
- Rachmat, R. dan Suismono. 2007. Teknologi pengolahan padi terpadu dengan penerapan sistem manajemen mutu. Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian. Bogor.
- Setyono, A. dan A. Hasanuddin. 1997. Teknologi pascapanen padi. Makalah pada Pelatihan Pascapanen dan Pengolahan Hasil Tanaman Pangan. BPLPP Cibitung, 21-25 Juli 1995.
- Setyono, A., R. Tahir, Soeharmadi, dan S. Nugraha. 1993. Perbaikan sistem pemanenan padi untuk meningkatkan mutu dan mengurangi kehilangan hasil. Media Penelitian Sukamandi 13:1-4.
- Setyono, A., Sutrisno, dan S. Nugraha. 2000. Pengujian pemanenan padi sistem kelompok dengan memanfaatkan kelompok jasa pemanen dan jasa perontok. Disampaikan pada Apresiasi Seminar Hasil Penelitian Balitpa, Sukamandi, 10-11 Nopember 2000.
- Suismono, Sudaryono, S. Lubis, A. Ramli, dan I. Misra. 2005. Kajian pengembangan agribisnis perberasan berbasis kemitraan melalui penerapan sistem manajemen mutu di Kabupaten Subang. Makalah pada Seminar Terbatas Perkembangan Agribisnis Perberasan BULOG. Jakarta, 12 Juli 2005.
- Suprihatno, B., A.A. Daradjat, Satoto, Baehaki, S.E., N.Widiarta, A. Setyono, S. D. Indrasari, O. S. Lesmana, dan H. Sembiring. 2006. Deskripsi varietas padi. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi.

Inovasi Teknologi Padi Menuju Swasembada Beras Berkelanjutan

Hasil Sembiring dan I Nyoman Widiarta
Balai Besar Penelitian Tanaman Padi

ABSTRAK

Padi (beras) adalah komoditas strategis di Indonesia. Kebutuhan beras domestik terus meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan masih tingginya tingkat konsumsi. Swasembada beras lestari dicanangkan pemerintah untuk menjamin ketahanan pangan dan stabilitas sosial ekonomi maupun politik. Inovasi teknologi berperan penting dalam meningkatkan produktivitas padi. Sejak 1943 sampai dengan 2006 di Indonesia telah dilepas 189 varietas padi. Khusus dalam periode 2000-2006, telah dilepas 59 varietas unggul padi dengan berbagai keunggulan, seperti potensi hasil tinggi dan stabil, aromatik, mutu gizi lebih tinggi, toleran suhu rendah, umur pendek (genjah), dan lain-lain. Varietas Ciherang, Ciliwung, Way Apo Buru, Widas, Memberamo, Cisadane, dan Cisokan yang telah diadopsi petani mulai menggeser dominasi IR64 karena hasilnya lebih tinggi dan lebih tahan hama dan penyakit. Nilai tambah pergeseran adopsi IR64 dengan varietas unggul baru mencapai Rp 4,3 triliun. Pengelolaan tanaman terpadu (PTT) memungkinkan varietas tersebut memberikan hasil 15% lebih tinggi dibandingkan dengan dibudidayakan secara konvensional. Dari setiap ha penerapan PTT berpotensi memberikan efisiensi input penggunaan benih, pupuk, dan penghematan penggunaan air irigasi. Dalam program Peningkatan Produksi Beras Nasional (P2BN), dukungan penelitian padi berupa 1) varietas unggul dengan karakter yang diinginkan, 2) benih sumber, 3) teknologi *on-farm* (panduan benih dan PTT), 4) pendampingan teknologi, 5) percepatan diseminasi melalui demplot dan gelar teknologi, dan 6) percepatan alih teknologi melalui lokakarya dan pelatihan. Di masa yang akan datang penelitian padi diarahkan pada 1) upaya melampaui batas potensi hasil, 2) antisipasi perubahan iklim global, dan 3) penerapan revolusi hijau lestari, khususnya pada lahan suboptimal. Penelitian telah menghasilkan teknologi peningkatan produksi padi, namun masih perlu kerja sama dengan para pemangku kepentingan agar inovasi teknologi tersebut sampai di lahan petani.

Kebutuhan beras meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan tingkat konsumsi yang masih tinggi. Kebutuhan beras nasional harus dipenuhi dari produksi dalam negeri dan impor. Namun karena jumlah penduduk yang besar (lebih dari 220 juta jiwa), terus bertambah, dan tersebar di banyak pulau, maka ketergantungan akan pangan impor

menyebabkan rentannya kemandirian pangan, sehingga berdampak terhadap berbagai aspek kehidupan, termasuk sosial, ekonomi, dan politik.

Agar persediaan beras dalam negeri mencukupi, pada tahun 2007 pemerintah mengupayakan tambahan peningkatan produksi beras 2 juta ton, sementara pada tahun 2008-2009 dan berikutnya produksi beras diupayakan meingkat sebesar 5% per tahun (Ditjenta 2007).

Keberhasilan peningkatan produksi padi dari 20,2 juta ton pada tahun 1971 menjadi lebih dari 54 juta ton pada tahun 2006 didominasi oleh peningkatan produktivitas, dibandingkan dengan peningkatan luas panen. Peningkatan produktivitas memberikan kontribusi sekitar 56,1% terhadap peningkatan produksi padi, sedangkan peningkatan luas panen dan interaksi keduanya memberikan kontribusi masing-masing hanya 26,3% dan 17,5%. Hal tersebut menunjukkan besarnya peran inovasi teknologi dalam menunjang peningkatan produksi padi. Upaya perluasan areal sawah di samping membutuhkan waktu, juga memerlukan biaya yang relatif lebih besar dibandingkan dengan biaya penelitian. Dalam upaya peningkatan produksi beras, untuk jangka pendek, penerapan inovasi teknologi lebih realistis dibandingkan dengan upaya perluasan baku sawah.

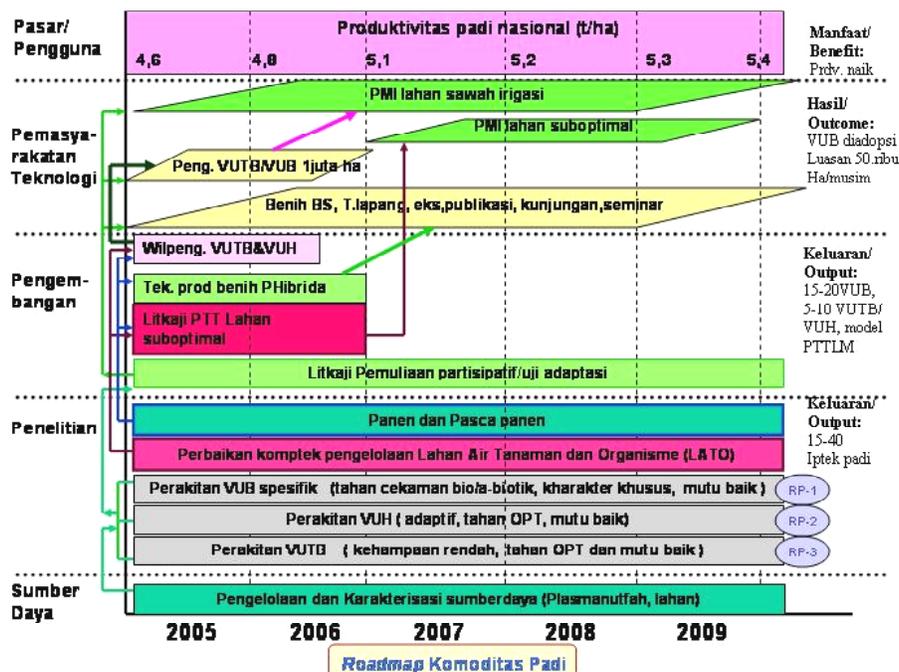
Penelitian tanaman padi mempunyai misi utama menghasilkan dan merekayasa ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek) tinggi, strategis, dan unggul tanaman padi untuk pembangunan nasional, sesuai dengan dinamika kebutuhan pengguna, dalam upaya peningkatan produksi mendukung tercapainya swasembada beras lestari. Misi tersebut saat ini dijalankan oleh 54 peneliti dengan jenjang pendidikan S3, S2, dan S1 berturut-turut 18, 21, dan 15 peneliti, didukung oleh 48 tenaga litkayasa, dan 321 tenaga administrasi. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi dilengkapi empat kebun percobaan, beberapa laboratorium, tiga di antaranya telah terakreditasi, satu unit pengelola benih sumber padi berbasis ISO 9001-2000 dan dengan dukungan dana operasional penelitian rata-rata Rp 5 milyar per tahun dalam periode lima tahun terakhir.

Makalah ini mengevaluasi peta jalan penelitian dan pengembangan padi, *state of the art* inovasi teknologi padi, kontribusi penelitian padi, dukungan terhadap program Peningkatan Produksi Beras Nasional (P2BN), dan arah penelitian padi ke depan untuk menjawab tantangan guna mencapai kemandirian dan ketahanan pangan berkelanjutan.

PETA JALAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PADI 2005-2009

Rencana pelaksanaan program penelitian dalam kaitannya dengan pengembangan komoditas padi dituangkan dalam peta jalan (*roadmap*) penelitian komoditas padi seperti pada Gambar 1 (BB Padi 2007). Titik tolak pelaksanaan program adalah tingkat produktivitas padi nasional pada tahun 2005 4,6 t/ha. Untuk menjaga agar produksi dalam negeri dapat memenuhi kebutuhan, produktivitas padi nasional harus terus ditingkatkan secara bertahap, rata-rata 0,2-0,3 t/ha/tahun sehingga menjadi 5,3 t/ha pada tahun 2009.

Dalam usaha meningkatkan produktivitas padi nasional, peran inovasi teknologi varietas unggul sangat besar. BB Padi terus meningkatkan potensi genetik varietas yang dihasilkan bersama teknologi strategis lainnya. Pengembangan VUB ke depan akan memanfaatkan sumber daya yang ada secara optimal. Sumber daya genetik dari plasma nutfah domestik akan terus dikarakterisasi dan diperbaiki pengelolannya agar mudah dimanfaatkan oleh pemulia dalam kegiatan perbaikan potensi genetik.



Gambar 1. Peta jalan penelitian dan pengembangan padi.

Varietas unggul yang dilepas diharapkan telah dilengkapi dengan teknologi budi daya serta teknologi panen dan pascapanen agar VUB dapat mengaktualisasikan potensi genetik (produktivitas dan mutu hasil) yang dimiliki. Oleh sebab itu, kegiatan penelitian perbaikan komponen pengelolaan lahan, air, tanaman dan organisme (LATO) serta panen dan pascapanen menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari program pengembangan varietas unggul baru spesifik lokasi, varietas unggul hibrida, dan varietas unggul padi tipe baru.

Selaras dengan strategi Revolusi Hijau Lestari dan tantangan dalam peningkatan produksi di masa datang, maka program penelitian harus bertumpu pada enam pendekatan, yaitu (1) persilangan dan seleksi konvensional, (2) pemuliaan heterosis/hibrida, (3) pemuliaan padi tipe baru, (4) persilangan padi antarkerabat jauh, (5) pemuliaan molekuler, dan (6) rekayasa genetik (Khush 2004). Dalam kaitan ini, pengembangan VUB dilakukan melalui tiga pilihan penelitian yaitu: 1) perakitan VUB spesifik, 2) perakitan varietas unggul tipe baru, dan 3) perakitan varietas unggul hibrida. Perakitan dan perbaikan varietas dilakukan dalam siklus kegiatan yang berlanjut dengan memanfaatkan plasma nutfah yang ada.

Dari program perakitan varietas akan dihasilkan galur-galur harapan yang siap uji adaptasi dan uji multilokasi melalui jaringan penelitian dan pengkajian (litkaji) dengan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) di daerah-daerah produsen padi, sebelum diusulkan untuk dilepas sebagai VUB. Varietas unggul baru yang telah disetujui untuk dilepas segera dimasyarakatkan melalui program pengembangan atau program Perbaikan Mutu Intensifikasi (PMI) pada lahan sawah irigasi oleh Ditjen Tanaman Pangan, bekerja sama dengan Dinas Pertanian di sentra produksi padi agar cepat diadopsi petani. BB Padi menyediakan benih BS untuk keperluan pengembangan varietas. Memasuki tahun 2008 diharapkan intensifikasi telah diintroduksikan pada lahan marjinal, sehingga VUB spesifik, VUTB padi gogo, beserta model PTT pada lahan marjinal menjadi komponen teknologi unggulan yang telah terintegrasi dalam kegiatan tersebut.

Penelitian komponen teknologi LATO diharapkan menghasilkan perbaikan komponen teknologi dalam pendekatan PTT padi sawah irigasi yang telah dijadikan sebagai teknologi utama pada PMI dan pengembangan VUTB/VUB sejuta hektar. Dirancang juga untuk menghasilkan perbaikan teknologi produksi benih padi hibrida dan identifikasi kesesuaian wilayah pengembangan VUTB dan VUH. Hasil penelitian perbaikan komponen teknologi LATO serta panen dan pascapanen di lahan marjinal akan ditindaklanjuti dengan litkaji nasional bersama BPTP terkait untuk menghasilkan teknologi spesifik lokasi. Hasil penelitian ini diharapkan menghasilkan paket teknologi PTT dalam PMI lahan marjinal selanjutnya.

STATE OF THE ART INOVASI TEKNOLOGI PADI

BB Padi telah menghasilkan berbagai teknologi terobosan peningkatan produksi padi, terutama varietas unggul berdaya hasil tinggi, komponen teknologi budi daya dan sistem budi daya terintegrasi yang diyakini mampu meningkatkan produktivitas, efisiensi usahatani, dan ketahanan pangan di masa datang dengan proses produksi yang ramah lingkungan.

Varietas Unggul

Varietas unggul merupakan salah satu teknologi inovatif yang andal untuk meningkatkan produktivitas padi, baik melalui peningkatan potensi atau daya hasil tanaman maupun toleransi dan/atau ketahanannya terhadap cekaman biotik dan abiotik (Suprihatno *et al.* 2007).

Sejak dimulainya penelitian padi tahun 1943 sampai 2006 telah dilepas 189 varietas. Dalam periode 2000-2006, BB Padi telah menghasilkan 59 varietas unggul padi, 43 di antaranya untuk lahan sawah irigasi (termasuk 6 VUH dan 4 VUTB), 5 varietas padi gogo, dan 9 varietas untuk lahan pasang surut.

Berdasarkan masalah, kendala produksi, dan preferensi konsumen, varietas-varietas unggul tersebut dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu (1) varietas untuk peningkatan produktivitas di atas *barier* potensi hasil yang sudah melandai (VUH dan VUTB), dan (2) varietas unggul spesifik (VUS) yang diperuntukkan bagi pencapaian stabilitas hasil (tahan/toleran cekaman biotik atau abiotik), termasuk mutu rasa, mutu gizi, dan umur genjah.

Produktivitas Tinggi

Padi hibrida Maro, Rokan, Hipa-3, Hipa-4, Hipa-5 dan Hipa-6 yang dikembangkan oleh BB Padi memiliki produktivitas lebih tinggi daripada IR64 di daerah bukan endemik hama dan penyakit. Beberapa galur padi hibrida generasi berikutnya seperti H6, H17, H25, H29, H30, H43, H51, H53, H57, dan H73 mampu berproduksi 7-12 t/ha (lebih tinggi 20% dari IR64) dan memiliki tingkat ketahanan yang lebih baik terhadap hama penyakit utama seperti wereng coklat atau penyakit hawar daun bakteri.

Gilirang, Cimelati, dan Ciapus dilepas sebagai padi semi VUTB, dan Fatmawati dilepas sebagai VUTB. Keunggulan VUTB antara lain adalah jumlah anakan lebih sedikit (8-12 anakan) tetapi semuanya produktif, batang kokoh, daun tegak dan tebal, jumlah gabah melebihi 250 butir/malai, dan potensi hasil 10-15 t/ha, rasio gabah/jerami VUTB >0,5 sehingga efisien dalam penggunaan hara.

Stabilitas Hasil

Cekaman biotik dan abiotik mempengaruhi stabilitas hasil. Varietas tahan cekaman biotik seperti hama wereng coklat, rasa nasi disukai oleh kebanyakan konsumen (Memberamo, Widas, Ciherang, Cimelati), tahan virus tungro (Tukad Petanu, Tukad Unda, Tukad Balian, Kalimas, Bondoyudo), dan tahan penyakit hawar daun bakteri (Angke dan Code).

Beberapa VUS padi sawah pasang surut toleran keracunan besi dan aluminium (lahan sulfat masam) telah dilepas dengan nama Punggur, Indragiri, Martapura, Margasari, Siak Raya, Tenggulang, Lambur, dan Mendawak. Varietas-varietas unggul ini telah menambah pilihan varietas bagi petani di agroekosistem lahan rawa pasang surut. Lima varietas padi gogo toleran lahan masam (keracunan Al), kekeringan, dan naungan telah dilepas pula dengan nama Danau Gaung, Batutegi, Silugonggo, Situ Patenggang, dan Situ Bagendit.

Cita Rasa

Pada umumnya konsumen beras di Indonesia menyukai tekstur nasi pulen, sebagian konsumen di Sumatera Barat dan Kalimantan Selatan menyukai beras dengan tekstur nasi pera. Varietas Ciherang, Cigeulis, dan Cibogo memiliki mutu yang disukai oleh umumnya konsumen beras di Indonesia, di samping produksinya lebih tinggi dari IR64. Varietas Batang Lembang dan Batang Piaman dilepas untuk memenuhi permintaan konsumen akan beras dengan tekstur nasi pera.

Mutu Gizi

Dalam memilih rasa nasi akhir-akhir ini konsumen juga memperhatikan kandungan gizi dan aspek kesehatan. Beras merah telah lama dikenal dan dipercaya memiliki nilai-nilai kesehatan yang dapat memberikan rasa tenang dan damai. Warna merah pada beras adalah zat warna antosianin yang merupakan pigmen tanaman. Antosianin termasuk komponen flavonoid, yaitu turunan polifenol pada tumbuhan yang mempunyai kemampuan antioksidan dan antikanker. Beras merah lebih kaya vitamin B kompleks karena kandungan asam folatnya lebih tinggi dibanding beras putih. Hal ini membuat beras merah unggul dalam memperlambat proses berkurangnya daya ingat dan dapat menyingkirkan sumbatan pembuluh darah pemicu serangan stroke dan jantung koroner.

Aek Sibundong adalah VUB beras merah hasil persilangan tiga tetua, yaitu Way Apoburu, Widas dan Setail. Keunggulan VUB ini adalah daya hasil tinggi 4-8 t/ha, umur genjah (110-120 hari), tahan wereng coklat biotipe 2 dan 3, tahan penyakit HDB strain IV, memiliki rasa nasi enak dengan tekstur pulen, di samping kaya vitamin B kompleks.

Dataran Tinggi

Varietas Sarinah cocok untuk sawah dataran sedang sampai tinggi, hasil rata-rata 7 t/ha. Kualitas beras menyerupai Ciherang, yang digemari oleh petani, namun hanya sesuai untuk dataran rendah.

Umur Genjah

Salah satu cara agar terhindar dari kekeringan, sebagai dampak dari anomali iklim El-Nino, adalah memanfaatkan periode musim hujan yang pendek dengan varietas umur genjah. Dalam keadaan musim yang normal dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan indeks pertanaman padi. Varietas genjah yang telah dilepas adalah Silugonggo dan Ciujung.

Produksi Benih F1 Hibrida

Teknik produksi benih F1 padi hibrida berbeda dengan padi inbrida. Saat ini, produksi benih F1 padi hibrida dilakukan dengan menggunakan arahan peta lokasi yang sesuai untuk memproduksi benih F1 hibrida, teknik sinkronisasi pembungaan dan peningkatan penyerbukan dengan pengguntingan daun bendera atau menggunakan *blower*. Pengalaman produksi benih F1 di Pusakanegara yang tidak termasuk daerah yang sesuai untuk produksi benih F1 hanya dapat diproduksi benih padi hibrida dengan kisaran hasil 656-1.728 kg/ha (Tabel 1).

Tabel 1. Teknik produksi benih dan hasil benih F1 padi Pusakanegara, MK 2002.

Tetua	Interval	Pemotongan daun	Peningkatan penyerbukan	Sinkronisasi pembungaan (%)	Hasil (kg/ha)
R1 R2 A	6-9 3-6	Tidak	Blower	80	1.673
R1 R2 A	6-9	Dilakukan	Blower	80	1.728
R1 R2 A	8-11	Dilakukan	Bambu	30	656
R1 R2 A	6-9	Tidak	Blower	80	1.451

Daerah Pengembangan Padi Hibrida

Menggunakan data luas baku sawah (BPS 2002), produktivitas lahan dari sensus pertanian (BPS 1997), syarat tumbuh padi hibrida (Geng 2002) dan daerah endemis hama dan penyakit (Harsono *et al.* 2002) telah ditentukan kriteria daerah pengembangan padi hibrida (Tabel 2). Daerah yang potensial untuk pengembangan padi hibrida adalah sawah dataran sedang dengan irigasi teknis yang dapat ditanam dua kali setahun, bebas banjir pada musim hujan dan bebas kekeringan pada musim kemarau, aman dari hama wereng coklat, penyakit tungro, dan penyakit hawar daun bakteri dengan produktivitas padi inbrida minimal 4,5 t/ha. Daerah yang kurang potensial untuk pengembangan padi hibrida adalah sawah dataran rendah yang memiliki pengairan irigasi teknis dan hanya dapat ditanami satu kali setahun, rawan banjir pada musim hujan dan rawan kekeringan pada musim kemarau, potensial sampai endemis hama wereng coklat, penyakit tungro, dan penyakit hawar daun bakteri dengan produktivitas padi inbrida kurang dari 4,5 t/ha.

Menggunakan kriteria pada Tabel 2 telah diidentifikasi 23 kabupaten pada musim hujan dan 33 kabupaten pada musim kemarau di Jawa dan Bali yang potensial ditanami padi hibrida.

Luas lahan sawah yang potensial untuk pengembangan padi hibrida pada MK dan MH dapat dilihat pada Tabel 3. DI Yogyakarta dan Bali termasuk daerah yang bermasalah untuk pengembangan padi hibrida. Luas maksimal daerah pengembangan padi hibrida di Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur pada MH masing-masing diperkirakan 692.301 ha, 445.445 ha, dan 517.416 ha. Pada MK dengan urutan yang sama masing-masing 752.303 ha, 342.241 ha, dan 517.416 ha. Total areal potensial untuk pengembangan padi hibrida di Jawa pada MH dan MK masing-masing 1,6 juta ha.

Tabel 2. Parameter biofisik daerah pengembangan padi hibrida.

Syarat tumbuh	Potensi wilayah		Pustaka
	Potensial	Kurang potensial	
• Sawah irigasi bebas cekaman kekeringan/ banjir	Irigasi teknis dapat tanam 2 x setahun	Irigasi teknis dapat tanam 1 x setahun	BPS (2002)
• Lahan subur, tingkat adopsi teknologi petani tinggi	Produktivitas $\geq 4,5$ t/ha	$< 4,5$ t/ha	BPS (1997)
• Rata-rata suhu harian 28°C, pada periode pembungaan 24-29°C	Dataran sedang	Dataran rendah	Geng (2002)
• Bukan daerah endemis wereng coklat, HDB dan tungro	Aman	Potensial s/d endemis	Harsono <i>et al.</i> (2002)

Tabel 3. Perkiraan areal potensial untuk pengembangan padi hibrida.

Lokasi/kabupaten	Luas areal potensial (ha)*)	
	MH	MK
Jawa Barat		
Bogor	88.120	87.895
Sukabumi	129.111	127.960
Cianjur	117.404	117.349
Bandung	101.814	101.075
Garut	117.510	117.431
Ciamis	108.120	107.325
Kuningan	-	59.742
Purwakarta	29.841	29.605
Jumlah	690.924	748.383
Jawa Tengah		
Purbolinggo	32.453	32.224
Banjarnegara	26.590	26.477
Wonosobo	29.963	29.956
Magelang	59.436	59.398
Boyolali	44.490	42.904
Klaten	58.463	-
Sukoharjo	44.725	-
Karang Anyar	41.510	41.424
Sragen	82.859	81.150
Temanggung	24.939	24.939
Jumlah	445.428	338.472
Jawa Timur		
Ponorogo	54.955	54.879
Malang	63.117	63.072
Jember	127.257	127.303
Bondowoso	51.201	51.210
Magetan	38.221	38.025
Ngawi	87.733	87.483
Bojonegoro	94.472	94.616
Jumlah	516.958	515.588
Total	1.653.310	1.603.443

*) Dikurangi luas rata-rata kekeringan (MK) dan kebanjiran (MH) dalam 10 tahun terakhir

Pengelolaan Hara Spesifik Lokasi

Pengelolaan hara spesifik lokasi dimaksudkan untuk memberikan hara yang seimbang dan sesuai dengan kebutuhan tanaman. Kebutuhan tanaman akan nitrogen dipantau menggunakan bagan warna daun (BWD) (Tabel 4), sedangkan status hara P atau K ditentukan berdasarkan perangkat uji tanah sawah (PUTS) (Tabel 5 dan 6) atau percobaan petak omisi.

Tabel 4. Takaran urea yang diperlukan pada cara tanam dan fase tumbuh tanaman yang berbeda, ditetapkan berdasarkan BWD.

Cara tanam/fase tumbuh tanaman padi	Umur tanaman	Musim kemarau (kg urea/ha)	Musim hujan (kg urea/ha)
Tanam pindah (Tapin)			
Vegetatif lambat	14-27 HST	65-70	50
Vegetatif cepat	28-48 HST	100	65-70
Generatif	49 HST-berbunga 10%	65-70	50
Tanam benih langsung (Tabela)			
Vegetatif lambat	21-34 HSS	65-70	50
Vegetatif cepat	35-55 HSS	100	65-70
Generatif	56 HSS- berbunga 10%	65-70	50

Tabel 5. Acuan rekomendasi pemberian pupuk P untuk padi sawah berdasarkan status hara.

Status hara P tanah	Kadar P ₂ O ₅ (ekstrak HCl 25%), mg/100 g tanah	Takaran P (kg SP36/ha/musim)
Rendah	<20	125
Sedang	20-40	75
Tinggi	>40	50*

* Dapat diberikan satu kali untuk dua musim tanam.

Tabel 6. Acuan rekomendasi pemberian pupuk K untuk padi sawah berdasarkan status hara.

Status hara K tanah	Kadar K ₂ O (ekstrak HCl 25%), mg/100 g tanah	Takaran K (kg KCl/ha/musim)
Rendah	<10	50
Sedang	10-20	0*
Tinggi	>20	0

*Diberi sisa jerami padi setara 2 ton/ha

Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT)

PTT adalah suatu pendekatan inovatif dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi usahatani padi, melalui perbaikan sistem/pendekatan dalam perakitan paket teknologi padi yang mengintegrasikan komponen teknologi yang bersifat sinergis, dilakukan secara partisipatif oleh petani, dan spesifik lokasi (Fagi *et al.* 2002). Pendekatan PTT disintesis dari hasil penelitian *mega project* dan belajar

dari pengalaman intensifikasi padi sawah irigasi selama ini. Replikasi PTT didahului oleh pemahaman potensi dan kendala bersama dengan petani melalui *participatory rural appraisal* (PRA), sehingga komponen teknologi yang diintegrasikan spesifik lokasi dan petani telah terlibat aktif sejak awal pelaksanaan.

PTT Padi Sawah Irigasi

Alternatif komponen teknologi yang dapat diintroduksi dalam pengembangan model PTT padi sawah irigasi terdiri atas: (1) varietas unggul baru yang sesuai dengan karakteristik lahan, lingkungan dan keinginan petani setempat; (2) benih bermutu dengan kemurnian dan daya kecambah tinggi; (3) bibit muda, < 21 hari setelah sebar; (4) jumlah bibit 1-3 batang per lubang, sistem tanam jajar legowo 2:1, 4:1 dan lainnya dengan populasi minimum 250.000 rumpun/ha; (5) pemupukan N berdasarkan BWD, pemupukan P dan K berdasarkan status hara tanah, PUTS atau petak omisi; (6) bahan organik, kompos jerami 5 t/ha atau pupuk kandang 2 t/ha; (7) pengairan berselang; (8) pengendalian gulma secara terpadu; (9) pengendalian hama penyakit terpadu; (10) panen menggunakan alat tresher (Badan Litbang Pertanian 2007).

Berdasarkan pengalaman dalam pengembangan PTT pada tahap penelitian, pengkajian dan implementasi, komponen PTT padi sawah yang dianjurkan untuk diintegrasikan meliputi:

1. Varietas padi unggul atau varietas padi bernilai ekonomi tinggi.
2. Penggunaan benih bersertifikat dengan mutu vigor benih tinggi
3. Penggunaan pupuk berimbang spesifik lokasi.
4. Penggunaan kompos sebagai pembenah tanah, selain pengembalian jerami padi ke lahan sawah sebagai sumber pupuk bahan organik.
5. Pengelolaan bibit dan tanaman padi sehat melalui:
 - Pengaturan tanam sistem legowo, tegel, maupun sebar langsung (tabel)
 - Penggunaan bibit dengan daya tumbuh tinggi, cepat, dan serempak
 - Penanaman bibit umur muda, 1-3 bibit per tanam
 - Pengaturan pengairan dan pengeringan berselang
 - Pengendalian gulma
6. Pengendalian hama dan penyakit secara terpadu (PHT)
7. Penggunaan alat perontok gabah mekanis maupun mesin

Peningkatan produksi padi dengan menerapkan pedekatan PTT di tingkat penelitian, tingkat pengkajian (*on farm*), dan tingkat petani masing-masing mencapai 37%, 27%, dan 16% dibandingkan dengan tanpa penerapan model PTT.

PTT Padi Gogo

Berbeda dengan lahan sawah yang tingkat kesuburannya relatif seragam (dalam petakan) dan sering tergenang, masalah utama pada lahan kering adalah tingkat kesuburan yang relatif rendah dan sangat bervariasi. Kandungan bahan organik yang relatif rendah dan sulit dipertahankan dalam jangka panjang menyebabkan kesuburan lahan mudah menurun, sehingga petani meninggalkannya menjadi lahan tidur, dan kembali membuka lahan baru. Apalagi bila lahan berlereng dan tidak dilakukan tindakan konservasi yang memadai, maka lahan mudah terdegradasi, baik kimiawi maupun fisik. Selain itu suplai air juga sangat bergantung pada curah hujan.

Mempertimbangkan kondisi lahan kering tersebut, komponen utama model pengembangan pengelolaan tanaman dan sumber daya terpadu (PTT) padi gogo yang dapat diterapkan adalah: (a) penambahan bahan organik tanah, (b) pemupukan berimbang berdasarkan status kesuburan tanah, dan (c) efisiensi pemupukan dengan cara tanam legowo dan pemberian pupuk secara larikan, dan waktu pemupukan yang tepat, memberikan hasil rata-rata 5,1 t/ha.

PTT Padi Sawah Tadah Hujan

Komponen teknologi yang bersifat *compulsory* pada demplot PTT padi sawah tadah hujan adalah: (1) cara tanam gogo rancah/walik jerami, (2) penggunaan benih bermutu dari varietas unggul toleran kekeringan dan tahan penyakit, (3) teknik pemupukan K untuk meningkatkan daya tahan tanaman terhadap penyakit dan pemberian pupuk P berdasarkan status P tanah, (4) pemberian pupuk N berdasarkan BWD, (5) pemakaian bahan organik, dan (6) pengendalian gulma dengan mengatur jarak tanam, penggunaan herbisida, dan *dingir*. Teknologi suplemen yang dapat dipertimbangkan adalah tanam menggunakan *dry seeder*, pengendalian hama dan penyakit secara terpadu terutama untuk penggerek batang dan penyakit bercak *cercospora*, dan perontokan gabah menggunakan *thresher* yang dapat memberikan hasil rata-rata 6,3 t/ha.

PTT Padi Lahan Pasang Surut

Komponen teknologi yang diintegrasikan pada lahan pasang surut Sumatera Selatan adalah: pengelolaan tata air mikro, varietas unggul, pemupukan spesifik lokasi, pemberian amelioran, mekanisasi tanam, serta panen dan pasca panen, dan pemberdayaan kelembagaan permodalan. Pengelolaan tata air disesuaikan dengan tipe genangan agar dapat memberikan ketersediaan air yang cukup, menghindari oksidasi pirit, mencuci zat-zat racun di tanah, konservasi lahan dan menangkal intrusi air laut.

Sistem Pakar Padi (SIPADI *versi 2*)

PTT bukan teknologi, tetapi suatu pendekatan inovatif dalam usaha peningkatan produktivitas dan efisiensi usahatani melalui perbaikan sistem dalam perakitan paket teknologi dan dinamisasi komponen teknologi yang memiliki efek sinergistik, dilakukan secara partisipatif, dan bersifat spesifik lokasi.

Sejak dimulai sistem intensifikasi dengan BIMAS, INMAS, INSUS sampai SUPRA-INSUS, paket teknologi yang dianjurkan bersifat nasional dengan sistem *top down*, dilaksanakan sepenuhnya oleh petani dengan inisiasi petugas, dan didukung oleh penyuluhan. Sifat PTT yang spesifik lokasi dan partisipatif sangat berbeda dengan pendekatan yang digunakan dalam sistem intensifikasi selama ini. Dalam pemilihan komponen teknologi spesifik lokasi diperlukan bimbingan dan pendampingan agar petani dapat menerapkan PTT. Dengan demikian revitalisasi sistem penyuluhan di era otonomi daerah dituntut agar cepat terlaksana.

SIPADI merupakan perangkat lunak sederhana yang dapat digunakan untuk menetapkan komponen budi daya padi sawah sistem PTT yang sesuai untuk wilayah dengan kondisi biofisik dan kondisi sosial-ekonomi petani. Fungsinya memberikan saran atau acuan teknologi spesifik lokasi kepada penggunaannya. SIPADI dibuat berdasarkan prinsip sebagai berikut: (1) menerapkan komponen teknologi baru yang terbaik, nyata dan konsisten meningkatkan hasil padi; (2) memilih sebanyak mungkin komponen teknologi yang saling *compatible*, sehingga menghasilkan efek sinergis; (3) menerapkan komponen teknologi yang dapat menanggulangi permasalahan setempat, sehingga akan nyata manfaatnya; (4) menghindari penggunaan satu atau lebih komponen teknologi yang “saling berlawanan” atau yang akan menambah permasalahan setempat; dan (5) pilihan atau keinginan petani setempat atas suatu komponen teknologi diperhitungkan dan dinilai sesuai dengan keinginannya.

Komponen teknologi dengan skor akhir tertinggi merupakan komponen teknologi yang kemungkinan besar sesuai di wilayah tersebut. Dengan menggunakan SIPADI, data dan informasi hasil PRA, survei atau data sekunder mengenai karakteristik wilayah digunakan secara baik dan sistematis untuk menentukan komponen teknologi yang sesuai di wilayah tersebut.

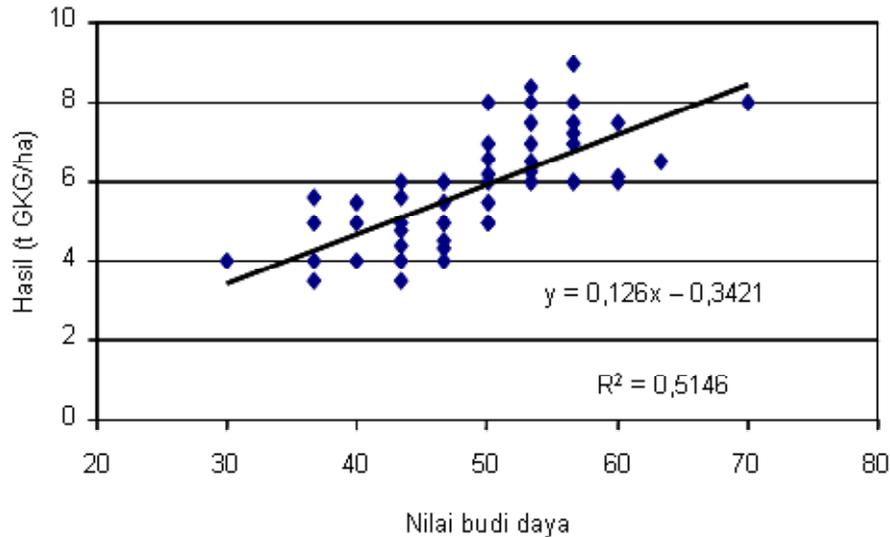
Validasi sistem pakar padi (SIPADI) telah dilaksanakan di berbagai sentra produksi padi sawah (Makarim *et al.* 2007). Hubungan nilai budi daya petani berdasarkan SIPADI dengan hasil gabah memberikan nilai koefisien korelasi sangat nyata, dengan persamaan sebagai berikut (Gambar 2):

$$Y_{MH} = 0,126 X - 0,3421 \quad (R^2 = 0,5146^{**}),$$

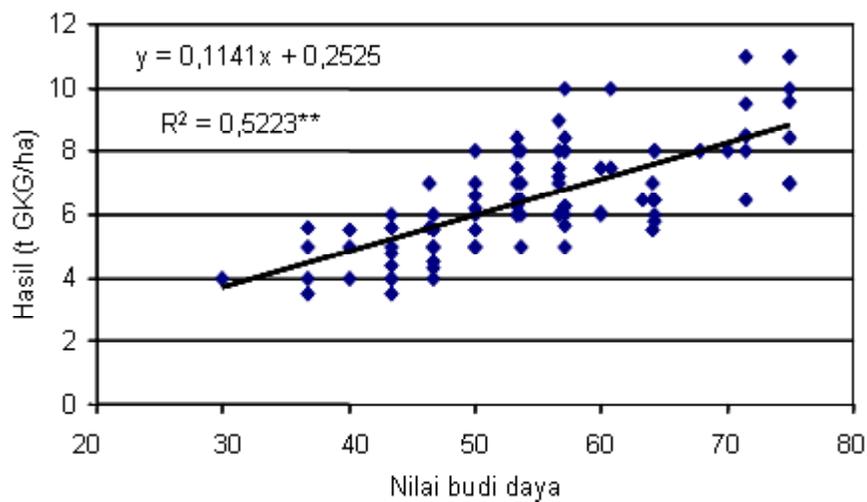
di mana:

Y = hasil gabah petani,

X = Nilai budi daya petani berdasarkan SIPADI



Gambar 2. Hubungan antara hasil padi petani dan nilai budi daya petani di Jawa Tengah, Jawa Barat, dan Lampung pada MH 2006 menggunakan SIPADI.



Gambar 3. Hubungan antara hasil padi petani dan nilai budi daya petani di Jawa Tengah, Jawa Barat, dan Lampung pada MK 2006 menggunakan SIPADI.

Apabila data validasi untuk tahun sebelumnya (2005) digabungkan dengan data tahun 2006, maka diperoleh regresi dengan nilai R² yang hampir sama (Gambar 3). Hal ini menunjukkan bahwa secara konsisten SIPADI dapat digunakan untuk menilai dan memberikan saran bagi budi daya padi spesifik lokasi.

Sistem Integrasi Padi-Ternak (SIPT)

Dalam pendekatan PTT dianjurkan menggunakan bahan organik yang merupakan salah satu komponen utama teknologi untuk memperbaiki sifat fisik tanah. Dalam kaitan ini telah dikembangkan Sistem Integrasi Padi-Ternak (SIPT). Limbah padi berupa jerami diproses menjadi pakan ternak, sedangkan kotoran ternak yang diolah menjadi kompos dikembalikan ke sawah untuk memperbaiki dan meningkatkan produktivitas lahan. Kotoran ternak juga dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan biogas. SIPT di Sukamandi dapat menyerap 150 t jerami/tahun untuk pemeliharaan 25 ekor sapi. Dari jumlah jerami tersebut dihasilkan pupuk organik 72,4 t/tahun. Dengan pemberian pakan jerami fermentasi 6-8 kg/ekor/hari ditambah konsentrat 3-4 kg/ekor/hari mampu meningkatkan bobot badan sapi 0,6-0,7 kg/ekor/hari. Pemakaian kompos pupuk kandang meningkatkan hasil padi 0,5-1,0 t/ha. SIPT juga memberikan nilai tambah biogas untuk keperluan rumah tangga 3-4 bulan dalam sekali proses, bila digunakan untuk memasak 1 jam/hari.

Pengendalian Hama Terpadu (PHT) Terintegrasi dalam PTT

Masalah hama dan penyakit dilihat dari rata-rata luas serangan per tahun dalam kurun waktu 10 tahun terakhir adalah tikus 124.000 ha/th, penggerek batang 80.127 ha/th, wereng coklat 28.222 ha/th, penyakit tungro 12.078 ha/th, dan blas 9.778 ha/th (Soetarto *et al.* 2001). Kelima hama dan penyakit tersebut perlu mendapatkan prioritas penanganan di samping hama penyakit potensial seperti keong mas.

Pengalaman selama ini menunjukkan bahwa pengendalian tidak pernah berhasil dengan baik bila hanya mengandalkan satu komponen teknologi pengendalian, seperti insektisida maupun varietas tahan atau agensia hayati. Hal ini sesuai dengan UU No. 12/1992 tentang sistem budi daya tanaman, yang mengamanatkan bahwa pengendalian hama dilakukan secara terpadu (PHT).

PHT adalah suatu sistem pengendalian hama berdasarkan pemahaman hubungan antara dinamika populasi dan lingkungan suatu jenis hama, menggunakan berbagai teknik pengendalian yang kompatibel untuk menjaga agar populasi hama di bawah ambang ekonomi.

Dalam bercocok tanam padi, PHT tidak bisa dilakukan sebagai satu kegiatan yang mandiri, tetapi merupakan bagian dari upaya memproduksi padi. Tujuan utama usahatani padi adalah mendapatkan hasil yang tinggi dengan keuntungan yang besar melalui proses produksi yang ramah lingkungan. Oleh karena itu, PHT harus diintegrasikan dan menjadi bagian holistik dari budi daya padi yang baik (*good agronomy practice*). Pada dasarnya budi daya padi akan mempengaruhi hama dan penyakit. PHT menjadi satu paket dengan budi daya padi yang baik dalam sistem pengelolaan tanaman terpadu (PTT).

Prinsip yang dianut dalam penerapan PHT adalah (1) budi daya tanaman sehat, (2) pelestarian dan pendayagunaan musuh alami, (3) pengamatan mingguan, dan (4) partisipasi aktif petani (petani ahli PHT). Prinsip tersebut diintegrasikan ke dalam PTT menjadi: (1) penerapan komponen utama PTT untuk membentuk tanaman sehat, (2) integrasi komponen pengendalian yang sesuai ke dalam tahapan budi daya, sejalan dengan stadia pertumbuhan tanaman untuk memberi peran pengendalian hayati, (3) penggunaan pestisida hanya berdasarkan hasil pemantauan, (4) petani berpartisipasi aktif dalam penerapan PHT, dan (5) pemantauan bersama dalam satu hamparan/golongan air.

KONTRIBUSI PENELITIAN DAN ADOPSI INOVASI TEKNOLOGI PADI

Kontribusi Aktual

Berdasarkan hasil survei di sentra produksi padi di Indonesia diketahui bahwa 91% lahan sawah telah ditanami varietas unggul baru. Dari keseluruhan varietas yang ditanam petani, 75% adalah varietas unggul hasil penelitian Badan Litbang Pertanian. Varietas yang diadopsi petani pada tahun 2005 (Tabel 7) terutama adalah IR64 (31,4%), Ciherang (21,8%), Ciliwung (7,9%), Way Apo Buru (3,3%), IR42 (2,2%), Widas (1,7%), Memberamo (1,6%), Cisadane (1,6%), IR66 (1,1%), dan Cisokan (1,0%).

Penggunaan varietas IR64 terus menurun sejak survei adopsi varietas pada tahun 2000. Varietas IR64 memiliki hasil lebih rendah 0,81-1 t/ha (14,3-14,8%) dibandingkan dengan VUB, VUH, maupun varietas unggul tipe baru (VUTB) lainnya. Dampak ekonomi pergeseran adopsi IR64 ke VUB seperti Ciherang

Tabel 7. Proporsi adopsi varietas unggul baru di sentra produksi padi berdasarkan hasil survei tahun 2006.

Peringkat	Varietas	Tahun pelepasan	Proporsi (%)
1.	IR64	1986	31,4
2.	Ciherang	2000	21,8
3.	Ciliwung	1989	7,9
4.	Way Apo Buru	1998	3,3
5.	IR42	1988	2,2
6.	Widas	1999	1,7
7.	Memberamo	1995	1,6
8.	Cisadane	1980	1,6
9.	IR66	1995	1,1
10.	Cisokan	1985	1,0
11.	Varietas lain	-	26,4

Tabel 8. Upaya pencapaian produksi padi di 16 provinsi di Indonesia.

Uraian	Luas tanam (ribu ha)	Luas panen (ribu ha)	Produktivitas (t/ha)	Produksi (ribu ton GKG)
PTT (Bantuan benih)				
- Inbrida	1.952	1.861	5,5	10.232
- Hibrida	135	128	6,5	840
Intensifikasi (Non-PTT)				
- Bantuan benih	3.048	2.795	5,1	14.120
- Reguler	5.720	5.622	5,0	28.058
Total	10.855	10.406	51,17	53.250

dan lain-lain pada periode 2000-2005 mencapai nilai sekitar Rp 4,7 triliun, atau 900 kali lipat dari anggaran operasional penelitian yang diperuntukkan bagi penelitian tanaman padi.

Potensi Kontribusi

Untuk mengaktualisasikan potensi genetik VUB di lapangan diperlukan dukungan berbagai komponen teknologi budi daya dan proteksi tanaman, yang terintegrasi dalam pendekatan PTT. Kontribusi PTT terhadap peningkatan produksi padi rata-rata meningkatkan hasil 16-37% (rata-rata 1 t GKP/ha). Efisiensi input dari penggunaan benih Rp 80.000/ha (tanam bibit kurang dari 3 bibit/lubang), dan penggunaan pupuk urea Rp 47.000/ha (penggunaan Bagan Warna Daun), dan penghematan penggunaan air irigasi (irigasi berselang) 135 mm/ha/musim, setara dengan 0,27 m³/kg gabah atau penghematan 270 liter air untuk memproduksi satu kg gabah kering panen.

Dalam program P2BN disusun upaya pencapaian produksi di 16 provinsi seperti pada Tabel 8 (Ditjentan 2007). PTT diterapkan pada areal seluas 1,95 juta ha, diharapkan akan berhasil dipanen pada areal 1,87 juta ha. Dengan produktivitas 5,5 t/ha akan didapat 10,2 juta ton GKG. Dari panen pada areal yang menerapkan PTT akan didapat tambahan produksi 1,8 juta ton GKG, setara dengan 1,1 juta ton beras, sama dengan 55% dari target tambahan produksi 2 juta ton beras.

DUKUNGAN TERHADAP PENINGKATAN PRODUKSI BERAS NASIONAL

Dalam upaya peningkatan produksi beras nasional, Badan Litbang Pertanian berperan dalam menyiapkan teknologi dan percepatan penyebaran teknologi. Bentuk konkrit dukungan adalah: (1) perakitan varietas unggul dengan karakter

yang diinginkan petani, (2) penyediaan benih sumber, (3) teknologi *on-farm* (panduan benih dan PTT), (4) pendampingan teknologi, (5) percepatan diseminasi (demplot dan gelar teknologi), dan (6) percepatan alih teknologi (lokakarya/pelatihan bagi pelatih).

Perakitan Varietas Unggul

Tuntutan konsumen dan perubahan lingkungan, khususnya perkembangan hama penyakit padi yang sangat dinamis, menuntut perbaikan karakter VUB. Para pemulia tanaman padi terus berupaya untuk menghasilkan varietas baru yang sesuai dengan preferensi konsumen. Galur-galur harapan padi yang siap diusulkan untuk dilepas adalah:

Galur harapan padi sawah tahan wereng coklat biotipe 3. Dua galur padi inbrida yaitu galur BP1356-1g-Kn-4 dan BP3448e-4-2 dengan hasil 5,8-6,0 t/ha.

Galur harapan padi hibrida tahan wereng coklat biotipe 3. Dua galur padi hibrida H27 dan H53 dengan hasil 6,03-6,26 t/ha, di samping tahan wereng coklat biotipe 3 juga tahan penyakit hawar daun bakteri (HDB) strain IV dan VIII. Galur H70 dan H71 dengan hasil 5,37-5,96 t/ha tahan wereng coklat biotipe 3, dan agak tahan tahan penyakit hawar daun bakteri (HDB) strain IV dan VIII, dan penyakit tungro.

Galur harapan padi tipe baru tahan wereng coklat biotipe 3. Empat galur padi tipe baru perbaikan karakter varietas Fatmawati adalah BP360E-MR-79-PN-2, BP355E-MR-45, BP138F-KN-23, dan BP205D-KN-78-1-8. Keempat galur tersebut memiliki hasil 8,2-9,7 t/ha, dengan rata-rata 6,5-7,4 t/ha. Tingkat kerontokan keempat galur tersebut tergolong sedang, berarti lebih mudah dirontok dibanding Fatmawati. Galur BP360E-MR-79-PN-2 dan BP205D-KN-78-1-8 tahan wereng coklat biotipe 3.

Galur harapan padi tahan penyakit tungro dan hawar daun bakteri. Tiga galur harapan padi inbrida tahan penyakit tungro adalah RUTT 69SG-1B-1-1-3-2-2-1, RUTT 96ST-1B-15-1-2-2-2-1 dan BPT 164C-68-7-3-1. Rentang hasil ketiga galur adalah 5,2-6,3 t/ha. Ketiga galur juga tahan penyakit hawar daun bakteri strain IV, agak tahan wereng coklat biotipe 3, kecuali galur BPT 164C-68-7-3-1 tergolong peka hama wereng coklat.

Galur harapan padi rawa toleran keracunan Fe/Al/tahan penyakit blas. Enam galur harapan padi rawa B9833C-KA-14, B9852E-KN-35-KA-66, B5244G-SM-61-2-1, B9858B-KN-55, B10214F-TB-7-2-3, dan IR61242-3B-B-2 berdaya hasil 6,25-6,74 t/ha dengan rata-rata 5,06-5,85 t/ha. Di samping toleran terhadap keracunan Fe dan Al, beberapa galur tahan wereng coklat biotipe 3, penyakit blas, tungro, dan hawar daun bakteri.

Penyediaan Benih Sumber

Dalam sistem perbenihan nasional dikenal empat kelas benih yaitu BS, FS, SS, dan ES. Pengendalian mutu benih kelas FS, SS, dan ES menjadi tanggung jawab Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih (BPSB), sedangkan penyediaan dan pengendalian mutu BS secara formal menjadi tanggung jawab instansi penyelenggara pemuliaan. BS padi yang diproduksi oleh Unit Pengelola Benih Sumber (UPBS) BB Padi mengadopsi sistem manajemen mutu berbasis ISO 9001:2000 yang didukung oleh laboratorium uji mutu benih yang sudah terakreditasi ISO 17025:2000.

Pada MH 2005/2006 diproduksi BS dari 52 varietas dengan jumlah benih 2.339 kg dan telah terdistribusikan 1.882 kg. Pada MK 2006 diproduksi BS dari 68 varietas dengan jumlah benih 4.269 kg dan telah terdistribusikan 4.888 kg.

Petunjuk Teknis

Petunjuk teknis yang telah diterbitkan adalah: (1) produksi benih sumber, (2) pengelolaan tanaman terpadu padi sawah irigasi, dan (3) daerah pengembangan dan anjuran budi daya padi hibrida. Petunjuk teknis lapang yang sedang disusun adalah: (1) PTT lahan suboptimal (lahan kering, lahan sawah tadah hujan, lahan pasang surut/rawa), dan (2) pengendalian hama penyakit padi.

Pendampingan Teknologi

Pendamping teknologi mempunyai tugas: 1) sebagai nara sumber teknologi padi, 2) membantu menerapkan teknologi padi spesifik lokasi, 3) membantu pemecahan masalah teknologi padi. Pendampingan terutama dimaksudkan untuk membantu petani menerapkan teknologi spesifik lokasi berdasarkan hasil PRA. Sejumlah 128 peneliti padi yang terdiri dari 79 peneliti di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian dan 49 peneliti di Balit terkait dengan padi di lingkup Badan Litbang Pertanian ditugaskan sebagai pengawal teknologi P2BN di 16 provinsi.

Demonstrasi Plot

Demonstrasi plot penerapan PTT dapat dijadikan tempat praktek bagi penyuluh dan petani. Petak demonstrasi akan dilaksanakan bersama oleh peneliti padi dengan dinas pertanian dan direktorat teknis terkait pada laboratorium lapang maupun petak demplot yang dirancang oleh peneliti padi.

Lokakarya

Lokakarya diadakan untuk para peneliti padi pendamping teknologi dan widyaiswara. Lokakarya diselenggarakan untuk para peneliti padi pendamping P2BN dari BPTP dan Balit di lingkup Badan Litbang Pertanian yang terkait dengan perpadian nasional.

ARAH PENELITIAN PADI KE DEPAN

Melampaui Batas Potensi Hasil (*Breaking Yield Barrier*)

Potensi genetik varietas padi yang ditanam di Indonesia sudah mampu dicapai oleh para petani maju di sejumlah sentra produksi. Upaya baru dalam menembus batas atas potensi hasil tersebut adalah melalui pengembangan padi hibrida dan padi tipe baru. Saat ini telah berhasil dirakit VUH maupun VUTB dengan potensi hasil 12 t/ha, lebih tinggi dari potensi padi inbrida seperti Cihorang, Cigeulis, Cibogo dan lainnya dengan potensi hasil maksimum 10 t/ha. Dalam waktu dekat diharapkan dapat dihasilkan padi hibrida tipe baru dengan potensi hasil 15 t/ha. Galur H51 memiliki salah satu tetua padi tipe baru yang tahan terhadap hama wereng coklat dan penyakit hawar daun bakteri.

Antisipasi Perubahan Iklim Global

Pemanasan global menyebabkan anomali iklim terjadi dengan frekuensi yang semakin sering. *El-Nino* biasanya berdampak pada musim kemarau menjadi berkepanjangan. Oleh sebab itu, pemuliaan tanaman diharapkan dapat menghasilkan VUB toleran kekeringan dan “super genjah” untuk dapat meminimalisasi dampak atau terhindar dari kekeringan. Sebaliknya, untuk menghadapi anomali iklim *La-Nina* yang ditandai dengan curah hujan yang tinggi diharapkan dapat dirakit padi yang toleran rendaman. Padi Swarna atau Swarna-sub1 yang diketahui toleran rendaman 12-18 hari akan diadaptasikan dan dijadikan sumber tetua untuk perbaikan genetik dan sesuai dengan preferensi petani.

Peningkatan suhu pada malam hari akan meningkatkan respirasi tanaman, sehingga hasil fotosintesis yang disimpan siang hari berkurang. Sebagai antisipasinya perlu dirakit varietas dengan efisiensi fotosintesis yang tinggi seperti tanaman C4. Indonesia perlu terlibat aktif sejak awal dalam penelitian ke arah perakitan varietas tersebut.

Meningkatnya suhu akan menyebabkan siklus hidup serangga makin pendek. Hasil simulasi peningkatan suhu memberi petunjuk bahwa serangga jenis aphid, wereng yang kebanyakan menjadi vektor virus, siklus hidupnya

akan makin pendek, sehingga perlu diantisipasi dengan perakitan varietas tahan virus dengan keragaman genetik ketahanan tetua, namun seragam dalam mutu cita rasa.

Mengembangkan Teknologi Lahan Suboptimal

Tujuan pengembangan pertanaman padi pada lahan suboptimal (marginal) adalah untuk meningkatkan produktivitas padi pada agroekosistem lahan tadah hujan, lahan kering, dan lahan rawa lahan pasang surut. Lahan suboptimal umumnya memiliki kendala yang berat hingga sedang, baik fisik dan kimia tanah, tata air, distribusi hujan maupun hama penyakit, dll. Dalam pengembangan lahan yang labil tersebut perlu memperhatikan aspek konservasi tanah dan air untuk menjaga kelestarian sistem produksi.

Lahan kering. Pada daerah beriklim basah yang didominasi oleh jenis tanah Podsolik Merah Kuning, kesuburan tanah relatif rendah, pH rendah, dan keracunan Al. Di daerah beriklim kering, lahan umumnya subur, tetapi kemungkinan kahat hara S, hara mikro, dan kurang air. Selain itu, masalah hama seperti lalat bibit, belalang, walang sangit, dan orong-orong dengan dominasi yang berbeda antarlokasi harus diwaspadai. Blas merupakan penyakit utama pada padi gogo yang hingga saat ini menjadi kendala pengembangan varietas unggul. Kendala tersebut menyebabkan rendahnya hasil padi gogo yang baru mampu mencapai rata-rata 1,5 t/ha. Dengan inovasi teknologi dan pengelolaan yang lebih baik, peluang peningkatan produktivitas padi di lahan kering cukup besar.

Berbagai varietas unggul toleran dengan kondisi lahan dan lingkungan seperti tersebut di atas telah berhasil dirakit, antara lain varietas Situ Patenggang, Danau Gaung, Batutege, Silugonggo, dan Situ Bagendit. Pada lahan kering dengan kesuburan sedang di Blora, hasil Situ Patenggang dapat mencapai 6 t/ha, relatif sama dengan hasil padi di lahan sawah. Dengan tekstur nasi yang pulen dan aromatik, harga jual gabah Situ Patenggang lebih tinggi dibandingkan dengan varietas padi yang ditanam sebelumnya (lokal, Ciherang, dll). Aspek budi daya yang perlu diperbaiki adalah jarak tanam, pengelolaan hara spesifik lokasi (pupuk, bahan organik, kapur), dan kondisi tanah. Penggunaan mulsa dan penanaman tanaman tahunan sepanjang kontur untuk konservasi lahan dan makanan ternak sangat diperlukan.

Lahan pasang surut. Pengembangan pertanaman padi di lahan pasang surut umumnya menghadapi kendala kesuburan lahan yang rendah, pH sangat rendah sampai rendah, keracunan besi, keracunan Al, dan keracunan asam-asam organik. Hama yang dominan antara lain adalah tikus, orong-orong, dan penggerek batang. Dalam kondisi lahan dan lingkungan seperti ini dan ditambah kondisi sosial-ekonomi petani yang pada umumnya kurang mampu, maka

produktivitas padi pada agroekosistem ini rendah, rata-rata 2,0 t/ha. Peningkatan produktivitas padi dapat diupayakan melalui introduksi varietas unggul baru spesifik lokasi. Penelitian tanaman padi telah berhasil melepas berbagai varietas untuk lahan rawa pasang surut, yaitu Punggur, Indragiri, Siak Raya, Tenggulang, Lambur, dan Mendawak. Teknik budi daya perlu dirakit dan disesuaikan dengan kondisi lahan, air, lingkungan biotik-abiotik, dan kemampuan petani setempat. Masalah tata air mikro merupakan faktor utama yang menentukan keberhasilan sistem produksi padi lahan rawa pasang surut. Pendekatan PTT diharapkan mampu meningkatkan produktivitas dan produksi padi di lahan seperti ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. 2007. Renstra 2005-2009 Penelitian Tanaman Padi. Sukamandi.
- BPS. 1997. Produksi Tanaman Padi di Indonesia. Jakarta.
- BPS. 2002. Luas Lahan Menurut Penggunaannya di Indonesia. Jakarta.
- Departemen Pertanian. 2004. Statistik Pertanian. Jakarta
- Fagi, A.M., I. Las, dan M. Syam. 2002. Penelitian padi: menjawab tantangan ketahanan pangan nasional. Balai Penelitian Tanaman Padi. Sukamandi.
- Fagi, A.M., I. Las, M. Syam, A.K. Makarim, dan A. Hasanuddin. 2003. Penelitian padi: menuju revolusi hijau lestari. Balai Penelitian Tanaman Padi. Sukamandi.
- Geng, Y. 2002. Chinese hybrid rice extension and its high yield production technologies. Hybrid Rice Production Training Course, National Agro-technical Extension Service Center.
- Harsono, L., E. Suwardiwijaya, Wahyudin, T. Hendarto, R. Limbong, dan Nurpiah. 2002. Pembuatan peta daerah endemis OPT padi 2002. Laporan kegiatan inventarisasi data/ pemetaan OPT Pangan. Balai Peramalan Organisme Pengganggu Tumbuhan.
- Makarim, A.K., D. Pasaribu, Z. Zaini, dan I. Las. 2005. Analisis dan sintesa pengembangan model pengelolaan tanaman terpadu padi sawah. Balai Penelitian Tanaman Padi. Sukamandi.
- Makarim, A.K., E. Suhartatik, Ikhwan, J. Wilis, Eko, S.P., dan S. Otjim. 2007. Validasi sistem pakar padi (SIPADI) pada berbagai sentra produksi padi sawah. Laporan akhir hasil penelitian 2006. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Sukamandi.

- Las, I., A.K. Makarim, Sumarno, S. Purba, M. Mardiharini, dan S. Kartaatmadja. 1999. Pola IP padi 300: konsepsi dan prospek implementasi sistem usaha pertanian berbasis sumber daya. Badan Litbang Pertanian. Jakarta. 66 p.
- Oka, I.N. 1982. The potential to to the integration of plant resisatnce, agronomic, biological, physical/mechanical techniques and pesticide for pest control in farming systems. Chemrawn II: Pergamon Press. p. 173-184.
- Sunendar, K. dan A.M. Fagi. 2000. Pengelolaan tanaman terpadu: konsep dan penerapan. *Dalam: A.K. Makarim (Eds.)*. Tonggak kemajuan teknologi produksi tanaman pangan: konsep dan strategi peningkatan produksi pangan. Simposium IV Penelitian Tanaman Pangan. Bogor, 22-24 November 1999. Puslitbang Tanaman Pangan. Bogor. p. 75-114
- Soetarto, A., Jasis, S.W. G. Subroto, M. Siswanto, dan E. Sudyanto. 2001. Sistem peramalan dan pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) mendukung sistem produksi padi berkelanjutan. *Dalam: I. Las et al. (Eds.)*. Implementasi kebijakan strategis untuk meningkatkan produksi padi berwawasan agribisnis dan lingkungan. Puslitbang Tanaman Pangan. Bogor. 247 p.
- Suprihatno, B., A.A. Daradjat, Satoto, S.E. Baehaki, N. Widiarta, A. Setyono, S.D. Indrasari, O.S. Lesmana, dan H. Sembiring. 2007. Deskripsi varietas padi. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Sukamandi.
- Widiarta, IN. dan A.A. Daradjat. 2000. Daya tular tungro daerah endemis terhadap varietas tahan. *Berita Puslitbangtan* 18: 1-2.

Kesiapan Teknologi Mendukung Peningkatan Produksi Menuju Swasembada Kedelai

Subandi, Marwoto, dan H. Kuntastyuti

Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian

ABSTRAK

Upaya pemerintah untuk meningkatkan produksi kedelai menuju swasembada perlu didukung oleh pihak terkait, di antaranya penyediaan teknologi. Kendatipun masih diperlukan penelitian untuk menghasilkan teknologi produksi kedelai yang lebih maju, dewasa ini telah tersedia teknologi yang mampu meningkatkan produktivitas dari rata-rata 1,3 t/ha di tingkat petani menjadi 2,0 t/ha di tingkat penelitian. Komponen/teknologi yang dimaksud adalah: (1) varietas unggul dengan beragam karakter, baik potensi hasil, umur panen (genjah sampai dalam), warna biji (kuning, kuning kehijauan, hitam), ukuran biji (kecil, sedang, besar), maupun kesesuaiannya terhadap tipe lahan (sawah, lahan kering, lahan kering masam, lahan pasang-surut), (2) produksi benih, (3) penyiapan lahan/ pengolahan tanah, (4) penanaman, (5) pengelolaan hara dan pemupukan, (6) pengelolaan air/lengas tanah, (7) pengelolaan organisme pengganggu tanaman, dan (8) sistem tanam tumpangsari. Proses produksi kedelai melalui pendekatan pengelolaan tanaman terpadu dapat meningkatkan produksi hingga 60-80% pada lahan sawah, lahan kering masam, dan lahan pasang surut.

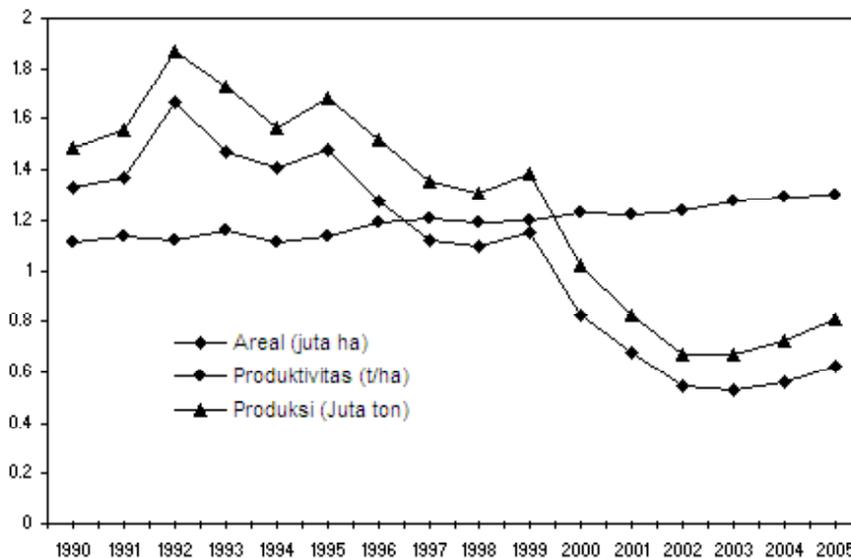
Tekad pemerintah untuk meningkatkan produksi kedelai nasional menuju swasembada pada tahun 2010 (Direktorat Budi daya Kacang-kacangan dan Umbi-umbian 2006) dapat dimaknai sebagai semangat untuk dapat mencapai swasembada kedelai dalam waktu yang tidak lama. Program ini harus didukung oleh semua pihak terkait di antaranya dalam penyediaan teknologi produksi yang mampu memberikan produktivitas tinggi dan mendatangkan keuntungan yang memadai bagi petani.

Peningkatan produksi kedelai dalam negeri dapat ditempuh melalui upaya perluasan areal tanam/panen dan perbaikan produktivitas yang rata-rata masih rendah, yaitu 1,28 t/ha (BPS 2005). Peluang peningkatan produktivitas masih cukup terbuka mengingat hasil yang dicapai di tingkat petani baru berkisar 0,6-2,0 t/ha, sedangkan di tingkat penelitian sudah mencapai 1,70-3,00 t/ha. Oleh karena itu, pertumbuhan produksi melalui perluasan areal tanam/panen akan memberikan hasil yang lebih signifikan dalam mempercepat peningkatan produksi kedelai nasional. Pendapat ini didasarkan pada pengalaman produksi

kedelai dalam negeri selama ini, yang menunjukkan bahwa fluktuasi produksi sangat ditentukan oleh areal panen kedelai (Gambar 1).

Data BPS (2005) menunjukkan bahwa areal panen kedelai nasional 617.000 ha dan diprogramkan meningkat menjadi 0,97 juta ha untuk mencapai swasembada pada tahun 2010, dengan disertai oleh peningkatan produktivitas dari 1,30 t menjadi 2,42 t/ha (Direktorat Budi Daya Kacang-kacangan dan Umbi-umbian 2006).

Dewasa ini teridentifikasi sekitar 13,0 juta ha lahan yang dapat dimanfaatkan untuk pengembangan kedelai, meliputi lahan sawah dan lahan kering (Abdulrachman *et al.* 1997), sehingga peluang peningkatan areal tanam/panen sangat besar jika disertai dengan penyediaan sarana dan teknologi produksi, serta dukungan penyediaan modal, penyuluhan/pembinaan petani, pemasaran, dan aspek kebijakan yang kondusif. Dari ketersediaan lahan, upaya perluasan areal tanam/panen kedelai yang memberikan peluang paling besar adalah pada lahan kering masam yang tersedia paling luas, namun juga perlu diupayakan pada lahan sawah maupun pada lahan kering yang lain.



Gambar 1. Perkembangan areal tanam, produktivitas, dan produksi kedelai di Indonesia dalam periode 1990-2005.

PERMASALAHAN

Permasalahan dan kendala yang dihadapi dalam memproduksi kedelai meliputi teknis, sosial-ekonomi, dan kebijakan. Permasalahan dan kendala tersebut harus diatasi agar keinginan untuk berswasembada kedelai dapat tercapai dalam waktu yang tidak terlalu lama.

Tingkat produktivitas yang rendah, di mulai dari populasi tanaman pada saat panen yang rendah serta pertumbuhan dan hasil per individu tanaman yang tidak optimal. Populasi tanaman yang rendah disebabkan oleh beberapa faktor di antaranya: (1) petani menggunakan benih yang daya tumbuhnya rendah, (2) penyiapan lahan yang kurang baik, umumnya tidak membuat saluran-saluran pengatusan (drainase) yang memadai sehingga lahan becek yang menyebabkan benih tidak tumbuh, dan (3) serangan hama dan penyakit, terutama alat bibit dan penyakit layu. Pertumbuhan dan/atau hasil per individu tanaman yang tidak optimal disebabkan oleh beberapa faktor di antaranya: (1) di beberapa tempat petani masih menanam varietas lokal yang potensi hasilnya rendah, (2) vigor bibit/tanaman yang rendah akibat penggunaan benih yang tidak berkualitas, dan (3) cekaman lingkungan abiotik seperti kelebihan dan kekurangan air/lengas tanah, kesuburan tanah rendah (pH yang rendah, ketersediaan hara rendah, keracunan hara misalnya Al pada lahan masam), dan cekaman biotik di antaranya gulma, hama pemakan daun, pengisap, dan penggerek polong, serta penyakit seperti virus dan karat daun.

Penyusutan secara cepat areal tanam/panen kedelai sejak 1993 dan lambannya atau kesulitan untuk menaikkan kembali areal tanam/panen kedelai disebabkan oleh: (1) usahatani kedelai kurang/tidak dapat memberikan keuntungan yang memadai, (2) petani lebih tertarik mengusahakan komoditas lain yang menguntungkan, di antaranya jagung, ubi kayu, tebu, karet, dan sawit, (3) di beberapa tempat petani mengalami kesulitan untuk menjual hasil panen kedelainya, dan (4) kebijakan pemerintah yang belum kondusif, misalnya impor (jumlah dan tarif) dan harga (tidak ada harga dasar yang merangsang).

TEKNOLOGI PRODUKSI

Permasalahan yang dihadapi dalam memproduksi kedelai meliputi biofisik lahan seperti cekaman abiotik dan biotik, serta sosial-ekonomi, di antaranya ketersediaan sarana produksi, khususnya benih berkualitas dari varietas unggul dan kecukupan modal petani, serta pemasaran produk. Penelitian yang terfokus pada pemecahan masalah biofisik antara lain melalui penyediaan varietas unggul yang adaptif serta pengelolaan kesuburan tanah dan tanaman telah memperoleh perhatian besar, dan sebagian hasilnya disampaikan dalam tulisan ini.

Varietas Unggul

Varietas unggul sangat menentukan tingkat produktivitas tanaman dan merupakan komponen teknologi yang relatif mudah diadopsi petani jika benihnya tersedia. Di Indonesia hingga kini telah dilepas lebih dari 60 varietas kedelai dengan karakter yang beragam, di antaranya umur panen, potensi hasil, ukuran, warna kulit biji, dan kesesuaiannya terhadap lahan spesifik. Varietas yang dilepas belakangan pada dasarnya merupakan perbaikan varietas sebelumnya. Dari sejumlah varietas yang dilepas tersebut, sebagian besar adalah yang kulit bijinya berwarna kuning sampai kuning kehijauan, sedang yang kulitnya berwarna hitam baru dilepas tiga varietas yakni Merapi, Cikuray, dan Malika. Varietas unggul kedelai yang dilepas setelah tahun 2000, dan beberapa varietas yang dilepas sebelumnya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Varietas unggul kedelai yang dilepas setelah tahun 2000 hingga 2007 dan beberapa varietas yang dilepas pada tahun sebelumnya.

Varietas	Potensi ¹⁾ hasil (t/ha)	Umur (hari)	Bobot biji (g/100 biji)	Warna biji	Keterangan**
Wilis	1,60*	85-90	10,0	Kuning	
Argomulyo	2,00	80-82	16,0	Kuning	
Burangrang	2,50	80-82	17,0	Kuning	
Sinabung	2,16*	88	10,7	Kuning	
Kaba	2,13*	85	10,4	Kuning	
Tanggamus	1,22*	88	11,0	Kuning	Adaptif LK masam
Nanti	1,24*	91	11,5	Kuning	Adaptif LK masam
Sibayak	1,41*	89	12,5	Kuning	Adaptif LK masam
Mahameru	2,16	84-95	17,0	Kuning	
Anjasmoro	2,25	83-93	15,0	Kuning	
Lawit	2,07*	84	10,5	Kuning	Adaptif LPS
Menyapa	2,03*	85	9,1	K.kehijauan	
Merubetiri	2,75	95	14,0	Kuning	
Baluran	3,00	80	16,0	Kuning	
Ijen	2,30	83	11,2	Kuning	
Panderman	2,37	85	18,5	Kuning	
Seulawah	2,05	93	9,5	K kehijauan	Adaptif LK masam
Ratai	2,10	90	10,5	K kehijauan	Adaptif LK masam
Rajabasa	2,05*	82-85	15,0	Kuning	Agak toleran masam
Gumitir	2,41	81	16,0	K kehijauan	
Argopuro	3,05	84	17,8	Kuning	
Cikuray	1,70*	82-85	11,5	Hitam	
Malika+	2,34*	85-90	9,50	Hitam	

¹⁾ Potensi hasil = hasil tertinggi yang dicapai pada saat uji multilokasi

^{*)} Hasil rata-rata ^{**) LK= Lahan Kering, LPS= Lahan Pasang Surut}

^{+) Keputusan Menteri Pertanian Nomor: 78/Kpts/SR. 120/2/2007}

Sumber: Suhartina (2005)

Kini telah tersedia sejumlah varietas unggul kedelai dengan karakter yang beragam, sehingga dapat memberikan banyak alternatif dalam hal: (a) umur, genjah (<80 hari), sedang (80-90 hari), dan dalam (>90 hari); (b) ukuran biji, kecil (<10 g/100 biji), sedang (10-12 g/100 biji), dan besar (>12 g/100 biji); (c) warna kulit biji, kuning sampai kuning kehijauan dan hitam; serta (d) yang sesuai untuk lahan tidak bermasalah maupun lahan bermasalah seperti lahan kering masam dan lahan pasang surut. Dewasa ini kebanyakan petani/pengguna meminati varietas kedelai yang selain potensi hasilnya tinggi juga berumur genjah hingga sedang, ukuran biji sedang sampai besar, dan kulit biji berwarna kuning. Dari pertimbangan ukuran biji, warna kulit biji, dan umur panen, di antara kelima varietas kedelai yang adaptif lahan kering masam, varietas Tanggamus dan Sibayak adalah yang paling berpeluang diadopsi petani.

Benih Berkualitas

Penggunaan benih berkualitas tinggi merupakan prasyarat utama dalam budi daya kedelai, karena akan menjamin populasi tanaman sesuai dengan yang dikehendaki (optimal), berkecambah menjadi bibit sehat dan vigor sehingga akan diperoleh tanaman yang tumbuh seragam. Benih yang berkualitas harus memenuhi syarat: (a) asal benih atau nama varietas jelas, (b) bernas atau tidak keriput, (c) bersih dari kotoran dan tidak bercampur dengan biji tanaman maupun varietas lain, (d) tidak membawa bibit penyakit, dan (e) berdaya kecambah minimal 85%. Jika benih berdaya kecambah rendah (kurang dari 85%), ada tiga hal yang menyebabkan potensi hasilnya tidak optimal dan atau biaya produksi meningkat, yaitu: (a) vigor tanaman/bibit rendah, (b) populasi tanaman di bawah optimal, dan (c) akibat butir a dan b, gulma berpotensi kuat bersaing dengan tanaman kedelai dalam memanfaatkan sinar matahari, unsur hara, dan air; serta gulma akan menjadi sarang atau sumber hama dan penyakit. Gulma yang tumbuh lebih lebat dalam penyiangannya membutuhkan tenaga/biaya yang lebih besar.

Benih kedelai hendaknya diperoleh dari pertanaman musim kemarau. Benih yang diperoleh dari pertanaman musim hujan di samping persentase biji yang menjadi benih rendah karena mutu fisiknya buruk, daya kecambahnya juga rendah dan banyak terinfeksi penyakit (Tabel 2). Setelah dipanen, brangkasan tanaman harus segera dikeringkan. Penundaan pengeringan brangkasan lebih dari dua hari akan menghasilkan benih yang berkualitas rendah (Tabel 3).

Benih kedelai tidak mengalami dorman, sehingga makin baru makin baik. Sebelum disimpan, benih kedelai hendaknya dikeringkan hingga berkadar air 9-10%, dan dikemas secara baik (plastik/wadah kedap udara).

Tabel 2. Kualitas benih kedelai varietas Lokon yang dihasilkan dari pertanaman musim hujan di Sukamandi.

Variabel mutu	Persentase
a. Mutu fisik	
- Biji baik (benih)	33,0
- Biji rusak	67,0
b. Benih terinfeksi	
- Cendawan	82,5
- Bakteri	27,0
c. Daya kecambah	70,0

Sumber: Hidayat *et al.* (1991)

Tabel 3. Penundaan pengeringan brangkasan terhadap daya kecambah benih kedelai hasil pertanaman musim hujan

Cara pengeringan	Lama penundaan (hari)	Daya kecambah (%)
a. Alat pengering (Flat-bed dryer)	0	91
	2	49,2
	3	44,25
	4	0
	5	0
b. Penjemuran	0	91
	2	37,75
	3	0
	4	0
	5	0

Sumber: Hidayat *et al.* (1991)

Penyiapan Lahan dan Waktu Tanam

Penyiapan lahan meliputi pembersihan lahan dan pengolahan tanah. Cara penyiapan lahan bergantung pada jenis tanah, saat tanam, dan kondisi lahan.

Untuk lahan sawah, pertanaman kedelai dapat berlangsung pada: (a) awal musim hujan sebelum tanam padi rendengan atau padi musim hujan (MH), (b) setelah panen padi rendengan (padi pertama), atau sering disebut sebagai kedelai musim kemarau pertama (MK 1), dan (c) setelah panen padi gadu (padi kedua), atau disebut sebagai kedelai musim kemarau kedua (MK 2). Bagi kedelai awal musim hujan, yang dilaksanakan di beberapa daerah, di antaranya yang relatif luas dipraktekkan adalah di Kabupaten Grobogan (Jawa Tengah). Penyiapan lahan yang jenis tanahnya Vertisol (Grumusol) yang umumnya tidak diolah. Meskipun tidak diolah, setelah turun hujan tanah lapisan atas menjadi gembur sehingga sangat mendukung pertumbuhan kedelai. Bagi pertanaman

kedelai MK 1 dan MK 2, umumnya tidak dilakukan pengolahan tanah. Petani hanya menyiapkan lahan dengan memotong jerami padi dekat dengan permukaan tanah (5-10 cm). Petani tidak mengolah tanah karena tidak berpengaruh terhadap hasil kedelai (Tabel 4). Pengolahan tanah akan memundurkan waktu tanam yang berakibat pada pe-nurunan hasil (Tabel 5 dan 6), dan akan menambah biaya produksi. Penurunan hasil dari tanaman yang terlambat tanam dapat disebabkan oleh kekeringan, akumulasi hama dan penyakit, dan/atau gangguan gulma yang lebih berat.

Tabel 4. Pengaruh cara pengolahan tanah untuk padi dan kedelai terhadap hasil kedelai setelah padi.

Pengolahan tanah pada padi	Hasil biji (t/ha)	
	Tidak diolah	Diolah
1 x bajak, 1 x garu	1,80	2,07
2 x bajak, 1 x garu	1,77	2,09
2 x bajak, 2 x garu	1,80	2,07
1 x bajak, 2 x garu	1,91	2,04
2 x bajak, 2 x garu dengan traktor	2,00	2,11

Sumber: Adisarwanto (1990)

Tabel 5. Hasil kedelai pada dua waktu tanam sesudah padi sawah di Banyuwangi.

Varietas	Hasil biji (t/ha)	
	5 hari setelah panen padi	10 hari setelah panen padi
Wilis	1,71	0,94
Lokal	1,64	0,80
Tidar	1,95	1,88
MLG 2675	1,71	1,46

Sumber: Sumarno *et al.* (1990)

Tabel 6. Pengaruh pemunduran waktu tanam terhadap hasil kedelai yang ditanam setelah padi rendengan atau kedelai MK 1 di KP Genteng (Jawa Timur) yang bertipe iklim D2 (klasifikasi Oldeman).

Waktu tanam kedelai	Hasil biji (t/ha)*
Dua hari setelah panen padi	2,00
Tujuh hari setelah panen padi	1,31
Dua belas hari setelah panen padi	0,83

*) Rata-rata dari empat genotipe (Wilis, Samarinda, Tidar, MLG2675)
 Jenis tanah dan pupuk: Regosol; 50 kg urea+ 100 kg TSP+ 100 kg KCl/ha
 Sumber: Kustiyastuti dan Adisarwanto (1995)

Untuk pertanaman pada lahan kering, kedelai yang ditanam pada awal musim hujan atau kedelai MH, penyiapan lahan dilakukan dengan pengolahan tanah sempurna, untuk menggemburkan tanah, memperbaiki aerasi tanah, dan pengendalian gulma. Untuk pertanaman kedelai MK-1, yang biasanya ditanam dalam pola tanam: padi gogo-kedelai, jagung-kedelai, atau kedelai-kedelai, lahan disiapkan tanpa olah tanah agar penanaman kedelai segera dapat dikerjakan untuk memanfaatkan sisa lengas tanah dan hujan. Pengendalian gulma dengan herbisida sebelum penanaman selanjutnya sangat bermanfaat untuk mengurangi gangguan gulma.

Populasi Tanaman dan Cara Tanam

Populasi tanaman berpengaruh terhadap produktivitas kedelai. Pengaturan jarak tanam, daya kecambah benih, cekaman kekeringan atau kelebihan lengas tanah (becek), serangan hama dan penyakit berpengaruh terhadap populasi tanaman. Populasi optimal berkisar antara 400.000-500.000 tanaman/ha (Tabel 7 dan 8). Populasi ini dicapai dengan pengaturan jarak tanam antarbarisan 40 cm dan dalam barisan 10-15 cm, dengan jumlah tanaman per rumpun/lubang dua tanaman.

Adanya pertimbangan keterbatasan waktu tanam dan tenaga kerja, sejumlah petani biasa menanam kedelai dengan disebar. Tanam kedelai dengan cara sebar selain boros penggunaan benih, juga mengurangi hasil (Tabel 9 dan 10).

Tabel 7. Taksiran hasil kedelai berdasarkan populasi tanaman.

Populasi tanaman (tanaman/ha)	Taksiran hasil (t/ha)
< 100.000	0,50
100.000-200.000	0,64-0,95
200.000-300.000	0,96-1,50
300.000-400.000	1,28-1,75
400.000-500.000	1,60-2,50

Sumber: Adisarwanto dan Floyd (1990)

Tabel 8. Hasil kedelai pada tiga populasi tanam.

Varietas	Hasil biji (t/ha)		
	250.000 tanaman/ha	400.000 tanaman/ha	500.000 tanaman/ha
Wilis	1,09	1,48	1,56
Lokal	0,91	1,06	1,18

Sumber: Balittan Malang (1988)

Tabel 9. Pengaruh cara tanam terhadap hasil kedelai.

Cara tanam	Hasil (t/ha)
Disebar	1,43
Ditugal	1,76
Ditempatkan di permukaan tanah	1,43
Disebar (populasi dua kali)	1,68

Sumber: Sumarno *et al.* (1989)

Tabel 10. Hasil kedelai pada lahan sawah setelah padi dengan cara tanam disebar dan ditugal.

Lokasi, tahun	Varietas	Hasil (t/ha)	
		Disebar	Ditugal
Mojosari, 1980/81	Orba	0,93	1,43
Mojosari, 1982	Orba	1,03	1,17
Pasuruan, 1987	Wilis	1,42	1,90
Pasuruan, 1987	Wilis	1,91	1,99

Sumber: Hidayat *et al.* (1991)

Pemanfaatan Mulsa Jerami

Pemanfaatan jerami padi sebagai mulsa berpeluang meningkatkan hasil kedelai (Tabel 11 dan 12). Mulsa jerami pada pertanaman kedelai dapat berfungsi untuk: a) menekan pertumbuhan gulma, b) menjaga kelembaban tanah, dan c) menekan serangan lalat bibit kacang. Penggunaan jerami sebagai mulsa dapat mengurangi pertumbuhan gulma hingga 60-65% (Adisarwanto *et al.* 1996), sehingga akan mengurangi tenaga/biaya penyiangan. Pemberian mulsa jerami 5,0 t/ha mampu menurunkan serangan hama lalat bibit dari 23,8% menjadi 11,9% (Tabel 12). Kendatipun pemberian mulsa jerami berpengaruh positif terhadap pertanaman kedelai, namun banyak petani yang tidak melakukannya karena tidak tersedia tenaga untuk menghamburkan mulsa, dan/atau jerami dimanfaatkan untuk pakan ternak (sapi) terutama pada pertanaman MK 2.

Pengelolaan Hara dan Pemupukan

Di antara komoditas pangan yang relatif banyak diusahakan, kedelai paling sedikit menyerap hara dari tanah (Tabel 13). Tanggapan kedelai terhadap pemupukan biasanya tidak nyata tanaman padi dan jagung. Oleh karena itu, dalam prakteknya, petani kedelai pada lahan sawah tidak atau sedikit

Tabel 11. Pengaruh pengolahan tanah dan penggunaan mulsa jerami padi terhadap hasil kedelai setelah padi sawah.

Pengolahan tanah dan mulsa	Hasil biji (t/ha)
Tanah tidak diolah, tanpa mulsa	1,37
Tanah tidak diolah, mulsa 5 t/ha	1,89
Tanah diolah, tanpa mulsa	1,64
Tanah diolah, mulsa 5 t/ha	1,97

Sumber: Adisarwanto (1985)

Tabel 12. Pengaruh pemberian mulsa jerami padi terhadap hasil kedelai setelah padi sawah.

Perlakuan mulsa	Serangan alat bibit (%)*	Hasil kedelai (t/ha)**
Tanpa mulsa jerami	23,8	0,95
Mulsa jerami 5,0 t/ha	11,9	1,25

Sumber: *) Marwoto (1989), **) Adisarwanto (1985)

Tabel 13. Kebutuhan hara N, P, dan K tanaman padi sawah, jagung, dan kedelai pada tingkat hasil rata-rata nasional 2004.

Jenis komoditas	Rata-rata hasil nasional (t/ha)*	Kebutuhan hara (kg/ha)**		
		N	P	K
Padi sawah	4,7	104,6	14,9	123,7
Jagung	3,3	90,3	16	60,8
Kedelai	1,3	63,7	9,1	27,3

Sumber: *) BPS (2005), **) Dihitung berdasarkan data dari Cooke (1985)

memberikan pupuk bagi pertanaman kedelainya, apalagi pada lahan subur seperti lahan sawah intensif yang pada pertanaman padinya petani telah memupuk secara memadai dalam kurun waktu lama. Meskipun demikian, bukan berarti pemupukan pada tanaman kedelai tidak penting. Pada lahan suboptimal, seperti lahan kering masam tanah Podsolik Merah-Kuning (Ultisol) yang banyak dijumpai di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua, sebagai target wilayah pengembangan lahan pertanian (termasuk kedelai), pemupukan N, P, dan K sangat nyata meningkatkan hasil kedelai. Tanpa ameliorasi dan pemupukan, pertumbuhan kedelai tidak optimal.

Kandungan hara N tanah umumnya rendah dan tidak cukup untuk mendukung pertumbuhan dan hasil optimal, sehingga perlu ditambahkan dari luar dalam bentuk pupuk. Namun untuk kedelai, tambahan N dalam bentuk pupuk akan jauh lebih sedikit dibandingkan dengan padi dan jagung. Secara alamiah tanaman kedelai dapat bersimbiose dengan bakteri penambat N udara

(rhizobium) dalam bintil akar yang mampu menyediakan N bagi tanaman dalam jumlah yang banyak. Melalui mekanisme ini, 60% kebutuhan N tanaman kedelai dapat dipenuhi (Shutsrirung *et al.* 2002). Bagi lahan di Jawa yang telah biasa ditanami kedelai, keberadaan rhizobium sudah cukup bagi berlangsungnya simbiose tersebut, karena dalam contoh tanah yang diambil dari 11 lokasi terdapat sel rhizobium 58.000-7.000.000.000/g tanah (Soedarjo *et al.* 2007), sehingga meskipun petani tidak melakukan inokulasi Rhizobium, tanaman kedelai dapat membentuk bintil akar dan efektif.

Bagi lahan kering masam yang banyak dijumpai di Sumatera, kondisinya sangat berbeda dengan di Jawa. Tanpa inokulasi rhizobium, bintil akar tidak atau hanya sedikit terbentuk. Hal ini tidak hanya disebabkan oleh lahan yang tidak mengandung cukup sel rhizobium tetapi juga oleh tingkat kesuburan tanah yang rendah, di antaranya pH rendah, miskin Ca, Mg, P, dan banyak mengandung Al. Inokulasi rhizobium dan perbaikan kesuburan tanah tersebut dapat memperbaiki pembentukan bintil akar dan pertumbuhan tanaman (Tabel 14 dan 15).

Tabel 14. Pembentukan bintil akar dan pertumbuhan kedelai (Tidar) pada lahan kering masam di Sitiung, Sumatera Barat berdasarkan pemberian kapur dan inokulasi rhizobium (Legin).

Perlakuan		Jumlah bintil akar (bintil/tanaman)	Bobot bintil akar (mg/tanaman)	Bobot tanaman di atas tanah (g/tanaman)
Kapur (t/ha)	Inokulasi rhizobium			
0	-	0	0,0	0,7
	Legin	9	23,0	1,2
3,5	-	1	11,7	1,9
	Legin	19	96,1	2,1

Sumber: Waluyo *et al.* (2000a)

Tabel 15. Pembentukan bintil akar dan pertumbuhan kedelai (Tidar) pada tanah masam dalam hubungannya dengan pemberian kapur dan pupuk P.

Perlakuan	Jumlah bintil akar (bintil/tanaman)	Bobot total bintil (mg/tanaman)
Kontrol *	3,5	7,0
CaCO ₃ **	15,3	29,0
TSP***	9,2	26,0
CaCO ₃ + TSP	17,6	43,0

*) Tanpa CaCO₃

**) Diberikan 0,175 g/benih (50 kg/ha)

***) Diberikan 0,0125 g/benih (10 kg/ha)

Sumber: Waluyo *et al.* (2000b)

Simbiose antara rhizobium dengan kedelai dalam bintil akar belum mampu mencukupi kebutuhan tanaman kedelai, sehingga masih diperlukan pemberian N melalui pemupukan. Takaran pupuk urea yang optimal untuk kedelai berkisar antara 40-100 kg/ha, bergantung pada kondisi lahan/tanah. Pada lahan sawah, pupuk urea 40-50 kg/ha, dan pada lahan kering 50-100 kg/ha (Pasaribu dan Suprpto 1985, Sumarno *et al.* 1989, Arsyad dan Syam 1998, Hilman 2005).

Kebutuhan pupuk P sangat bervariasi, mulai dari tidak perlu sampai 50 kg P_2O_5 /ha. Pada lahan subur, pemupukan P tidak memberikan tanggapan yang signifikan. Pada lahan kering masam di Lampung Tengah yang umumnya miskin P, pemberian pupuk SP36 yang optimal adalah 36-40 kg P_2O_5 atau 100-115 kg SP36/ha (Taufiq *et al.* 2004, Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian 2006).

Seperti halnya hara P, ketersediaan K di dalam tanah juga beragam, sehingga kebutuhan pupuk K bagi tanaman kedelai juga beragam. Pada tanah-tanah yang kandungan K-dapat ditukar (K-dd) lebih besar dari 0,30 me/100 g tanah, tanaman kedelai umumnya tidak tanggap terhadap pemupukan K. Bahkan pada tanah Vertisol (Grumusol) di Ngawi dengan kandungan K-dd 0,26 me/100 g tanah, tanaman kedelai tidak/kurang tanggap terhadap pemupukan K apabila pertanaman padi sebelumnya dipupuk 10 t/ha pupuk kandang atau 100 KCl/ha (Tabel 16). Pada tanah Vertisol Ngawi yang tanaman kedelainya menunjukkan gejala klorosis, pemberian 50 kg KCl/ha dapat menaikkan hasil dari 0,82 t menjadi 1,06 t/ha. Peningkatan takaran KCl menjadi 100 kg dan 150 kg/ha tidak lagi menaikkan hasil (Heriyanto *et al.* 1996). Pada lahan kering di Lampung Tengah yang miskin K (K-dd 0,15 me/100 g), pemupukan 45 kg K_2O /ha dapat menaikkan hasil dari 0,8 t menjadi 1,4 t/ha (Taufiq *et al.* 2004).

Tabel 16. Pengaruh pemupukan K, residu pupuk K, dan pupuk kandang pada padi terhadap hasil kedelai setelah padi di tanah Vertisol Ngawi.

Pemupukan pada padi (ha)	Hasil kedelai (t/ha)	
	Kedelai tidak dipupuk KCl	Kedelai dipupuk 75 kg KCl/ha
200 kg urea+200 kg ZA+10 t pk*	0,97	1,18
200 kg urea+200 kg ZA+100 kg KCl	1,58	1,64
300 kg urea+100 kg ZA+100 kg SP36+10 t pk*	1,58	1,65
300 kg urea+100 kg ZA+100 kg SP36+100 kg KCl	1,57	1,59

*) pk= pupuk kandang

Sumber: Suwono *et al.* (2000)

Ameliorasi Lahan

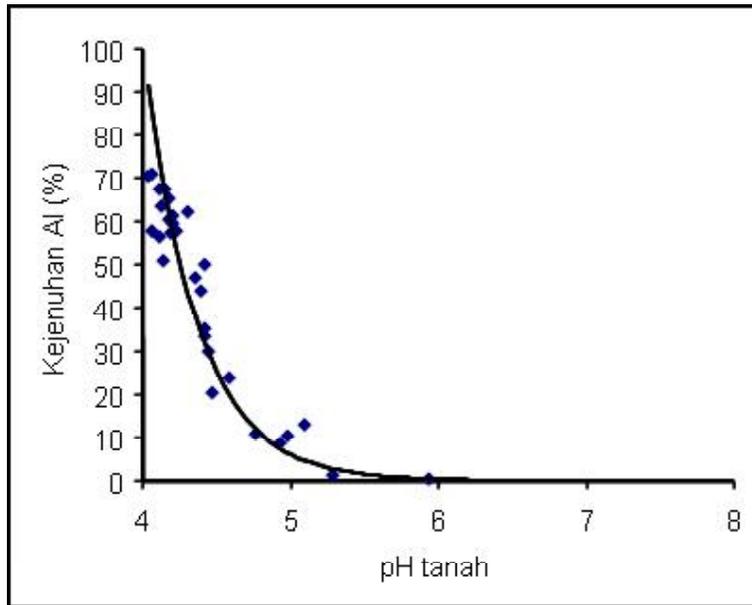
Pemberian bahan ameliorasi merupakan kunci utama peningkatan produktivitas kedelai pada lahan kering masam. Bahan ameliorasi seperti kapur dan bahan organik diperlukan untuk meningkatkan pH tanah, kandungan bahan organik tanah, kandungan hara Ca dan/atau Mg. Pemberian bahan ameliorasi menurunkan kelarutan Al, Fe, dan Mn, meningkatkan KTK tanah sehingga tanah lebih mampu mengikat hara melawan pencucian, meningkatkan ketersediaan hara N, P, dan Mo, memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kemampuan tanah dalam menyimpan air/lengas, dan meningkatkan aktivitas mikrobia tanah.

Bahan kapur yang umum digunakan adalah batu kapur (*lime stone*), kapur bakar (*burned lime*), dan kapur terhidratasi (*hidrated lime*). Batu kapur tersusun oleh kalsium karbonat (CaCO_3) dan magnesium karbonat (MgCO_3). Jika batu kapur tidak atau sedikit mengandung Mg disebut batu kalsit (*calcite*). Batu kapur yang disusun mineral ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) dinamakan batu dolomit. Dalam batuan ini, kandungan CaCO_3 dan MgCO_3 berimbang (Tisdale and Nelson 1975). Penggunaan batu dolomit akan lebih baik daripada batu kalsit, sebab pemberian batu dolomit sekaligus akan menambah hara Ca dan Mg secara berimbang.

Hasil penelitian Kamprath (1970) menunjukkan, untuk menetralkan Al-dd, jumlah kapur yang diperlukan setara dengan 1,5 Al-dd (me/100 g tanah) atau setara dengan 1,65 t/ha CaCO_3 per 1,0 me Al-dd. Sehubungan dengan upaya untuk menurunkan daya meracun Al, pemberian kapur tidak perlu sampai menetralkan seluruh Al-dd. Secara umum kadar kritis Al-dd untuk tanaman kedelai adalah 20% (Arya 1990).

Nilai pH tanah yang relatif mudah diukur (sederhana dan cepat) dapat digunakan untuk panduan dalam menduga tingkat kejenuhan Al-dd. Kejenuhan Al-dd sangat rendah atau tidak terukur jika pH di atas 5,3 (Gambar 2). Jika pH tanah telah mencapai 4,8-5,0, lahan tidak perlu dikapur untuk menurunkan Al-dd, melainkan hanya untuk mencukupi ketersediaan Ca atau Ca dan Mg. Untuk tujuan ini, jumlah kapur yang diperlukan tidak banyak, cukup 300-500 kg/ha. Pada lahan kering masam Tulang Bawang dan Lampung Tengah yang pada perlakuan tanpa kapur berturut-turut berkejenuhan Al-dd 12,38% dan 10,19%, pemberian kapur setara 259 kg CaO/ha meningkatkan hasil kedelai (Tabel 17).

Pupuk organik dapat berupa pupuk kandang maupun pupuk hijau atau kompos. Pemberian pupuk kandang (sapi) 2,5 t/ha pada lahan kering masam Tulang Bawang dan Lampung Tengah meningkatkan penyerapan P tanaman dan meningkatkan hasil kedelai berturut-turut 8,3% dan 11,1%.



Gambar 2. Hubungan antara pH tanah dengan kejenuhan Al-dd pada tanah Ultisol (Sudarman 1987).

Tabel 17. Pengaruh pemberian kapur pada lahan kering masam Tulang Bawang dan Lampung Tengah terhadap hasil kedelai.

Lahan masam	Takaran kapur		Hasil biji (t/ha)	Peningkatan hasil (%)
	Setara Al-dd	Setara CaO (kg/ha)		
Tulang Bawang ^{a)}	0	0	0,8	-
	0,25	259	1,4	75
	0,5	518	1,4	75
	0,75	777	1,5	87,5
Lampung Tengah ^{b)}	0	0	1,4	-
	0,25	259	2	42,8
	0,5	518	2,1	50
	0,75	777	2,1	50

a) Kejenuhan Al-dd: 12,38%

b) Kejenuhan Al-dd: 10,19%

Sumber: Taufiq *et al.* (2004)

Pengelolaan Air/Lengas Tanah

Kedelai merupakan tanaman yang peka terhadap cekaman air, khususnya kelebihan air. Pengelolaan lengas tanah atau air untuk pertanaman kedelai harus mendapat perhatian untuk mengatasi kelebihan maupun kekurangan air. Kelebihan air yang umum terjadi pada musim hujan dan MK 1 dapat diatasi dengan membuat saluran pengatusan atau drainase. Untuk pertanaman MK 2 pada lahan sawah, saluran pengatusan selain disiapkan untuk mengantisipasi kelebihan air akibat hujan susulan, juga diperlukan untuk melancarkan penyaluran air irigasi menjangkau seluruh bidang petakan. Dari segi hasil, untuk kedelai MK1 (Maret-Juli) pada lahan sawah setelah padi, jarak antarsaluran pengatusan (lebar bedengan) 1 m adalah yang paling baik, namun penyiapannya memerlukan banyak tenaga/biaya, sehingga dari pertimbangan hasil dan kebutuhan tenaga/biaya, jarak antarsaluran 3-4 m sudah cukup memadai (Tabel 18).

Pengairan diperlukan untuk pertanaman kedelai MK 2 yang umumnya sudah tidak ada atau hujan sudah sangat jarang. Kedelai diairi dari irigasi permukaan atau dari air tanah melalui pompanisasi. Sistem irigasi yang kedua paling banyak dilakukan untuk tanaman kedelai. Kecukupan irigasi sangat menentukan hasil. Untuk itu, bergantung kondisi tanah dan hujan susulan, diperlukan 3-4 kali pengairan, yang setiap kali pengairan melalui pompanisasi air tanah dengan sistem sewa, petani membayar sekitar Rp 200.000/ha.

Tumpangsari Ubi Kayu + Kedelai

Tumpangsari ubi kayu + kedelai merupakan salah satu upaya untuk mempercepat peningkatan produksi kedelai nasional, mengingat terdapat areal pertanaman ubi kayu yang cukup luas, sekitar 1,2 juta ha. Di Kendalpayak, tumpangsari ubi kayu+kedelai yang ditanam secara baris ganda untuk ubi kayu, yakni jarak baris ubi kayu yang dekat 50 cm dan yang jauh 200 cm dengan jarak tanam dalam barisan 100 cm, menghasilkan populasi 8.000 tanaman/ha. Pada setiap ruang pada barisan ubi kayu yang jauh ditanam kedelai dengan jarak tanam 40 cm x 15 cm, dua tanaman per lubang (ada lima baris kedelai),

Tabel 18. Hasil kedelai MK1 (Maret-Juni) pada lahan sawah setelah padi berdasarkan jarak antarsaluran pengatusan (lebar bedengan).

Jarak antar saluran pengatusan (m)	Pengelolaan tanaman	Hasil biji (t/ha)
1 m	Optimal	2,62
3 m	Optimal	2,25
4 m	Optimal	2,00
Tanpa saluran pengatusan	Optimal	1,00

Sumber: Sumarno *et al.* (1990)

Tabel 19. Produktivitas ubi kayu (Adira 1) dan kedelai (Argomulyo) pada tumpangsari ubi kayu + kedelai. KP Kendalpayak, MT 2006/2007.

Sistem pertanaman	Hasil kedelai (t/ha biji kering)	Hasil ubi kayu (t/ha umbi segar)
Monokultur ubi kayu	-	22,50
Monokultur kedelai	2,29	-
Ubi kayu+kedelai, (kedelai ditanam 2 minggu sebelum tanam ubi kayu)	1,70	18,88
Ubi kayu+kedelai, (kedelai ditanam 1 minggu sebelum tanam ubi kayu)	1,61	18,43
Ubi kayu+kedelai, (kedelai ditanam bersamaan tanam ubi kayu)	1,69	17,98
Ubi kayu+kedelai, (kedelai ditanam 1 minggu setelah tanam ubi kayu)	1,54	17,02
Ubi kayu+kedelai, (kedelai ditanam 2 minggu setelah tanam ubi kayu)	1,40	17,40

Pupuk kedelai: 50 kg urea+50 kg SP36+50 kg KCl

Pupuk ubi kayu: 250 kg urea+100 kg SP36+100 kg KCl

Sumber: Subandi *et al.* (2006)

populasi kedelai 260.000 tanaman/ha. Pada pertanaman monokultur, ubi kayu ditanam dengan jarak 100 cm x100 cm (populasi 10.000 tanaman/ha) dan kedelai 40 cm x 15 cm, dua tanaman/lubang (populasi 333.000 tanaman/ha). Dengan sistem tumpangsari tersebut diperoleh hasil kedelai 1,40-1,70 t/ha dan umbi segar 17,02-18,88 t/ha (Tabel 19).

Dalam tumpangsari, hasil kedelai mencapai 61,1-74,2%, dan umbi segar 75,6-83,9% dibandingkan dengan pertanaman monokultur. Untuk mendapatkan hasil optimal, kedelai hendaknya ditanam dua minggu sebelum tanam sampai bersamaan tanam dengan ubi kayu. Dengan sistem tumpangsari, yang demikian hasil ubi kayu menurun tidak terlalu banyak dibandingkan dengan pertanaman monokultur, dan akan diperoleh tambahan hasil kedelai yang cukup tinggi. Dengan demikian, sistem ini akan mendatangkan perbaikan pada pertanaman ubi kayu, yakni: (a) petani cepat memperoleh hasil panen dari kedelai, (b) produktivitas lahan meningkat, (c) hasil panen beragam, (d) mengurangi risiko rugi karena gagal panen satu komoditas, dan (e) kesuburan areal pertanaman ubi kayu lebih terjamin karena adanya limbah tanaman kedelai yang tertinggal atau dikembalikan ke lahan.

Tabel 20. Pengaruh cara pengendalian gulma terhadap hasil biji kering di lahan kering Masam, Tulang Bawang, Lampung 2006.

Perlakuan	Hasil biji t/ha
Disiang umur 14 dan 21 hari	1,37 a
Pra tumbuh glycosat, pasca tumbuh paraquat	0,85 bcd
Pra tumbuh paraquat, pasca tumbuh glycosat	0,65 cde
Pra tumbuh glycosat, siang 14 hari	0,87 bc
Pra tumbuh paraquat, siang 14 hari	0,88 bc
Pra tumbuh paraquat + glycosat	0,59 ef
Pra tumbuh glycosat + paraquat, siang 14 hari	1,04 b
Pra tumbuh glycosat + paraquat, siang 21 hari	0,56 ef
Tanpa siang	0,34 f

Tengkano *et al.*(2006).

PENGELOLAAN ORGANISME PENGGANGGU TANAMAN

Pengendalian Gulma

Gulma merupakan salah satu masalah penting dalam budi daya kedelai. Penurunan hasil kedelai akibat kompetisi dengan gulma berkisar antara 18-68%. Gangguan gulma lebih besar pada pertanaman kedelai yang diusahakan pada musim hujan dan MK1, baik pada lahan kering maupun sawah, sebab tersedia cukup air/lengas tanah untuk mendukung pertumbuhan gulma. Gangguan gulma pada pertanaman kedelai tanpa olah tanah relatif lebih berat dibandingkan dengan pertanaman yang tanahnya diolah. Penggunaan benih yang daya kecambahnya rendah juga memicu pertumbuhan gulma. Permasalahan gulma akan semakin serius pada daerah-daerah yang relatif kekurangan tenaga kerja. Penyiangan dapat dilaksanakan secara manual dengan cangkul, sabit, maupun herbisida. Salah satu kekurangan yang sering terlihat di tingkat petani adalah keterlambatan menyiang. Penyiangan gulma yang tumbuh lebat lebih banyak membutuhkan tenaga. Herbisida digunakan sebagai bagian dari penyiapan lahan yang sebelum kedelai ditanam gulmanya sudah tumbuh (lebat).

Penelitian di lahan kering masam menunjukkan bahwa pengendalian gulma secara mekanis, kimia, maupun gabungan keduanya dapat mencegah kehilangan hasil hingga 75% (Tabel 20).

Hama Utama Kedelai dan Pengendaliannya

Hama utama kedelai meliputi lalat bibit (*Ophiomya phaseoli*), ulat pemakan daun seperti ulat grayak (*Spodoptera litura*), ulat jengkal (*Chrysodeixis chalcites*), ulat *Heliotis* sp., ulat penggulung daun (*Lamprosema indicata*), pengisap polong (*Riptortus linearis*, *Nezara viridula*, dan *Piezodurus hybneri*), penggerak polong

(*Etiella zinckenella*), penggerek batang (*Melanagromyza sojae*), kutu kebul (*Bemisia* sp.), dan kutu daun (*Aphis glycines*). Jenis hama utama kedelai, ambang kendali, dan alternatif pengendalian disajikan pada Lampiran 1.

Pengendalian hama dan penyakit kedelai berlandaskan pada strategi Pengendalian Hama Terpadu (PHT). PHT adalah suatu pendekatan atau cara pengendalian hama dan penyakit yang didasarkan pada pertimbangan ekologi dan efisiensi ekonomi dalam rangka pengelolaan ekosistem yang berwawasan lingkungan. Strategi PHT adalah mensinergikan secara kompatibel beberapa teknik atau metode pengendalian hama dan penyakit yang didasarkan pada asas ekologi dan ekonomi. Prinsip operasional yang digunakan dalam PHT adalah:

1. **Budi daya tanaman sehat.** Tanaman yang sehat mempunyai ketahanan ekologi yang tinggi terhadap gangguan hama. Untuk itu, penggunaan paket teknologi produksi dalam praktek agronomis diarahkan kepada terwujudnya tanaman yang sehat.
2. **Pelestarian musuh alami.** Musuh alami (parasit, predator, dan patogen serangga) merupakan faktor pengendali hama penting yang perlu dilestarikan dan dikelola agar mampu berperan maksimal dalam pengaturan populasi hama di lapangan.
3. **Pemantauan ekosistem secara rutin dan menyeluruh.** Pemantauan ekosistem pertanaman yang intensif secara rutin oleh petani merupakan dasar analisis ekosistem untuk pengambilan keputusan dan melakukan tindakan yang diperlukan.
4. **Petani sebagai ahli PHT.** Petani sebagai pengambil keputusan dalam menganalisis ekosistem dan mampu menetapkan keputusan pengendalian hama secara tepat sesuai dengan dasar PHT.

Dinamika dan perilaku serangan hama menurut umur tanaman kedelai digambarkan pada Tabel 21, yang sekaligus memberi petunjuk saat pengendaliannya. Para petani di bawah bimbingan penyuluh lapangan diharapkan mampu menerapkan prinsip pengendalian hama terpadu pada tanaman kedelai dengan menggunakan petunjuk dinamika hama seperti pada Tabel 21. Tabel 21 menjelaskan secara rinci jenis hama yang kemungkinan besar ada dan menyerang pada setiap periode pertumbuhan tanaman. Kunci utama pengendalian hama terpadu ini adalah kepekaan, ketelitian, dan kedisiplinan melakukan pemantauan perkembangan hama. Hama harus dikendalikan pada instar (fase tumbuh) seawal mungkin. Pengendalian pada instar dewasa tidak efektif dan tidak ekonomis. Penyuluh harus mampu melakukan pembimbingan bagi petani untuk mengenali jenis hama, periode tumbuh hama, dan sifat penyerangan pada bagian tanaman kedelai agar pengendaliannya dapat efektif dan efisien.

Tabel 21. Beberapa hama penting dan pola infestasi hama selama pertumbuhan tanaman kedelai.

No Jenis hama	Umur tanaman (hari)				
	< 10	11-30	31-50	51-70	>70
1. <i>Ophiomyia phaseoli</i>	+++	+	-	-	-
2. <i>Melanagromyza sojae</i>	+	+	-	-	-
3. <i>Melanagromyza dolichostigma</i>	-	+	-	-	-
4. <i>Agrotis spp.</i>	++	+	-	-	-
5. <i>Longitarsus suturellinus</i>	+	+	+	+	-
6. <i>Aphis glycines</i>	+++	+++	++	-	-
7. <i>Bemisia tabaci</i>	+++	+++	++	+	-
8. <i>Phaedonia inclusa</i>	+++	+++	+++	++	-
9. <i>Spodoptera litura</i>	-	+++	+++	++	-
10. <i>Chrysodeixis chalcites</i>	-	+	++	++	-
11. <i>Lamprosema indicata</i>	-	+	+	+	-
12. <i>Helicoverpa sp.</i>	+++	++	++	-	-
13. <i>Etiella spp.</i>	--++	+++	-	-	-
14. <i>Riptortus linearis</i>	-	-	+++	+++	++
15. <i>Nezara viridula</i>	-	-	+++	+++	++
16. <i>Piezodorus hybneri</i>	-	-	+++	+++	++

+ = kurang membahayakan kehadirannya saat itu;
 ++ = membahayakan kehadirannya saat itu;
 +++ = sangat membahayakan kehadirannya saat itu.
 Sumber: Marwoto *et al.* (1991,1999).

Komponen pengendalian hama yang dapat dipadukan dalam penerapan PHT pada tanaman kedelai adalah:

1. Pemanfaatan pengendalian alami, yaitu mengurangi tindakan yang dapat merugikan atau mematikan perkembangan musuh alami.
2. Pengendalian fisik dan mekanik yang bertujuan untuk mengurangi populasi hama penyakit, mengganggu aktivitas fisiologis hama yang normal, dan mengubah lingkungan fisik menjadi kurang sesuai bagi kehidupan dan perkembangan hama. Pengurangan populasi hama dapat juga dilakukan dengan mengambil kelompok telur dan membunuh larva hama atau imagonya atau mencabut tanaman yang sakit.
3. Pengelolaan ekosistem melalui bercocok tanam. Hal ini bertujuan untuk membuat lingkungan tanaman menjadi kurang sesuai bagi kehidupan dan perkembangbiakan atau pertumbuhan serangga hama dan mendorong berfungsinya agensia pengendali hayati. Beberapa teknik bercocok tanam yang dianjurkan:
 - a) Penanaman varietas tahan
 - b) Penanaman benih sehat yang berdaya tumbuh baik
 - c) Pergiliran tanaman untuk memutus siklus hidup hama

- d) Sanitasi, membersihkan sisa-sisa tanaman atau tanaman lain yang dapat dipakai sebagai inang
 - e) Penetapan masa tanam, dan diusahakan dalam satu hamparan dapat menanam serempak atau selisih waktu tanam tidak boleh lebih dari 10 hari
 - f) Penanaman tanaman perangkap atau penolak dengan tujuan hama akan lebih senang pada tanaman perangkap, misalnya: penanaman jagung pada areal pertanaman kedelai untuk menarik hama ulat buah (*Helicoverpa armigera*), menanam *Sesbania* pada pertanaman kedelai untuk menarik hama pengisap polong.
4. Penggunaan pestisida nabati atau kimiawi secara selektif untuk mengembalikan populasi hama pada asas keseimbangan. Keputusan tentang penggunaan pestisida dilakukan setelah diadakan analisis ekosistem terhadap hasil pengamatan dan ketetapan ambang kendali. Pestisida yang dipilih harus efektif dan telah diizinkan.

Pengendalian Penyakit

Penyakit merupakan keadaan yang abnormal dari fungsi fisiologis tanaman yang disebabkan oleh gangguan faktor abiotik yang mengakibatkan penyakit fisiologis (kekurangan atau kelebihan nutrisi) dan faktor biotik (patogen) yang meliputi bakteri, mikoplasma, virus, dan fitoplasma. Pada tanaman kedelai, 95% penyakit yang umum ditemukan disebabkan oleh jamur.

Penyakit pada tanaman kedelai dapat diurutkan mulai dari yang terpenting, yakni penyakit karat daun (*Phakopsora pachyrizi*), bakteri pustul (*Xanthomonas campestris* pv *glycines*), bercak kuning (*Peronospora manshurica*), rebah kecambah (*Rhizoctonia solani* Kuhn), busuk daun/polong (*Rhizoctonia solani*), antraknose (*Collectotrichum dematium*), hawar batang (*Sclerotium rolfsii*), bercak biji ungu (*Cercospora kikuchii*), dan beberapa penyakit yang disebabkan oleh virus, yaitu SSV, SMV, CMMV, PSTV, dan BYMV.

Penyakit yang disebabkan oleh jamur dan bakteri dapat dikendalikan dengan: (a) penanaman varietas tahan, (b) penanaman benih bebas penyakit, (c) pemusnahan sisa tanaman yang terinfeksi penyakit, dan (d) penggunaan bakterisida/ fungisida yang efektif. Pengendalian penyakit yang disebabkan oleh virus sangat sulit. Pengendalian yang efektif adalah menggunakan varietas tahan, mengendalikan populasi serangga vektor penyebar virus, dan mengurangi sumber penularan virus. Hal yang perlu dipertimbangkan dalam mengendalikan penyakit tanaman adalah: (1) penentuan secara tepat jenis penyakit berdasarkan gejalanya, (2) pengamatan intensitas penularan dan sebarannya, dan (3) penentuan kelayakan pengendalian berdasarkan tingkat keparahan penyakit, cara pengendalian, bahan, dan biaya pengendalian.

PANEN DAN PASCAPANEN

Panen hendaknya dilakukan setelah sekitar 95% polong berwarna coklat atau kehitaman (warna polong masak) dan sebagian besar daun sudah rontok. Panen dilakukan dengan cara memotong pangkal batang.

Brangkasan kedelai hasil panen langsung dikeringkan (dihamparkan) di bawah sinar matahari dengan ketebalan sekitar 25 cm selama 2-3 hari (bergantung cuaca) menggunakan alas terpal plastik, tikar atau anyaman bambu. Pengeringan dilakukan hingga kadar air biji mencapai 14%. Hindari penumpukan brangkasan. Menumpuk brangkasan basah lebih dari dua hari menjadikan biji berjamur dan mutunya rendah. Mengingat sulitnya pengeringan brangkasan/polong pada musim hujan (karena kurangnya sinar matahari), maka brangkasan/polong perlu diangin-anginkan dengan cara dihampar (tidak ditumpuk). Penundaan waktu pengeringan berpengaruh terhadap kualitas biji (Tabel 22).

Brangkasan kedelai yang telah kering (kadar air sekitar 14%) perlu secepatnya dirontok. Perontokan dapat secara manual (geblok) atau secara mekanis (menggunakan thresher (*pedal thresher* atau *power thresher*). Apabila digunakan *power thresher*, kecepatan silinder perontok disarankan tidak lebih dari 400 rpm (putaran per menit). Perontokan biji perlu hati-hati untuk menghindari banyaknya biji yang pecah kulit, benih retak, atau kotiledon terlepas. Biji dibersihkan dari kotoran (antara lain potongan batang, cabang tanaman, dan tanah). Pembersihan dapat menggunakan tampi (secara manual) atau *blower* (secara mekanis). Biji yang sudah bersih dan seragam ukurannya selanjutnya dikeringkan lagi hingga mencapai kadar air 9-10%. Untuk menghindari timbulnya kerusakan mutu fisiologis benih akibat lamanya proses sortasi, disarankan setelah perontokan benih segera dikeringkan hingga kadar air mencapai 10%, baru kemudian disortasi. Pengeringan dilakukan di bawah sinar matahari, menggunakan alas terpal plastik atau tikar pada lantai jemur (halaman) yang kering, dengan ketebalan biji 2-3 lapis.

Tabel 22. Pengaruh penundaan waktu pengeringan terhadap kerusakan biji.

Penundaan pengeringan (hari)	Kerusakan biji (%)
2	32,0
3	35,6
4	48,4
5	48,6

Sumber: Harnowo dan Mahagyosuko (1995)

Biji dikemas menggunakan bahan kedap udara untuk menghambat masuknya uap air dari luar kemasan ke dalam biji. Kemasan yang telah berisi biji harus tertutup rapat dengan cara diikat menggunakan tali plastik (rafia) atau press dengan kawat nikelin panas. Kaleng/blek bertutup rapat dengan kapasitas 10-15 kg dapat digunakan untuk penyimpanan biji kedelai.

PENGELOLAAN TANAMAN TERPADU

Keberhasilan pengembangan kedelai ditentukan oleh pendapatan yang diperoleh dari usahatani kedelai. Untuk mengoptimalkan pendapatan usahatani kedelai diperlukan proses pendekatan produksi melalui Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT). Prinsip dasar pendekatan PTT adalah: (a) bersifat spesifik lokasi, (b) partisipatif, dan (c) mengintegrasikan komponen teknologi yang memberikan pengaruh secara sinergis, bersifat dinamis, dan dapat berubah sesuai dengan kebutuhan. Hasil penelitian PTT pada lahan kering masam di Langkat (Sumatera Utara) dan Lampung Tengah (Lampung), lahan pasang surut, Tanjung Jabung Timur (Jambi), dan lahan sawah setelah padi kedua di Ngawi disajikan berikut ini:

Lahan Kering (Langkat, Sumatera Utara)

Tanah lokasi penelitian mempunyai pH 5,3 dengan kandungan Al-dd tidak terbaca atau sangat rendah. Teknologi produksi yang dievaluasi adalah:

1. Varietas unggul Kaba, Sinabung, Anjasmoro
2. Benih berkualitas dengan daya kecambah di atas 90%
3. Tanah diolah sempurna
4. Jarak tanam 40 cm x 15 cm, dua tanaman/lubang
5. Saluran drainase dibuat dengan jarak antarsaluran 5 m
6. Ameliorasi dengan pengapuran 750 kg dolomit/ha
7. Jenis dan takaran pupuk: 50 kg urea + 100 kg SP36 + 100 kg KCl/ha
8. Pengendalian organisme pengganggu tanaman (hama, penyakit, dan gulma) dengan pemantauan populasi.

Pertanaman tumbuh baik dan mampu menghasilkan biji kering 1,92-2,03 t/ha (Tabel 23), jauh lebih tinggi daripada rata-rata hasil kedelai di Sumatera Utara yang baru mencapai 1,06 t/ha. Hasil analisis usahatani menunjukkan bahwa dengan harga Rp 3.500/kg, pengembangan PTT kedelai dengan menanam ketiga varietas unggul tersebut mampu memberikan keuntungan Rp 3.399.000-Rp. 3.781.000/ha.

Tabel 23. Analisis usahatani PTT kedelai pada lahan kering masam. Kabupaten Langkat, Sumatera Utara, MH 2005.

Varietas	Hasil (t/ha)	Biaya produksi (Rp/ha)	Pendapatan (Rp/ha)	Keuntungan (Rp/ha)
Kaba	1,92	3.321.000	6.720.000	3.399.000
Sinabung	2,00	3.321.000	7.000.000	3.679.000
Anjasmoro	2,03	3.321.000	7.105.000	3.781.000

Sumber: Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (2006).

Tabel 24. Penampilan PTT kedelai pada lahan kering masam. Kabupaten Lampung Tengah, Lampung, MH 2005/2006.

Varietas	Hasil (t/ha)	Biaya produksi (Rp/ha)	Pendapatan (Rp/ha)	Keuntungan (Rp/ha)
Kaba	2,02	4.006.460	7.070.000	3.063.240
Sinabung	1,95	4.146.760	6.825.000	2.678.240
Burangrang	1,76	4.006.760	6.160.000	2.153.240

Sumber: Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (2006)

Lahan Kering Masam (Lampung Tengah)

Tanah lokasi penelitian mempunyai pH 4,8 dan Al-dd 1,85 me/100 g tanah dengan tingkat kejenuhan 29,9%, kandungan K-dd 0,10, Ca-dd 1,19, dan Mg-dd 0,52 me/100 g tanah. Teknologi yang dievaluasi adalah:

1. Varietas unggul Kaba, Sinabung, dan Burangrang,
2. Benih berkualitas dengan daya kecambah di atas 90%
3. Tanah diolah sempurna
4. Jarak tanam 40 cm x 15 cm, dua tanaman/lubang
5. Saluran drainase dibuat dengan jarak antarsaluran 5 m
6. Ameliorasi dengan pengapuran 1.500 kg dolomit/ha
7. Jenis dan takaran pupuk: 75 kg urea + 100 kg SP36 + 100 kg KCl/ha
8. Pengendalian organisme pengganggu tanaman (hama, penyakit, dan gulma) dengan pemantauan populasi

Pertanaman kedelai tumbuh baik dan menghasilkan 1,76-2,02 t/ha (Tabel 24), lebih tinggi daripada rata-rata hasil kedelai di Lampung yang hanya 1,10 t/ha. Hasil analisis usahatani menunjukkan bahwa dengan tingkat harga Rp 3.500/kg. pengembangan PTT kedelai dengan menggunakan ketiga varietas unggul tersebut mampu memperoleh keuntungan Rp 2.153.240-3.063.240/ha.

Lahan Pasang Surut (Tanjung Jabung Timur, Jambi)

Penelitian verifikasi teknologi produksi kedelai melalui pendekatan pengelolaan tanaman terpadu untuk lahan pasang surut dilaksanakan di Bandar Jaya, Rantau Rasau, Kabupaten Tanjung Jabung Timur pada MK I (Mei-Juli) 2007. Hasil analisis menunjukkan bahwa tingkat kesuburan tanah lokasi penelitian rendah, pH tanah 4,7, kandungan C-organik 3,58%, K-dd 0,10 me/100 g tanah, P tersedia 17,4 ppm, Ca-dd 2,41 me/100 g, Mg-dd 1,4 me/100 g tanah, Al-dd 2,7 me/100 g tanah dengan tingkat kejenuhan Al 37,33%. Berdasarkan kesuburan tanah dan kondisi sosial-ekonomi petani yang umumnya lemah, maka rakitan teknologi disusun sebagai berikut:

1. Penyiapan lahan, tanah tidak diolah, saluran drainase dibuat setiap 6-8 m
2. Benih varietas Anjasmoro, daya tumbuh 90%
3. Jarak tanam 40 cm x 15 cm, dua tanaman/lubang
4. Ameliorasi lahan dengan pupuk kandang 1 t/ha dan dolomit 300 kg/ha, pupuk kandang dan dolomit dicampur dan ditaburkan pada larikan tanaman, sekaligus menutup lubang tanam
5. Pemupukan 50 kg urea/ha + 100 kg SP36/ha + 50 kg KCl/ha pada saat tanam dan pupuk ditutup dengan tanah
6. Penyiangan dilakukan dua kali, pertama dengan herbisida pada saat tanaman berumur 20 hari dan penyiangan kedua secara mekanis pada umur 40-45 hari
7. Pengendalian hama dan penyakit berdasarkan hasil pemantauan lapang
8. Panen dilakukan bila tanaman telah mencapai masak fisiologis

Hasil yang diperoleh berkisar antara 1,8-2,7 t/ha, sedang di tingkat petani nonkooperator 1,3-2,3 t/ha. Perbedaan hasil disebabkan karena petani nonkooperator tidak menggunakan benih bermutu (daya tumbuh rendah), tanpa pupuk kalium, dolomit, dan pupuk kandang.

Lahan Sawah, (Ngawi, Jawa Timur)

Penelitian verifikasi teknologi produksi kedelai melalui pendekatan pengelolaan tanaman terpadu di lahan sawah dilaksanakan di Kabupaten Ngawi pada MK II, Mei-Agustus 2005. Jenis tanah Vertisol, kahat N, K, S, dan kadar C-organik rendah, pH 6,5-7. Teknologi di tingkat petani menggunakan benih varietas Wilis namun mutu benih kurang baik (tidak memiliki sertifikat), ukuran saluran beragam, pupuk P dan K tidak pernah digunakan.

Teknologi yang dievaluasi adalah:

1. Varietas unggul Kaba, Sinabung, dan Baluran
2. Benih berkualitas dengan daya kecambah di atas 90%

Tabel 25. Penampilan PTT kedelai pada lahan sawah setelah padi kedua. Ngawi, MK 2005/2006.

Varietas	Hasil (t/ha)	Biaya produksi (Rp/ha)	Pendapatan (Rp/ha)	Keuntungan (Rp/ha)
Kaba	2,20	3.325.000	7.150.000	3.825.000
Sinabung	2,18	3.358.000	7.085.000	3.727.000
Baluran	1,95	3.324.500	6.337.000	3.012.500

Sumber: Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (2006)

3. Tanah tidak diolah, dibuat saluran drainase dengan jarak 5 m antarsaluran
4. Populasi tanaman 500.000 tanaman/ha, jarak tanam 40 cm x 10 cm, dua tanaman/ lubang
5. Pupuk: 50 kg ZA + 50 kg SP36+ 100 kg KCl/ha
6. Pengendalian organisme pengganggu tanaman dengan pemantauan populasi.

Hasil kedelai PTT berkisar antara 1,95-2,20 t/ha, lebih tinggi daripada rata-rata produksi kedelai di Ngawi (1,40 t/ha). Dengan biaya produksi Rp 3.324.5000-3.358.000/ha, penerapan PTT dapat mendatangkan keuntungan bersih Rp 3.012.000-3.825.000/ha (Tabel 25).

KESIMPULAN

1. Upaya pemerintah untuk meningkatkan produksi kedelai dalam negeri menuju swasembada perlu didukung dengan penyediaan teknologi.
2. Dengan penerapan teknologi, produktivitas kedelai dapat ditingkatkan dari rata-rata 1,3 t/ha di tingkat petani menjadi sekitar 2,0 t/ha.
3. Komponen/teknologi yang dimaksud di antaranya adalah: (1) varietas unggul dengan beragam karakter, baik dalam hal potensi hasil, umur panen (genjah sampai dalam), warna biji (kuning, kuning kehijauan, hitam), ukuran biji (kecil, sedang, besar), maupun kesesuaiannya terhadap tipe lahan (sawah, lahan kering, lahan kering masam, lahan pasang-surut), (2) produksi benih, (3) penyiapan lahan/pengolahan tanah, (4) penanaman, (5) pengelolaan hara dan pemupukan, (6) pengelolaan air/lengas tanah, (7) pengelolaan organisme pengganggu tanaman, (8) sistem tanam tumpangsari, (9) penanganan/prosesing hasil panen, dan proses produksi melalui pendekatan pengelolaan tanaman terpadu (PTT).
4. Proses produksi kedelai melalui pendekatan PTT mampu meningkatkan produksi hingga 60-80%.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, A., A. Mulyani, dan Irawan. 1997. Lahan dan agroklimat untuk kedelai di Indonesia. Makalah pada Seminar Prospek dan Perspektif Agribisnis Kedelai. Kerja Sama Agribisnis Club, Bulog, Puslit Tanah dan Agroklimat, Ditjen Tanaman Pangan dan Hortikultura, dan Puslitbang Tanaman Pangan. Jakarta, 9 Desember 1997.
- Adisarwanto, T. 1985. The influence of planting method and mulching on soybean seed yield. Proceeding of Symposium Soybean in Tropical and Sub Tropical Cropping System. Tsukuba, 26 September-1 October 1983.
- Adisarwanto, T. 1990. Dampak cara pengelolaan tanah pada padi terhadap hasil kedelai di lahan sawah. Laporan Tahunan Balitan Malang 1990. p. 45-54.
- Adisarwanto, T. dan F. Floid. 1990. Hasil sigi permasalahan budi daya kedelai di Jawa Timur. Balitan Malang.
- Adisarwanto, T., H. Kuntastyuti, dan Suhartina. 1996. Paket teknologi usahatani kedelai setelah padi di lahan sawah. *Dalam: Heriyanto et al. (Eds.). Pemantapan teknologi usahatani palawija untuk mendukung sistem usahatani berbasis padi dengan wawasan agribisnis (SUTPA). Edisi Khusus Balitkabi No. 8-1996. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. p. 27-44.*
- Arya, L.M. 1990. Properties and process in upland acid soil in Sumatera and their management for crop production. Sukarami Research Institute for Food Crops. 109 p.
- Arsyad, D.M. dan M. Syam. 1998. Kedelai: sumber pertumbuhan produksi dan teknik budi daya. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. 30 p.
- Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 2006. Hasil utama penelitian kacang-kacangan dan umbi-umbian. Malang. 24 p.
- Balittan Malang. 1988. Laporan tahunan Balittan Malang, April 1986 – Maret 1987. Balittan Malang.
- BPS. 2005. Statistik Indonesia. 2004. Biro Pusat Statistik, Jakarta. 604 p.
- Cooke, G.W. 1985. Potassium in the agricultural systems of the humid tropics. p. 21-28. *In: L.M. Wals and J.B. Beaton (Eds.). Potassium in the agricultural systems of the humid tropics. Proceeding of the 9th Colloquium of the International Potash-Institutue, held in Bangkok, Thailand.*
- Direktorat Budi Daya Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 2006. Pedoman umum pemantapan roadmap kedelai. Ditjenta. Jakarta. 42 p.

- Hidayat, J.R., S.A.S. Wityanara, K. Pirngadi, S. Kartaatmadja, dan A. M. Fagi. 1991. Teknik budi daya kedelai di lahan sawah irigasi. Balai Penelitian Tanaman Pangan Sukamandi. 63 p.
- Hilman, Y. 2005. Teknologi produksi kedelai di lahan kering masam. Prosiding Lokakarya Pengembangan Kedelai di Lahan Suboptimal. Malang (Balitkabi), 26-27 Juli 2005. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. p. 78-86.
- Kamprath, E.J. 1970. Exchangeable aluminium as a criteria for liming leached mineral soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 34:252-254.
- Kustyastuti, H dan Adisarwanto. 1995. Tanggap kedelai terhadap perbedaan waktu tanam di lahan sawah. Prosiding Simposium Meteriologi Pertanian IV. Yogyakarta, 26-28 Januari 1995. p . 343-357.
- Marwoto. 1989. Pengelolaan hama kedelai dengan insektisida berdasarkan pemantauan. Makalah Balittan Malang No. 89-18.
- Marwoto, E. Wahyuni, dan K.E. Neering. 1991. Pengelolaan pestisida dalam pengendalian hama kedelai secara terpadu. Monograf Balittan Malang, No 7. 38 p.
- Marwoto, Suharsono, dan Supriyatin. 1999. Hama kedelai dan komponen pengendalian hama terpadu. Monograf Balitkabi. No. 4, 1999. 50 p.
- Pasaribu, D dan Suprpto S. 1985. Pemupukan NPK pada kedelai. *Dalam: Sadikin Somaatmadja et al. (Eds.). Kedelai. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. p. 159-169.*
- Shutsrirung, A., P. Sutigoolabud, C. Santasup, K. Seno, S. Tajima, M. Hisamatu, and A. Bhromsiri. 2002. Sybiotic efficiency and compatibility of native rhizobia in Nothern Thailand with different soybean cultivars. *Soil Sci. Plant Nutr.* 48: 491-499.
- Soedarjo, M., Suryantini, dan D. Sucahyono. 2006. Pengelolaan pupuk N, pestisida, herbisida, dan air untuk meningkatkan nodulasi dan fungsi rhizobium pada tanaman kedelai di lahan sawah. Laporan Tahunan Balitkabi.
- Subandi, M. Rachmat, L.J. Santoso. 2006. Hasil evaluasi tumpangsari ubi kayu + kedelai (tidak dipublikasi).
- Sudarman, S. 1987. Kajian pengaruh pemberian kapur pada tanah Ultisol atas kelakuan kalium dan agihan aluminium. Tesis S3, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 305 p.
- Suhartina. 2005. Deskripsi varietas unggul kacang-kacangan dan umbi-umbian. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 154 p.

- Sumarno, F. Dauphin, A. Rachim, N. Sunarlin, B. Santoso, H. Kuntastuti, dan Harnoto. 1989. Analisis kesenjangan hasil kedelai di Jawa. ESCAP-CPGRT. Bogor. 71 p.
- Sumarno, D.M. Arsyad, dan I. Manwan. 1990. Teknologi usahatani kedelai. Lokakarya Pengembangan Kedelai. Bogor, 13 Desember 1990. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 48 p.
- Suwono, Suliyanto, dan G. Kustino. 2000. Residu pupuk P dan K pada tanaman padi dan pengaruhnya terhadap tanaman kedelai di tanah Vertisol. *Dalam: A.A. Rahmianna et al. (Eds.) Pengelolaan sumber daya lahan dan hayati pada tanaman kacang-kacangan dan umbi-umbian.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. p. 144-154.
- Taufiq, A., H. Kuntastuti, dan A.G. Manshuri. 2004. Pemupukan dan ameliorasi lahan kering masam untuk peningkatan produktivitas kedelai. *Dalam: Lokakarya Pengembangan Kedelai melalui pendekatan PTT di Lahan Masam Lampung, 30 September 2004.* Balitkabi. Malang. p. 21-40.
- Tengkanow, Budi Santoso, R. Dyah, dan Purwantoro. 2007. Evaluasi komponen pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) kedelai di lahan kering masam. Laporan Tahunan Balitkabi 2006, Buku II. p. 81-101.
- Tisdale, S. and W. Nelson. 1975. Soil fertility and fertilizer. McMillan, New York. 694 p.
- Waluyo, S.H., T.A. Lie, and L. Mannetje. 2000a. Effects of pelleting the seed with phosphate and lime on the growth and nodulation of soybean in acid soils in West Sumatra, Indonesia. *In: S.H. Waluyo (Ed.). Biological nitrogen fixation of soybean in acid soils of Sumatra, Indonesia.* Wageningen, Netherland. p. 39-56.
- Waluyo, S.H., T.A. Lie, and L. Mannetje. 2000b. Effect of phosphate on nodule primordia of soybean (*Glycine max* Merrill) in acid soils in rhizotron experiments. *Dalam: S.H. Waluyo (Ed.). Biological nitrogen fixation of soybean in acid soils of Sumatra, Indonesia.* Wageningen, Netherland. p. 57-75.

Lampiran 1. Hama utama kedelai, ambang kendali, dan alternatif pengendalian.

Jenis hama	Ambang kendali	Alternatif pengendalian
1. Lalat kacang <i>Ophiomyia phaseoli</i> <i>Tryon Melanagromyza sojae</i> Zehntn <i>M. dolichostigma</i> de Meij	1 imago/5 m baris atau 1 imago/50 rumpun tanaman	<ul style="list-style-type: none"> - Tanam serempak, selisih waktu tanam tidak lebih dari 10 hari. - Rotasi tanaman bukan inang lalat kacang - Varietas tahan (Galunggung, Kerinci, Tidar) - Pemberian mulsa (5-10 t/ha) untuk tanam kedelai setelah padi sawah - Daerah endemis perlu perlakuan benih dengan insektisida carbosulfan. - Populasi mencapai ambang kendali pada 7-10 HST, disemprot insektisida untuk lalat bibit. - Populasi lalat kacang mencapai ambang kendali pada umur 10-50 HST, disemprot insektisida anjuran.
2. Ulat pemakan daun <i>Spodoptera litura</i> L. <i>Chrysodeixis chalsites</i> Esper. <i>Lamprosema indicata</i> Fabricus.	<ul style="list-style-type: none"> - Intensitas kerusakan 12,5% pada umur 20 HST dan > 20% pada tanaman > 20 HST - Pada fase pembungaan: 13 ekor instar 3/10 rumpun tanaman - Pada fase pembentukan polong: 13 ekor instar 3/10 rumpun tanaman - Pada fase pengisian polong: 26 ekor instar 3/10 tanaman. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tanam serempak dengan selisih waktu < 10 hari - Pada fase vegetatif, 10 ekor instar 3/10 rumpun tanaman. - Pemantauan secara rutin dan pemusnahan kelompok telur dan ulat. - Penyemprotan insektisida setelah mencapai ambang kendali - Penyemprotan NPV (dari 25 ulat yang sakit dilarutkan dalam 500 l air/ha - Untuk ulat grayak dapat dipakai feromonoid seks 6 perangkap/ha. - Serbuk biji mimba 10/g/l
3. Pengisap daun <i>Thrips</i> <i>Aphis</i> sp <i>Bemisia</i> sp.	<ul style="list-style-type: none"> - Gejala daun keriting pada kacang hijau - Populasi kutu Aphis, Bemisia dan Thrip cukup tinggi 	<ul style="list-style-type: none"> - Tanam serempak dengan selisih waktu < 10 hari. - Pemantauan secara rutin - Penyemprotan insektisida
4. Kumbang kedelai <i>Phaedonia inclusa</i> Stall.	<ul style="list-style-type: none"> - Intensitas kerusakan daun > 12,5% - 2 ekor/8 tanaman atau 1 ekor/4 tanaman 	<ul style="list-style-type: none"> - Tanam serempak - Pemantauan secara rutin dan pungut apabila menemukan hama - Penyemprotan insektisida setelah ambang kendali.

Lampiran 1. (Lanjutan)

Jenis hama	Ambang kendali	Alternatif pengendalian
5. Penggerek polong <i>Helicoverpa armigera</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Intensitas kerusakan daun >2% - 2 ekor ulat/rumpun pada umur lebih dari 45 HST 	<ul style="list-style-type: none"> - Tanam serempak dengan selisih waktu < 10 hari - Pergiliran tanam - Semprot dengan insektisida bila populai mencapai ambang kendali - Penyemprotan NPV (dari 25 ulat yang sakit dilarutkan dalam 500 l air untuk satu hektar). - Tanaman perangkap jagung umur genjah, sedang dan panjang. - Pelepasan parasitoid <i>Trichogramma</i> spp.
<i>Etiella</i> sp <i>Maruca</i> spp	<ul style="list-style-type: none"> - Intensitas kerusakan 2 ekor ulat/rumpun pada umur > 45 HST 	<ul style="list-style-type: none"> - Tanam serempak dengan selisih waktu < 10 hari - Pergiliran tanam - Semprot dengan insektisida bila populasi mencapai ambang kendali - Pelepasan parasitoid <i>Trichogramma</i> spp.
6. Pengisap polong <i>Riptortus linearis</i> L <i>Nezara viridula</i> L. <i>Piezodorus</i> sp.	<ul style="list-style-type: none"> - Pemantauan pada umur 42-70-HST - Intensitas kerusakan >2% - 1 pasang imago/20 rumpun tanaman 	<ul style="list-style-type: none"> - Tanam serempak dengan selisih waktu < 10 hari - Pergiliran tanam - Semprot dengan insektisida bila populai mencapai ambang kendali - Penanaman tanaman perangkap <i>Sesbania rostrata</i>

Lampiran 2. Insektisida rekomendasi KOMPES (2004) untuk pengendalian hama kedelai.

Hama sasaran	Nama insektisida	Bahan aktif
Lalat bibit kacang	Basban 200 EC	ofunak 40 EC
Lalat batang kacang	Curater 3 G	orthene 75 SP
Lalat bibit pucuk	Cypermax 100 EC Decis 2,5 EC	petroban 200 EC
Kutu kebul	Mitac 200 EC	
Kutu Aphis	Nissuron 50 EC	
Tungau	Kelthene 200 EC Omite	
Ulat grayak	Ambush 2 EC Decis 2,5 EC Trebun 95 EC Cymbush 50 EC Cascade 50 EC Atabron 50 EC Buldok 25 EC Matador 25 EC	permetrin dekametrin etofenproks sipermetrin flufenoksuron klorfluazuron betasiflutrin sihalotrin
Ulat jengkal	Ambush 2 EC Atabron 50 EC Cascade 50 EC Cymbush 50 EC Decis 2,5 EC Matador 25 EC	permetrin klorfluazuron flufenoksuron sipermetrin dekametrin sihalotrin
Kumbang kedelai	Ambush 2 EC Bayrusil 250 EC Buldok 25 EC Corsair 100 EC Cymbush 50 EC Decis 2,5 EC Karphos 25 EC Kiltop 500 EC Matador 25 EC	permetrin kuinalfos betasiflutrin permetrin sipermetrin dekametrin isoksation BPMC sihalotrin
Ulat penggulung daun	Ambush 2 EC Corsair 100 EC Cymbush 50 EC Decis 2,5 EC Fastac 15 EC	permetrin permetrin sipermetrin dekametrin alfametrin
Ulat Heliiothis	Ambush 2 EC Corsair 100 Cymbush 50 EC Decis 2,5 EC Fastac 15 EC	permetrin permetrin sipermetrin dekametrin alfametrin

Lampiran 2. Lanjutan.

Hama sasaran	Nama insektisida	Bahan aktif
Kepik coklat	Atabron 50 EC	klorfluazuron
	Ambush 2 EC	permetrin
	Bassa 500 EC	BPMC
	Corsair 100 C	permetrin
	Decis 2,5 EC	dekametrin
	Kiltop 500 EC	BPMC
	Larvin 75 WP	thiodicarb
Kepik hijau	Atabron 50 EC	klorfluazuron
	Ambush 2 EC	permetrin
	Bassa 500 EC	BPMC
	Dpecis 2,5 EC	dekametrin
	Larvin 75 WP	thiodicarb
	Matador 25 EC	sihalotrin
Ulat penggerek polong	Atabron 50 EC	klorfluazuron
	Buldok 25 EC	betasiflutrin
	Cymbush 50 EC	sipermetrin
	Fastac 15 EC	alfametrin
	Marshal 200 EC	carbosulfan
	Matador 25 EC	sihalotrin
	Ripcord 5 EC	sipermetrin
Uret/lundi (<i>Holotrichia</i> sp)	Furadan 3 G	carbofuran
Rayap (<i>Odontotermes</i> spp)	Dharmafor 3 G	carbofuran
	Petrofor 3 G	carbofuran
Ulat tanah (<i>Agrotis</i> sp)	Furadan 3 G	carbofuran
	Dharmafor 3 G	carbofuran
	Petrofur 3 G	carbofuran

Kesiapan Teknologi Produksi Ubi Kayu Mendukung Pengembangan Bioetanol

Nasir Saleh, Marwoto, dan Subandi

Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang

ABSTRAK

Penggunaan sumber energi alternatif yang berasal dari hasil pertanian seperti biodiesel dan bioetanol menjadi isu penting akhir-akhir ini, seiring dengan meningkatnya harga bahan bakar minyak (BBM) di pasar dunia dan menipisnya cadangan fosil minyak bumi. Sesuai dengan Peraturan Presiden No.5 tahun 2006, ubi kayu berpotensi dikembangkan sebagai bahan bakar nabati (*biofuel*) dalam bentuk bioetanol, sebagai campuran premium dengan proporsi 10% (Gasohol-E10). Pada tahun 2006, kebutuhan premium untuk transportasi nasional mencapai 17,17 juta kilo liter dan akan terus meningkat dengan laju pertumbuhan 7,07% per tahun. Kondisi tersebut mengindikasikan perlunya pengembangan ubi kayu untuk memenuhi permintaan industri bioetanol dan industri lainnya. Untuk mendukung industri bioethanol dengan bahan baku ubi kayu telah tersedia teknologi varietas ubi kayu yang sesuai seperti Adira 4, MLG-6, dan UJ-5, teknologi produksi yang menjamin pasokan bahan ubi kayu secara lebih merata sepanjang tahun, dan teknologi budi daya yang mampu menghasilkan umbi 35-45 t/ha.

Penggunaan sumber energi alternatif yang berasal dari hasil pertanian seperti biodiesel dan bioetanol menjadi isu penting akhir-akhir ini seiring dengan meningkatnya harga bahan bakar minyak (BBM) dunia. Harga BBM di pasar internasional yang mencapai US \$ 50-60 per barrel memaksa Pemerintah Indonesia menaikkan harga BBM pada bulan Maret dan September 2005 lalu dengan rata-rata kenaikan 29% dan 130% (Dartanto 2005), meski menuai protes dari masyarakat. Di samping itu, produksi minyak mentah terus menurun dan diperkirakan cadangan yang tersisa hanya cukup sampai tahun 2020. Oleh karena itu, perlu digali dan dikembangkan sumber-sumber energi alternatif, terutama yang dapat diperbaharui sehingga tidak bergantung pada cadangan BBM fosil.

Sesuai dengan Peraturan Presiden No.5 tahun 2006, ubi kayu berpotensi dikembangkan sebagai bahan bakar nabati (*biofuel*) dalam bentuk bioetanol sebagai campuran bensin dengan proporsi 10% (E10). Ke depan, pengembangan bahan bakar nabati untuk keperluan transportasi penting artinya dalam upaya menghemat penggunaan premium yang ketersediaannya telah menurun. Pada tahun 2006, kebutuhan premium untuk transportasi nasional mencapai 17,17

juta kilo liter dan akan terus meningkat dengan laju pertumbuhan 7,07% per tahun.

Selain untuk bahan baku etanol, sebagian besar (75%) produksi ubi kayu digunakan untuk berbagai keperluan, meliputi bahan pangan (baik langsung maupun melalui pengolahan), industri nonpangan 13-14%, pakan 2%, dan hilang tercecer 9% (Hafsah 2003).

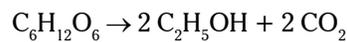
Untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar dari bioetanol (8% ubi kayu, 1% tetes tebu, dan 1% sorgum) diperlukan sekitar 1,4 juta kilo liter bioetanol yang bersumber dari ubi kayu atau setara dengan 9,6 juta ton umbi segar. Hal ini mengindikasikan perlunya pengembangan ubi kayu untuk memenuhi permintaan industri bioetanol dan industri lainnya serta mengembalikan status Indonesia sebagai negara eksportir gaplek, tepung kassava, dan tapioka.

UBI KAYU SEBAGAI BAHAN BAKU BIOETANOL

Bioetanol merupakan salah satu sumber energi alternatif untuk bahan bakar, terutama untuk kendaraan bermotor yang dihasilkan dari tanaman berpati, seperti biji-bijian, terutama jagung dan umbi-umbian (ubi kayu) serta tanaman yang menghasilkan gula, seperti tebu dan beet (Anonim 2004). Sebagai bahan bakar, bioetanol dapat digunakan sebagai campuran (5-10%) premium murni tanpa perlu memodifikasi mesin kendaraan. Bioetanol memiliki kelebihan dibanding premium murni karena sumbernya dapat diperbaharui dan tingkat emisi gas CO₂-nya 40-80% lebih rendah, sehingga ramah lingkungan (Anonim 2004).

Menurut Supriyanto (2006), ubi kayu potensial dan prospektif sebagai bahan baku bioetanol. Kandungan pati yang tinggi pada ubi kayu merupakan substrat yang baik untuk menghasilkan glukosa sebagai produk antara etanol. Sebagai bahan baku, ubi kayu dapat digunakan dalam bentuk segar atau chips. Prosesnya meliputi gelatinisasi pati, diikuti hidrolisis pati secara enzimatik menjadi glukosa dengan menggunakan enzim α -amilase dan glucoamilase (likuifikasi dan sakarifikasi) yang selanjutnya difermentasi menjadi etanol dengan bantuan yeast atau bakteri (Kartika *et al.* 1992). Oleh karena itu, rendemen etanol dipengaruhi oleh jenis ubi kayu yang digunakan, terutama kandungan patinya dan kemudahan secara kimia dan biokimiawi untuk dihidrolisis oleh enzim dan difermentasi oleh yeast. Selain itu, proses pengolahan yang meliputi konsentrasi enzim dan yeast yang digunakan serta kondisi (suhu dan waktu) masing-masing tahapan likuifikasi, sakarifikasi, dan fermentasi turut menentukan jumlah dan konsentrasi alkohol yang dihasilkan. Selama ini, estimasi yang dipakai untuk konversi ubi kayu menjadi satu liter etanol 99,5% (*fuel grade*) adalah 6,5 kg umbi segar (Supriyanto 2006).

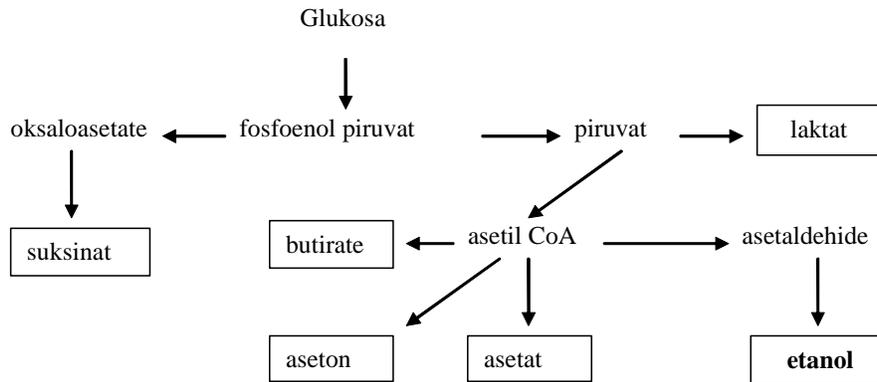
Pengolahan ubi kayu menjadi etanol diawali dengan *pretreatment*, yakni pengolahan ubi kayu segar menjadi bubur ubi kayu (*cassava slurry*) dengan kadar gula total (*total sugar/TS*) 15%. Proses ini meliputi pengupasan (*peeling*), pencucian, dan pamarutan, kemudian dilanjutkan dengan pemberian air dan enzim α -amilase serta pemanasan (gelatinisasi dan likuifikasi). Likuifikasi adalah proses pemasakan bubur ubi kayu menjadi dekstrin dengan bantuan α -amilase. Proses ini dapat dilakukan dengan sistem *low temperature cooking* yang dijalankan pada suhu 90°C atau dengan sistem *high pressure cooking process* pada suhu 120°C (Supriyanto dan Jama'ali 2005 *dalam* Supriyanto 2006). Setelah itu, diikuti dengan proses sakarifikasi untuk mengubah dekstrin menjadi gula (glukosa) dengan bantuan enzim glukamilase. Gula yang terbentuk selanjutnya secara simultan difermentasi menjadi etanol dan CO₂ dengan bantuan khamir (*yeast*) jenis *Saccharomyces cerevisiae*, sesuai reaksi kimia di bawah ini, sehingga sering disebut dengan *Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF)*.



Fermentasi biasanya berlangsung selama 72 jam pada suhu kamar. Untuk menentukan efektivitas fermentasi digunakan tolok ukur ratio fermentasi (%), yakni perbandingan antara etanol yang diperoleh secara praktek (riil) dengan etanol yang diperoleh secara teoritis (berdasarkan kadar gula total awal dan akhir fermentasi) dikalikan 100%. Ratio fermentasi maksimum dapat mencapai 96%, namun dalam praktek, khususnya skala besar (8.000 liter etanol/hari) biasanya berkisar antara 86-88% (JICA 1983).

Pada proses fermentasi glukosa menjadi etanol kemungkinan terbentuknya senyawa lain dapat saja terjadi. Senyawa tersebut merupakan produk antara atau produk akhir bila kondisi media (pH, suhu, adanya kontaminasi dari mikrobia lain, terutama bakteri penghasil asam) kurang mendukung proses fermentasi etanol seperti tampak pada Gambar 1. Hal ini menyebabkan jumlah etanol yang dihasilkan menjadi lebih sedikit daripada yang diharapkan karena tidak semua glukosa yang tersedia dapat diubah menjadi etanol.

Etanol hasil fermentasi umumnya memiliki kadar 8-10% v/v, sehingga perlu didistilasi untuk menguapkan airnya sehingga diperoleh etanol dengan kadar 95-96% v/v, yaitu kondisi di mana komponen etanol-air mencapai titik azeotrop. Proses distilasi yang banyak digunakan adalah *multi pressure distillation* yang lebih hemat energi dibanding proses distilasi dengan tekanan atmosphere (Supriyanto 2003 *dalam* Supriyanto 2006). Efisiensi distilasi biasanya sekitar 90%. Untuk standar bahan bakar (*fuel grade*) diperlukan etanol *anhydrous* dengan kadar 99,5% v/v, sehingga etanol 96% harus didehidrasi untuk mendapatkan tingkat kemurnian yang tinggi. Proses dehidrasi dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu distilasi azeotrop menggunakan *solvent*, *molecular sieve* dan *membrane*. Saat ini, proses dehidrasi yang banyak digunakan untuk membuat etanol *anhydrous* adalah dengan *molecular sieve* (Supriyanto 2005



Gambar 1. Proses biosintesis etanol dari glukosa.
 Sumber: Gokarn *et al.* (1997) dalam Broto dan Richana (2006).

dalam Supriyanto 2006). Efisiensi proses dehidrasi biasanya berkisar antara 80-90%. Untuk keperluan pembuatan etanol yang digunakan sebagai bahan bakar (bioetanol), pabrik biasanya memproduksi sampai etanol dengan kadar 96%. Proses dehidrasi selanjutnya akan dilakukan oleh Pertamina, sekaligus proses pencampurannya dengan premium (10%) sebelum dipasarkan. Selama ini, estimasi yang dipakai untuk konversi ubi kayu menjadi satu liter etanol 99,5% (*fuel grade*) adalah 6,5 kg umbi segar dengan asumsi kadar gula total (*total sugar*) 30%, ratio fermentasi dan ratio dehidrasi masing-masing 90% (Supriyanto 2006).

PERKEMBANGAN PRODUKSI UBI KAYU

Produksi ubi kayu pada tahun 2004 adalah 19,26 juta ton umbi segar dengan laju peningkatan selama lima tahun terakhir (2000-2004) rata-rata 2,69% per tahun (Tabel 1). Pada periode yang sama, luas panen cenderung stagnan dengan laju pertumbuhan 0,10% per tahun, sedangkan produktivitas meningkat dengan laju pertumbuhan 3,89% per tahun dan bervariasi antarprovinsi, berkisar antara 12-19 t/ha. Produktivitas ubi kayu ini masih rendah dibandingkan dengan potensi hasil yang dapat mencapai 30-40 t/ha (Suhartina 2005). Kondisi ini menggambarkan besarnya peluang peningkatan produksi melalui intensifikasi.

Sentra produksi ubi kayu berdasarkan wilayah pulau atau regional adalah Jawa dengan kontribusi 55%, Sumatera 30%, Bali + Nusa Tenggara 6%, Sulawesi 5%, Kalimantan 3%, Maluku + Papua 1% (BPS 2005). Jawa dan Sumatera merupakan dua pulau dengan kontribusi terbesar (83-

Tabel 1. Perkembangan produksi ubi kayu selama lima tahun terakhir (2000-2004) di beberapa wilayah dan sentra produksi.

Wilayah/propinsi	Produksi ubi segar (juta ton)					Pertumbuhan (%/th)
	2000	2001	2002	2003	2004	
Wilayah						
- Indonesia	16,09	17,06	16,91	18,52	19,26	2,69
- Jawa	9,23	9,74	9,71	9,83	10,68	3,86
- Sumatera	4,11	4,74	4,55	5,96	5,75	9,69
Jawa + Sumatera	13,34	14,48	14,26	15,79	16,43	-
- Relatif *)	(82,9%)	(84,9%)	(84,3%)	(85,3%)	(85,3%)	-
Propinsi						
- Lampung	2,92	3,58	3,47	4,98	4,69	-
- Jawa Timur	3,62	4,02	3,92	3,79	3,96	-
- Jawa Tengah	3,09	3,32	3,10	3,41	3,66	-
- Jawa Barat	1,82	1,57	1,80	1,65	2,07	-
- NTT	0,84	0,78	0,87	0,86	0,87	-
- Yogyakarta	0,70	0,74	0,75	0,76	0,82	-
Enam propinsi Relatif *)	12,99 (80,7%)	14,01 (82,1%)	13,91 (82,3%)	15,51 (83,8%)	16,07 (83,4%)	-

*) : Relatif terhadap produksi total nasional
 Sumber: BPS (2005), data diolah.

85%) dari total produksi Indonesia (Tabel 1). Perkembangan ubi kayu di Sumatera mempunyai tingkat pertumbuhan lebih tinggi daripada Jawa, masing-masing 9,69% dan 3,86% per tahun. Hal ini menunjukkan bahwa ke depan wilayah penghasil ubi kayu akan bergerak ke luar Jawa, khususnya Sumatera. Perkembangan tersebut sejalan dengan ketersediaan lahan dan perkembangan industri pengolahan berbahan baku ubi kayu.

Menurut Karama (2003), dua penyebab rendahnya produktivitas ubi kayu di Indonesia adalah masih sedikitnya petani yang menggunakan varietas unggul baru (10%) dan mereka umumnya tidak melakukan pemupukan.

KEBUTUHAN UBI KAYU UNTUK BAHAN BAKU ETANOL

Meningkatnya harga BBM dan menipisnya cadangan fosil minyak bumi di Indonesia, maka pada tahun 2009 pemerintah merencanakan memproduksi Gasohol E-10 (campuran 90% premium dan 10% etanol) sebagai alternatif pengganti BBM. Sebanyak 8% dari kebutuhan etanol akan dipenuhi dari ubi kayu dan sisanya masing-masing 1% berasal dari sorgum dan tetes tebu (Ditjen Perkebunan 2005).

Tabel 2. Rencana pengembangan bioetanol dari bahan baku ubi kayu.

Uraian	2007	2008	2009	2010
Kebutuhan premium (jt Kl)	18,37	19,66	21,00	22,51
Substitusi Gasohol (rb Kl)	735	1.376	2.100	2.251
Pemenuhan ubi kayu 8%	588	1.100	1.680	1.800
Umbi segar (rb ton)	3.822	7.150	10.920	11.700
Areal tanam (rb ha)	160	300	459	491

Sumber: Ditjenbun (2005)

Kebutuhan premium yang diperkirakan akan terus meningkat dari sekitar 18 juta Kl pada tahun 2007 menjadi 22,5 juta Kl pada tahun 2010 memerlukan substitusi etanol dari ubi kayu yang juga terus meningkat, sehingga diperlukan tambahan produksi sebesar 11,7 juta ton dari luas areal tanam 491 ribu ha pada tahun 2010 (Tabel 2).

Peningkatan produksi diupayakan melalui program perbaikan mutu intensifikasi (PMI) oleh petani ubi kayu dan melalui program perluasan areal tanam (PAT) oleh pihak industri bioetanol dalam bentuk kebun energi penyangga yang luasnya setara dengan 25% kebutuhan bahan baku industri. Perluasan areal tanam memanfaatkan lahan tidur dan lahan sawah tadah hujan di provinsi yang dipilih sebagai daerah pengembangan (Wargiono *et al.* 2006).

TEKNOLOGI PRODUKSI

Keberhasilan industri bioethanol antara lain ditentukan oleh tingkat efisiensi prosesing ubi kayu menjadi etanol, dan penyediaan bahan baku secara lumintu sepanjang tahun. Oleh karena itu, penggunaan varietas unggul yang sesuai untuk etanol, teknologi budi daya yang mampu menjamin penyediaan bahan baku sepanjang tahun melalui pengaturan varietas, waktu tanam dan panen dari masing-masing daerah penyangga industri bioetanol, dan teknik budi daya yang efisien menjadi sangat penting.

Varietas Unggul yang Sesuai untuk Bioetanol

Di antara komponen teknologi produksi, varietas unggul mempunyai peran penting dan strategis, karena terkait dengan potensi hasil per satuan luas, kualitas produk yang menentukan preferensi pengguna, dan mudah diadopsi petani apabila bibitnya tersedia.

Jenis ubi kayu yang memiliki potensi hasil dan kadar pati tinggi sesuai untuk bahan baku bioetanol. Sementara sifat fisik, seperti ukuran granula pati

Tabel 3. Kadar bahan kering, gula total, pati, dan amilosa empat varietas unggul, lokal, dan klon harapan ubi kayu.

Varietas/ klon	Kadar air (%)	Kadar bahan kering (%)	Kadar gula total (% bb)	Kadar pati (% bk)	Kadar serat (% bk)	Kadar amilosa (% bk)
Adira-4	58,85 cd	39,51 ef	40,93 bcd	80,31 e	2,49 a	25,83 fg
CMM 99023-12	67,36 a	30,48 h	31,92 h	78,85 g	1,63 b	24,72 h
CMM 9906-12	61,21 bc	35,49 g	33,70 gh	80,41 d	1,60 b	25,59 g
CMM 9908-4	54,18 f	43,41 cd	42,38 b	80,48 d	1,28 bc	26,99 de
CMM 99023-4	61,99 b	38,90 f	36,59 ef	80,41 d	1,37 bc	27,11 de
CMM 99008-3	48,95 g	49,36 a	45,28 a	82,13 a	1,00 c	29,96 b
Malang-6	55,94 ef	43,07 d	39,12 cde	80,46 d	1,39 bc	26,58 de
Kaspro	53,77 f	45,49 bc	41,29 bc	80,93 c	1,63 b	27,16 d
UJ-3	57,35 de	41,34 de	36,22 fg	79,57 f	1,70 b	25,66 g
UJ-5	53,97 f	46,31 b	43,47 ab	80,24 e	1,32 bc	31,05 a
KK (%)	2,11	2,49	3,24	1,06	6,87	1,17
BNT 5 %	2,67	2,26	2,75	0,01	0,57	0,70

Angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji 0,05 BNT.
Sumber: Ginting *et al.*(2006).

dan sifat kimia lainnya seperti kadar amilosa/amilopektin yang berperan dalam proses gelatinisasi dan sifat amilografi, meliputi suhu dan waktu gelatinisasi dan viskositas puncak belum banyak diteliti dalam kaitannya dengan produksi bioetanol karena lebih banyak berkaitan dengan jumlah glukosa yang dihasilkan sebagai produk antara. Pati dengan ukuran granula kecil memiliki daya serap air yang lebih baik dan lebih mudah dicerna enzim (BIOTEC 2003). Rendemen glukosa yang dihasilkan, dipengaruhi oleh tinggi dan panjang rantai amilosa. Semakin panjang rantai amilosa akan dihasilkan rendemen gula yang semakin tinggi karena diduga berkaitan dengan kemudahan enzim α -amilase untuk memecah ikatan lurus 1,4 a glikosidik dibanding ikatan cabang 1,6 a glikosidik pada amilopektin (Richana *et al.* 2000). Oleh karena itu, pati dengan kadar amilosa tinggi lebih sesuai karena proporsi partikel pati tidak larutnya (*insoluble starch particles*) lebih rendah sehingga relatif lebih mudah dihidrolisis baik dengan asam maupun enzim.

Jenis ubi kayu yang memiliki potensi hasil, kadar bahan kering, dan kadar pati tinggi paling sesuai untuk bahan baku bioetanol. Varietas Adira 4, MLG-6, UJ-3, UJ-5, yang telah ditanam banyak petani di Jawa Timur dan Lampung dan beberapa klon harapan mempunyai kandungan pati cukup tinggi (Tabel 3).

Kadar amilosa tertinggi diperoleh pada varietas UJ-5 dan terendah pada klon CMM 99023-12. Menurut Broto dan Richana (2006), pati dengan kadar amilosa tinggi lebih sesuai untuk pembentukan glukosa.

Tabel 4. Rasio fermentasi, konversi menjadi etanol 96%, dan hasil 12 varietas dan klon ubi kayu.

Varietas/klon	Rasio fermentasi (%) ^a	Konversi ubi segar menjadi etanol (kg/liter) ^b	Hasil (t ubi segar/ha)
Gebang	90,85 b	4,68 c	22,0
Adira 4	89,76 b	4,45 d	17,0
Iding	95,93 a	5,01 b	13,0
CMM 99023-12	86,13 c	5,95 a	31,3
CMM 9906-12	96,01 a	5,05 b	24,8
CMM 9908-4	95,34 a	4,05 e	31,7
CMM 99023-4	95,58 a	4,68 c	25,3
CMM 99008-3	95,51 a	3,77 f	22,3
Malang-6	89,35 b	4,68 c	15,6
Kaspro	96,04 a	4,12 e	27,0
UJ-3	95,97 a	4,70 c	25,0
UJ-5	86,44 c	4,35 d	30,0
KK (%)	1,60	1,60	-
BNT 5 %	0,25	0,12	-

^a Fermentasi ubi kayu segar menjadi etanol dengan kadar 7-11%

^b Etanol dengan kadar 96% (efisiensi distilasi 95%)

Sumber: Ginting *et al.* (2006).

Rasio fermentasi umbi segar menjadi etanol berbeda nyata antara 12 varietas dan klon ubi kayu yang diteliti (Tabel 4). Sebanyak tujuh varietas dan klon menunjukkan rasio fermentasi tertinggi, berkisar antara 95-96%, rasio terendah pada klon CMM 99023-12 dan UJ-5 (86%). Perbedaan rasio fermentasi dipengaruhi oleh kadar gula total masing-masing umbi dan kemudahannya untuk dihidrolisis oleh enzim menjadi glukosa dan difermentasi menjadi etanol oleh yeast.

Berdasarkan kadar gula total awal, rasio fermentasi, dan efisiensi distilasi, dapat dihitung nilai konversi umbi segar menjadi etanol 96% (kg/l). Nilai konversi terendah diperoleh pada klon CMM 99008-3 dan tertinggi pada klon CMM 99023-12 (Tabel 4). Semakin rendah nilai konversi semakin kecil jumlah/umbi segar yang diperlukan untuk menghasilkan 1 liter etanol. CMM 99008-3, Kaspro, CMM 9908-4, dan UJ-5 mempunyai nilai konversi < 4 kg/l (Tabel 4). Sementara delapan klon lainnya berkisar antara 4,5-6 kg. Angka ini masih di bawah angka konversi yang selama ini digunakan untuk ubi kayu (6,1 kg umbi segar menjadi 1 liter etanol 96% dengan kadar gula total 30%, rasio fermentasi 90%, dan efisiensi distilasi 95%).

Budi Daya

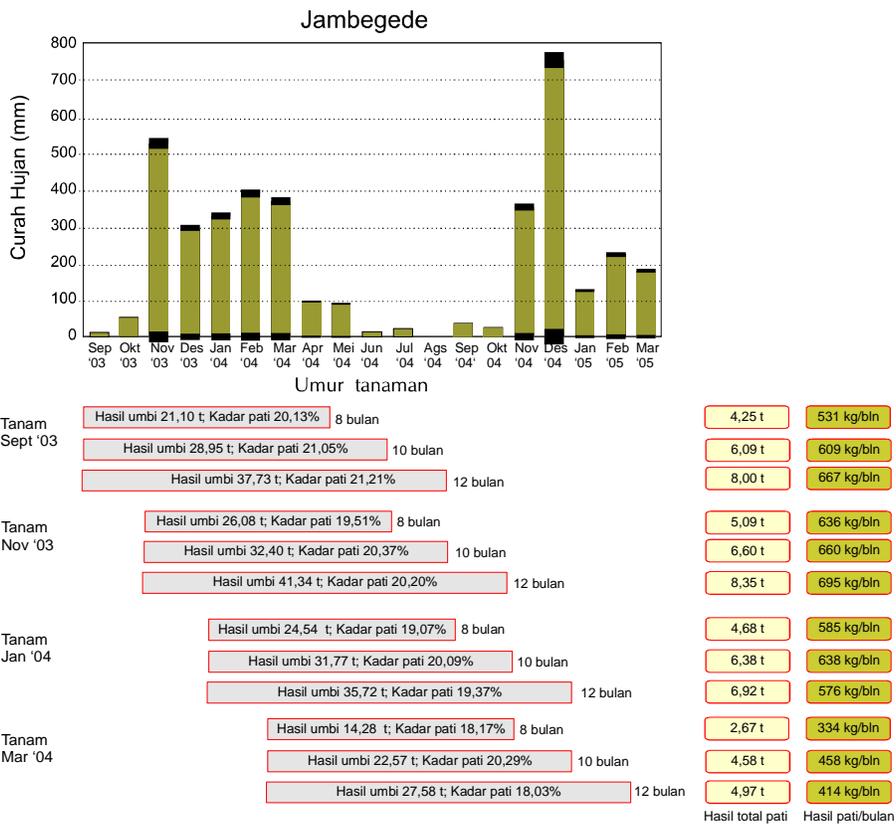
Pengaturan Waktu Tanam dan Panen

Pada lahan kering, ubi kayu ditanam pada awal musim hujan dengan periode yang relatif pendek, sehingga periode panen terjadi dalam waktu yang relatif pendek pula (panen raya). Akibatnya, harga merosot. Pada bulan lain, ketersediaan umbi menjadi langka karena tidak ada panen. Pasokan produksi ubi kayu yang tidak merata sepanjang tahun akan menghambat kontinuitas operasional industri pengolahan, sehingga mesin tidak dapat bekerja optimal (Saleh *et al.* 2000).

Masalah tersebut dapat diatasi dengan mengatur waktu tanam dan panen. Hasil penelitian di KP Jambegede (Malang) dengan tipe iklim C3 (Gambar 2) menunjukkan bahwa untuk mendukung pasokan ubi kayu yang lebih stabil dan lumintu dalam setahun, penanaman dapat dilakukan setiap saat dalam kurun waktu empat bulan pertama pada awal musim hujan (Akhir Oktober-Maret), dan panen dapat dilakukan sejak tanaman berumur 8-12 bulan (Munip dan Ispandi 2004). Bobot umbi pada umumnya meningkat dengan meningkatnya umur panen, tetapi kadar pati cenderung stabil pada umur panen 8-10 bulan. Di KP Natar, Lampung Selatan, yang beriklim basah (tipe iklim B), penanaman pada bulan Februari, Juni, dan Oktober dengan lima umur panen (8, 9, 10, 11, dan 12 bulan) dapat lebih meratakan panen ubi kayu (Saleh *et al.* 2006). Pengaturan tanam dan panen pada wilayah yang curah hujannya lebih banyak (tipe iklim B dan A) dapat menjamin stabilitas dan kelumintuan pasokan produksi ubi kayu sebagai bahan baku industri.

Pengaturan Varietas Ubi Kayu dengan Umur Panen Berbeda

Sentra produksi ubi kayu didominasi oleh lahan kering yang ketersediaan airnya bergantung pada hujan. Di daerah beriklim kering, air tersedia (bulan basah) 3-5 bulan. Di daerah beriklim basah, air tersedia lebih dari lima bulan. Pertumbuhan ubi kayu terhambat bila tanaman mengalami cekaman air selama 2-3 bulan pertama (Wargiono 2001), sehingga penanaman ubi kayu pada musim kemarau di daerah beriklim kering tidak mampu berproduksi tinggi. Masalah tersebut dapat diatasi melalui pergeseran waktu tanam dari awal-akhir musim hujan dengan penggunaan varietas yang berbeda umur (genjah, sedang, dan dalam) agar dapat dipanen pada umur 7-12 bulan. Cara ini penting artinya untuk mendukung ketersediaan bahan baku bioetanol sepanjang tahun atau minimal 8 bulan/tahun. Di daerah yang tidak dapat melakukan cara tersebut karena pola tanam monokultur dapat dikembangkan industri pengolahan gaplek dan tepung skala rumah tangga untuk memenuhi permintaan domestik dan ekspor.



Gambar 2. Hasil ubi kayu (t/ha), kadar pati (%), hasil total pati (t/ha), dan hasil pati per bulan (kg/bulan) tanaman ubi kayu pada empat bulan tanam (September, November, Januari, dan Maret) dan tiga umur panen (8, 10, dan 12 bulan) di KP Jambegede, Malang.

Penyiapan Lahan

Teknologi penyiapan lahan yang mampu memperbaiki struktur tanah untuk menjamin sirkulasi O₂, CO₂, meningkatkan hasil 27-69%, dan tingkat erosi relatif rendah adalah dua kali bajak atau dibuat guludan setelah dibajak sekali (Suparno 1990, Tongglum 2001). Pada lahan peka erosi, penerapan teknologi tersebut juga mampu menekan erosi sekitar 50% (Tabel 5).

Perbanyakan Stek

Salah satu kendala dalam pengembangan ubi kayu adalah masih sedikitnya penggunaan varietas unggul (Karama 2003). Sebagian besar petani masih menggunakan varietas lokal atau varietas unggul lama meskipun produktivitasnya rendah. Sebenarnya sudah cukup banyak varietas ubi kayu yang

Tabel 5. Penyiapan lahan konservasi dan produktivitas ubi kayu.

Perlakuan	Hasil ubi segar (t/ha)*	Hasil relatif** (%)	Tingkat erosi relatif** (%)
Olah tanah individual + herbisida	33,0	100	100
Bajak sapi 2 kali	36,2	217	124
Bajak traktor 7 disc 2 kali	33,8	221	133
Bajak traktor 7 disc 1 kali + redging	35,2	291	134

Sumber: Tongglum *et al.* (2001)*, dan Suparno *et al.* (1990)**

* tekstur berat + ringan, ** tekstur ringan

dilepas, namun belum semuanya diadopsi dan ditanam secara luas oleh petani. Hanya sebagian yang telah ditanam secara luas, misalnya varietas UJ-5 dan UJ-3 di Lampung dan Adira 4 di Jawa Timur.

Terbatasnya penyebaran dan adopsi varietas unggul baru sebagian disebabkan oleh lemahnya sistem diseminasi dan penyediaan bibit (Suryana 2006). Sejauh ini petani mendapatkan bibit ubi kayu dari pertanaman musim sebelumnya atau dari tetangga (Suyanto dan Wargiono 2006). Umumnya kondisi bibit ubi kayu sudah tidak optimal karena diperoleh dari tanaman yang dipanen pada bulan Juli-September, sementara penanaman pada bulan Oktober hingga Januari tahun berikutnya.

Dari aspek penyediaan bibit, ubi kayu yang diperbanyak dengan stek batang mempunyai tingkat perbanyakan (*multiplication rate*) yang rendah. Pada pembibitan secara tradisional, dari satu batang ubi kayu (dengan dua cabang) hanya diperoleh 5-10 stek, sehingga pada kondisi pertumbuhan tanaman yang optimal dari satu hektar pertanaman pembibitan, diperkirakan akan diperoleh 50.000-100.000 bibit.

Oleh karena itu, luas areal pembibitan minimal 20% dari areal yang akan ditanami. Penggunaan stek pendek dengan 2-3 mata tunas menghasilkan stek lebih cepat (*rapid multiplication*). Dengan metode ini, dari satu batang bibit diperoleh 5-10 kali lebih banyak dibanding cara tradisional (Wargiono *et al.* 2006). Namun demikian, stek perlu ditunaskan dalam bak plastik atau polibag yang lembab. Apabila langsung ditanam di lapang, kelembaban tanah harus selalu dijaga.

Populasi dan Jarak Tanam

Jarak tanam ubi kayu yang sesuai antara lain ditentukan oleh sistem tanam dan kemudahan panen. Ubi kayu dapat ditanam secara monokultur maupun tumpang-sari dengan tanaman lain. Untuk monokultur, ubi kayu dapat ditanam dengan jarak tanam 1,0 m x 1,0 m, 2,0 m x 0,5 m, atau 1,8 m x 0,6 m. Pada

pertanaman tumpangsari dengan jagung, garut, dan kacang tanah, ubi kayu dianjurkan ditanam dengan sistem baris ganda dengan jarak tanam 50 cm antarbarisan yang dekat dan 200 cm antarbarisan yang jauh, dengan jarak antartanaman dalam barisan 100 cm (Ispandi dan Munip 2004, Munip dan Ispandi 2004, Ispandi *et al.* 2003). Di Lampung banyak petani yang menanam ubi kayu dengan jarak tanam rapat, 60 cm antarbaris tanaman dan 40 cm antartanaman dalam barisan. Tampaknya, hal ini terkait dengan kemudahan pencabutan saat panen. Dengan jarak tanam rapat, pertumbuhan tanaman dan ukuran ubi akan lebih kecil dan sedikit per individu tanaman, sehingga mudah dicabut. Hal ini penting artinya mengingat pada saat panen raya, petani dan atau penebas sering dihadapkan pada masalah kekurangan tenaga kerja.

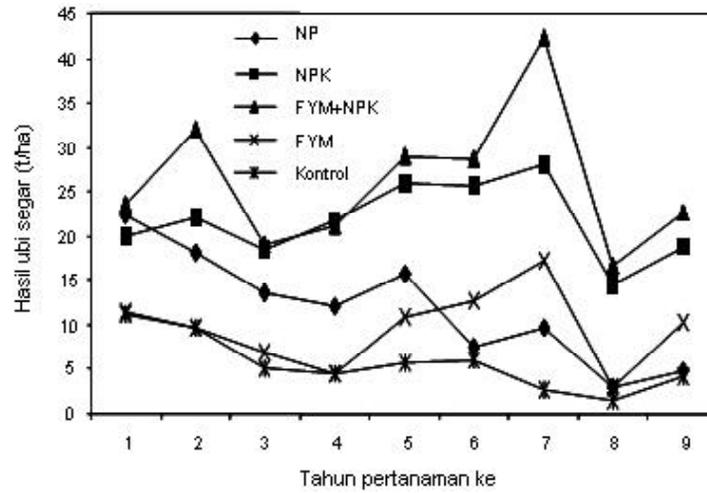
Populasi 10.000-15.000 tanaman/ha dapat meningkatkan hasil 19% dan penggunaan jarak tanam yang tepat dapat meningkatkan hasil 4-12% (Tonglum 2001). Populasi tanaman dan jarak tanam dipengaruhi oleh tingkat kesuburan tanah dan tipe varietas sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut.

Pemupukan

Tanaman ubi kayu toleran terhadap kekeringan dan memiliki kemampuan adaptasi yang luas. Akan tetapi, ubi kayu menambang hara dari dalam tanah melalui panen sekitar 6,54 kg N; 2,24 kg P₂O₅, dan 9,32 kg K₂O untuk setiap ton hasil, atau setara dengan 290 kg urea, 128 kg SP36, dan 310 kg KCl untuk setiap 20 ton hasil ubi segar. Produktivitas ubi kayu akan cepat menurun pada lahan suboptimal, apalagi tanpa pemupukan. Oleh karena itu, ubi kayu perlu pemupukan setiap musim tanam dengan takaran setara dengan hara yang terangkut melalui panen agar diperoleh hasil yang tinggi (Gambar 3).

Ubi kayu banyak dibudidayakan pada tanah dengan kesuburan sedang sampai rendah, seperti Alfisol (Mediteran), Oxisol (Latosol), dan Ultisol (Podsolik). Ubi kayu tanggap terhadap pemupukan N dan K. Pada lahan kering Alfisol di Patuk Gunung Kidul, pemberian pupuk ZA sebagai sumber N dan S dengan takaran yang meningkat dari 50 sampai 100 kg/ha selalu diikuti oleh peningkatan hasil (Tabel 6). Pada tanah Alfisol di Patuk Gunung Kidul dan Bantur Malang yang mengandung K-dd (K-dapat ditukar) 0,2 me/100 g dan 0,5 me/100 g, tanaman ubi kayu tanggap terhadap pemupukan K hingga takaran 100 kg KCl/ha (Tabel 7). Berdasarkan hasil penelitian pada lahan kering Alfisol di Malang, pupuk KCl dianjurkan untuk diaplikasi dua kali, yaitu pada saat tanam dan saat tanaman berumur 60 hari setelah tanam (Tabel 8).

Ke depan, ubi kayu akan semakin luas dibudidayakan pada lahan kering masam di luar Jawa yang tanahnya didominasi oleh Ultisol (Podsolik) yang banyak mengandung Al-dd dan miskin unsur hara dan bahan organik. Tanaman ubi kayu tergolong tahan terhadap keracunan Al, karena kadar kritis kejenuhan



Gambar 3. Teknologi pemupukan dan stabilitas hasil ubi kayu.
Sumber: George *et al.* 2001

Tabel 6. Pengaruh pemberian pupuk ZA terhadap hasil lima klon/varietas ubi kayu pada lahan kering Alfisol Gunung Kidul.

Pupuk ZA (kg/ha)	Hasil umbi segar (t/ha)				
	KTKN	No. 13	No. 10	No. 12	Adira 1
0	23,7	22,56	24,78	24,11	18,89
50	27,33	18,11	29,22	27,33	23,53
100	36,56	33,89	32,89	32,22	26,55

Pupuk dasar: 100 kg SP36 + 100 kg KCl/ha
Sumber: Slamet *et al.* (2003).

Tabel 7. Hasil ubi kayu pada lahan kering Alfisol di Gunung Kidul dan Malang pada berbagai takaran pupuk KCl.

Takaran KCl (kg/ha)	Hasil umbi segar (t/ha)	
	Gunung Kidul *)	Malang *)
0	18,89	33,00
50	21,56	36,33
100	24,45	44,56
150	23,12	44,33

Pupuk dasar: 200 kg urea + 100 kg SP36/ha.
*) Kandungan K-dd Alfisol Gunung Kidul 0,2 me/100 g dan Alfisol Malang 0,5 me/100g
Sumber: Ispandi *et al.* (2003).

Tabel 8. Hasil ubi kayu pada tanah Alfisol di Patuk (Gunung Kidul) dan Bantur (Malang) pada beberapa takaran dan frekuensi pemberian pupuk KCl.

Takaran KCl (kg/ha)	Hasil umbi segar (ton/ha)		
	1 kali aplikasi ^{**})	2 kali aplikasi ^{**})	3 kali aplikasi ^{**})
Patuk (Gunung Kidul) ^{*)}			
50	20,98	32,45	27,73
100	30,93	37,57	25,75
150	29,71	32,56	26,98
Bantur (Malang) ^{*)}			
50	19,82	24,10	19,55
100	22,67	27,56	25,62
150	23,60	27,78	23,33

Pupuk dasar: 100 kg urea + 50 kg ZA + 100 kg SP36/ha

^{*)} Kdd Alfisol Patuk 0,16 me/100 g dan Alfisol Bantur 0,29 me/100 g

^{**}) 1 kali aplikasi pada saat tanam, 2 kali aplikasi pada saat tanam dan umur 60 hari, dan 3 kali aplikasi pada saat tanam, umur 60 hari, dan umur 120 hari setelah tanam.

Sumber: Ispandi dan Munip 2004.

Tabel 9. Pengaruh pemberian kapur pada takaran rendah terhadap hasil ubi kayu pada lahan kering masam di Metro dan Tulangbawang Lampung.

Takaran kapur (kg/ha)	Hasil umbi segar (t/ha) ^{*)}	
	Metro	Tulangbawang
0	32,84	26,64
300	39,56	32,06
600	39,44	28,40

^{*)} Dipanen pada umur 10 bulan.

Pupuk dasar: 200 kg urea + 100 kg SP36 + 100 kg KCl/ha.

Sumber: Munip dan Ispandi (2004).

Al-dd sekitar 80%, sementara tingkat kejenuhan Al-dd tanah Ultisol di Indonesia umumnya jarang yang melampaui 75%. Walaupun demikian, pemberian kapur dengan takaran rendah (300 kg/ha) dapat meningkatkan hasil ubi kayu (Tabel 9).

Pada tanah Alfisol Bantur (Malang) yang kandungan bahan organiknya rendah (kadar C-organik 1,04%), pemberian pupuk kandang dengan takaran 3 t dan 6 t/ha dapat meningkatkan hasil ubi kayu (Tabel 10). Pupuk kandang digunakan oleh banyak petani ubi kayu di Lampung. Hal ini terkait dengan semakin sulit dan mahalnya pupuk anorganik. Sehubungan dengan itu, introduksi sistem integrasi tanaman-ternak semakin penting artinya untuk membantu petani dalam menyediakan pupuk organik.

Tabel 10. Pengaruh pupuk kandang terhadap hasil dua varietas ubi kayu pada tanah Alfisol Bantur, Malang. MT 2004/2005.

Takaran pupuk kandang (t/ha)	Hasil umbi segar (t/ha) *)	
	UJ-5	Malang-6
0	15,00	15,06
3	18,80	19,47
6	22,00	22,20

Pupuk dasar: 150 kg urea + 100 kg ZA + 100 kg SP36 + 100 kg KCl/ha.

Sumber: Ispandi dan Munip (2005).

Tumpangsari

Diperkirakan lebih dari 95% produksi ubi kayu di Indonesia dihasilkan dari pertanaman skala kecil. Di Lampung sebagai penghasil utama ubi kayu banyak terdapat industri pengolahan ubi kayu. Sekitar 80% produksi ubi kayu berasal dari petani dan sisanya diproduksi oleh perusahaan atau industri ubi kayu.

Pemilikan lahan garapan ubi kayu oleh petani semakin menyempit, khususnya di Jawa yang saat ini menyumbang 55% terhadap produksi ubi kayu nasional. Untuk mencukupi kebutuhan hidupnya, petani dengan lahan yang ada berupaya menanam komoditas lain di areal ubi kayu secara tumpangsari, seperti padi gogo, jagung, atau kacang-kacangan. Sistem pertanaman tumpangsari dapat meningkatkan produktivitas lahan, atau meningkatkan nisbah kesetaraan lahan (*land equivalent ratio* = LER) (Gambar 3). Pada tumpangsari ubi kayu dengan kacang buncis (*common bean*), nilai LER berkisar antara 1,50-1,75, bergantung pada saat tanam kacang buncis terhadap saat tanam ubi kayu. Nilai LER relatif lebih tinggi apabila kacang buncis ditanam bersamaan atau beberapa hari hingga dua minggu sebelum penanaman ubi kayu.

Hasil penelitian pada lahan kering di Punggur, Lampung Tengah (Podsolik), menunjukkan bahwa tumpangsari ubi kayu + jagung dan ubi kayu (jagung-kacang tanah) lebih menguntungkan daripada ubi kayu monokultur (Tabel 11). Di samping keuntungan yang lebih tinggi, kelebihan lain yang diperoleh petani dengan menerapkan sistem tumpangsari adalah beragamnya produk panen, risiko kerugian akibat gagal panen komoditas tertentu berkurang, dan petani lebih cepat memperoleh pendapatan dari jagung atau kacang tanah. Jagung dan kacang tanah dapat dipanen pada umur 3-3,5 bulan, sedang ubi kayu umumnya baru dipanen setelah berumur 8-10 bulan.

Tabel 11. Hasil panen dan keuntungan usahatani ubi kayu monokultur dan tumpangsari ubi kayu + jagung dan ubi kayu + jagung + kacang tanah pada lahan kering di Punggur, Lampung Tengah (Podsolik), MT 2005/2006.

Uraian	Ubi kayu Monokultur	Ubi kayu + Jagung	Ubi kayu + jagung + k. tanah
Hasil panen (ton/ha) *)			
- Umbi segar	35,475	42,458	39,475
- Biji kacang tanah	-	-	0,888
- Biji Jagung	-	1,963	2,255
Penerimaan (Rp/ha)	9.223.500	12.603.550	14.706.000
- Umbi segar	9.223.500	11.038.950	10.263.500
- Biji kacang tanah	-	-	2.662.500
- Biji Jagung	-	1.564.600	1.780.000
Biaya (Rp/ha)	2.934.000	5.101.345	6.895.500
Keuntungan (Rp/ha)	6.289.500	7.503.205	7.809.500

*) Rata-rata dari empat klon ubi kayu.

Sumber: Prasetiaswati dan Munip (2006, data diolah).

Pola monokultur dan tumpangsari yang secara finansial layak dikembangkan berdasarkan indikator B/C rasio lebih besar dari 1 (Howeler 2001). Pola tumpangsari yang secara finansial dan teknis layak dikembangkan berdasarkan indikator B/C rasio lebih besar dari 1 dapat menekan erosi 20-40% (Wargiono 2006).

KESIMPULAN

1. Pengembangan industri bioetanol dari bahan baku ubi kayu memerlukan peningkatan produksi ubi kayu yang cukup besar.
2. Untuk mendukung pengembangan industri bioetanol berbahan baku ubi kayu telah tersedia beberapa teknologi varietas unggul yang sesuai, teknologi produksi yang menjamin pasokan bahan baku ubi kayu secara lebih merata sepanjang tahun, dan teknologi budi daya yang mampu menghasilkan 35-45 t/ha umbi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2004. Bioethanol – a source of renewable energy. www.vogelbush.com/technology/bioethanol.htm. Accessed on July 6, 2005.
- BIOTEC. 2003. Physically modified cassava starch and its potential application in food and non-food industry. www.me//A.\BIOTEC.htm. Accessed on February 18, 2003.
- BPS. 2005. Statistik Indonesia. 2004. Badan Pusat Statistik, Jakarta. 604 p.

- Broto, W. dan N. Richana. 2006. Inovasi teknologi proses industri bioetanol dari ubi kayu skala pedesaan. Makalah pada Lokakarya Pengembangan Ubi kayu dan Seminar Nasional Hasil Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-umbian. Malang, 7-8 September 2006. Balitkabi Malang. 13 p.
- Dartanto, T. 2005. BBM, kebijakan energi, subsidi, dan kemiskinan di Indonesia. *Inovasi Online* - Vol.5/XVII/November 2005. Akses 5 Januari 2006.
- Ditjen Perkebunan. 2005. Laporan kemajuan program energi alternatif: penyediaan bahan baku biofuel. Direktorat Jenderal Perkebunan. Departemen Pertanian. Jakarta. 7 p.
- George, J., C.R. Mohankumas, G.M. Nair, and C.S. Tavindran. 2001. Cassava agronomy research and adoption of improved practices in India-major achievement during the past 30 years. Cassava's potential in Asia in the 21th century. Proc. the Sixth Regional Workshop held in Ho Chi Minh City, Vietnam. Feb. 21-25, 2000. p. 279-299.
- Ginting, E., K.Hartojo, N. Saleh, Y. Widodo, dan Suprpto. 2006. Identifikasi kesesuaian klon-klon ubi kayu untuk bahan baku pembuatan bioetanol. Laporan teknis tahun 2006. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Malang. 20 p. (belum dipublikasi).
- Hafsah, M.J. 2003. *Bisnis ubi kayu Indonesia*. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta. 263 p.
- Ispandi, A. dan A. Munip. 2004. Efektivitas pemupukan N, K, dan frekuensi pemberian pupuk K pada tanaman ubi kayu di lahan kering Alfisol, p. 368-383. *Dalam: A. K. Makarim et al. (Eds.). Kinerja penelitian mendukung agribisnis kacang-kacangan dan umbi-umbian*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Ispandi, A dan A. Munip. 2005. Pengaruh pupuk organik dan pupuk K terhadap peningkatan serapan hara dan produksi umbi beberapa klon ubi kayu di lahan kering Alfisol. Makalah Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan. Balitkabi, Malang.
- Ispandi, A., L.J. Santoso, dan Mayar. 2003. Pemupukan dan dinamika kalium dalam tanah dan tanaman ubi kayu di lahan kering Alfisol, p.190-201. *Dalam: Koes Hartojo et al. (Eds.). Pemberdayaan ubi kayu mendukung ketahanan pangan nasional dan pengembangan agribisnis kerakyatan*. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang.
- JICA. 1983. Technical information for 8 Kl/day ethanol production from cassava at the BERDC (Biomass Energy Research and Development Centre) in Indonesia. Japan International Cooperation Agency. 259 p.

- Karama, S. 2003. Potensi, tantangan, dan kendala ubi kayu dalam mendukung ketahanan pangan, p.1-14. *Dalam: Koes Hartojo et al. (Eds.). Pemberdayaan ubi kayu mendukung ketahanan pangan nasional dan pengembangan agribisnis kerakyatan.* Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang.
- Kartika, B., A.D. Guritno, D. Purwadi, dan D. Ismoyowati. 1992. Petunjuk evaluasi produk industri hasil pertanian. PAU Pangan dan Gizi UGM. Yogyakarta.
- Munip, A. dan A. Ispandi. 2004. Pengaruh pengapuran terhadap serapan hara, hasil umbi, dan kadar pati beberapa klon ubi kayu di lahan kering tanah masam. Laporan Teknis. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang.
- Prasetyaswati, N. dan A. Munip. 2006. Kelayakan paket teknologi usahatani dengan pola tumpangsari ubi kayu di kabupaten Lampung Tengah. Laporan Hasil Penelitian Balitkabi. Malang.
- Saleh, N., K. Hartojo and Suyamto. 2000. Present situation and future potential of cassava in Indonesia. *Cassava Potential in Asia in 21 st Century. Proc. 6th Regional Cassava Workshop.* Ho Chi Minh city, Vietnam. p. 47-60.
- Saleh, N., B. Santoso, A. Munip, Y. Widodo, N. Prasetyaswati dan K. Hartojo. 2006. Pengaturan waktu tanam dan waktu panen ubi kayu di lahan kering Lampung. Laporan Teknis. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan umbi-umbian Malang. 20 p.
- Slamet, P; L.J. Santoso, dan A. Ispandi. 2003. Pengaruh dosis pemupukan ZA terhadap hasil umbi lima klon/varietas ubi kayu di lahan kering tanah Alfisol Gunung Kidul Yogyakarta. p. 202-213. *Dalam: Koes Hartojo et al. (Eds.). Pemberdayaan ubi kayu mendukung ketahanan pangan nasional dan pengembangan agribisnis kerakyatan.* Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang.
- Suhartina. 2005. Deskripsi varietas unggul kacang-kacangan dan umbi-umbian. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang. 154 p.
- Suparno, B., J.H. Nugroho, and Howeler. 1990. Effect of soil preparation on cassava yield and erosion. *Nat. Seminar on Cassava Pre and Post Harvest Tech. Res. and Development held in Lampung, Indonesia.* p. 248-264.
- Supriyanto. 2006. Prospek pengembangan industri bioetanol dari ubi kayu. Prospek, strategi, dan teknologi pengembangan ubi kayu untuk agroindustri dan ketahanan pangan. Puslitbang Tanaman Pangan. Bogor p. 88-95.

- Suryana, A. 2006. Kebijakan penelitian dan pengembangan ubi kayu untuk agroindustri dan ketahanan pangan. Prospek, strategi dan teknologi pengembangan ubi kayu untuk agroindustri dan ketahanan pangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. p. 1-19.
- Suyamto, H. dan J. Wargiono. 2006. Potensi, hambatan, dan peluang pengembangan ubi kayu untuk industri bioetanol. Prospek, strategi dan teknologi pengembangan ubi kayu untuk agroindustri dan ketahanan pangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. p. 39-59.
- Tongglum, A. P. Suriyapan, and R.H. Howeler. 2001. Cassava agronomy research and adoption of improved practices in Thailand-Major achievement during the past 30 years. *In* Cassava's potential in Asia in the 21th century. Proc. the Sixth Regional Workshop held in Ho Chi Minh City, Vietnam. Feb. 21-25, 2000. p. 228-258.
- Wargiono, J., A. Hasanuddin, dan Suyamto. 2006. Teknologi produksi ubi kayu mendukung industri bioetanol. Puslitbang Tanaman Pangan. Bogor. 42 p.

Dukungan Teknologi dalam Peningkatan Produksi Jagung

Mappaganggang S. Pabbage, Zubachtirodin, dan Sania Saenong
Balai Penelitian Tanaman Serealia

ABSTRAK

Produktivitas nasional jagung saat ini masih rendah, baru mencapai 3,45 ton biji kering per hektar dan ini masih dapat ditingkatkan. Areal tanam/panen dapat diperluas baik pada lahan kering maupun lahan sawah setelah padi. Peningkatan produktivitas secara optimal memerlukan dukungan berbagai aspek/pihak, di antaranya inovasi teknologi agar proses produksi menjadi lebih efisien dan produk lebih berkualitas sehingga mempunyai daya saing yang tinggi. Teknologi produksi jagung yang telah tersedia saat ini sudah mampu memberikan produktivitas 5,0-10,0 ton biji kering per hektar, bergantung pada kondisi lahan dan tingkat penerapan teknologi. Inovasi teknologi yang baru dihasilkan untuk mendukung swasembada jagung meliputi varietas unggul baru (hibrida dan komposit), teknik budidaya yang sesuai untuk kondisi agroekosistem setempat, pengendalian organisme pengganggu tanaman, dan pascapanen

Pasar komoditas jagung masih terbuka luas, baik di dalam maupun luar negeri. Hal ini merupakan peluang bagi Indonesia yang mempunyai potensi besar untuk peningkatan produksi melalui dua sumber pertumbuhan utama, yaitu peningkatan produktivitas dan perluasan areal tanam/panen. Produktivitas jagung nasional saat ini masih rendah, baru mencapai 3,45 ton biji kering/ha yakni dari total areal panen 3,6 juta ha/tahun (Deptan 2007). Areal tanam/panen dapat diperluas pada lahan kering maupun lahan sawah setelah padi. Luas lahan yang sesuai untuk jagung tidak kurang dari 20 juta ha.

Pemanfaatan potensi tersebut memerlukan dukungan inovasi teknologi agar proses produksi lebih efisien dan produk yang dihasilkan mempunyai daya saing. Teknologi produksi jagung yang tersedia saat ini sudah mampu memberikan produktivitas 5,0-10,0 t/ha, bergantung pada kondisi lahan dan tingkat penerapan teknologi. Inovasi teknologi tersebut meliputi varietas unggul baru (hibrida dan komposit), teknik budi daya yang sesuai dengan kondisi agroekosistem setempat, pengendalian organisme pengganggu tanaman, dan penanganan pascapanen.

PERKEMBANGAN PRODUKSI DAN PRODUKTIVITAS JAGUNG

Tanaman jagung mempunyai kemampuan adaptasi yang luas dan relatif mudah dibudidayakan, sehingga di Indonesia ditanam pada lingkungan yang beragam. Jagung dapat ditanam pada lahan kering, lahan sawah, pasang-surut, dan lebak dengan berbagai jenis tanah, tipe iklim (tipe iklim A, B, C, D, dan E menurut klasifikasi Oldeman), dan ketinggian tempat.

Produksi jagung nasional berfluktuasi, namun selama 16 tahun terakhir mengalami peningkatan yang tinggi (86,5%). Pada tahun 1990, produksi jagung nasional baru 6,7 juta ton dan meningkat menjadi 12,5 juta ton pada tahun 2005. Peningkatan produksi tersebut lebih banyak disebabkan oleh keberhasilan upaya perbaikan produktivitas daripada peningkatan luas panen (Tabel 1).

Produktivitas jagung di Indonesia masih rendah dan baru mencapai 3,45 t/ha. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan benih unggul bermutu (hibrida dan komposit) di tingkat petani masih rendah, di samping pengelolaan yang belum intensif. Dalam periode 1990-2005 rata-rata produksi jagung 8,94 juta ton dan cenderung meningkat 4,94% per tahun. Data tersebut, menggambarkan bahwa perluasan penggunaan benih unggul bermutu dan diikuti oleh

Tabel 1. Perkembangan luas panen, produktivitas, dan produksi jagung di Indonesia, 1990-2005.

Tahun	Luas panen (000 ha)	Produktivitas (t/ha)	Produksi (000 t)
1990	3.158	2,13	6.734
1991	2.909	2,15	6.255
1992	3.629	2,20	7.995
1993	2.939	2,20	6.459
1994	3.109	2,21	6.869
1995	3.651	2,26	8.245
1996	3.744	2,49	9.307
1997	3.355	2,61	8.771
1998	3.456	2,94	10.169
1999	3.848	2,39	9.204
2000	3.500	2,76	9.677
2001	3.286	2,79	9.165
2002	3.127	3,09	9.654
2003	3.359	3,24	10.886
2004	3.357	3,34	11.225
2005	3.625	3,45	12.523
Rata-rata	3.378	2.64	8.946
Pertumbuhan (%/th)	1,52	3,56	4,94

Sumber: Deptan (2007).

Tabel 2. Tujuh propinsi penghasil utama jagung di Indonesia.

Propinsi	Luas panen (000 ha)	Produksi (000 t)	Produktivitas (t/ha)
Jawa Timur	1.206.177	4.284,71	3,65
Jawa Tengah	569.303	1.877,25	3,67
Lampung	411.629	1.208,81	3,50
Nusa Tenggara Timur	239.588	656,22	2,31
Sumatera Utara	218.569	711,45	3,95
Sulawesi Selatan	206.569	690,62	3,42
Jawa Barat	117.413	540,82	5,00
Sub total (% terhadap total Indonesia)	2.969.248 (82,5%)	9.969,88 (87,8%)	- -

Sumber: Deptan (2007).

penerapan budi daya sesuai kondisi lingkungan setempat diharapkan mampu meningkatkan produksi jagung. Hal ini dimungkinkan mengingat potensi hasil jagung dari varietas-varietas unggul yang telah dilepas lebih dari 6 t/ha.

Menurut Mink *et al.* (1987), 79% areal pertanaman jagung terdapat pada lahan kering, selebihnya masing-masing 11% dan 10% terdapat pada lahan sawah irigasi dan sawah tadah hujan. Saat ini data tersebut telah mengalami pergeseran, dan diperkirakan areal pertanaman jagung pada lahan sawah irigasi dan sawah tadah hujan meningkat berturut-turut 10-15% dan 20-30%, terutama pada daerah produksi jagung komersial (Kasryno 2002).

Propinsi penghasil utama jagung di Indonesia adalah Jawa Timur, Jawa Tengah, Lampung, Sumatera Utara, Sulawesi Selatan, Jawa Barat, dan Nusa Tenggara Timur (Tabel 2). Areal panen dan total produksi jagung dari ketujuh propinsi tersebut berturut-turut adalah 82,5% dan 85,8% dari total luas panen dan produksi jagung dalam negeri.

Sekitar 57% produksi jagung di Indonesia dihasilkan dari pertanaman musim hujan, 24% pada musim kemarau I (MK I), dan 19% pada MK II (Kasryno 2002). Berdasarkan data tersebut dimungkinkan akan terjadi pergeseran luas panen pada lahan sawah.

Fenomena penting produksi jagung Indonesia di antaranya adalah:

- a. Ke depan areal tanaman jagung akan bergeser dari lahan subur ke lahan suboptimal/marjinal. Ini berarti areal pertanaman jagung akan bergeser dari Jawa ke luar Jawa, terutama Sumatera. Laju pertumbuhan areal tanaman jagung di Sumatera lebih cepat dibandingkan dengan di Jawa. Laju pertumbuhan di Jawa 0,15% pada musim hujan dan 1,92% pada musim kemarau, sedangkan di Sumatera 11,89% pada musim hujan dan 12,52% pada musim kemarau (Subandi *et al.* 2004).

- b. Peningkatan areal jagung pada lahan sawah lebih cepat daripada lahan kering. Petani di Jawa Timur dan Lampung, lebih tertarik menanam jagung daripada palawija lainnya. Ini erat kaitannya dengan tingkat pendapatan yang lebih baik dari usahatani jagung pada musim kemarau karena harga jagung umumnya tinggi akibat pasokan kurang, di samping kualitas biji yang diperoleh juga baik (Subandi *et al.* 2004).

MASALAH DALAM PRODUKSI JAGUNG

Permasalahan dan kendala yang dihadapi dalam upaya peningkatan produksi dan pendapatan petani jagung meliputi, faktor abiotis, biotis, budi daya, pascapanen, sosial-ekonomi, dan kelembagaan.

Faktor Abiotis

1. Sebagian besar lahan suboptimal mengandung hara nitrogen yang rendah dan lahan masam mengandung Al tinggi.
2. Kekeringan atau kekurangan air, dijumpai pada pertanaman di lahan kering di daerah beriklim kering, pertanaman kedua pada lahan kering di daerah iklim basah, dan pertanaman pada lahan sawah tadah hujan.
3. Kelebihan air dijumpai pada pertanaman di lahan sawah tadah hujan atau lahan irigasi pada awal pertumbuhan, sementara saluran drainase tidak dipersiapkan dari awal.

Faktor Biotis

1. Penyakit utama, yaitu bulai, hawar daun, dan busuk batang.
2. Hama utama adalah lalat bibit, penggerek batang, dan belalang (pertanaman musim kemarau).
3. Gulma menjadi masalah penting pada lahan kering, sawah tadah hujan, maupun sawah irigasi, terutama pada daerah kekurangan tenaga kerja.

Teknik Budi Daya

Penerapan teknik budi daya oleh petani masih belum optimal, hal ini ditandai oleh:

1. Penanaman varietas unggul (hibrida atau komposit) tanpa memperhatikan kesesuaiannya dengan lingkungan, penanaman varietas unggul turunan (benih F2) karena tidak tersedia benih dan modal petani terbatas, atau penanaman varietas unggul yang kualitas benihnya rendah.

2. Populasi tanaman rendah karena kualitas benih rendah, petani sengaja menanam dengan jarak tanam lebar karena lahan kurang subur.
3. Tanaman tidak dipupuk karena keterbatasan modal, atau dipupuk dengan takaran tidak berimbang atau tidak sesuai kebutuhan, waktu, dan cara pemberian yang tidak tepat.
4. Penyiangan kurang optimal karena kekurangan tenaga atau biaya.

Pascapanen

Sebagian besar pertanaman jagung di Indonesia dipanen pada musim hujan karena sekitar 69% pertanaman jagung diusahakan pada lahan kering yang ditanam pada awal musim hujan. Hal ini menjadi masalah karena pengeringan umumnya mengandalkan sinar matahari di lantai jemur yang masih terbatas atau di atas terpal plastik di halaman rumah. Jika turun hujan, hasil panen ditumpuk dalam karung plastik. Pengeringan yang tidak sempurna menyebabkan tumbuhnya jamur *Aspergillus flavus* yang menghasilkan aflatoksin, sehingga menurunkan mutu biji jagung.

Sosial-Ekonomi dan Kelembagaan

1. Harga jagung yang relatif masih rendah pada saat panen raya belum sebanding dengan biaya produksi yang makin meningkat (benih, pupuk, pestisida, dan tenaga kerja).
2. Keterbatasan petani mengakses modal.
3. Kelembagaan penyuluhan sebagai motivator petani makin langka.

DUKUNGAN TEKNOLOGI

Upaya peningkatan produksi dan pendapatan petani jagung bergantung pada ketersediaan teknologi dan kemampuan petani menerapkannya. Teknologi yang telah dihasilkan meliputi varietas unggul, benih bermutu, teknik budi daya seperti penyiapan lahan, pemupukan, penyiangan, pengelolaan air, pengendalian hama penyakit, dan pengeringan hasil panen.

Varietas Unggul

Di antara komponen teknologi yang dihasilkan melalui penelitian, varietas unggul mempunyai peranan penting dalam peningkatan produktivas jagung. Peranannya menonjol dalam peningkatan hasil per satuan luas maupun sebagai salah satu komponen pengendalian hama dan penyakit. Selain potensi hasil yang tinggi dan ketahanannya terhadap hama penyakit, karakter lain yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan varietas unggul adalah kesesuaiannya

dengan kondisi lingkungan (tanah dan iklim), seperti toleran kekeringan dan tanah masam, pola tanam, pola usahatani, hijauan untuk pakan ternak, dan preferensi petani terhadap karakter lainnya yang meliputi umur, warna biji, atau biomas.

Semakin banyak varietas yang dilepas dan tersedia di tingkat petani dengan berbagai karakter spesifik yang sesuai dengan kondisi lingkungan setempat, semakin memudahkan petani mengambil keputusan untuk menentukan varietas yang sesuai dengan sumber daya yang ada di lingkungannya.

Cukup banyak varietas jagung hibrida yang dihasilkan dan diproduksi benihnya oleh swasta. Selain itu, tersedia pula varietas unggul bersari bebas/komposit dan hibrida yang dihasilkan oleh Badan Litbang Pertanian. Selain mempunyai potensi hasil tinggi, varietas-varietas tersebut juga memiliki karakter spesifik. Hal ini menambah pilihan bagi petani untuk memilih varietas yang diinginkan.

Varietas unggul bersari bebas/komposit dan hibrida yang dihasilkan oleh Badan Litbang Pertanian dalam kurun waktu 10 tahun terakhir disajikan pada Tabel 3. Di antara varietas unggul yang dihasilkan, jenis komposit sudah banyak dikenal oleh petani, khususnya pada lahan marjinal, seperti Lamuru, Sukmaraga, dan Srikandi Kuning-1. Ke depan akan dilepas varietas unggul

Tabel 3. Varietas unggul jagung yang dihasilkan Badan Litbang Pertanian dalam periode 1996-2007.

Varietas	Tahun pelepasan	Potensi hasil (t/ha)	Umur panen (hari)	Ketahanan penyakit bulai	Keunggulan spesifik
Komposit/bersari bebas					
Lagaligo	1996	7,5	90	Toleran	Toleran kekeringan
Gumarang	2000	8,0	82	Agak toleran	Umur genjah
Kresna	2000	7,0	90	Agak toleran	Umur sedang
Lamuru	2000	7,6	95	Agak toleran	Toleran kekeringan
Palakka	2003	8,0	95	Toleran	Umur sedang
Sukmaraga	2003	8,5	105	Toleran	Toleran kemasaman tanah
Srikandi Kuning-1	2004	7,9	110	Rendah	Protein bermutu tinggi
Srikandi Putih-1	2004	8,1	110	Rendah	Protein bermutu tinggi
Anoman-1 (Putih)	2007	7,0	103	Rendah	Sesuai untuk pangan
Hibrida					
Semar-3 s/d Semar-9	1996	9,0	94	Toleran	Toleran kekeringan
Semar-10	2001	9,0	97	Agak toleran	Biomass tinggi
Bima-1	2001	9,0	97	Agak toleran	<i>Stay green</i>
Bima-2 Bantimurung	2006	11,0	100	Agak toleran	<i>Stay green</i>
Bima-3 Bantimurung	2006	10,0	100	Toleran	<i>Stay green</i>

hibrida toleran kekeringan yang daunnya masih berwarna hijau pada saat panen (*stay green*), sehingga dapat dimanfaatkan untuk pakan ternak.

Balitsereal telah melepas tiga varietas jagung hibrida dengan potensi hasil tinggi dan mempunyai sifat *stay green*, yaitu Bima-1, Bima-2 Bantimurung, dan Bima-3 Bantimurung.

Srikandi Putih-1 (berbiji putih) dan Srikandi Kuning-1 (berbiji kuning) dengan potensi hasil 8,0 t/ha, merupakan varietas jagung yang memiliki protein berkualitas tinggi atau dikenal sebagai jagung QPM (*Quality Protein Maize*). Kandungan asam amino esensialnya yakni lisin dan triptofan 1,5-2,0 kali lebih tinggi daripada jagung biasa. Jagung QPM lebih sesuai untuk pangan, terutama pada wilayah yang mengonsumsi jagung sebagai bahan pangan utama, dan pakan ternak monogastrik seperti unggas dan babi.

Perbenihan

Hasil survei pada 19 propinsi menunjukkan bahwa dari total areal jagung pada tahun 2000, 28% ditanami jenis hibrida, 47% jenis komposit unggul, dan 25% jenis komposit lokal (Nugraha *et al.* 2003). Namun masih banyak petani yang menanam benih turunan hibrida (F2) karena pertimbangan harga benih F1 yang mahal dan risiko kekeringan. Penggunaan benih jagung hibrida di Indonesia baru 22% dari total areal pertanaman jagung, sedangkan di Thailand telah mencapai 98% dan Filipina 65% (*Kompas* 22 Oktober 2005). Rendahnya penggunaan benih jagung hibrida di Indonesia antara lain disebabkan oleh mahalnya harga benih dan belum sebanding dengan harga jual produk jagung.

Di lain pihak, pada pertanaman jagung komposit, petani belum menyiapkan benih secara baik, dan cenderung menggunakan hasil panen dari musim tanam sebelumnya hingga mencapai beberapa siklus, sehingga potensi hasilnya menurun, terutama jika diserbuki oleh jagung lokal yang potensi hasilnya rendah.

Penggunaan benih bermutu dari varietas unggul yang sesuai dengan kondisi lingkungan setempat merupakan langkah awal menuju keberhasilan dalam usahatani jagung. Penggunaan benih bersertifikat dengan vigor tinggi sangat dianjurkan. Oleh karena itu diperlukan upaya produksi dan distribusi benih varietas unggul komposit secara memadai, terutama bagi wilayah suboptimal (lahan dan sosial-ekonomi).

Untuk memacu peningkatan produksi jagung nasional, pada tahun 2007 Departemen Pertanian telah memprogramkan bantuan benih jagung hibrida untuk areal tanam seluas 700.000 ha, sedangkan benih jagung komposit untuk areal tanam 200.000 ha. Untuk mempercepat penyebaran varietas jagung unggul komposit, Balitsereal menerapkan sistem perbenihan berbasis komunitas.

Sistem perbenihan berbasis komunitas pada prinsipnya untuk memudahkan petani memperoleh benih dengan harga terjangkau. Dalam hal ini kelompok tani dibina untuk dapat memproduksi benih berkualitas dan bersertifikat dari BPSB yang dapat dipasarkan terutama untuk memenuhi kebutuhan benih anggota kelompoknya dan petani di sekitarnya. Pembinaan dilakukan secara berjenjang dengan melibatkan BPTP, Dinas Pertanian, dan BPSB setempat. Pembentukan kelompok-kelompok penangkar benih tersebut telah diterapkan di beberapa sentra produksi jagung, untuk mempercepat penyebaran varietas jagung unggul komposit.

Untuk menjaga mutu benih dari varietas unggul yang akan dikembangkan, baik kemurnian genetik, fisik, maupun fisiologis, pendampingan terus dilakukan sampai penangkar dinilai mampu memproduksi benih sendiri di lingkungannya. Penerapan sistem ini diikuti dengan pasokan benih sumber dari Balitsereal melalui Unit Produksi Benih Sumber (UPBS).

Pemupukan

Jagung adalah tanaman yang relatif banyak membutuhkan hara untuk dapat tumbuh dan berproduksi optimal. Karena itu pemupukan merupakan salah satu faktor kunci bagi keberhasilan budi daya jagung. Penelitian pemupukan jagung telah banyak dilakukan pada lahan sawah maupun lahan kering dengan berbagai jenis tanah. Lahan-lahan pertanian pada umumnya tidak mengandung cukup N, kecuali pada lahan yang baru dibuka dari vegetasi hutan.

Pemberian pupuk, baik pupuk organik maupun anorganik, pada dasarnya untuk memenuhi kebutuhan hara yang diperlukan tanaman agar dapat tumbuh dan berkembang. Untuk efisiensi, pemupukan dilakukan secara berimbang. Artinya pemberian pupuk didasarkan kepada keseimbangan antara hara yang dibutuhkan tanaman jagung sesuai dengan tingkat hasil yang ingin dicapai dengan ketersediaan hara dalam tanah. Mengingat beragamnya tingkat kesuburan tanah antara lokasi satu dengan lainnya, maka takaran dan jenis pupuk yang diperlukan untuk lokasi-lokasi tersebut tentu akan berbeda pula. Oleh karena itu, pemupukan berimbang sering pula disebut pemupukan (pengelolaan hara) spesifik lokasi. Pemupukan berimbang menawarkan beberapa prinsip dan perangkat untuk mengoptimalkan penggunaan hara dari sumber-sumber alami atau lokal, sesuai dengan kebutuhan tanaman. Sumber hara alami dapat berasal dari tanah, pupuk kandang, sisa tanaman, dan air irigasi. Pupuk kimia (anorganik) pada dasarnya hanya untuk memenuhi kekurangan hara alami yang diperlukan tanaman untuk dapat tumbuh dan berkembang sampai menghasilkan biji, sesuai dengan yang dikehendaki. Untuk itu, waktu pemberian dan takaran pupuk perlu disesuaikan dengan umur tanaman atau stadia pertumbuhan tanaman.

Takaran pupuk (N, P, dan K) yang tepat untuk tanaman jagung dapat ditentukan melalui analisis tanah sebelum penanaman. Selain itu, dapat pula menggunakan BWD (Bagan Warna Daun), seperti yang biasa dilakukan pada tanaman padi untuk menentukan takaran pupuk N. Takaran pupuk yang diberikan secara tepat pada waktu yang tepat, akan lebih efisien dibanding dengan takaran yang tepat tetapi saat pemberiannya tidak tepat. Dalam hal ini, porsi pemberian pupuk N pada setiap aplikasi perlu disesuaikan dengan stadia pertumbuhan tanaman, untuk itu sebagai panduan pemberian pupuk pada tanaman jagung disajikan dalam Tabel 4.

Takaran pupuk pada Tabel 4 hanya berlaku umum, dan dapat berubah, bergantung pada tingkat kesuburan tanah di lokasi penanaman. Untuk itu, dianjurkan melakukan analisis pada tanah sebelum tanam atau menerapkan rekomendasi setempat.

BWD digunakan pada saat tanaman berumur 40-45 hari setelah tanam, dengan catatan pemupukan kedua sesuai dengan Tabel 4. Penggunaan BWD pada prinsipnya hanya untuk memantau hara nitrogen (N). Jika pemantauan menunjukkan tanaman kekurangan unsur N, maka perlu segera penambahan nitrogen. Sebaliknya, jika tanaman telah cukup maka tidak perlu penambahan pupuk N. Dengan demikian, pemberian pupuk N (urea) dapat dihemat sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Tahapan pemantauan kebutuhan pupuk N pada tanaman jagung dengan menggunakan BWD, adalah sebagai berikut:

- Awal pertanaman (\pm 7 hari setelah tanam), tanaman dipupuk N (urea) bersamaan dengan pupuk SP36 dan KCl sesuai dengan Tabel 4.

Tabel 4. Takaran, porsi, dan waktu pemberian pupuk anorganik pada tanaman jagung.

Jenis pupuk	Takaran pupuk ²⁾ (kg/ha)	Takaran pupuk (kg/ha)		
		7-10 HST	28-30 HST	40-45 HST
Urea	300-350	25%	50%	BWD
ZA ¹⁾	50-100	100%	-	-
SP36	100-200	100%	-	-
KCl	50-200	50%	50%	-

¹⁾ Hanya diberikan jika tanah kekurangan sulfur (S).

²⁾ Takaran dapat berubah, disesuaikan dengan hasil analisis tanah sebelum tanam atau rekomendasi setempat.

- Jika menggunakan pupuk majemuk, takaran N, P, dan K disetarakan dengan pupuk tunggal.
- Cara aplikasi pupuk: pupuk diletakkan dalam lubang yang dibuat dengan tugal di samping tanaman dengan jarak 5-10 cm dari tanaman, dan ditutup dengan tanah/pupuk kandang/pupuk organik.

Tabel 5. Nilai skala daun tanaman jagung berdasarkan pemantauan dengan BWD pada umur 40-45 hari setelah tanam dan takaran pupuk yang perlu ditambahkan pada jagung (hibrida dan komposit/bersari bebas).

Skala	Takaran pupuk urea (kg/ha)	
	Hibrida	Komposit
< 4,0	150	60
4,0 – 4,5	100	25
4,5 – 4,9	50	0

- Pada umur 28-30 hari tanaman dipupuk lagi sesuai dengan Tabel 4.
- Pada umur 40-45 HST (bergantung umur varietas) dilakukan pemantauan warna daun menggunakan BWD.
- Sampel daun yang dipantau adalah yang telah terbuka sempurna (daun ke-3 dari atas). Pilih 10 tanaman secara acak pada setiap petakan lahan (\pm 1,0 ha).
- Lindungi daun yang akan dipantau warnanya dengan cara membelakangi matahari, sehingga daun atau alat BWD tidak terkena matahari langsung agar penglihatan tidak silau.
- Daun diletakkan di atas BWD. Bagian daun yang dipantau adalah sekitar sepertiga dari ujung daun, kemudian warna daun dibandingkan dengan warna BWD, skala yang paling sesuai dengan warna daun dicatat. BWD mempunyai nilai skala 2-5. Jika warna daun berada di antara skala 2 dan 3 gunakan nilai 2,5; Jika berada antara 3 dan 4 gunakan nilai 3,5; dan jika berada antara 4 dan 5 gunakan nilai 4,5.
- Rata-ratakan nilai skala dari 10 daun yang diamati. Nilai rata-rata skala digunakan untuk menentukan tambahan takaran pupuk urea.
- Tambahan pupuk urea berdasarkan hasil pemantauan segera dilakukan, dengan takaran yang sesuai pada Tabel 5.

Jika pupuk organik (pupuk kandang) direkomendasikan, maka pemberiannya dilakukan pada saat tanam sebagai penutup benih pada lubang tanam. Takaran pupuk berkisar antara 25-50 g untuk setiap lubang tanam atau setara dengan 1,5-3,0 t/ha. Untuk lahan masam diperlukan pupuk kandang, dan dianjurkan menggunakan kotoran ayam ras (petelor) yang biasanya sudah mengandung kapur yang cukup memadai.

Pengelolaan Tanaman Terpadu

Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) bukan paket teknologi, tetapi suatu pendekatan dalam budi daya jagung yang menekankan pada pengelolaan tanaman, lahan, air dan organisme pengganggu secara terpadu, dengan melibatkan partisipasi petani setempat. Komponen teknologi yang akan diterapkan memiliki hubungan yang sinergis dan komplementer antarkomponen.

Penerapan teknologi dengan pendekatan PTT diharapkan produktivitas jagung meningkat secara berkelanjutan dan efisiensi produksi dapat dicapai dengan memperhatikan sumber daya, kemampuan, dan kemauan petani. Pemantapan kelembagaan penunjang (penyedia sarana, permodalan, dan pemasaran) diharapkan dapat mendukung keberlanjutan sistem produksi dan pada gilirannya mempercepat pengembangan jagung.

Mengingat banyaknya komponen teknologi dalam budi daya jagung dan beragamnya sifat komponen teknologi itu sendiri, ada komponen teknologi alternatif yang harus diterapkan. Berdasarkan sifatnya, komponen teknologi tersebut dapat dibedakan menjadi: (1) teknologi untuk pemecahan masalah setempat atau spesifik lokasi, dan (2) teknologi untuk perbaikan cara budi daya. Tidak semua komponen teknologi diterapkan sekaligus, terutama di lokasi yang mempunyai masalah spesifik. Ada lima komponen teknologi yang dapat diterapkan secara bersamaan (*compulsory*) sebagai penciri model PTT jagung, yaitu:

1. Varietas unggul jenis komposit/bersari bebas atau jenis hibrida yang sesuai dengan karakteristik lahan, lingkungan, pola tanam, dan keinginan petani setempat, baik di lahan kering maupun lahan sawah.
2. Benih bermutu (kemurnian/bersertifikat dan daya berkecambah > 95%), perlakuan benih (*seed treatment*) dengan metalaksil 2 g (bahan produk) per kg benih untuk mencegah penyakit bulai, dan pemberian carbofuran 3-5 butir/lubang tanam untuk mencegah perkembangan hama lalat bibit.
3. Populasi tanaman berkisar antara 66.600-70.000 tanaman/ha, jarak tanam 75 cm x 40 cm, dua tanaman/lubang atau 75 cm x 20 cm dengan satu tanaman/lubang pada musim hujan, 70 cm x 40 cm dua tanaman/lubang atau 70 cm x 20 cm satu tanaman/lubang pada musim kemarau.
4. Pemupukan N (urea) berdasarkan stadia pertumbuhan tanaman dan penggunaan teknologi BWD. Pemupukan P dan K berdasarkan status hara tanah, sesuai hasil analisis laboratorium atau anjuran setempat. Bahan organik atau pupuk kandang dengan takaran 1,5-3,0 t/ha diberikan sebagai penutup benih pada lubang tanam untuk mengatasi masalah kesuburan tanah, terutama pada lahan kering masam.
5. Pembuatan saluran drainase (untuk pertanaman pada lahan kering pada musim hujan) atau saluran distribusi air (untuk pertanaman pada lahan sawah pada musim kemarau).

Jika kelima komponen teknologi tersebut diterapkan secara bersamaan, maka sumbangannya terhadap peningkatan produksi dan efisiensi produksi jagung cukup besar.

Pengelolaan Air

Air merupakan faktor penting bagi budi daya jagung. Teknologi pengelolaan air perlu mendapat perhatian, tidak hanya dari segi efisiensi penggunaan air tetapi juga cara aplikasinya agar dapat meningkatkan efisiensi penggunaan tenaga kerja/biaya.

Irigasi tanaman jagung dengan sistem alur yang dibuat dengan alsin PAI-M2 (hasil modifikasi Balitsereal) mampu meningkatkan efisiensi irigasi dari 46,2% dengan cara petani menjadi 90%. Pembuatan alur dengan alsin PAI-M2 menghemat biaya dan efisien dalam penggunaan tenaga kerja.

Pengeringan

Di Indonesia, jagung sebagian besar ditanam pada lahan kering sehingga pada saat panen curah hujan masih cukup tinggi. Kondisi ini merupakan salah satu penyebab penurunan mutu hasil jagung karena tertundanya penanganan pascapanen akibat kadar air biji masih tinggi, berkisar antara 35-40%. Pada kondisi yang demikian, biji jagung mudah terinfeksi jamur dan diserang hama kumbang bubuk yang menurunkan kuantitas dan kualitas produk, di antaranya jamur *Aspergillus flavus* yang menghasilkan aflatoksin.

Untuk mengatasi masalah pengeringan jagung, Balitsereal telah melakukan modifikasi alat pengering dengan sumber panas matahari menjadi alat pengering berbahan bakar padat (kayu, janggol jagung) tanpa pembalikan. Alat pengering ini mempunyai kapasitas 2,0 ton biji untuk sekali pengeringan dengan laju pengeringan 0,8-1,0% per jam.

PENUTUP

Percepatan peningkatan produksi jagung perlu didukung oleh berbagai pihak. Hal ini mengingat jagung semakin diperlukan untuk memenuhi berbagai kebutuhan. Potensi sumber daya yang ada untuk peningkatan produksi jagung di Indonesia cukup memadai, baik lahan, teknologi, maupun tenaga kerja. Pengembangan jagung tidak akan terwujud tanpa dukungan dari institusi terkait, termasuk penyediaan modal bagi petani.

Penerapan inovasi teknologi baru dalam budi daya jagung sudah mendesak, namun alih teknologi ke petani masih berjalan lamban.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pertanian. 2007. Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. Jakarta.
- Kasryno, F. 2002. Perkembangan produksi dan konsumsi jagung dunia selama empat dekade yang lalu dan implikasinya bagi Indonesia. Makalah pada Diskusi Nasional Agribisnis Jagung. Bogor, 24 Juni 2002. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Mink, S, D., P.A. Dorosh, and D.H. Pery. 1987. Corn production systems. *In: Timmer (Eds.). The corn economy of Indonesia.* p. 62-87.
- Nugraha, U.S., Subandi, A. Hasanuddin, dan Subandi 2003. Perkembangan teknologi budi daya dan industri benih jagung. *Dalam: F. Kasryno et al. (Eds.). Ekonomi Jagung Indonesia.* Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta. p. 37-72.
- Subandi, S. Saenong, Bahtiar, dan Zubachtirodin. 2004. Peran inovasi dalam produksi jagung nasional. *Dalam A.K. Makarim et al. (Eds.). Inovasi Pertanian Tanaman Pangan.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. p. 67-94.

Daftar Peserta **Simposium V Penelitian Tanaman Pangan**

Bogor, 28-29 Agustus 2007

No.	Nama	Instansi
1.	A. Karim Makarim	Puslitbangtan
2.	A. M. Fagi	Puslitbangtan
3.	A. Tenrirawe	Balitsereal
4.	A.F. Fadhly	Balitsereal
5.	A.M. Satari	IPB
6.	A.Takdir Makkulawu	Institut Pertanian Bogor
7.	Achmad Suryana	Badan Litbang Pertanian
8.	Adi Widjono	Puslitbangtan
9.	Adolf Bastian	Lolit Tungro
10.	Ahmad Mulyadi	Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
11.	Andi Hasanuddin	Puslitbangtan
12.	Araz Meilin	BPTP Jambi
13.	Aris Hairmansis	Balitpa
14.	Astanto Kasno	Balitekabi
15.	Awaluddin Hipi	BPTP NTB
16.	Bahtiar	Balitsereal
17.	Bambang Kustianto	Balitpa
18.	Bambang Mulyantono	Puslitbangtan
19.	Bambang Sutaryo	Balitpa
20.	Buang Abdullah	Balitpa
21.	Budi Raharjo	BPTP Sumatera Selatan
22.	Cicuh Suwangsih	Puslitbangtan
23.	D.A. Wanayenti	Universitas Padjajaran, Bandung
24.	Dedik Sadikin	Puslitbangtan
25.	Dewi Sorta Hutabarat	Puslitbangtan
26.	Dharmawati Syarief	Puslitbangtan
27.	Diah Wurjandari	IRRI Bogor
28.	Didik Harnowo	Balitekabi
29.	Dirman A Dalimonte	PT. Pertani
30.	Djaelani Achyar	Puslitbangtan
31.	Djarkasji	Puslitbangtan
32.	Djoko Setijono	South Sumatera Forest Fire Management Project (SSFFMP)
33.	Djuber Pasaribu	Puslitbangtan
34.	Dodi Purnomo	PT. Pertani

No.	Nama	Instansi
35.	Dody Dwi Handoko	BPTP Sumatera Utara
36.	Dorlan	BPTP Riau
37.	E. Lubis	Balitpa
38.	Edi Hikmat	Puslitbangtan
39.	Elfiani	BPTP Riau
40.	Etti Swasti	Faperta UNAND – Padang
41.	Etty Masnawati	Puslitbangtan
42.	Etty Roswati	Puslitbangtan
43.	Evy Yuliantini	Balai Besar Biogen Pertanian
44.	Faesar	Balitsereal
45.	Fauziah Koes	Balitsereal
46.	Gilang Kurrata	Balitikabi
47.	Hardono	Puslitbangtan
48.	Hasil Sembiring	BB Padi
49.	Herman Supriadi	PSE-KP
50.	Hermanto	Puslitbangtan
51.	Heru Praptana	Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
52.	Husin Adam	ATP Palembang
53.	Husni Malian	PSE-KP
54.	I Nyoman Widiarta	Puslitbangtan
55.	I.K. Tastra	Balitikabi
56.	Imam UF	Balitsereal
57.	Irsal Las	BBSDLP
58.	Ishak Juarsah	Balai Penelitian Tanah
59.	Iswandi H. Basri	BPTP Bengkulu
60.	Iwan Adidharmawan	IRRI Bogor
61.	Iwan Setiawan	Puslitbangtan
62.	Jelita Wilis	Puslitbangtan
63.	Joko Pitoyo	BB Litbang Mekanisasi Pertanian
64.	Kasdi Pirngadi	Balitpa
65.	Ketut Puspadi	BPTP NTB
66.	Khairil Anwar	Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa
67.	Lukman Hakim	Puslitbangtan
68.	M. Azrai	Balitsereal
69.	M. Ihwan	PT. Petrokimia Gresik
70.	M. Yasin HG, MS	Balai Penelitian Tanaman Serealia
71.	Made Oka Adnyana	Puslitbangtan
72.	Mahyuddin Syam	IRRI Bogor
73.	Makmur	Puslitbangluh
74.	Mappaganggang	Balitsereal

No.	Nama	Instansi
75.	Marcia B. Pabendon,MS	Balai Penelitian Tanaman Serealia
76.	Margaretha	Balitsereal
77.	Marwoto	Bal itkabi
78.	Muchdar Soedarjo	Bal itkabi
79.	Mudji Rahayu	Bal itkabi
80.	Muh. Aqil	Balitsereal
81.	Muhammad Akil	Balitsereal
82.	Muhammad Noor	Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa
83.	Muhrizal Sarwani	BBP2TP
84.	Munandar	Balai Agro Teknologi Terpadu (ATP) Palembang
85.	Muslimah Hamdani	Balitsereal
86.	Muslimin	Institut Pertanian Bogor
87.	Novi Sulistiyosari	BB Litbang Mekanisasi Pertanian
88.	Nur Imdah Minsyah	BPTP Jambi
89.	Parlin Sinaga	BPTP Riau
90.	Permana Wahyu	Puslitbangtan
91.	Prihastuti	Bal itkabi
92.	Rachmawati	Balitsereal
93.	Rizal	PT. Petrokimia Gresik
94.	Roy Efendi	Balitsereal
95.	Ruhdi	Puslitbangtan
96.	S. Widowati	BB Litbang Pascapanen Pertanian
97.	Sandi Asmara	Faperta UNILA
98.	Sania Saenong	Balitsereal
99.	Satoto	Balitpa
100.	Siddik Hadi Tala'ohu	Balai Penelitian Tanah
101.	Sigit Budi Santoso	Balitsereal
102.	Siswono Yudohusodo	HKTI
103.	Soetarto Alimoeso	Dirjen Tanaman Pangan
104.	Soetrisno	BB Biogen
105.	Sri Hardaningsih	Bal itkabi
106.	Sri Kurniasih	Puslitbangtan
107.	Sri Purwaningsih	PT. Petrokimia Gresik
108.	Sri Sunarti	Balitsereal
109.	Suarni	Balitsereal
110.	Subandi	Bal itkabi
111.	Suismono,	BB. Litbang Pascapanen Pertanian
112.	Sumarno	Puslitbangtan
113.	Sumarny S	Balitsereal
114.	Sumarny Singgih	Balitsereal

No.	Nama	Instansi
115.	Sunihardi	Puslitbangtan
116.	Supartopo	Balitpa
117.	Supendi	Puslitbangtan
118.	Sutrisno	Balitpa
119.	Suwarno	Balitpa
120.	Suyamto	Puslitbangtan
121.	Syafaruddin Lubis	Balitpa
122.	Syafruddin	Balitsereal
123.	Syuryawati	Balitsereal
124.	T. Adisarwanto	Balitikabi
125.	Tahlim Sudaryanto	PSE-KP
126.	Tati Ratniati	Puslitbangtan
127.	Thamrin	Institut Pertanian Bogor
128.	Tisreni	Puslitbangtan
129.	Trip Alihamsyah	BBP Mektan
130.	Triwening Handayani	Puslitbangtan
131.	Trustinah	Balitikabi
132.	Tumarlan Thamrin	BPTP Sumatera Selatan
133.	Ujang S	Puslitbangtan
134.	Unang G. Kartasmita	Puslitbangtan
135.	Wargiono	Puslitbangtan
136.	Warsito	BPTP Sumatera Utara
137.	Wasmo Wakman	Balitsereal
138.	Watdi	Puslitbangtan
139.	Wisnu Broto	BB Pascapanen Pertanian
140.	Wratsongko Henggarswasono	Puslitbangtan
141.	Yan Rahman Hidayat	Puslitbangtan
142.	Yasin Said	Lolit Tungro
143.	Yudistira Nugraha	Balitpa
144.	Yuniati Munarso	Balitpa
145.	Yutanto	Puslitbangtan
146.	Zubachtirodin	Balitsereal