

## Teknologi Padi Mendukung Lumbung Pangan Dunia 2045

Konversi lahan produktif untuk pembangunan nonpertanian, pelandaian produksi padi pada lahan sawah, dan perubahan iklim yang telah mengacaukan keberlanjutan usaha pertanian yang berujung pada penurunan produksi sebagian komoditas pangan strategis, termasuk padi yang merupakan makanan pokok sebagian besar penduduk Indonesia, menjadi kekhawatiran berbagai pihak. Di sisi lain, jumlah penduduk yang terus bertambah dari tahun ke tahun menuntut tersedianya pangan dalam jumlah yang cukup dengan mutu yang tinggi.

Upaya rasional yang dapat mengatasi masalah dan kendala produksi padi antara lain meningkatkan produktivitas dengan merakit dan mengembangkan inovasi yang mampu memecahkan masalah teknis di lapangan. Inovasi Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) yang mulai dikembangkan pada tahun 2002 telah berkontribusi menerobos pelandaian produktivitas padi pada lahan sawah irigasi. Dalam perjalanannya, inovasi PTT padi mengalami dinamika sejalan dengan perkembangan teknologi perpadian dari waktu ke waktu.

Kinerja inovasi PTT dalam meningkatkan produktivitas padi meyakinkan pemerintah untuk mengembangkan dalam skala yang lebih luas melalui berbagai program, antara lain Peningkatan Mutu Intensifikasi, Sekolah Lapang PTT, Gerakan Percepatan PTT, dan Upaya Khusus (UPSUS). Melalui program UPSUS, produksi padi pada tahun 2016 meningkat menjadi 79,1 juta ton atau naik 4,96% dibanding tahun 2015 pada posisi 75,4 juta ton. Oleh karena itu, pemerintah pada tahun 2016 tidak lagi mengimpor beras karena produksi dalam negeri sudah mampu memenuhi kebutuhan sendiri.

Keberhasilan meningkatkan produksi padi dalam waktu yang relatif cepat menjadi referensi bagi Pemerintahan Kabinet Kerja dalam mewujudkan Indonesia sebagai lumbung pangan dunia. Dalam hal ini, inovasi PTT menjadi tumpuan karena sejalan dengan konsep green economy berbasis optimalisasi pemanfaatan sumber daya secara seimbang dan lestari dalam memacu produksi pangan, kelestarian sumber daya alam dan lingkungan.

Buku ini mengungkap kontribusi inovasi PTT dalam menerobos pelandaian produksi padi pada lahan sawah, dinamika, basis, orientasi, dan strategi pengembangan ke depan. Dikaitkan dengan keinginan pemerintah menjadikan Indonesia sebagai lumbung pangan dunia pada tahun 2045, pengembangan inovasi PTT padi diharapkan dapat berkontribusi lebih besar.



Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian  
Jl. Ragunan No. 29 Pasar Minggu, Jakarta 12540  
Telp.: 62 21 7806202, Faks.: 62 21 7800644



# Teknologi Padi Mendukung Lumbung Pangan Dunia 2045

Teknologi Padi Mendukung Lumbung Pangan Dunia 2045

Hasil Sembiring  
Erythrina



# **Teknologi Padi**

Mendukung

Lumbung Pangan Dunia 2045



# **Teknologi Padi**

Mendukung  
Lumbung Pangan Dunia 2045

**Penulis**

Hasil Sembiring  
Erythrina

**Penelaah**

Zulkifli Zaini  
Irsal Las

**Penyunting**

Hermanto



TEKNOLOGI PADI MENDUKUNG LUMBUNG PANGAN DUNIA 2045  
Cetakan 2017

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

©Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2016

---

Katalog dalam Terbitan (KDT)

---

HASIL SEMBIRING DAN ERYTHRINA

Teknologi padi mendukung lumbung pangan dunia 2045 / Penulis,  
Hasil Sembiring dan Erythrina. Jakarta: IAARD Press, 2017  
x, 82 hlm.: ill.; 25 cm

ISBN : 978-602-344-181-5

1. Padi    2. Budidaya    3. Konservasi Tanah  
I. Judul    II. IAARD Press  
III. Sembiring, Hasil

632.38

---

IAARD Press

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

Jln. Ragunan No. 29, Pasarminggu, Jakarta 12540

Telp.: + 62 21 7806202, Faks.: 62 21 7800644

Alamat Redaksi:

Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian

Jalan Ir. H. Juanda No. 20, Bogor 16122

Telp.: + 62 251 8321746, Faks.: +62 251 8326561

email: [iaardpress@litbang.pertanian.go.id](mailto:iaardpress@litbang.pertanian.go.id)

ANGGOTA IKAPI NO: 445/DKI/2012

# DAFTAR ISI

DAFTAR ISI .....	v
PRAKATA .....	vii
PENGANTAR PENERBIT .....	
I. PADI DAN ANCAMAN PRODUKSI .....	1
II. PENDEKATAN PENGELOLAAN TANAMAN TERPADU .....	7
2.1. Varietas Unggul .....	7
2.2. Bibit Muda dan Sehat .....	8
2.3. Sistem Tanam Jajar Legowo .....	15
2.4. Pemupukan Spesifik Lokasi .....	16
2.5. Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman .....	20
2.6. Penanganan Panen dan Pascapanen .....	26
III. DINAMIKA PENGEMBANGAN PTT .....	29
3.1. Awal Pengembangan .....	29
3.2. Pengembangan Melalui Program PMI .....	29
3.3. Pengembangan Melalui Sekolah Lapang PTT .....	30
3.4. Pengembangan Melalui Gerakan Percepatan PTT .....	31
3.5. Pengembangan Melalui Program UPSUS .....	31
IV. BASIS PENGEMBANGAN PTT .....	35
4.1. Konservasi Tanah .....	36
4.2. Konservasi Air .....	36
4.3. Konservasi Karbon .....	37
4.4. Pengelolaan Pupuk Anorganik .....	37
4.5. Pengelolaan Pupuk Organik .....	39
4.6. Pertanian Presisi .....	40
V. ADOPSI KOMPONEN TEKNOLOGI PTT PADI .....	41
5.1. Evaluasi Sifat Inovasi Teknologi .....	43
5.2. Pola Diseminasi Inovasi Teknologi PTT .....	47
VI. REORIENTASI PENGEMBANGAN PTT .....	51
6.1. Transformasi dan Derivasi PTT .....	51
6.2. Refokusing Komponen Teknologi PTT .....	52
6.3. Reorientasi dari Mono Cropping ke Multiple Cropping .....	52
6.4. Reinovasi Sekolah Lapang PTT .....	53
6.5. Revitalisasi Sinergisme Program Pusat dan Daerah .....	53

VII. STRATEGI PENGEMBANGAN PTT .....	55
6.1. Penyediaan Benih Unggul Spesifik Lokasi .....	55
6.2. Peningkatan Indeks Pertanaman .....	56
6.3. Pengembangan PTT Berbasis Teknologi Informasi .....	56
6.4. Kebijakan Pola Klastering .....	56
VIII. PRINSIP DAN INDIKATOR KEBERLANJUTAN USAHATANI PADI .....	59
7.1. Ruang Lingkup .....	60
7.3. Penilaian .....	60
PENUTUP .....	69
DAFTAR PUSTAKA .....	71
INDEKS .....	79
BIODATA PENULIS .....	81

## PRAKATA

Padi atau beras merupakan pangan utama sebagian besar penduduk Indonesia yang kini berjumlah 250an juta jiwa. Sebagai negara dengan jumlah penduduk terbesar keempat di dunia setelah China, India dan Amerika Serikat, Indonesia dituntut untuk mampu memenuhi kebutuhan pangan sendiri. Mengandalkan beras impor untuk memenuhi sebagian kebutuhan pangan dalam negeri berisiko tinggi ditinjau dari berbagai aspek, baik sosial, ekonomi maupun politik.

Keinginan pemerintah untuk berswasembada beras telah dimulai sejak tahun 1970an melalui program intensifikasi. Pada tahun 1984 Indonesia berhasil meraih swasembada beras untuk pertama kalinya. Sayangnya kondisi kecukupan pangan dari produksi dalam negeri tidak berlangsung lama karena semakin beragamnya masalah dan kendala yang dihadapi dalam berproduksi.

Masalah yang menonjol antara lain degradasi lahan, keterbatasan sumber daya air, ketersediaan lahan subur untuk perluasan areal, konversi lahan sawah untuk nonpertanian yang terus berlangsung, perubahan iklim global dan populasi hama penyakit tanaman yang terus berkembang. Kompleksitas masalah ini berdampak terhadap pelandaian produksi padi pada lahan sawah intensif. Selain itu, di pedesaan terjadi kekurangan tenaga kerja produktif dan tingkat kehilangan hasil gabah pada saat panen dan pascapanen masih relatif tinggi.

Untuk mengatasi masalah yang semakin kompleks dikembangkan inovasi Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT). Pengembangan inovasi ini berawal dari penelitian mega proyek *Reversing Trends of Declining Productivity*, kerja sama antara Badan Litbang Pertanian dan Lembaga Penelitian Padi Internasional (IRRI), yang menghasilkan berbagai komponen teknologi.

Setelah melalui penelitian dan pengkajian di beberapa sentra produksi padi di Indonesia, inovasi PTT dikembangkan sejak tahun 2002. Dalam perjalanannya, PTT mengalami dinamika sejalan dengan perkembangan teknologi perpadian dari waktu ke waktu. Kinerja inovasi PTT dalam meningkatkan produktivitas padi di beberapa daerah meyakinkan pemerintah untuk mengembangkan lebih lanjut dalam skala yang lebih luas melalui Program Peningkatan Mutu Intensifikasi, Sekolah Lapang PTT, Gerakan Percepatan PTT, dan Program Upaya Khusus (UPSUS). Melalui program UPSUS, produksi padi pada tahun 2016 meningkat hingga 79,1 juta ton atau naik 4,96% dibanding tahun 2015 pada posisi 75,4 juta ton. Oleh karena itu, pemerintah pada tahun 2016 tidak lagi mengimpor beras karena produksi dalam negeri sudah mampu memenuhi kebutuhan sendiri.

Buku ini mengungkap kontribusi PTT dalam menerobos pelandaian produksi padi hingga terwujudnya kembali swasembada beras untuk kedua kalinya pada

tahun 2016. Buku ini juga mengungkap dinamika pengembangan PTT, basis dan orientasi pengembangan ke depan. Dikaitkan dengan keinginan pemerintah menjadikan Indonesia sebagai lumbung pangan dunia pada tahun 2045, inovasi PTT potensial dikembangkan dengan berbagai perbaikan, mengikuti perkembangan teknologi perpadian dan masalah yang dihadapi di lapangan.

Bogor, November 2017

Penulis

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Luas lahan sawah menurut provinsi dan jenis pengairan (hektar), 2014 .....	2
Tabel 2. Varietas unggul baru padi sawah berdasarkan tingkat ketahanannya terhadap faktor biotik dan abiotik .....	9
Tabel 3. Seratus varietas padi sawah di Indonesia, total pertanaman MH dan MK 2016 .....	13
Tabel 4. Tanggap varietas padi pada sistem tanam tegel dan legowo 2:1, KP. Sukamandi, MK-1 2012 .....	17
Tabel 5. Hasil padi varietas IR 64 pada sistem tanam tegel dan jajar legowo 2:1, Garut, Jawa Barat .....	18
Tabel 6. Hasil beberapa varietas padi pada sistem tanam tegel dan jajar legowo 4:1, MH 1998/99, Simalungun, Sumatera Utara .....	18
Tabel 7. Perbandingan populasi tanaman (per hektar) antara sistem tanam tegel dan sistem tanam jajar legowo 2:1 dan legowo 4:1	20
Tabel 8. Peningkatan hasil gabah dan keuntungan petani berasal dari penerapan berbagai komponen teknologi PTT .....	21
Tabel 9. Efisiensi agronomi pada beberapa cara pemupukan N pada padi sawah varietas IR64 di Sumatera Utara .....	23
Tabel 10. Hasil gabah dan efisiensi agronomi pemupukan N berdasarkan nilai SPAD dan skala BWD .....	23
Tabel 11. Status hara P tanah sawah di Indonesia berdasarkan peta skala 1:250.000 .....	25
Tabel 12. Status hara K tanah sawah di Indonesia berdasarkan peta skala 1:250.000 .....	26
Tabel 13. Luas panen, produktivitas, dan produksi padi nasional dalam periode 2000-2016 .....	34
Tabel 14. Pembobotan adopsi inovasi PTT padi oleh petani .....	41
Tabel 15. Karakteristik petani responden dalam survei adopsi inovasi PTT padi sawah, 2012 .....	42
Tabel 16. Skor (1 – 4) sifat inovasi komponen teknologi PTT padi sawah, 2012 .....	43
Tabel 17. Nilai akhir sifat inovasi komponen teknologi PTT padi sawah, 2012 .....	44
Tabel 18. Kategori peluang adopsi komponen teknologi PTT padi sawah, 2012 .....	44
Tabel 19. Ringkasan 46 kriteria pencapaian Standard SRP padi sawah pada setiap tahap pengelolaan .....	61

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Daya hasil (t/ha) Inpari 42 Agritan GSR, Inpari 43 Agritan GSR, dan Ciherang pada taraf pemupukan 100% dan 75% anjuran Pengelolaan Hara Spesifik Lokasi, Purwakarta, MK 2011 (Sumber: BB Padi 2017) .....	11
Gambar 2. Keragaan varietas Inpari 42 Agritan GSR dan Inpari 43 Agritan GSR pada sistem tanam tegel (25 cm x 25 cm) dan jajar legowo 2:1 (25 cm x 12,5 cm x 50 cm). Sukamandi, MK 2012 (Sumber: BB Padi 2017) .....	12
Gambar 3. Diagram Legowo 2:1, Legowo 4:1 (kosong), dan Legowo 4:1 (penuh) .....	18
Gambar 4. Realisasi penyaluran pupuk bersubsidi 2010-2016.....	38
Gambar 5. Bobot relatif per tiap prinsip dasar (SRP, 2015) .....	60

## I. PADI DAN ANCAMAN PRODUKSI

Padi adalah makanan pokok yang diwariskan para pendahulu sejak berabad-abad yang lalu. Selain sebagai pangan utama di Indonesia, padi juga sebagai sumber perekonomian sebagian besar penduduk di perdesaan yang merupakan fokus pembangunan pertanian. Kenyataannya, kebutuhan beras yang merupakan produk turunan dari padi terus meningkat dari periode ke periode. Kalau pada tahun 2005 kebutuhan beras sekitar 31,1 juta ton, pada tahun 2015 sudah menyentuh angka 33,7 juta ton. Hal ini merupakan dampak pertambahan penduduk yang dewasa ini telah mencapai 250an juta jiwa.

Pada tahun 2045 mendatang, jumlah penduduk Indonesia diperkirakan sekitar 225 juta jiwa dengan kebutuhan konsumsi beras domestik 34,6 juta ton, dengan target produksi 56,4 juta ton (Kementerian Pertanian, 2017). Sementara itu, luas lahan sawah sebagai tulang punggung produksi beras nasional terus menyusut akibat terkonversi untuk keperluan pembangunan nonpertanian, terutama di Jawa dan beberapa sentra perekonomian lainnya di Indonesia.

Menurut audit Tim Teknis Kementerian Pertanian pada tahun 2011, luas lahan sawah dewasa ini sekitar 8,2 juta ha dan hanya 4,75 juta ha yang memiliki prasarana irigasi, baik teknis, semi teknis, maupun irigasi sederhana atau perdesaan (Tabel 1). Dari 4,75 juta ha lahan sawah beririgasi hanya 2,2 juta ha yang memiliki sarana irigasi teknis. Jika luas lahan sawah dibagi dengan jumlah penduduk saat ini, maka setiap orang di Indonesia hanya dihidupi oleh 319 meter per segi lahan. Angka ini tidak memadai untuk memenuhi kecukupan



pangan penduduk di masa yang akan datang. Sementara itu, pencetakan sawah baru untuk mengganti lahan sawah yang terkonversi ke penggunaan lain berjalan lambat (Sumarno dan Sembiring 2010).

Indonesia sebagai negara dengan jumlah penduduk terbesar keempat di dunia setelah China, India dan Amerika Serikat, dituntut untuk mampu memenuhi kebutuhan pangan sendiri. Mengandalkan beras impor untuk memenuhi sebagian kebutuhan pangan dalam negeri berisiko tinggi ditinjau dari berbagai perspektif, baik sosial, ekonomi maupun politik. Memenuhi kebutuhan pangan penduduk dari

Tabel 1. Luas lahan sawah menurut provinsi dan jenis pengairan (hektar), 2014.

Provinsi	Irigasi	Non irigasi	Jumlah
Aceh	191.404	102.725	294.129
Sumatera Utara	271.766	161.277	433.043
Sumatera Barat	179.702	46.188	225.890
Riau	12.832	74.762	87.594
Jambi	34.750	66.445	101.195
Sumatera Selatan	109.821	506.932	616.753
Bengkulu	64.260	24.496	88.756
Lampung	190.886	172.169	363.055
Kep. Bangka Belitung	1.844	5.646	7.490
Kep. Riau	227	178	405
DKI Jakarta	631	147	778
Jawa Barat	742.658	181.649	924.307
Jawa Tengah	685.960	280.687	966.647
DI Yogyakarta	45.247	9.170	54.417
Jawa Timur	859.999	241.766	1.101.765
Banten	107.182	93.298	200.480
Bali	75.980	675	76.665
Nusa Tenggara Barat	203.748	50.550	254.298
Nusa Tenggara Timur	102.495	70.459	172.954
Kalimantan Barat	81.041	242.918	323.959
Kalimantan Tengah	18.778	196.767	215.545
Kalimantan Selatan	38.300	393.137	431.437
Kalimantan Timur	14.322	41.163	55.485
Kalimantan Utara	6.067	17.520	23.587
Sulawesi Utara	50.955	11.767	62.722
Sulawesi Tengah	126.303	15.102	141.405
Sulawesi Selatan	372.823	251.348	624.171
Sulawesi Tenggara	79.587	17.239	96.826
Gorontalo	26.776	5.340	32.116
Sulawesi Barat	35.353	26.959	42.313
Maluku	12.314	1.205	13.519
Muluku Utara	7.952	2.564	10.518
Papua Barat	6.419	3.168	9.587
Papua	2.348	40.495	42.843
Pulau Jawa	2.441.677	807.717	3.248.394
Luar Jawa	2.319.053	2.549.194	4.868.247
Indonesia	4.760.730	3.355.911	8.116.641

Sumber: Luas Lahan Menurut Penggunaan, BPS (2014)



produksi dalam negeri sesuai dengan amanat Undang Undang No. 12 tahun 2012 tentang pangan. Oleh sebab itu, setiap era pemerintahan memberikan prioritas yang tinggi terhadap upaya peningkatan produksi pangan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Keinginan pemerintah untuk berswasembada beras telah dimulai sejak tahun 1970an. Melalui berbagai program peningkatan produksi padi, Indonesia berhasil mewujudkan swasembada beras untuk

pertama kalinya pada tahun 1984. Namun kecukupan beras dari produksi dalam negeri tidak berlangsung lama karena berbagai tantangan, antara lain degradasi lahan, keterbatasan sumber daya air, ketersediaan lahan subur untuk perluasan areal, konversi lahan sawah untuk nonpertanian, dan populasi hama penyakit tanaman yang terus berkembang (Hendarsih dan Sembiring 2007).

Di sisi lain, generasi muda di perdesaan tidak banyak yang berminat turun ke sawah karena lebih tertarik bermigrasi ke perkotaan mencari kerja di sektor industri dan jasa, sehingga terjadi kekurangan tenaga kerja pertanian. Sementara itu, kehilangan hasil padi pada saat panen dan paskapanen hingga saat ini masih cukup tinggi, sekitar 14-16%.

Dalam dekade terakhir, upaya peningkatan produksi padi dihadapkan pula kepada perubahan iklim. Menurut para pakar lingkungan dunia, penyebab perubahan iklim adalah pemanasan global. Lahan sawah dituding sebagai sumber pemanasan global karena menghasilkan gas rumah kaca (GRK) seperti CO<sub>2</sub> dan CH<sub>4</sub> yang merusak lapisan ozon (Las 2015).

Dampak buruk yang dikhawatirkan dari perubahan iklim antara lain menurunnya produksi pertanian, terutama padi sebagai makanan pokok di beberapa negara, termasuk Indonesia. Perubahan iklim berkontribusi terhadap dua hal. Pertama, tingginya curah hujan menyebabkan sebagian areal pertanian tidak jarang mengalami banjir. Kedua, rendahnya curah hujan menjadi penyebab pertanian menderita kekeringan, bahkan puso pada musim kemarau panjang. Di daerah pesisir yang umumnya merupakan sentra produksi padi, pertanian juga mengalami salinitas karena pengaruh instrusi air laut ke daratan di musim kemarau (Slavich *et al.* 2008, Sembiring dkk. 2008, Erfandi dan Rachman 2011).



Pertanaman padi di pesisir tidak jarang mengalami salinitas karena pengaruh intrusi air laut.

Lembaga Penelitian Kebijakan Pangan Internasional memperkirakan produksi padi pada ekosistem lahan sawah di negara berkembang akan turun 15% pada 2050 akibat dampak perubahan iklim. Sejalan dengan kebijakan peningkatan produksi padi untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, Badan Litbang Pertanian terus berupaya menghasilkan dan mengembangkan teknologi yang mampu mengatasi ancaman produksi padi (Sembiring 2007, Sembiring 2008, Sembiring 2009, Sembiring 2011).

Di awal pemerintahan Joko Widodo, upaya peningkatan produksi pangan digenjut sejak akhir tahun 2014. Dalam rentang waktu yang relatif pendek, produksi padi nasional berhasil ditingkatkan secara meyakinkan dan pada tahun 2016 Indonesia tidak lagi mengimpor beras. Ke depan, pemerintah memiliki obsesi yang lebih besar, yaitu mewujudkan Indonesia sebagai lumbung pangan dunia pada tahun 2045. Hal ini berpedoman kepada keberhasilan upaya peningkatan produksi padi pada tahun 2015-2016 melalui berbagai kebijakan yang mendukung, termasuk introduksi inovasi teknologi yang mampu memacu peningkatan luas tanam dan produktivitas padi (Kementerian Pertanian, 2017).

Konsep *green economy* berbasis optimalisasi pemanfaatan sumber daya secara seimbang dan lestari menjadi penting dan strategis dalam memacu produksi pangan, pertumbuhan ekonomi, dan kelestarian sumber daya alam dan lingkungan. Dalam sistem produksi padi, salah satu pendekatan *green economy* adalah Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) atau *Integrated Crop Management* (ICM). Prinsip utama pendekatan PTT adalah partisipatif, sinergisme antarkomponen teknologi, dan ramah lingkungan.

Inovasi PTT menjadikan lahan sebagai sumber daya strategis, baik secara sosial dan ekonomi maupun politik, hukum, dan lingkungan. Dari segi lingkungan, dewasa ini telah terjadi degradasi lahan, baik secara fisik dan kimia maupun biologi tanah. Oleh sebab itu, aspek konservasi lahan, air, dan pengelolaan hara menjadi basis utama pengembangan PTT.

Buku ini mengungkap upaya peningkatan produksi padi menuju swasembada beras berkelanjutan melalui pendekatan PTT yang terus



Petani didorong untuk berpartisipasi dalam pengujian dan pemilihan teknologi yang sesuai dikembangkan di daerah setempat melalui pembelajaran di laboratorium lapang, yang merupakan bagian dari pendekatan PTT

berkembang, sejalan dengan perkembangan teknologi perpadian dari waktu ke waktu. Basis utama pengembangan inovasi PTT adalah konservasi tanah, air, karbon, pengelolaan dan keseimbangan hara serta pertanian presisi. Semuanya ini mendasari upaya menuju sistem pertanian berkelanjutan yang mengintegrasikan tiga tujuan utama- kesehatan lingkungan, profitabilitas ekonomi, serta keadilan sosial dan ekonomi.



## II. PENDEKATAN PENGELOLAAN TANAMAN TERPADU

Perancangan konsep inovasi PTT berawal dari penelitian mega proyek *Reversing Trends of Declining Productivity*, kerja sama antara Badan Litbang Pertanian dan IRRI. Selain menghasilkan beberapa paket teknologi produksi padi, penelitian kerja sama ini juga menemukan gejala degradasi lahan yang tercermin dari pelandaian (*leveling off*) produktivitas padi pada lahan sawah irigasi intensif (IRRI 1993). Bertitik tolak dari temuan tersebut yang dikaitkan dengan pengalaman dan berbagai hasil penelitian *inhouse* Badan Litbang Pertanian serta pembelajaran dari penerapan *Sistem of Rice Intensification* (SRI) di Madagaskar, disusun konsep inovasi PTT untuk dikembangkan di Indonesia guna memacu peningkatan produksi padi.

Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) adalah suatu pendekatan dalam budi daya padi yang menekankan pada pengelolaan tanaman, lahan, air, dan organisme pengganggu tanaman secara terpadu. Pengelolaan yang diterapkan mempertimbangkan hubungan sinergis dan komplementer antarkomponen.

Melalui penelitian dari berbagai aspek ditetapkan komponen teknologi yang akan diimplementasikan dengan pendekatan PTT, yaitu komponen teknologi dasar dan pilihan. Komponen teknologi dasar terdiri atas (1) varietas unggul spesifik lokasi; (2) bibit muda dan sehat; (3) sistem tanam jajar legowo; (4) pemupukan spesifik lokasi berdasarkan status hara tanah untuk pupuk P dan K, serta penggunaan Bagan Warna Daun untuk pupuk N, yang diintegrasikan dengan bahan organik; (5) pengendalian organisme pengganggu tanaman secara terpadu; serta (6) penanganan panen dan pascapanen (Las dkk. 2003, Zaini *et al.* 2003).

Komponen teknologi pilihan meliputi (1) bahan amelioran atau pupuk organik; (2) pengolahan tanah sempurna; (3) pengelolaan air secara optimal dengan sistem berselang, lahan diairi dan dikeringkan hingga macak-macak dengan selang waktu seminggu setelah tanam; dan (4) penggunaan pupuk cair, pupuk mikro dan zat pengatur tumbuh (Badan Litbang Pertanian 2014). Kajian kesesuaian masing-masing komponen teknologi terus diupdate dan diuji secara *in situ* untuk diintegrasikan ke dalam PTT padi. Integrasi berbagai komponen teknologi pada hakikatnya merupakan implementasi dari konsep pertanian ramah lingkungan yang produktif. Petani didorong untuk memilih komponen teknologi yang sesuai dengan keadaan biofisik, sosial, ekonomi, dan ketersediaan sumber daya setempat dan keberkelanjutan usahatani.

### 2.1. Pemahaman Masalah dan Peluang (PMP)

PTT menekankan pada prinsip partisipatori yang menempatkan pengetahuan, pengalaman, keinginan, dan kemampuan petani pada posisi penting dalam memilih dan menerapkan suatu teknologi. PTT memperhatikan keberagaman

lingkungan pertanaman dan kondisi petani sehingga penerapan teknologi di suatu tempat mungkin sekali berbeda dengan lokasi lainnya. Berbeda dengan INSUS dan SUPRA INSUS yang merupakan rekayasa sosial dan paket teknologi yang dikemas berlaku secara umum.

Penerapan PTT padi sawah diawali dengan pemahaman terhadap masalah dan peluang (PMP) pengembangan sumber daya dan kondisi lingkungan setempat dengan tujuan: (a) mengumpulkan informasi dan menganalisis masalah, kendala, dan peluang usahatani padi, (b) mengembangkan peluang dalam upaya peningkatan produksi padi, dan (c) mengidentifikasi teknologi yang sesuai dengan kebutuhan petani di wilayah setempat. Tahapan pelaksanaan PMP mencakup dua kegiatan yaitu: (1) Penentuan prioritas masalah secara bersama oleh anggota kelompok tani. Permasalahan setiap petani dikumpulkan, dikelompokkan, dan dicarikan alternatif pemecahannya oleh semua peserta PMP; (2) Analisis kebutuhan dan peluang introduksi teknologi atas dasar permasalahan tersebut; dan (3) Petani didorong untuk berpartisipasi dalam pengujian dan pemilihan teknologi yang sesuai dikembangkan di daerah setempat melalui pembelajaran di laboratorium lapang.

## 2.2. Varietas Unggul

Varietas menentukan keberhasilan produksi dan teknologi pendukungnya untuk mencapai produktivitas yang diinginkan. Pemilihan varietas yang tepat pada musim, agroekologi dan pasar tertentu sudah menyelesaikan masalah utama dalam sistem usahatani padi. Penggunaan varietas unggul yang bersifat *broad adaptation* atau beradaptasi luas di semua agroekosistem seperti halnya varietas IR-64 dan Ciherang dewasa ini telah berubah kepada penggunaan varietas unggul spesifik lokasi. Istilah *high yielding variety* – varietas berdaya hasil tinggi – berubah menjadi varietas modern karena tidak semua varietas unggul mampu memberikan hasil yang tinggi pada kondisi lingkungan yang beragam (De Datta 1981). Ketersediaan berbagai alternatif pilihan varietas unggul pada suatu wilayah akan berdampak terhadap stabilitas ketahanan pangan terhadap cekaman biotik dan abiotik di wilayah tersebut.

Data Direktorat Perbenihan, Ditjen Tanaman Pangan menunjukkan sampai musim tanam 2014, varietas IR-64 masih ditanam petani sekitar 7,2% sedangkan Ciherang sekitar 36,3% dari total areal tanam (Dit Benih 2014). Varietas IR-64 dilepas tahun 1986 sedangkan Ciherang dilepas tahun 2000. Karena tingkat kemurnian kedua varietas tersebut telah menurun, maka untuk menggantikan varietas Ciherang, dalam satu dekade terakhir Badan Litbang Pertanian telah menghasilkan berbagai varietas unggul baru. Varietas unggul baru yang dilepas dapat dikelompokkan berdasarkan ketahanannya terhadap faktor biotik maupun toleransinya terhadap faktor abiotik (Tabel 2).

Tabel 2. Varietas unggul baru padi sawah berdasarkan tingkat ketahanannya terhadap faktor biotik dan abiotik.

Varietas	Rata-rata hasil (t/ha)	Potensi (t/ha)	Ketahanan				Toleran
			Wereng Batang coklat	Hawar Daun Bakteri	Tungro	Blas	
Inpari-1	7,3	10,0	T	T	-	-	
Inpari-2	5,8	7,3	T	AT	AT	-	
Inpari-3	6,0	7,5	AT	AT	AT	-	
Inpari-4	6,0	8,8	AR	T	AT	-	
Inpari-5 Merawu	5,7	7,2	AT	T	R	-	
Inpari-6 JETE	6,8	12,0	AT	T	-	-	
Inpari-7 Lanrang	6,2	8,7	AR	AT	AT	-	
Inpari-8	6,3	9,9	AR	AT	T	-	
Inpari-9 Elo	6,4	9,3	AR	AT	T	-	
Inpari-10 Laeya	4,8	7,0	AT	AT	R	-	
Inpari-11	6,5	8,8	AR	T	R	T	
Inpari-12	6,2	8,0	AT	AR	R	T	
Inpari-13	6,6	8,0	T	AR	R	T	
Inpari-14 Pakuan	6,6	8,2	AR	AT	R	AT	
Inpari-15 Parahyangan	6,1	7,5	AT	AT	R	T	
Inpari-16 Pasundan	6,3	7,6	AT	T	R	T	
Inpari-17	6,2	7,9	AT	T	R	T	
Inpari-18	6,7	9,5	T	T	-	-	
Inpari-19	6,7	9,5	T	T	-	-	
Inpari-20	6,4	8,8	AT	T	-	AT	
Inpari Sidenuk	6,9	9,1	AT	AT	R	R	
Inpari-21 Batipuh	6,4	8,2	AT	T	R	T	
Inpari-22	5,8	7,9	AT	T	R	T	
Inpari-23 Bantul	6,9	9,2	T	T	-	-	
Inpari-24 Gabusan	6,7	7,7	AR	T	-	-	
Inpari-25 Opak Jaya	7,0	9,4	AT	T	-	-	
Inpari-26	5,7	7,9	AR	T	R	T	
Inpari-27	5,7	7,6	AR	T	R	T	
Inpari-28	6,6	9,5	AR	T	R	AT	Suhu dingin
Inpari-29	6,5	9,5	AR	AR			Rendaman
Inpari-30 Ciharang sub1	7,2	9,6	AR	AR			Rendaman
Inpari-31	6,0	6,5	T	T	T	T	
Inpari-32 HDB	6,3	8,4	AR	T	AT	T	
Inpari-33	6,6	9,8	T	T	R	AT	
Inpari-34	5,1	8,1	AT	AT	R	T	Salinitas
Inpari-35	5,3	8,3	AT	AT	R	T	Salinitas
Inpari-36 Lanrang	6,7	10,0	AR	AT	T	T	
Inpari-37 Lanrang	6,3	9,1	AR	AT	T	T	
Inpari-38	5,7	8,2	AR	AT	R	T	Tadah hujan
Inpari-39	5,9	8,5	AR	AT	R	T	Tadah hujan
Inpari-40	5,8	9,6	AR	AT	-	T	Tadah hujan
Inpari-41	5,6	7,8	AR	AT	R	T	Tadah hujan
Inpari-42 GSR	7,1	10,6	AT	AT	R	AT	
Inpari-43 GSR	7,0	9,0	AR	AT	-	T	

Keterangan: T = tahan; AT = agak tahan; M = moderat; AR = agak rentan; R = rentan  
 Sumber: Badan Litbang Pertanian 2015.

### **Varietas Tahan Wereng Batang Cokelat (WBC) dan Tungro.**

Kecenderungan ledakan hama WBC dan perkembangan hama penyakit lainnya yang mengancam pertanaman padi di beberapa daerah akhir-akhir ini terkait dengan dampak perubahan iklim, terutama akibat meningkatnya suhu dan kelembaban. Varietas Inpari 13 yang dilepas pada tahun 2010 tahan terhadap WBC, umur genjah (103 hari), dan toleran kekeringan dengan potensi hasil 8 t/ha. Kini varietas Inpari 13 sudah berkembang di beberapa sentra produksi padi. Selain itu tersedia pula dua varietas unggul padi sawah yang tahan terhadap hama WBC, yaitu Inpari 18, 19 dan Inpari 23. Belakangan dilepas lagi varietas tahan hama WBC seperti Inpari 31 dan Inpari 33.

Tungro, penyakit utama padi sawah, pernah merusak pertanaman padi, terutama di Sulawesi, Bali, dan sebagian Jawa dengan kerugian yang cukup besar. Hasil pengujian di Lanrang, Sulawesi Selatan, menunjukkan varietas Inpari 7, Inpari 8, dan Inpari 9 lebih tahan terhadap penyakit tungro dibanding varietas tahan yang dilepas sebelumnya, seperti Tukad Unda dan Tukad Petanu. Inpari 7, Inpari 8 dan Inpari 9 berdaya hasil masing-masing 8,7 t/ha, 9,9 t/ha, dan 9,3 t/ha.

**Varietas Toleran Rendaman dan Salinitas.** Berbagai pendekatan untuk menghasilkan varietas padi yang lebih baik melalui perbaikan sumber daya genetik terbukti dapat mengurangi kerentanan tanaman terhadap cekaman yang timbul karena dampak perubahan iklim. Perbaikan hasil dan ketahanan tanaman terus dilakukan agar tetap bisa berproduksi tinggi pada lingkungan yang mengalami cekaman abiotik.

Badan Litbang Pertanian telah merakit varietas padi dengan memasukkan Gen Sub1 (*submergence 1*) ke dalam varietas padi yang sudah berkembang di Indonesia. Gen Sub1 adalah *ethylene-response-factor*, semacam gen yang memberi sifat toleran rendaman melalui pengurangan sensitivitas tanaman padi terhadap etilen, yang merupakan hormon yang mendorong proses perpanjangan tanaman, pelepasan energi yang disimpan dalam penguraian klorofil. Introduksi gen ini memungkinkan tanaman bertahan dalam keadaan

terendam selama 10-14 hari. Varietas Ciherang yang banyak ditanam petani sudah ditingkatkan toleransinya terhadap rendaman dengan memasukkan gen Sub1 dan dilepas dengan nama Inpari 30.



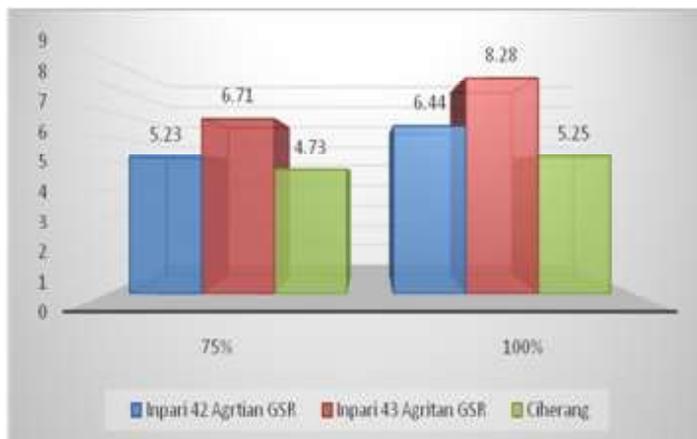
Salinitas adalah salah satu cekaman abiotik yang sangat mempengaruhi produktivitas dan kualitas tanaman. Salinitas terdapat di lahan pasang surut, di sepanjang pantai Jawa, Sumatera, Kalimantan, Irian dan pulau-pulau lainnya, terdiri atas berbagai ekosistem yang dipengaruhi oleh pergerakan air pasang pada tingkat yang bervariasi. Penyebab

tanah salin antara lain: (1) tanah tersebut memiliki bahan induk yang mengandung deposit garam, (2) intrusi air laut, akumulasi garam dari gerakan air tanah yang direklamasi dari dasar laut, dan (3) bencana alam seperti lahan pascatsunami (Erfandi dan Rachman 2011). Varietas Inpari 34 dan Inpari 35 merupakan dua varietas yang toleran salinitas sampai 14 dS/m pada fase vegetatif.

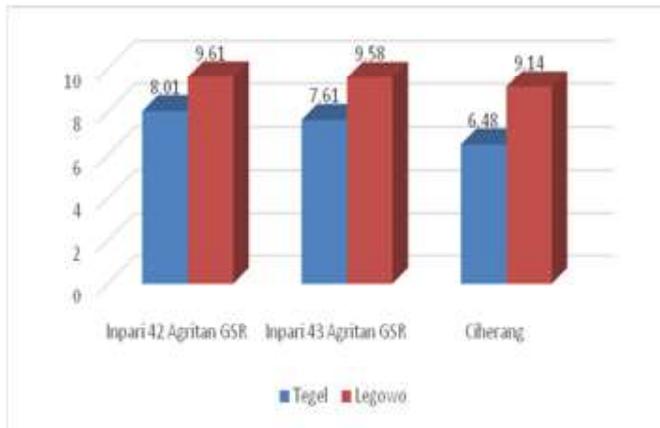
Pada tahun 2016 Badan Litbang Pertanian bekerja sama dengan IRRI telah melepas varietas unggul baru padi *Green Super Rice* (GSR), Inpari 42 Agritan GSR dan Inpari 43 Agritan GSR (BB Padi 2017). GSR adalah istilah untuk varietas padi berdaya hasil tinggi dan ramah lingkungan karena tidak memerlukan banyak pestisida, pupuk kimia, dan air. Padi GSR masih mampu memproduksi dalam kondisi kekeringan dan kebanjiran (amfibi).

Di beberapa lokasi dengan kondisi yang mendukung, varietas Inpari 42 dan Inpari 43 masing-masing mampu memproduksi 9-10 t/ha. Pemberian pupuk 75% dari dosis rekomendasi PHSL, kedua varietas unggul ini masih mampu memproduksi 5,2 t/ha dan 6,71 t/ha, sementara varietas Ciherang sebagai pembanding hanya menghasilkan 4,7 t/ha (Gambar 1). Baik Inpari 42 maupun Inpari 43 memberikan hasil yang lebih tinggi jika dibudidayakan dengan cara tanam jajar legowo (Gambar 2).

Inpari 42 dan Inpari 43 juga memiliki rendemen beras yang tinggi (>65%), penampilan beras bening dan rasa nasi pulen. Kedua varietas lebih genjah 3-5 hari dibanding Ciherang, tipe malai lebat dengan posisi di tengah daun bendera sehingga dapat terhindar dari serangan burung. Kedua varietas unggul ini juga tahan terhadap hama wereng cokelat. Hal ini terbukti dari penelitian di Karawang, Indramayu, Cilacap, Banyumas, dan Kebumen pada MT 2017 yang



Gambar 1. Daya hasil (t/ha) Inpari 42 Agritan GSR, Inpari 42 Agritan GSR, dan Ciherang pada taraf pemupukan 100% dan 75% anjuran Pengelolaan Hara Spesifik Lokasi, Purwakarta, MK 2011 (Sumber: BB Padi 2017).



Gambar 2. Keragaan varietas Inpari 42 Agritan GSR dan Inpari 43 Agritan GSR pada sistem tanam tegel (25 cm x 25 cm) dan jajar legowo 2:1 (25 cm x 12,5 cm x 50 cm). Sukamandi, MK 2012 (Sumber: BB Padi 2017).

menunjukkan kedua varietas terhindar dari serangan hama wereng cokelat, sementara varietas lain yang ditanam petani di daerah setempat tidak luput dari ancaman hama ini.

**Sebaran Varietas Padi Sawah.** Sebaran luas tanam berbagai varietas padi sawah (tidak termasuk padi hibrida) merupakan data luas tanam padi yang diperoleh dari Direktorat Perbenihan Ditjenta untuk musim hujan dan musim kemarau 2016. Berdasarkan data sebaran varietas tersebut, dari total luas tanam 9,312,231 ha tercatat sebanyak 100 varietas padi sawah irigasi dengan luas tanam di atas 700 ha per varietas yang tersebar di seluruh Indonesia (Tabel 3).

Varietas padi Ciherang yang dilepas tahun 2000 masih merupakan mega varietas di Indonesia dengan porsi luas tanam 35,67% pada tahun 2016. Pada peringkat kedua adalah varietas Mekongga yang dilepas tahun 2004 dengan luas tanam 18,47% berhasil menggeser varietas IR-64 (8,07%) yang dilepas tahun 1986 yang sebelumnya menduduki peringkat kedua setelah Ciherang. Dari golongan varietas unggul baru Inpari yang masuk 10 besar adalah varietas Inpari 30 sub1 (peringkat ke-7) telah ditanam petani di atas 250.000 ha dan Inpari Sidenuk di tanam petani di atas 125.000 ha, merupakan peringkat ke-10.

Kalau dilihat dari asal-usul materi genetik asal persilangannya, varietas yang beradaptasi luas berasal dari persilangan dengan IR64. Varietas Ciherang berasal dari persilangan IR18349-53-1-3-1-3/3\*IR19661-131-3-1-3//4\*IR64; varietas Mekongga dari A2790/2\*IR64 dan Inpari 30 dari Ciherang/IR64sub1/Ciherang.

Di lain pihak, varietas yang bersifat spesifik lokasi, baik karena ketahanannya terhadap hama/penyakit tertentu maupun preferensi rasa nasi dan pasar didominasi oleh varietas IR-42, dilepas tahun 1980, menduduki peringkat ke-11

Tabel 3. Seratus varietas padi sawah di Indonesia, total pertanaman MH dan MK 2016.

No	Varietas	Luas (ha)	No	Varietas	Luas (ha)
1.	Ciherang	3,317,631	51	Inpari 17	10,001
2.	Mekongga	1,717,852	52	Mira-1	9,133
3.	IR 64	750,806	53	Inpari 8	8,864
4.	Situ Bagendit	477,917	54	Inpari 28 Kerinci	8,856
5.	Ciliwung	382,749	55	Caredek Merah	8,137
6.	Cigeulis	358,732	56	Tukad Balian	7,567
7.	Inpari 30 Ciherang Sub 1	252,332	57	Serayu	6,113
8.	Cibogo	134,949	58	Lusi	5,685
9.	Cisantana	126,274	59	Inpari 31	5,494
10.	Inpari Sidenuk	125,120	60	Inpari 23 Bantul	5,292
11.	IR 42	113,686	61	Karya Pelalawan	5,287
12.	Siam Mutiara	109,795	62	Situ Patenggang	5,081
13.	Pepe	94,011	63	Cekau Pelalawan	4,902
14.	Memberamo	93,269	64	Conde	4,446
15.	Cilamaya Muncul	83,026	65	Angke	4,260
16.	Way Apo Buru	80,870	66	Pandan Wangi	4,223
17.	Inpari 3	62,335	67	Inpari 21 Batipuah	4,119
18.	Inpari 13	59,587	68	Pak Tiwi 2	3,954
19.	Inpari 7 Lanrang	52,710	69	Inpari 32 HDB	3,858
20.	Batang Piaman	50,138	70	Barito	3,676
21.	IR 48	46,425	71	Inpari 33	3,637
22.	Cisokan	45,837	72	Sunggal	3,503
23.	Logawa	44,932	73	Inpari 12	3,436
24.	Inpari 4	43,618	74	Bestari	3,409
25.	Inpari 10 Laeya	38,402	75	Inpari 24 Gabusan	3,336
26.	Buyung	36,605	76	IR 70	3,242
27.	Inpari 6 JETE	34,836	77	Walanae	2,758
28.	Cilosari	27,790	78	Pare Wangi	2,692
29.	Junjuang	26,572	79	Inpari HDB	2,442
30.	IR 66	24,998	80	Inpari 2	2,417
31.	Sarinah	23,033	81	Inpari 11	2,263
32.	Sintanur	22,728	82	IPB 3S	2,164
33.	Anak Daro	21,934	83	Inparti 29 Rendaman	2,085
34.	Kuriak Kusui	20,194	84	Suluttan Unsrat 21	1,930
35.	Inpari 20	19,232	85	Inpari 27	1,781
36.	Inpari 15 Parahyangan	17,466	86	IR 74	1,656
37.	Inpari 9 Elo	16,400	87	Luk Ulo	1,567
38.	Inpari 22	16,395	88	Batang Ombilin	1,224
39.	Inpari 19	16,061	89	Konawe	1,212
40.	Segreng Handayani	15,812	90	Inpari Mugibat	1,192
41.	Cisadane	14,999	91	Saganggam Panuah	1,181
42.	Inpari 16 Pasundan	14,496	92	Widas	1,120
43.	Cimelati	13,569	93	Batang Lembang	1,044
44.	Towuti	13,330	94	IPB Baltola 6R	946
45.	IR 46	12,933	95	IPB 4S	924
46.	Siam Saba	11,812	96	Tajum	813
47.	Bondoyudo	11,092	97	Inpari 18	770
48.	Inpari 1	10,626	98	Suluttan Unsrat 2	770
49.	Pak Tiwi 1	10,185	99	Inpari 5 Merawu	745
50.	Inpari 14 Pakuan	10,127	100	Yuwono	714

Sumber: Direktorat Perbenihan (2016)

serta varietas Batang Piaman, dilepas tahun 2003, menduduki peringkat ke-20, banyak ditanam di Sumatera Barat dan Kalimantan Selatan yang lebih menyukai kadar amilosa tinggi atau rasa nasi pera. Varietas unggul lama Ciliwung yang dilepas tahun 1988 dan Inpari 7 Lanrang yang tahan penyakit tungro banyak ditanam di Sulawesi Selatan dan wilayah endemik tungro lainnya seperti Bali, Nusa Tenggara Barat, dan Papua.

Dari varietas unggul baru Inpari 1 sampai 43 rakitan Badan Litbang Pertanian, sebanyak enam varietas Inpari masuk dalam 25 besar yaitu Inpari 30 (peringkat ke-7), Inpari 3 (peringkat ke-17), Inpari 13 (peringkat ke-18), Inpari 7 Lanrang (peringkat ke-19), Inpari 4 (peringkat ke-24), dan Inpari 10 Laeya (peringkat ke-25). Data tersebut menunjukkan bahwa varietas-varietas unggul baru padi yang dihasilkan oleh Badan Litbang Pertanian mulai menjadi pilihan bagi sebagian besar petani, meskipun belum termasuk lima varietas yang memiliki sebaran luas tertinggi.

**Ketersediaan Benih Varietas Unggul Baru.** Penggunaan benih bermutu bersama-sama dengan terobosan teknologi budi daya lainnya memberikan efek sinergisme kepada peningkatan hasil padi sawah. Benih varietas unggul berperan tidak hanya sebagai pengantar teknologi, juga menentukan potensi hasil yang bisa dicapai, kualitas gabah yang akan dihasilkan, dan efisiensi produksi.

Penyediaan varietas/bibit unggul merupakan salah satu teknologi penting (*core technology*) yang dihasilkan oleh Badan Litbang Pertanian dan lembaga penelitian lainnya dalam mendukung pembangunan pertanian. Varietas unggul tanaman yang dihasilkan sudah cukup banyak, namun seringkali benihnya tidak tersedia di tingkat petani. Pada sisi lain, ketersediaan benih harus memenuhi prinsip enam tepat: tepat varietas, tepat mutu, tepat jumlah, tepat waktu, tepat lokasi dan tepat harga. Untuk itu, upaya pengembangan sistem perbenihan perlu dilakukan secara berkelanjutan.

Salah satu komponen teknologi yang dibutuhkan petani dalam peningkatan produksi adalah benih bermutu. Ketersediaan benih bermutu dinilai strategis karena sangat menentukan keberhasilan budi daya tanaman. Potensi genetik tanaman juga bergantung pada penggunaan benih bermutu. Mengingat pentingnya fungsi benih dalam pengembangan agribisnis dan ketahanan pangan, maka penggunaan varietas unggul yang sesuai dengan preferensi konsumen dan sistem produksi benih secara berkelanjutan menjadi semakin penting.

Unit Pengelola Benih Sumber (UPBS) merupakan kelembagaan internal lingkup Badan Litbang Pertanian yang mempunyai tugas melakukan pengelolaan benih sumber (tanaman pangan, tanaman hortikultura, tanaman perkebunan, dan tanaman pakan ternak). Visinya yaitu menjadi UPBS yang handal dalam mendukung sistem perbenihan nasional, sedangkan misinya adalah: (1) Memproduksi dan mengelola benih sumber tanaman yang mempunyai mutu genetik, mutu fisik, dan mutu fisiologis yang tinggi; dan (2)

Memberikan kepuasan pelanggan melalui penerapan jaminan mutu dan perbaikan berkelanjutan.

Tujuan pembentukan UPBS adalah untuk memproduksi dan mengelola benih sumber tanaman dengan penerapan sistem jaminan mutu. Agar dapat menjalankan tugas dan fungsinya secara efisien, UPBS harus: (1) Mempunyai struktur organisasi dengan tugas dan fungsi yang jelas, (2) Memiliki sumber daya manusia (SDM) yang profesional dalam menjalankan kegiatan perbenihan sistem jaminan mutu, (3) Memiliki/menguasai fasilitas dan sarana berkaitan dengan penerapan sistem jaminan mutu secara berkelanjutan dan (4) Memiliki komitmen manajemen dalam pengelolaan benih sumber tanaman berbasis sistem jaminan mutu.

Berdasarkan data sebaran varietas unggul baru di provinsi yang dihimpun oleh BBP2TP mulai tahun 2011 hingga 2015 melalui peran UPBS BPTP, varietas Ciherang dan Mekongga masih mendominasi di daerah. Namun diseminasi varietas unggul baru terus dilakukan oleh BPTP/LPTP dalam beragam program seperti Sekolah Lapang PTT, demfarm dan uji adaptasi.

Kendala yang sering dihadapi di daerah adalah ketersediaan benih yang terbatas, baik dari sisi jumlah maupun kualitas benihnya. Kondisi ini membuka peluang bagi Badan Litbang Pertanian melalui BPTP/LPTP di bawah dikoordinasi BBP2TP untuk berperan dalam penyediaan benih dasar (FS) dan benih pokok (SS). Kondisi ini juga menjadi dasar pemikiran pentingnya memperkuat dan mengembangkan UPBS di tingkat BPTP, di antaranya melalui pemanfaatan kebun percobaan yang memiliki lahan sawah yang didukung sarana prasarana, sehingga diharapkan dapat berkembang dan berkontribusi dalam pembangunan pertanian di daerah.

Penyediaan benih dalam jumlah yang memadai dan sesuai kebutuhan petani juga dapat diupayakan secara mandiri oleh masyarakat setempat. Oleh karena itu, salah satu program pemerintah yang tidak kalah penting adalah pengembangan kawasan mandiri benih. Pengembangan model desa mandiri benih berbasis masyarakat: (a) perlu memanfaatkan jaringan UPBS Balit dan BPTP serta penangkar binaan, (b) mengikutsertakan dinas dalam koordinasi, regulator, pembinaan, dan manajemen mutu.

## **2.2. Bibit Muda Sehat**

Bibit yang digunakan berasal dari benih dengan tingkat kemurnian dan daya tumbuh yang tinggi. Benih bermutu tinggi dapat diketahui antara lain melalui uji teknik pengapungan untuk padi inbrida dan uji daya kecambah untuk padi hibrida. Benih bermutu akan menghasilkan bibit yang sehat dengan perakaran lebih banyak, perkecambahan dan pertumbuhan seragam. Ketika ditanam pindah, bibit dari benih bermutu dapat tumbuh lebih cepat, tegar, dan memberikan hasil lebih tinggi.

Keuntungan penggunaan bibit muda (< 21 hari) adalah lebih tahan menghadapi stres akibat pencabutan bibit di persemaian, pengangkutan, dan penanaman kembali, dibandingkan dengan bibit yang lebih tua. Perakaran bibit muda akan lebih kuat dan dalam, tanaman akan menghasilkan anakan lebih banyak, lebih tahan rebah dan lebih toleran kekeringan.

Bibit ditanam 2-3 batang per rumpun dengan cara tanam pindah (*transplanting*). Jika ditanam lebih banyak akan meningkatkan persaingan antarbibit dalam rumpun yang sama. Rumpun yang hilang disebabkan oleh tanaman mati atau rusak karena hama segera disulam paling lambat 14 hari setelah tanam.

### **2.3. Sistem Tanam Jajar Legowo**

Sistem tanam pindah adalah cara tradisional budi daya padi yaitu penanaman kembali bibit padi di persemaian pada bidang sawah dalam kondisi berlumpur. Di antara teknologi budi daya, kerapatan tanam atau populasi tanaman per satuan luas merupakan salah satu komponen penting dalam manipulasi tanaman untuk mengoptimalkan hasil. Jarak tanam tidak beraturan menurunkan hasil padi 20-30%. Penggunaan jasa tanam dengan sistem borongan seringkali tidak menjamin kerapatan tanam yang optimal.

Populasi tanaman optimal per satuan luas ditentukan oleh jarak tanam. Jarak tanam padi merupakan faktor produksi penting dalam budi daya sistem tanam pindah. Penanaman padi lebih rapat dari yang diperlukan meningkatkan biaya tanam dan besar kemungkinan tanaman rebah. Di sisi lain, jarak tanam yang lebih lebar menyebabkan hasil lebih rendah karena jumlah tanaman kurang dari jumlah optimal yang diperlukan untuk memperoleh hasil yang tinggi.

Sistem tanam padi yang dikembangkan dengan pendekatan PTT adalah jajar legowo 2:1. Sistem tanam ini merupakan cara tanam pindah dan di antara dua barisan tanaman terdapat lorong kosong memanjang sejajar dengan barisan tanaman dan dalam barisan menjadi setengah jarak tanam antarbaris. Sistem tanam jajar legowo bertujuan untuk meningkatkan populasi tanaman per satuan luas, memperluas pengaruh tanaman pinggir terhadap peningkatan produktivitas, dan mempermudah pemeliharaan tanaman.

**Cara Tanam Padi Model Jajar Legowo.** Secara umum, tanaman padi mempunyai adaptabilitas yang cukup besar terhadap kerapatan tanaman melalui mekanisme pengaturan terhadap komponen hasil seperti jumlah malai per rumpun, jumlah gabah per malai, persentase gabah isi, dan bobot 100 biji. Dibanding jarak tanam dengan sistem tegel (bujur sangkar/empat per segi panjang), peningkatan populasi tanaman dapat dilakukan dengan sistem tanam jajar Legowo 2:1 atau 4:1.

Tabel 4. Tanggap varietas padi pada sistem tanam tegel dan Legowo 2:1, KP. Sukamandi, MK-I 2012.

Varietas	Hasil gabah (t GKG/ha) <sup>1)</sup>		Bentuk Tanaman <sup>2)</sup>	Kerebahan <sup>2)</sup>
	Tegel 25 cm x 25 cm	Legowo 2:1 (25 cm x 12,5 cm) x 50 cm		
Inpari 4	6,5	6,0	Sedang	Sedang
Inpari 8	7,4	6,7	Tegak	-
Inpari 10 Laeya	7,7	7,4	Tegak	-
Inpari 13	6,7	6,4	Tegak	Sedang
Inpari 14	5,9	6,7	Tegak	Tahan
Inpari 15	4,6	5,1	Tegak	Tahan
Inpari 18	4,7	5,4	Tegak	Tahan
Inpari 19	5,9	6,2	Tegak	Tahan

Sumber: <sup>1)</sup> Ikhwani *et al.* (2013); <sup>2)</sup> Badan Litbang Pertanian (2015)

Pengaruh varietas pada jarak tanam dengan sistem tegel dan jajar Legowo terhadap produktivitas dan kerebahan tanaman disajikan pada Tabel 4. Sifat varietas seperti tingkat kerebahan tanaman mempengaruhi kesesuaiannya dalam sistem tanam jajar Legowo. Varietas yang tahan rebah cenderung memberikan hasil gabah lebih tinggi pada jarak tanam yang lebih rapat seperti sistem tanam jajar legowo dibanding jarak tanam sistem tegel.

Cara tanam jajar legowo merupakan perubahan teknologi jarak tanam padi yang dikembangkan dari sistem tanam tegel yang telah berkembang di masyarakat. Legowo berasal dari bahasa Jawa/Banyumas yang artinya *lego* = lega/luas; *dowo* = memanjang. Sistem tanam legowo merupakan sistem tanam pindah (*transplanting*) di mana diantara barisan tanaman padi terdapat lorong kosong memanjang sejajar dengan barisan tanaman padi sedangkan dalam barisan menjadi setengah jarak tanam antarbaris (Erythrina dan Zaini 2014). Data pada Tabel 5 dan 6 menunjukkan penggunaan sistem tanam pindah jajar Legowo 2:1 dan 4:1 terbukti dapat meningkatkan hasil gabah secara nyata dibandingkan sistem tegel (Tabel 5 dan 6). Walaupun komponen teknologi sistem tanam jajar legowo termasuk sulit diadopsi petani (Erythrina *et al.* 2013) tetapi hasil penelitian FAO di Provinsi Lampung, Banten, Sumatera Barat, dan NTB menunjukkan sistem tanam legowo memberikan porsi (*share*) kedua terbesar setelah pemupukan spesifik lokasi terhadap peningkatan hasil gabah dan pendapatan petani padi (Erythrina dan Zaini 2013).

**Beberapa Tipe Sistem Tanam Jajar Legowo.** Jarak tanam dan orientasi tanaman di lapang mempengaruhi enam proses penting yaitu: (1) penangkapan radiasi surya oleh individu tanaman, terutama daun untuk fotosintesis, (2) efektivitas penyerapan hara oleh akar tanaman, (3) kebutuhan air tanaman, (4) sirkulasi udara terutama CO<sub>2</sub> untuk fotosintesis dan O<sub>2</sub> untuk hasil fotosintesis,

(5) ketersediaan ruang yang menentukan populasi gulma dan (6) iklim mikro (kelembaban dan suhu udara) di bawah kanopi, yang berpengaruh terhadap perkembangan organisme pengganggu tanaman (OPT) (Makarim dan Ikhwan 2012). Hal ini berpengaruh terhadap kualitas pertumbuhan individu rumpun tanaman padi.

Badan Litbang Pertanian (2014b) telah memperkenalkan beberapa tipe sistem tanam jajar legowo seperti legowo 2:1, legowo 4:1 kosong, dan legowo 4:1 penuh (Gambar 3).

Tabel 5. Hasil padi varietas IR 64 pada sistem tanam tegel dan jajar legowo 2:1, Garut, Jawa Barat.

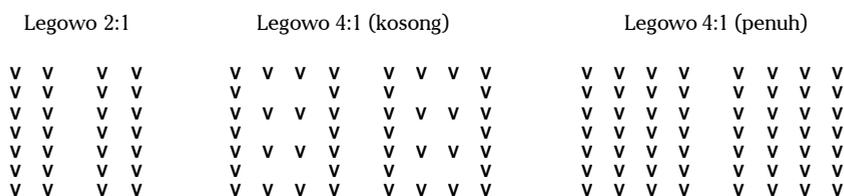
Sistem tanam	Hasil (t GKP/ha)			
	MK 2000	MH 2000/01	MK 2001	Rerata
Tegel 25 cm x 25 cm	5,2 b	5,0 b	5,3 b	5,2 b
Legowo 2:1 (25 cm x 12,5 cm) x 50 cm	6,7 a	6,4 a	6,8 a	6,6 a

Sumber: Bachrein (2005)

Tabel 6. Hasil beberapa varietas padi pada sistem tanam tegel dan jajar legowo 4:1. Simalungun, Sumatera Utara, MH 1998/99.

Varietas	Hasil (t GKG/ha)	
	Tegel 25 cm x 25 cm	Legowo 4:1 (25 cm x 12,5 cm) x 50 cm
Digul	4,90 b	5,67 a
Batang Anai	5,44 b	5,99 a
IR-64	5,28 b	5,84 a
IR-66	5,02 b	5,38 a
IR-74	5,08 b	5,66 a

Sumber: Erythrina (2001)



Gambar 3. Diagram Legowo 2:1, Legowo 4:1 (kosong), dan Legowo 4:1 (penuh).



Teknologi tanam jajar legowo 2:1 yang dikembangkan pada lahan sawah irigasi di Kabupaten Indramayu, Jawa Barat, seluas 50 ha menghasilkan gabah 2-3 t/ha lebih tinggi dibanding teknologi budi daya petani yang hanya mampu memproduksi 6-7 t/ha.

**Kenapa Sistem Tanam Jajar Legowo?** Sistem tanam jajar legowo bertujuan memperbanyak pengaruh tanaman pinggir (*border effect*). Sistem tanam jajar legowo 2:1 diperkirakan akan memperoleh 100% pengaruh tanaman pinggir sedangkan legowo 4:1 hanya baris pertama dan keempat yang menjadi tanaman pinggir.

Ping *et al.* (2009) meneliti pengaruh tanaman pinggir pada tiga varietas padi hibrida Xieyou 9308, Liangyoupeijiu, dan II You 7954. Mereka menemukan bobot kering, bobot malai, jumlah gabah per malai dan indeks panen lebih tinggi pada barisan pinggir dibanding barisan tengah, masing-masing 20,9; 31,5; 17,8; dan 8,8%. Hal yang sama juga ditemukan oleh Wang *et al.* (2013) yang mempelajari pengaruh tanaman pinggir menggunakan dua varietas padi hibrida Zheyou 3 dan II-you 838. Hasil gabah dan komponen hasil diamati pada baris pertama, kedua, dan ketiga terluar dibandingkan dengan barisan tengah. Hasil penelitiannya menunjukkan pada kedua varietas yang diamati, hasil gabah di baris pertama terluar nyata lebih tinggi dibandingkan dengan baris di tengah, tetapi tidak berbeda nyata dengan baris kedua dan ketiga. Pengaruh tanaman pinggir ditunjukkan oleh lebih tingginya produksi biomasa, lebih banyak malai per satuan luas, dan lebih tingginya persentase gabah isi. Mohaddesi *et al.* (2011) menjelaskan tanaman yang berada pada barisan pinggir memperoleh sinar matahari lebih maksimal sehingga proses fotosintesis oleh daun tanaman semakin tinggi dan lebih sedikit persaingan pemanfaatan hara dan air oleh perakaran tanaman.

Sistem tanam jajar legowo juga bertujuan meningkatkan populasi tanaman per satuan luas dengan mengatur jarak tanam lebih rapat di dalam barisan. Jumlah rumpun tanaman yang lebih banyak akan menghasilkan lebih banyak malai per satuan luas dan berpeluang mencapai hasil lebih tinggi.

Dibandingkan dengan jarak tanam sistem tegel 25 cm x 25 cm, sistem tanam jajar legowo 2:1 meningkatkan populasi tanaman menjadi 213.333 rumpun/ha atau meningkat 33,3%. Bila menggunakan sistem tanam jajar legowo 4:1, jumlah populasi tanaman menjadi 256.000 rumpun/ha atau meningkat 60% (Tabel 7).

Tabel 7. Perbandingan populasi tanaman (per hektar) antara sistem tanam tegel dan sistem tanam jajar legowo 2:1 dan legowo 4:1.

Jarak tanam tegel	Jumlah rumpun/ha	Jarak tanam legowo 2:1	Jumlah rumpun/ha	Jarak tanam legowo 4:1	Jumlah rumpun/ha
25 cm x 25 cm	160.000	(25 cm x 12,5 cm) x 50 cm	213.333	(25 cm x 12,5 cm) x 50 cm	256.000
20 cm x 20 cm	250.000	(20 cm x 10 cm) x 40 cm	333.333	(20 cm x 10 cm) x 40 cm	400.000

Kröck *et al.* (1988) membandingkan sistem tanam *double-narrow-rows*, populasi 388.222 rumpun/ha, dengan sistem tanam tegel 20 cm x 20 cm, populasi 250.000 rumpun/ha. Hasil penelitian menunjukkan *double-narrow-rows* meningkatkan laju pertumbuhan azolla tetapi hasil gabah lebih rendah dibandingkan dengan sistem tanam tegel 20 cm x 20 cm, karena berkurangnya jumlah malai akibat jarak tanam yang terlalu rapat. Oleh karena itu disarankan untuk tidak menggunakan sistem tanam legowo 4:1 (20 cm x 10 cm) x 40 cm karena jarak tanam dalam barisan menjadi lebih sempit (Badan Litbang Pertanian 2014)

Adanya lorong kosong dan memanjang sejajar barisan tanaman padi pada sistem tanam jajar legowo memudahkan pemeliharaan tanaman seperti aplikasi pupuk, pengendalian hama penyakit dan gulma. Sistem tanam jajar legowo juga memudahkan petani penangkar benih karena *logging* lebih mudah dilakukan.

## 2.4. Pemupukan Spesifik Lokasi

Manajemen pemupukan telah mengalami perubahan sejalan dengan kemajuan teknologi yang dihasilkan melalui penelitian. Perubahan ini mengharuskan penggunaan takaran pupuk berbeda antarlokasi, antarmusim tanam, antarvarietas, dan antartarget hasil yang ingin dicapai. Pemupukan spesifik lokasi memberi peluang dalam peningkatan hasil gabah per unit pemberian pupuk, mengurangi kehilangan pupuk, dan meningkatkan efisiensi agronomi pupuk. Oleh sebab itu, rekomendasi pemupukan harus bersifat spesifik lokasi.

Mengapa pemupukan spesifik lokasi diperlukan? Rekomendasi pemupukan padi sawah yang berlaku saat itu masih bersifat umum untuk semua wilayah di Indonesia tanpa mempertimbangkan status hara tanah dan kemampuan tanaman menyerap hara (Sofyan *et al.* 2004). Sementara status hara P dan K lahan sawah bervariasi dari rendah sampai tinggi (Adiningsih *et al.* 1989). Pemupukan P dan K secara terus menerus dalam program Insus dan Supra Insus dengan 10 jurus paket menyebabkan sebagian besar lahan sawah di Jawa, Sumatera, Sulawesi, NTB, dan Bali berstatus hara P dan K tinggi. Selain

itu, penggunaan pupuk P dan K secara terus menerus juga menyebabkan ketidakseimbangan hara di tanah. Ketidakseimbangan hara dapat mengakibatkan terjadinya pelandaian produktivitas (*leveling off*) padi sawah. Kadar hara P dan K yang tinggi menyebabkan ketersediaan hara mikro seperti Zn dan Cu tertekan (Dobermann dan Fairhurst 2000)

Usahatani lahan sawah di Indonesia dicirikan oleh kondisi kepemilikan lahan sawah yang kecil, menyebabkan manajemen pengelolaan lahan beragam antarpetani maupun antarhamparan. Hasil penelitian FAO di Lampung, Banten, Sumatera Barat, dan NTB menunjukkan dari sembilan komponen teknologi PTT padi sawah yang dievaluasi, komponen teknologi pemupukan spesifik lokasi memberikan porsi terbesar terhadap peningkatan hasil gabah dan pendapatan petani (Tabel 8). Pengaruh spesifik lokasi pemupukan memberi peluang untuk meningkatkan hasil per unit pemberian pupuk, mengurangi kehilangan pupuk, dan meningkatkan efisiensi agronomi pupuk.

Acuan rekomendasi pemupukan N, P, dan K pada tanaman padi yang dibudidayakan dengan pendekatan PTT didasarkan pada salah satu teknik berikut:

- a) Penggunaan bagan warna daun (BWD) untuk penentuan dosis pupuk N dan perangkat uji tanah sawah (PUTS) untuk penentuan dosis pupuk P dan K.
- b) Uji petak omisi (minus 1 unsur) untuk penentuan ndosis pupuk N, P, dan K.

Tabel 8. Peningkatan hasil gabah dan keuntungan petani dari penerapan berbagai komponen teknologi PTT.

Kode check	Komponen teknologi PTT	Porsi peningkatan hasil		Porsi peningkatan keuntungan	
		(kg/ha)	(%)	(000 Rp/ha)	(%)
1	Varietas unggul baru spesifik lokasi	275±20	8,9	228±18	5,2
2	Benih bersertifikat dengan daya tumbuh tinggi	192±10	6,2	324±26	7,4
3	Peningkatan tinggi pematang	96±10	3,1	70±5	1,6
4	Pesemaian bersama	232±20	7,5	337±27	7,7
5	Populasi tanaman optimal/ Legowo	578±40	18,7	337±27	19,6
6	Pemupukan spesifik lokasi	765±60	24,7	1.117±88	25,5
7	Hindari kelebihan dan kekurangan air	451±30	14,6	668±54	15,7
8	Pengelolaan hama terpadu	346±30	11,2	587±46	13,4
9	Perontokan gabah sesegera mungkin	158±240	5,1	171±13	3,9
Total		3.093±240	100	4.383±346	100

Sumber: Erythrina dan Zaini (2013)

- c) Peta status hara P dan K skala 1:50.000 untuk rekomendasi pupuk P dan K.
- d) Pemupukan hara spesifik lokasi (PHSL) berbasis web
- e) Permentan Nomor 40/2007 tentang pemupukan spesifik lokasi.

**Bagan Warna Daun.** Spektrum pemantulan daun tanaman atau kanopi berkorelasi dengan status N. Pola spektrum pantulan menggambarkan komposisi cahaya yang dipantulkan dari daun padi pada seluruh spektrum panjang gelombang dari biru (400 nm), lebih hijau (550 nm) ke inframerah (700 nm). Berdasarkan spektrum pantulan dikembangkan prototype bagan warna daun (BWD) berbentuk empat persegi panjang dengan enam skala warna, mulai dari hijau kekuningan sampai hijau tua.

Ada dua jenis BWD yang beredar di kalangan petani dan penyuluh, yaitu BWD dengan enam panel yang menggambarkan enam pita warna dari hijau kekuningan (skala 1) sampai hijau tua (skala 6) dan BWD dengan empat panel (skala 2-5) mulai diperkenalkan tahun 2001 dengan menghilangkan dua panel di dua sisi ekstrim, yaitu skala 1 dan skala 6.

Bagan warna daun dapat membantu petani untuk mengetahui waktu, frekuensi, dan dosis pupuk (Erythrina 2016). Pemberian pupuk N berdasarkan pengukuran warna daun dengan BWD skala 4 dapat menghemat pemakaian pupuk 15-20% dari takaran yang umum digunakan petani tanpa menurunkan hasil (Tabel 9).

Singh *et al.* (2002) membandingkan penggunaan klorofil meter (SPAD) pada batas kritis 35 dengan BWD skala 4 dan 5 terhadap hasil padi di India (Tabel 10). Hasil gabah tidak menunjukkan perbedaan nyata antara pembacaan klorofil meter dengan BWD skala 4 maupun skala 5. BWD skala 4 cenderung memberikan nilai efisiensi agronomi lebih tinggi.

Setelah melalui penelitian yang cukup panjang oleh berbagai lembaga penelitian dan uji verifikasi lapangan, BWD mulai dipromosikan di beberapa



Bagan warna daun dengan 4 skala warna.

negara di Asia. Pada Juni 2004, lebih dari setengah juta keping BWD telah didistribusikan kepada para petani di negara penghasil padi di Asia Tenggara, dengan jumlah yang lebih kecil tersebar di 21 negara lain di Asia, Afrika, dan Amerika Latin (Witt *et al.* 2005). Di Indonesia, pada kurun waktu 1998-2014 telah didistribusikan sekitar 164.000 keping BWD, yang menjadi salah satu

Tabel 9. Efisiensi agronomi beberapa cara pemupukan N pada padi sawah varietas IR64 di Sumatera Utara.

Pengelolaan pupuk N	Total pupuk nitrogen (kg/ha)	Hasil gabah k.a. 14% (t/ha)	Peningkatan hasil gabah (t/ha)	Efisiensi Agronomi (kg gabah/ kg N)
<b>Kabupaten Simalungun</b>				
Tanpa pupuk N <sup>1)</sup>	0	2.119 d	0	0
BWD dengan skala 3	45	3.316 c	1.197	26,6
BWD dengan skala 4	90	5.028 ab	2.909	32,3
BWD dengan skala 5	112,5	5.292 a	3.173	28,2
N di split 2 x <sup>2)</sup>	135	5.237 a	3.118	23,1
<b>Kabupaten Deli Serdang</b>				
Tanpa pupuk N	0	2.341 d	0	0
BWD dengan skala 3	45	3.522 c	1.181	26,2
BWD dengan skala 4	90	5.174 b	2.833	31,5
BWD dengan skala 5	112,5	5.490 ab	3.149	28,0
N di split 2 x	135	5.576 a	3.235	24,0
<b>Kabupaten Langkat</b>				
Tanpa pupuk N	0	2.045 c	0	0
BWD dengan skala 3	45	3.133 b	1.088	24,2
BWD dengan skala 4	90	4.620 ab	2.475	28,6
BWD dengan skala 5	112,5	4.962 a	2.917	25,9
N di split 2 x	135	5.014 a	2.969	22,0

<sup>1)</sup> Pupuk P dan K masing-masing diberikan 54 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dan 60 kg K<sub>2</sub>O/ha

<sup>2)</sup> Pupuk N cara petani sebagai pembandingan diberikan masing-masing 1/2 takaran pada umur 7 dan 21 HST

Sumber: Erythrina (2001)

Tabel 10. Hasil gabah dan efisiensi agronomi pemupukan N berdasarkan nilai SPAD dan BWD.

Perlakuan N	Total pupuk N (kg/ha)	Hasil gabah, k.a. 14% (t/ha)	Efisiensi agronomi (kg gabah/kg N diberikan)
0 N	0	3,4 a	-
Rekomendasi umum	120	5,8 b	20,0 a
SPAD 35	125	5,8 b	19,3 a
SPAD 35, tanpa pupuk N dasar	105	5,9 b	23,7 b
BWD skala 4	110	6,3 b	26,3 b
BWD skala 5	120	6,1 b	24,4 b

EA = (hasil gabah perlakuan N – hasil gabah tanpa pupuk N) dibagi jumlah pupuk N diberikan.

Sumber: Singh *et al.* (2002)

komponen teknologi pengelolaan hara spesifik lokasi (PHSL) yang bersifat *compulsary* dalam pendekatan Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) padi sawah.

**Teknologi Petak Omisi.** Pasokan hara asli tanah adalah jumlah hara tertentu yang tersedia dalam tanah yang berasal dari berbagai sumber (misalnya tanah, sisa tanaman, air irigasi), kecuali pupuk anorganik yang diberikan ke tanah dan tersedia bagi tanaman. Indikator pasokan hara dalam tanah yang praktis dan terandal adalah hasil tanaman pada kondisi hara terbatas, yang dapat diukur dari hasil gabah di petak omisi, misalnya hasil padi dengan keterbatasan N di petak omisi yang dipupuk P dan K, tetapi tidak dipupuk N.

Pemupukan berimbang adalah pemberian pupuk ke dalam tanah untuk mencapai status semua hara esensial seimbang sesuai kebutuhan tanaman dan optimum untuk meningkatkan produksi dan mutu hasil, meningkatkan efisiensi pemupukan, kesuburan tanah, dan menghindari pencemaran lingkungan (Setyorini *et al.* 2004). Pemupukan berimbang berarti memberi tanaman dengan semua hara yang tidak cukup tersedia dalam tanah dalam jumlah yang tepat. Pada awal revolusi hijau, peningkatan hasil padi terjadi terutama melalui pemanfaatan pupuk N, kerap disubsidi oleh pemerintah. Melihat hasilnya, petani terdorong meningkatkan takaran pupuk N hingga berlebihan, tetapi tidak memberikan cukup pupuk P dan K.

**Teknologi Pemetaan Status Hara P dan K Tanah.** Hasil penelitian pada lahan sawah intensifikasi di Jawa maupun di luar Jawa menunjukkan sebagian besar tanaman padi pada lahan sawah intensifikasi sudah tidak tanggap terhadap pemupukan P dan K. Untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk dan menjaga hasil padi tetap tinggi maka rekomendasi pemupukan pada lahan sawah intensifikasi disusun berdasarkan status hara tanah. Hal ini dapat dilakukan apabila tersedia peta status hara tanah skala operasional (1:50.000).



Petak Omisi atau minus 1 unsur hara terdiri dari empat petak yaitu: (1) petakan 0 N, yang diberi pupuk P dan K tetapi tidak pupuk N, (2) petak 0 P, petak ini menerima pupuk N dan K tetapi tidak P, (3) petak 0 K, petak yang menerima pupuk N dan P tetapi tidak K, dan (4) petakan NPK yaitu petakan yang menerima pupuk NPK.

Hasil uji tanah di Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat (sekarang Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian) menunjukkan penggunaan ekstrak HCl 25% untuk penetapan dosis P dan K potensial berkorelasi dengan hasil padi sawah (Moersidi 1991). Berdasarkan penelitian-penelitian kalibrasi di berbagai tempat diperoleh bahwa klasifikasi P pada lahan sawah dengan pengekstrak HCl 25% adalah sebagai berikut: rendah < 20 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g; sedang 20-40 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g; dan tinggi > 40 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g tanah (Moersidi *et al.* 1990). Klasifikasi hara K dengan pengekstrak yang sama untuk padi sawah yaitu: rendah < 10 mg K<sub>2</sub>O/100 g; sedang 10-20 mg K<sub>2</sub>O/100 g; dan tinggi > 20 mg K<sub>2</sub>O/100 g tanah (Adiningsih *et al.* 1989).

Peta status hara memberikan informasi tentang sebaran dan luasan status hara dalam suatu wilayah. Dari peta tersebut dapat diketahui berapa luas tanah yang mempunyai status hara rendah, sedang, tinggi dan lokasinya. Peta status hara tanah skala 1:250.000 dapat digunakan sebagai dasar dalam alokasi pupuk tingkat provinsi, sedangkan peta status hara tanah skala 1:50.000 dapat digunakan sebagai dasar penyusunan rekomendasi pemupukan di tingkat kecamatan (Sofyan *et al.* 2004). Sebagian besar lahan sawah di Indonesia berstatus P sedang dan tinggi, sedangkan yang berstatus P rendah hanya 17% (Tabel 11).

Kalium merupakan hara mikro ketiga yang dapat menjadi kendala bila hasil panen diangkut terus menerus dan jerami tidak dikembalikan ke tanah. Pada lahan sawah yang digenangi selama pertumbuhan, ketersediaan K relative tinggi karena dinamika perubahan dan pergerakan K terjadi secara cepat. Air irigasi yang mengandung K dan pengembalian jerami yang mengandung K cukup tinggi dapat memperkecil kemungkinan lahan sawah kahat K. Sebaran lahan sawah di Indonesia berstatus K sedang dan tinggi, sedangkan yang berstatus K rendah hanya 12% (Tabel 12).

Tabel 11. Status hara P tanah sawah di Indonesia berdasarkan peta skala 1:250.000.

Pulau	Status hara P ('000 ha)			Total
	Rendah	Sedang	Tinggi	
Jawa	543	1.658	1.452	3.653
Sumatera	428	1.081	771	2.280
Kalimantan Selatan	146	164	155	465
Bali	2	16	74	92
Lombok	0	12	111	123
Sulawesi	152	312	433	897
<b>Total</b>	<b>1.271</b>	<b>3.243</b>	<b>3.996</b>	<b>7.510</b>
<b>Persentase</b>	<b>17</b>	<b>43</b>	<b>40</b>	<b>100</b>

Sumber: Sofyan *et al.* (2004)

Tabel 12. Status hara K tanah sawah di Indonesia berdasarkan peta skala 1:250.000.

Pulau	Status hara K ('000 ha)			Total
	Rendah	Sedang	Tinggi	
Jawa	473	1.172	2.008	3.653
Sumatera	246	1.181	858	2.280
Kalimantan Selatan	66	261	138	465
Bali	-	-	92	92
Lombok	-	-	123	123
Sulawesi	90	197	609	897
<b>Total</b>	<b>875</b>	<b>2.806</b>	<b>3.829</b>	<b>7.510</b>
<b>Persentase</b>	<b>12</b>	<b>37</b>	<b>51</b>	<b>100</b>

Sumber: Sofyan *et al.* (2005)

## 2.5. Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman

Hama utama tanaman padi sawah adalah tikus, wereng coklat, penggerek batang padi, dan keong mas. Penyakit utama tanaman padi adalah tungro dan hawar daun bakteri. Tahapan pelaksanaan pengendalian OPT berdasar pendekatan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) adalah sebagai berikut:

- Identifikasi jenis dan penghitungan populasi hama oleh petani dan atau pengamat OPT melalui survei dan monitoring hama penyakit tanaman.
- Menentukan tingkat kerusakan tanaman oleh hama dan penyakit. Tingkat kerusakan tanaman dihitung secara ekonomi, yaitu berdasarkan ambang tindakan. Ambang tindakan identik dengan ambang ekonomi, lebih sering digunakan sebagai dasar penentuan teknik pengendalian hama dan penyakit.
- Taktik dan teknik pengendalian. Aspek penting yang diperlukan dalam pengendalian hama dan penyakit tanaman padi adalah penggunaan varietas tahan, mengusahakan tanaman tetap sehat sejak dari pembibitan, pengendalian secara hayati, fisik dan mekanis, penggunaan senyawa semi-kimia seperti feromon, dan pestisida kimia sebagai alternatif terakhir bila komponen pengendalian lainnya tidak efektif.

## 2.6. Penanganan Panen dan Pascapanen

Panen dilakukan tepat waktu dan gabah segera dirontok. Acuan utama bagi pertanaman yang akan dipanen adalah jika sebagian besar (90-95%) gabah telah bernas dan berwarna kuning. Panen terlalu awal menyebabkan banyak gabah hampa, gabah hijau, dan butir kapur. Terlambat panen menimbulkan kehilangan hasil karena banyak gabah yang rontok di lapangan. Selain itu, dalam proses penggilingan banyak gabah patah sehingga menurunkan kualitas beras.

Penggunaan alat-mesin pemanen berperan penting dalam mempercepat proses panen dan menekan tingkat kehilangan hasil. Gabah segera dirontok, paling lama 1-2 hari setelah panen, menggunakan alat perontok. Untuk mendapatkan mutu yang lebih baik dan harga yang lebih tinggi, gabah segera dikeringkan, dapat menggunakan alat-mesin pengering atau dijemur di bawah sinar matahari.

Dalam dekade terakhir telah terjadi perubahan perilaku konsumen beras. Hal ini antara lain tercermin dari jenis beras yang dikonsumsi, sejalan dengan meningkatnya pendapatan masyarakat, terutama di perkotaan. Hasil penelitian menunjukkan konsumen masih menganggap penting makan nasi (setiap hari). Makanan nonberas (terigu atau komoditas lain) tampaknya belum dapat menggantikan peran nasi sebagai makanan pokok, termasuk bagi masyarakat berpendapatan tinggi. Tingkat konsumsi beras di perkotaan rata-rata 70,4 kg/kapita/tahun. Sebanyak 73% rumah tangga berpendapatan rendah dan 86% berpendapatan tinggi mengutamakan beras dari jenis atau varietas tertentu (PERHEPI 2017).

Di beberapa perkotaan di Indonesia, sebagian konsumen menyukai beras bermerek, dan sebagian lagi varietas lokal seperti beras Solok, beras Cianjur, beras Siam dan beras Pandawangi, bergantung di kota mana mereka berada. Konsumen di kota Padang, misalnya, lebih menyukai beras varietas Cisokan, Anak Daro, beras Solok. Konsumen di Jambi umumnya mengonsumsi beras IR64, Ciherang, C4, Pandanwangi, Menthik. Di Surakarta, konsumen lebih menggandrungi beras IR64, Ciherang, Cibogo, Mekonga. Konsumen di Malang menyenangi beras Mentari, Pandanwangi, Bintang Timur, Cempaka. Konsumen di Kalimantan menyukai beras Siam. Sementara di empat kota di Sulawesi Selatan (Makasar, Jeneponto, Bone, dan Sidrap) konsumen lebih menyukai beras Bromo, Ciliwung, beras kepala, dan beras lokal.



Padi dipanen setelah 90-95% gabah sudah bernas dan berwarna kuning.



### **III. DINAMIKA PENGEMBANGAN PTT**

Pengembangan PTT didasarkan pada berbagai hasil penelitian unggulan, terutama yang berkaitan dengan pengelolaan tanah, hara, dan tanaman. Kinerja inovasi PTT dalam peningkatan produktivitas padi di beberapa sentra produksi mendapat repons positif dari Kementerian Pertanian untuk dikembangkan lebih lanjut dalam skala nasional.

#### **3.1. Awal Pengembangan**

Setelah melalui program penelitian dan pengkajian (litkaji), Badan Litbang Pertanian pada tahun 2002-2003 mengujicoba penerapan inovasi PTT di berbagai sentra produksi padi di Indonesia dalam bentuk model percontohan Peningkatan Produktivitas Padi Terpadu (P3T). Model P3T terdiri atas PTT dan Sistem Integrasi Padi-Ternak (SIPT).

Mengacu kepada efisiensi, partisipasi, dinamis, dan sinergisme antarkomponen teknologi, PTT diimplementasikan dalam skala luas di beberapa lokasi di Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur. Dampak penerapan inovasi ini antara lain meningkatnya produktivitas dan efisiensi penggunaan input. Dalam hal ini, tanaman padi petani yang terlibat dalam pengembangan inovasi PTT 20% lebih tinggi dengan pendapatan 35% lebih besar dibandingkan dengan petani non-PTT (Zaini dan Las 2004). Hal serupa juga terjadi dalam penerapan inovasi PTT di NTB, Sumatera Utara, dan provinsi lainnya (Sembiring dkk. 2002, Sembiring dan Daniel 2003).

Badan Organisasi Pangan dan Pertanian Dunia (FAO) mengakui keberhasilan inovasi PTT meningkatkan produktivitas dan efisiensi sistem produksi padi pada lahan sawah irigasi dan perbaikan produktivitas tanah. Tidak hanya di Indonesia, pengembangan inovasi PTT juga meningkatkan produktivitas dan kualitas gabah, mengurangi biaya produksi, dan meningkatkan keuntungan petani di beberapa negara di Asia Tenggara (Tran and Nguyen 2005).

#### **3.2. Pengembangan Melalui Program PMI**

Keberhasilan penelitian dan pengembangan inovasi PTT mendapat perhatian oleh berbagai pihak. Inovasi kemudian diadopsi oleh Direktorat Jenderal Tanaman Pangan untuk dikembangkan melalui program Peningkatan Mutu Intensifikasi (PMI) pada tahun 2003 sampai 2006 (Hafsah 2003). Sementara itu, inovasi PTT padi yang diintegrasikan dengan ternak (SIPT) dikembangkan oleh Direktorat Jenderal Peternakan (Sudarjat 2003). Program ini berhasil meningkatkan produktivitas padi dari rata-rata 4,5 t/ha pada tahun 2003 menjadi 4,6 t/ha pada tahun 2006.

### 3.3. Pengembangan Melalui Sekolah Lapang PTT

Keinginan pemerintah meningkatkan produksi padi sebesar 5% sejak musim tanam 2007/2008 mendorong pecanangan Program Peningkatan Beras Nasional (P2BN). Mengacu pada keberhasilan Sekolah Lapang Pengelolaan Hama Terpadu (SL-PHT), paket teknologi PTT padi tidak hanya dikembangkan pada lahan sawah irigasi tetapi juga pada lahan kering dan lahan pasang surut. Inovasi ini dikembangkan Direktorat Jenderal Tanaman Pangan melalui program SL-PTT yang merupakan bagian dari P2BN (Ditjenta 2008). Komoditas yang dikembangkan dalam SL-PTT mencakup padi inbrida, padi hibrida, padi gogo, jagung, dan kedelai. Luas areal SL-PTT terus meningkat, dari 1,8 juta ha pada tahun 2008 menjadi 4,5 juta ha dan pada tahun 2013 terdistribusi di seluruh provinsi di Indonesia (Ditjenta 2013).

Sekolah Lapang PTT merupakan salah satu program strategis Kementerian Pertanian yang bertujuan mempercepat upaya peningkatan produksi padi, jagung, dan kedelai menuju swasembada pangan. Dalam lima tahun pengembangan SL-PTT belum terlihat peningkatan produktivitas yang signifikan. Oleh karena itu dilakukan evaluasi untuk mengetahui penyebabnya. Hasil penelitian lapang menunjukkan adopsi inovasi PTT belum optimal. Di daerah tertentu tidak semua komponen teknologi pilihan yang tersedia dan mudah diadopsi petani. Keberhasilan pengembangan inovasi PTT tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan komponen teknologi tetapi juga kondisi lingkungan spesifik (biofisik, sosial, budaya, dan ekonomi) setempat dan minat petani untuk belajar di laboratorium lapang, sehingga diperlukan refokusing komponen teknologi dalam PTT (Nurasa dan Supriadi 2012, Erythrina *et al.* 2013).



Keberhasilan pengembangan PTT tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan komponen teknologi, tetapi juga kondisi lingkungan setempat dan partisipasi petani untuk aktif belajar di laboratorium lapang.

Laboratorium lapang adalah areal pengujian komponen teknologi dalam kawasan pengembangan inovasi PTT. Melalui laboratorium lapang, petani bersama penyuluh dan peneliti dapat mempelajari efektivitas dan efisiensi komponen teknologi yang diuji untuk melengkapi atau mengganti teknologi yang ada untuk diterapkan pada musim tanam selanjutnya. Di sisi lain, SL-PTT belum memberi pemahaman yang utuh kepada petani sehingga tingkat adopsi komponen teknologi belum sesuai dengan harapan, sebagaimana tercermin dari masih perlunya pendampingan teknologi di lapangan. Oleh karena itu perlu sinergisitas antarprogram agar kegiatan belajar dalam kelompok dapat dimaksimalkan (Jamal 2009).

### **3.4. Pengembangan Melalui Gerakan Percepatan PTT**

Mengacu pada produktivitas, efektivitas, dan efisiensi sistem produksi padi dengan pendekatan PTT, Direktorat Jenderal Tanaman Pangan memperluas pengembangan inovasi PTT melalui program Gerakan Percepatan PTT (GP-PTT). Dalam program ini, dikembangkan varietas unggul spesifik lokasi dengan optimalisasi populasi tanaman melalui sistem tanam jajar legowo. Program GP-PTT diimplementasikan seluas 3,5 juta ha di seluruh sentra pengembangan padi.

Dalam pelaksanaannya, GP-PTT melibatkan pemandu lapangan serta pengawal dan pendamping teknologi di lapangan. Sebagai pemandu lapangan adalah penyuluh pertanian di daerah pengembangan yang telah mendapat pelatihan PTT. Pendamping teknologi terdiri atas pendamping teknis, optimalisasi pelaksanaan kegiatan, dan pemberdayaan kelompok tani di lapangan. Sebagai pendamping teknis adalah para peneliti di lingkungan Badan Litbang Pertanian. Pendamping optimalisasi pelaksanaan kegiatan di lapangan adalah petugas Dinas Pertanian. Sebagai pendamping pemberdayaan kelompok tani adalah aparat TNI-AD, Camat, dan Kepala Desa setempat. Untuk mempercepat peningkatan produksi guna merealisasikan swasembada pangan, GP-PTT kemudian dikembangkan melalui program Upaya Khusus (UPSUS) padi, jagung, dan kedelai yang populer disebut Pajale.

### **3.5. Pengembangan Melalui Program UPSUS**

Sejak tahun 2015, pemerintah mengembangkan inovasi PTT melalui program UPSUS. Dalam hal ini dilakukan perbaikan komponen teknologi yang diimplementasikan di lapang. Teknologi tersebut dikembangkan dengan nama Jajar Legowo Super setelah melalui penelitian dan pengkajian pada 11 lokasi di Indonesia (NTB, Bali, Lampung, Sulawesi Selatan, Jawa Barat, Kalimantan Selatan, Sumatera Utara, DI Yogyakarta, Jateng, Jatim, dan Papua).

Selain menggunakan sistem tanam jajar legowo 2:1 sebagai basis penerapan di lapangan, komponen penting teknologi jajar legowo super adalah: 1) varietas



Alat-mesin tanam padi sistem tanam jajar legowo 2:1 pada lahan sempit dan berbukit. Bobot mesin 90 kg, lebar kerja 86 cm, dan kapasitas kerja 11 jam/ha.



Mesin pemanen padi (*combine harvester*): Mempercepat proses panen dan menekan tingkat kehilangan hasil gabah

unggul baru padi dengan potensi hasil tinggi, 2) aplikasi biodekomposer sebelum pengolahan tanah, 3) pupuk hayati sebagai *seed treatment* dan pemupukan berimbang berdasarkan Bagan Warna Daun (BWD) dan Perangkat Uji Tanah Sawah (PUTS), 4) pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) menggunakan pestisida nabati dan pestisida anorganik berdasarkan ambang kendali, dan 5) alat-mesin pertanian, khususnya untuk tanam (*jarwo transplanter*) dan panen (*combine harvester*).

Teknologi Jajar Legowo Super telah diuji pada areal seluas 50 ha pada lahan sawah irigasi di Kabupaten Indramayu, Jawa Barat, musim tanam 2016, dan direplikasi di beberapa provinsi lainnya pada tahun yang sama. Dengan pendampingan teknologi secara intensif, varietas unggul baru Inpari 30 Ciherang Sub-1, Inpari 32 HDB, Inpari 33, dan Inpari 43 Agritan GSR 13,31 mampu berproduksi 2-3 t/ha lebih tinggi dibanding varietas Ciherang yang hanya menghasilkan 6-7 t/ha. Di Boyolali, Jawa Tengah, hasil varietas unggul baru padi pada areal jajar legowo super seluas 100 ha konsisten memberikan hasil 2-3 t/ha lebih tinggi dibanding teknologi petani yang masih menggunakan varietas Ciherang (Badan Litbang Pertanian 2016).

Melalui program UPSUS Pajale, produksi padi pada tahun 2016 tercatat 79,1 juta ton GKG atau naik 4,96% dibanding tahun 2015 pada posisi 75,4 juta ton GKG. Dibanding tahun 2014, produksi padi pada tahun 2015 naik 6,42%. Angka ini merupakan produksi tertinggi selama dua tahun berturut-turut (Kementerian Pertanian 2017).

Sejalan dengan masalah yang dihadapi di lapangan, komponen teknologi PTT yang diintroduksi mengalami perbaikan dari waktu ke waktu. Semula, komponen teknologi pilihan yang dikembangkan adalah varietas unggul baru, benih bermutu dan berlabel, pemupukan berdasarkan kebutuhan tanaman dan status hara tanah, pengendalian OPT dengan pendekatan PHT, dan pemberian bahan organik. Dalam perjalanannya, penggunaan varietas padi mengikuti perkembangan perakitan varietas unggul dan preferensi konsumen. Kekurangan dan mahal nya tenaga kerja pertanian serta masih tingginya kehilangan gabah pada saat panen dan pascapanen mendorong penggunaan alat-mesin pertanian sebagai bagian dari komponen teknologi PTT.

Dinamika pengembangan PTT antara lain tercermin dari varietas unggul yang diintroduksi. Pada tahun 2002, misalnya, varietas unggul IR64 dan Ciherang yang masing-masing dilepas pada tahun 1998 dan 2000 mendominasi areal pertanaman padi pada lahan sawah irigasi. Dominasi kedua varietas unggul ini berlangsung cukup lama karena disukai oleh sebagian besar konsumen.

Penggunaan pupuk anorganik dan pupuk organik dalam PTT relatif mengalami perbaikan sejalan dengan perkembangan teknologi pemupukan spesifik lokasi. Pengendalian organisme pengganggu tanaman secara terpadu tetap mengikuti konsep PHT dan menyesuaikan dengan perkembangan teknologi pengendalian berbasis kelestarian lingkungan dan rekayasa ekologi.

Pengembangan inovasi PTT berkontribusi terhadap peningkatan produktivitas dan produksi padi nasional. Pada tahun 2000, sebelum introduksi inovasi PTT, produktivitas dan produksi padi masing-masing 4,40 t/ha dan 51,99 juta ton. Di awal pengembangan PTT pada tahun 2002, produktivitas dan produksi padi relatif belum menunjukkan peningkatan yang berarti. Sejak tahun 2007, pengembangan PTT mampu menerobos pelandaian produksi padi menjadi 57,16 juta ton atau meningkat 5% dari tahun sebelumnya. Pada tahun-tahun tertentu, peningkatan produksi padi relatif tidak tinggi karena didera oleh dampak perubahan iklim sehingga sebagian pertanaman padi mengalami kekeringan dan kebanjiran.

Melalui program UPSUS Pajale, produksi padi pada tahun 2015 meningkat sebesar 6% menjadi 75,4 juta ton dibandingkan dengan tahun 2014 yang baru mencapai 70,8 juta ton. Pada tahun 2016 produksi padi telah menyentuh angka 79,1 juta ton atau meningkat 5% dibanding tahun lalu (Tabel 13). Dalam pernyataan resmi Menteri Pertanian, pemerintah tidak lagi mengimpor beras pada tahun 2016, Artinya, produksi padi dalam negeri sudah mampu memenuhi kebutuhan sendiri. Data juga menunjukkan pengelolaan tanaman padi pada tahun 2015-2016 semakin membaik sebagaimana tercermin dari peningkatan produktivitas yang lebih tinggi dari tahun-tahun sebelum. Kalau produktivitas padi pada tahun 2014 baru mencapai 5,13 t/ha, pada tahun 2015 telah menyentuh angka 5,34 t/ha, atau meningkat 4%.

Tabel 13. Luas panen, produktivitas, dan produksi padi nasional dalam periode 2000-2016.

Tahun	Luas panen (juta ha)	Produktivitas (t/ha)	Produksi (juta ton)
2000	11,79	4,40	51,99
2001	11,50	4,39	50,46
2002	11,52	4,47	51,49
2003	11,49	4,54	52,14
2004	11,92	4,54	54,09
2005	11,84	4,57	54,15
2006	11,78	4,62	54,40
2007	12,15	4,70	57,16
2008	12,33	4,89	60,32
2009	12,88	5,00	64,40
2010	13,25	5,01	66,47
2011	13,20	4,98	65,76
2012	13,44	5,14	69,06
2013	13,84	5,15	71,28
2014	13,80	5,13	70,85
2015	14,12	5,34	75,40
2016*	15,04	5,26	79,14

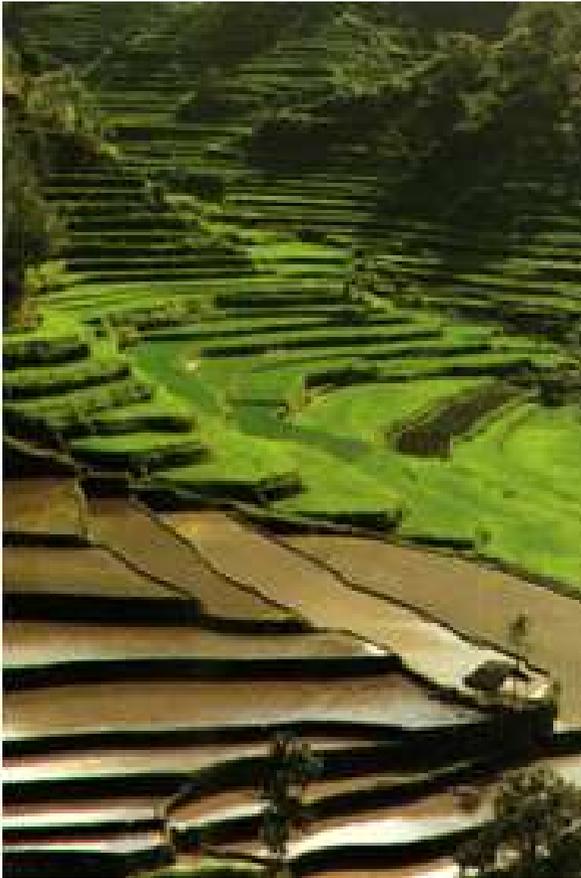
Sumber: BPS (2006, 2011, 2017)

\*Direktorat Jendral Tanaman Pangan (2016)

#### IV. BASIS PENGEMBANGAN PTT

Pengembangan inovasi PTT ke depan lebih memperhatikan aspek lingkungan berbasis konservasi tanah, air, karbon, dan efisiensi input utama produksi yang terdiri atas pupuk organik dan anorganik. Penggunaan input produksi mengacu pada aspek efisiensi dan efektivitas.

Pada lahan dengan kandungan bahan organik rendah, penggunaan pupuk organik perlu diintegrasikan dengan pupuk anorganik sesuai rekomendasi. Selain memperbaiki tingkat kesuburan tanah, hal ini juga bertujuan untuk memacu produktivitas tanaman. Pada lahan dengan kandungan hara N, P, dan K tinggi, penggunaan pupuk anorganik dikurangi dari takaran rekomendasi. Pada prinsipnya, penggunaan input produksi perlu disesuaikan dengan kebutuhan tanaman sehingga aspek efisiensi dapat dioptimalkan.



Pengembangan inovasi PTT mengutamakan aspek lingkungan dan berbasis konservasi tanah, air, karbon, dan efisiensi input produksi.

## 4.1. Konservasi Tanah

Konservasi tanah diartikan sebagai pengelolaan sebidang lahan berdasarkan kemampuan tanah sesuai dengan syarat-syarat yang diperlukan agar tidak terjadi kerusakan tanah. Secara hakiki, konservasi tanah diartikan sebagai upaya atau teknologi untuk menghindari atau mengurangi gangguan dan kerusakan tanah secara fisik, kimia, dan biologi akibat pengelolaan atau eksploitasi tetapi tanaman dapat tumbuh dan berproduksi optimal.

Konservasi sumber daya pada lahan sawah tidak hanya bisa dilakukan pada lahan sawah *in situ*, tetapi juga terkait dengan lahan dan kawasan hulu. Sebagai contoh, usaha pertanian lahan kering di dataran tinggi harus memperhatikan kelas kemampuan lahan serta faktor-faktor yang mempengaruhinya agar kelestarian sumber daya air untuk lahan sawah di bagian hilir lebih terjamin.

Banyak contoh teknologi konservasi tanah vegetatif yang dapat diaplikasikan untuk meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah dan mengurangi laju erosi yang juga akan menyelematkan kelestarian lahan sawah di hilirnya, seperti budi daya lorong, wanatani, tanaman penutup tanah, rumput, pupuk hijau, mulsa dan pola tanam. Teknik konservasi tanah vegetatif lebih efektif jika dikombinasikan dengan teknik mekanik seperti teras bangku, teras gulud, rorak, mulsa vertikal, barisan batu, saluran drainase, bedengan searah kontur, dan lain-lain (Sembiring 1994a, Sembiring 1994b).

Peraturan Menteri Pertanian No. 47/OT.140/10/2006 tentang Pedoman Umum Budi Daya Pertanian pada Lahan Pegunungan dapat digunakan sebagai acuan dalam sistem usahatani berkelanjutan. Teknik-teknik konservasi lahan kering jika dijalankan dengan baik akan menjamin kesuburan lahan sawah yang berada di bawahnya sehingga ketersediaan air pada musim kemarau lebih terjamin.

Selain terkait dengan biologi dan status hara tanah, salah satu penyebab degradasi lahan sawah intensif sebagai andalan utama produksi padi nasional adalah penipisan lapisan olah (*plow layer*). Beberapa hasil penelitian menemukan bahwa lapisan bajak tanah sawah di sentra produksi padi menipis, menjadi kurang dari 15 cm. Selain perubahan sistem pengolahan lahan yang harus menggunakan bajak singkal secara periodik, penggunaan pupuk dan bahan organik menjadi opsi teknologi pengelolaan lahan sawah yang berorientasi konservasi tanah (BBSDLP 2004).

## 4.2. Konservasi Air

Perubahan penggunaan lahan dan fungsi hutan berpengaruh terhadap komponen hidrologi, terutama total debit tahunan dan distribusi/pola musiman aliran sungai, erosi dan sedimentasi. Pada kawasan dengan curah hujan musiman di Indonesia, distribusi aliran air sungai menurut waktu menjadi lebih penting

dibandingkan dengan total debit air dalam satu tahun. Pola tersebut berdampak terhadap pola ketersediaan air irigasi untuk areal sawah dihilirnya yang pada musim kemarau mengandalkan suplai air dari mata air atau aliran dasar yang dilepaskan secara perlahan oleh daerah tangkapan air, sedangkan konservasi dan pengelolaan air di lahan kering dapat dilakukan dengan menggunakan mulsa dan pengelolaan lahan minimal (Sembiring *et al.* 1995).

Pada sistem produksi padi pada lahan sawah, kondisi air tergenang yang terus menerus mendorong pelepasan gas metana ( $\text{CH}_4$ ). Penerapan PTT telah mempertimbangkan hal tersebut, sehingga juga merupakan teknologi mitigasi dan adaptasi seperti penerapan sistem irigasi berselang (*intermittent*), yang berdampak terhadap penurunan emisi gas metan (Bouman *et al.* 2007).

Kecukupan dan pemerataan penggunaan air sesuai dengan kebutuhan tanaman, memungkinkan diterapkannya luasan optimal pertanaman PTT pada suatu lokasi dan musim. Pengairan dengan teknik irigasi berselang dapat menghemat pemakaian air hingga 30%. Sebagai indikator, dapat digunakan paralon berlubang untuk menentukan kapan lahan sawah perlu diairi. Tanaman padi dengan pengairan berselang lebih kuat, sehat, mempunyai anakan dan malai lebih banyak (Kürschner *et al.* 2010).

### **4.3. Konservasi Karbon**

Salah satu indikator pertanian berkelanjutan adalah tercapainya konservasi karbon di dalam tanah dan tanaman. Kebanyakan lahan sawah di Indonesia terindikasi telah terdegradasi, ditunjukkan oleh rendahnya kandungan C organik tanah ( $<2\% \text{ C}$ ), sehingga produktivitas tanaman yang tumbuh di atasnya belum maksimal dan memerlukan input yang lebih banyak sehingga menjadi kurang efisien (Fagi dan Las 2006).

Dalam sistem PTT, pengelolaan bahan organik menjadi salah satu komponen utama. Sisa tanaman padi (jerami) didaur-ulang, dibuat kompos matang, atau diolah bersama pupuk kandang dengan atau tanpa penambahan mikroba *decomposer*, lalu diberikan ke tanaman. Cara ini selain dapat meningkatkan kualitas dan produktivitas lahan akibat perbaikan sifat fisiko-kimia dan biologi tanah, juga mengkonservasi karbon di dalam tanah (Shofiyati *et al.* 2010, Agustiani *et al.* 2011). Oleh sebab itu, penerapan pendekatan PTT selain untuk meningkatkan produktivitas tanaman juga sekaligus merupakan tindakan mitigasi emisi gas-gas rumah kaca, menuju pertanian ramah lingkungan berkelanjutan (Sembiring 2011).

### **4.4. Pengelolaan Pupuk Anorganik**

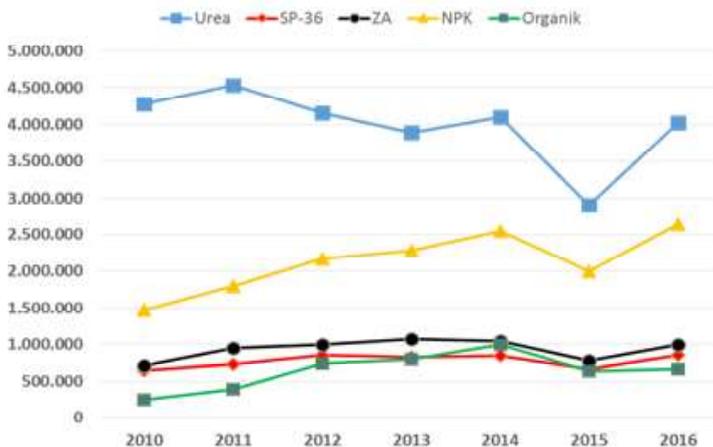
Pengelolaan pupuk anorganik untuk mendapatkan produksi optimum sangat penting. Pemberian pupuk anorganik berlebihan menyebabkan pencemaran

atau kerusakan lingkungan dan pemborosan energi dan biaya (Sembiring *et al.* 1998a, Sembiring *et al.* 1998b). Sebaliknya, pemberian pupuk yang kurang dan tidak tepat menyebabkan potensi produksi tidak tercapai. Kebutuhan pupuk dan subsidi pupuk anorganik terus meningkat. Untuk itu, pengelolaan pupuk anorganik ke depan sangat strategis dan penting dalam menentukan produksi pangan.

Beberapa metode untuk mengestimasi kebutuhan pupuk spesifik lokasi juga terus dikembangkan (Sembiring *et al.* 2002, Abdulrachman dan Sembiring 2006, Abdulrachman dan Sembiring 2007, Raun *et al.* 1998, Sembiring *et al.* 1998a, Sembiring *et al.* 1998b, Sembiring *et al.* 1998c, Sembiring *et al.* 1998d).

Pengelolaan hara dalam PTT terkonsentrasi pada kebutuhan hara tanaman yang didasarkan pada neraca hara untuk mencapai target hasil pada lokasi dan musim tanam tertentu (Buresh *et al.* 2012, Sembiring dkk. 2000, Sembiring dkk. 2001, Sembiring dkk. 2006). Cara ini dilaporkan dapat menghemat penggunaan pupuk kimia, disertai dengan peningkatan hasil tanaman dan keuntungan usahatani, yang besarnya bervariasi, bergantung pada karakteristik tanah, pengelolaan tanah-tanaman, dan musim tanam (Buresh *et al.* 2012, Abdulrachman dkk. 2009).

Hingga satu-dua dasawarsa yang akan datang, pupuk dan pemupukan akan tetap menjadi salah satu faktor dominan yang mempengaruhi produksi pangan. Kebutuhan pupuk dan subsidi pupuk anorganik terus meningkat seiring dengan peningkatan luas tanam dan dimanfaatkannya pupuk anorganik oleh petani di lahan-lahan marginal (Gambar 4). Begitu penting dan strategisnya peranan pupuk, maka “isu pupuk” selalu mengemuka dan menjadi polemik antarpara pihak yang berkepentingan.



Gambar 4. Realisasi penyaluran pupuk bersubsidi 2010-2016.

Jika intensifikasi sistem usahatani berbasis padi diperluas ke lahan marjinal, maka diperkirakan permintaan pupuk akan terus meningkat, baik dalam bentuk hara makro maupun mikro. Pupuk majemuk NPK dengan berbagai formula dapat dijadikan instrumen kebijakan untuk mendorong penerapan pemupukan berimbang spesifik lokasi sesuai kebutuhan tanaman. Oleh karena itu, penggunaan pupuk majemuk NPK dapat disinergikan dengan pupuk tunggal disertai dengan aplikasi pupuk organik.

#### 4.5. Pengelolaan Pupuk Organik

Pupuk organik adalah pupuk yang terdiri atas bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan, pupuk hijau, dan kompos (humus) berbentuk padat atau cair yang telah mengalami dekomposisi. Persyaratan teknis minimal pupuk organik mengacu kepada Permentan Nomor 02/2006, kecuali diproduksi untuk keperluan sendiri.

Pengelolaan bahan organik merupakan hal yang sangat penting untuk mempertahankan keberlanjutan dan produktivitas. Sistem Intensifikasi Padi (SRI) yang dikembangkan oleh Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) merekomendasikan penggunaan kompos atau pupuk organik pada lahan sawah dalam jumlah besar (8-30 t/ha). Hal ini mengundang pertanyaan, apakah penggunaan pupuk organik/kompos dalam jumlah besar merupakan prasyarat untuk memperoleh hasil tinggi?

Melalui penelitian jangka panjang disimpulkan penggunaan bahan organik dalam bentuk pupuk hijau, jerami padi, dan pupuk kandang sering meningkatkan kandungan bahan organik pada lahan sawah, tetapi tidak dapat mempertahankan bahan organik tanah dan kapasitas pasokan nitrogen pada lahan yang tergenang di daerah tropika (Buresh dan Doberman 2010).

Teknologi SRI lebih mengarah pada usahatani organik absolut (*absolute organic farming*) yang memfokuskan penggunaan pupuk organik untuk perbaikan kesuburan tanah dan biopestisida untuk pengendalian hama dan penyakit. Sebaliknya, inovasi PTT lebih berorientasi pada usahatani organik secara rasional (*rational organic farming*), dimana penggunaan pupuk organik dan anorganik disesuaikan dengan kebutuhan tanaman dan sekaligus memperbaiki kesuburan tanah, sementara penggunaan pestisida mengacu pada prinsip pengelolaan hama terpadu (Fagi dan Las 2006).

Perkembangan selanjutnya dalam PTT konservasi, jumlah pupuk yang perlu diberikan ke tanaman didasarkan pada neraca hara dalam pola tanam setahun. Neraca hara adalah gambaran kelebihan atau kekurangan hara pada tanah dari musim ke musim dengan cara menghitung jumlah hara yang diberikan atau masuk ke dalam tanah dikurangi dengan jumlah hara yang terangkut dari tanah, melalui jerami dan gabah yang diangkut ke luar, serta kehilangan hara melalui pencucian, erosi, dan lain-lain. Apabila pemasukan hara lebih sedikit

dibandingkan hara terangkut ke luar, atau disebut neraca negatif, berarti tanah mengalami proses pengurangan hara. Sebaliknya, apabila pemasukan hara lebih besar dibandingkan dengan hara terangkut atau disebut neraca positif, maka tanah mengalami penumpukan hara. Penerapan neraca hara pada pola tanam setahun merupakan strategi baru dalam pengelolaan hara pada PTT konservasi berkelanjutan dan ramah lingkungan.

#### **4.6. Pertanian Presisi**

Definisi yang lebih luas tentang sistem pertanian presisi adalah sistem pertanian berbasis informasi dan produksi, untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas dan profitabilitas produksi pertanian dari hulu ke hilir secara berkelanjutan, spesifik lokasi, dan meminimalisasi dampak negatif terhadap lingkungan. Pertanian presisi dalam konteks sistem produksi padi nasional lebih terfokus pada lahan sawah eksisting, sehingga aspek teknologi tepat guna dengan input optimal menjadi *entry point* dalam pemanfaatan pendekatan PTT (Raun *et al.* 1997, Raun *et al.* 1998)

Pemberian pupuk berlebihan yang selama ini diterapkan petani menyebabkan pencemaran lingkungan dan pemborosan energi dan biaya. Sebaliknya, pemberian pupuk yang kurang dan tidak tepat menyebabkan potensi produksi tidak tercapai (Sembiring dkk. 1998). Akibatnya, kebutuhan dan subsidi pupuk terus meningkat, namun kurang memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan produktivitas. Untuk itu, pengelolaan pupuk ke depan menjadi sangat strategis dan penting dalam menentukan sistem pertanian presisi.

Berbasis konsep sistem pertanian presisi, berbagai pendekatan sudah dikembangkan untuk mengestimasi takaran pupuk spesifik lokasi, baik untuk individual petani maupun kelompok tani (Buresh *et al.* 2012). Pengelolaan hara dalam pendekatan PTT difokuskan pada kebutuhan hara tanaman yang paling optimal berdasarkan neraca hara untuk mencapai target hasil tertinggi pada lokasi dan musim tanam tertentu. Pendekatan tersebut dikenal sebagai teknologi pemupukan berbasis keseimbangan hara inovatif dan terbukti dapat menghemat penggunaan pupuk kimia, diikuti oleh peningkatan hasil tanaman dan keuntungan usahatani, sesuai dengan karakteristik tanah, pengelolaan tanah-tanaman, dan musim tanam (Sembiring dan Abdurchman 2008).

Perkembangan selanjutnya dalam pendekatan PTT menuju pertanian presisi, jumlah pupuk yang perlu diberikan ke tanaman didasarkan pada neraca hara dalam pola tanam setahun. Hal ini merupakan strategi baru dalam pengelolaan hara pada sistem pertanian presisi dengan sasaran akhir produksi, nilai tambah ekonomi, berkelanjutan, dan ramah lingkungan.

## V. ADOPSI KOMPONEN TEKNOLOGI PTT PADI

Berdasarkan hasil evaluasi lapang kecepatan dan tingkat adopsi inovasi teknologi Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) padi masih berjalan lambat (Nurasa dan Supriadi 2012). Diperkirakan tidak semua pilihan komponen teknologi yang pendekatan PTT yang dapat diadopsi dengan mudah oleh petani SL-PTT. Terdapat interaksi antara kondisi lingkungan spesifik (biofisik, sosial, budaya, dan ekonomi) setempat dengan sifat komponen teknologi serta minat dan keinginan petani untuk belajar di laboratorium lapang.

Seringkali adopsi tidak hanya keputusan ya atau tidak. Petani dapat memutuskan untuk mengadopsi inovasi tertentu tetapi hanya menerapkan pada sebagian dari lahan mereka, atau ketika beberapa komponen yang terlibat, mereka mungkin memutuskan untuk hanya menggunakan komponen teknologi tertentu tetapi tidak yang lain. Hal ini berlaku khususnya untuk pengetahuan sistem teknologi yang bersifat intensif seperti PTT (Noltze *et al.* 2012).

Adopsi teknologi dapat dievaluasi berdasarkan sifat-sifatnya (Mundy 2000), yaitu (1) keuntungan nisbi (*relative advantage*), perbandingan keuntungan antara peran teknologi lama dan baru yang diterapkan petani, (2) kesesuaian (*compatibility*) antara teknologi dan aspek biofisik, kelembagaan input produksi, pasar, dan aspek lainnya, termasuk sosial budaya di lokasi pengujian, (3) kerumitan (*complexity*), dalam tahapan penerapan teknologi oleh petani, (4) kemudahan teknologi untuk diuji coba (*trialability*) di lapang oleh petani, baik dari segi biaya maupun risiko kegagalan, dan (5) kemudahan pengamatan (*observability*) hasil penerapan teknologi secara visual oleh petani.

Evaluasi sifat inovasi teknologi menjadi penting dalam menentukan teknologi yang tepat untuk diterapkan dan mudah serta cepat diadopsi pada kondisi spesifik lokasi. Di samping itu, hasil evaluasi bermanfaat untuk merancang kegiatan diseminasi dalam penerapan komponen teknologi terpilih. Erythrina *et al.* (2013) melakukan evaluasi inovasi teknologi PTT di Jawa Barat dan Jawa Tengah melalui pembobotan terhadap lima sifat inovasi teknologi yang diasumsikan tidak sama peluang penerapan dan adopsinya oleh pengguna (Tabel 14).

Tabel 14. Pembobotan adopsi inovasi PTT padi oleh petani.

Sifat inovasi	Bobot (%)
Kesesuaian	25
Kerumitan	20
Kemudahan di uji coba	10
Kemudahan diamati	20
Keuntungan nisbi	25
Jumlah	100

Sumber: Erythrina *et al.* (2013)

Analisis karakteristik petani menunjukkan sebagian besar petani responden adalah laki-laki dengan usia terbanyak 46-55 tahun, yang berarti termasuk usia produktif dan mempunyai kemampuan yang lebih baik dalam menerima inovasi baru (Tabel 15). Sekitar 53% petani mempunyai tingkat pendidikan formal tamat SD, 31% berijazah SLTP, dan 16% tamatan SLTA. Hal ini mengindikasikan tingkat pendidikan responden relatif baik, minimal mampu membaca, menulis, berhitung, dan diperkirakan mampu mengamati tingkat kerumitan atau kemudahan introduksi teknologi baru. Apalagi 42% responden mempunyai pengalaman berusahatani padi lebih dari 15 tahun sehingga berbagai praktek teknologi dalam usahatani padi bukan lagi hal yang baru bagi mereka.

Tabel 15. Karakteristik petani responden dalam survei adopsi inovasi PTT padi sawah, 2012.

Karakteristik Petani	Persentase		Rata-rata (%)
	Jawa Barat	Jawa Tengah	
<b>Jenis kelamin</b>			
• Laki-laki	89	100	94
• Wanita	11	0	6
<b>Umur (tahun)</b>			
• 25-35	5	10	8
• 36-45	31	30	31
• 46-55	38	43	40
• 56-65	26	17	22
<b>Pendidikan</b>			
• SD	49	57	53
• SLTP	36	27	31
• SLTA	11	14	13
• D 3	4	2	3
<b>Pengalaman bertani padi (tahun)</b>			
• 6-10	23	57	40
• 11-15	10	27	19
• 16-20	24	14	19
• > 20	44	2	23
<b>Luas lahan garapan (ha)</b>			
• < 0,50	55	58	57
• 0,51-0,99	28	24	26
• 1,0-1,99	16	15	16
• > 2	1	3	2
<b>Mata pencaharian utama</b>			
• Petani	79	87	83
• Sampingan	21	13	17

Sumber: Erythrina *et al.* (2013)

Lahan merupakan sumber mata pencarian utama bagi petani. Sekitar 57% petani mempunyai lahan garapan di bawah 0,5 ha. Kecilnya lahan garapan petani mengindikasikan faktor risiko menjadi kendala utama dalam mengadopsi teknologi baru.

## 5.1. Evaluasi Sifat Inovasi Teknologi

Skor sifat inovasi berbagai komponen teknologi PTT menurut petani dapat dilihat pada Tabel 16. Data skor sifat inovasi teknologi PTT dikalikan dengan bobot sehingga diperoleh nilai setiap komponen teknologi yang dievaluasi seperti disajikan pada Tabel 17. Katagori peluang adopsi komponen teknologi PTT padi sawah ditunjukkan pada Tabel 18.

Tabel 16. Skor (1–4) sifat inovasi komponen teknologi PTT padi sawah, 2012.

No.	Komponen teknologi PTT	Kese-suaian	Keru-mitan	Kemudahan diuji coba	Kemudahan diamati	Keuntungan nisbi
1	Penggunaan VUB	3,33	3,37	3,17	3,41	3,28
2	Benih bermutu dan berlabel	3,34	3,37	3,18	3,23	3,23
3	Pemberian bahan organik	2,28	2,84	2,62	2,25	2,25
4	Sistem tanam Legowo	2,35	2,41	2,28	2,47	2,43
5	Pemupukan spesifik lokasi	2,58	2,18	2,54	2,68	2,91
6	Pengendalian OPT dengan pendekatan PHT	2,48	2,09	2,30	2,19	2,63
7	Pengolahan tanah sesuai musim dan pola tanam	3,53	3,48	3,35	3,52	3,46
8	Penggunaan bibit muda (< 21 hari)	3,04	2,98	3,02	2,93	3,13
9	Tanam bibit 1-3 batang/rumpun	3,12	2,94	2,85	2,92	2,99
10	Irigasi berselang	1,75	1,54	2,12	2,23	2,16
11	Penyiangan dengan landak/gasrok	2,38	2,39	2,12	2,30	2,23
12	Panen tepat waktu dan gabah segera dirontok	3,47	3,53	3,63	3,58	3,74

Keterangan: Skor 1 = sangat tidak sesuai/sangat rumit/sangat sulit/sangat rendah

Skor 4 = sangat sesuai/sangat mudah/sangat tinggi

Sumber: Erythrina *et al.* 2013

Tabel 17. Nilai akhir sifat inovasi komponen teknologi PTT padi sawah, 2012.

No.	Komponen teknologi PTT	Kese-suaian	Keru-mitan	Kemudahan diuji coba	Kemudahan diamati	Keuntungan nisbi	Jumlah nilai akhir
1	Penggunaan VUB	83,13	67,20	31,65	67,90	82,00	332
2	Benih bermutu dan berlabel	83,25	67,10	31,85	64,50	80,88	328
3	Pemberian bahan organik	56,88	56,70	26,40	45,10	56,13	241
4	Sistem tanam Legowo	58,63	48,30	22,75	49,20	60,63	239
5	Pemupukan spesifik lokasi	64,50	43,45	25,45	53,55	72,50	259
6	Pengendalian OPT dengan pendekatan PHT	61,88	41,80	23,15	43,70	65,63	236
7	Pengolahan tanah sesuai musim dan pola tanam	88,00	69,50	33,50	70,40	86,38	348
8	Penggunaan bibit muda (< 21 hari)	76,00	59,55	30,30	58,65	78,38	303
9	Tanam bibit 1-3 batang/ rumpun	77,88	58,70	28,50	58,45	74,50	298
10	Irigasi berselang	43,63	30,90	21,35	44,60	54,13	195
11	Penyiangan dengan landak/gasrok	59,25	47,80	21,30	45,80	55,88	230
12	Panen tepat waktu dan gabah segera dirontok	86,63	70,70	36,05	71,50	93,38	358

Keterangan: Nilai = skor x bobot (Tabel 1)

Sumber: Erythrina *et al.* (2013)

Tabel 18. Kategori peluang adopsi komponen teknologi PTT padi sawah, 2012.

No.	Inovasi komponen teknologi	Nilai akhir	Kategori
1.	Penggunaan VUB	332	Sangat tinggi
2.	Benih bermutu dan berlabel	328	Sangat tinggi
3.	Pemberian bahan organik	241	Rendah
4.	Sistem tanam Legowo	239	Rendah
5.	Pemupukan spesifik lokasi	259	Rendah
6.	Pengendalian OPT dengan pendekatan PHT	236	Rendah
7.	Pengolahan tanah sesuai musim dan pola tanam	348	Sangat tinggi
8.	Penggunaan bibit muda (< 21 hari)	303	Tinggi
9.	Tanam bibit 1-3 batang/rumpun	298	Tinggi
10.	Irigasi berselang	195	Rendah
11.	Penyiangan dengan landak/gasrok	230	Rendah
12.	Panen tepat waktu dan gabah segera dirontok	358	Sangat tinggi

Keterangan:

Kategori 1 = sangat rendah, selang skor 100-170

Kategori 2 = rendah, selang skor 171-245

Kategori 3 = tinggi, selang skor 246-325

Kategori 4 = sangat tinggi, selang skor 326-400

Sumber: Erythrina *et al.* (2013)

Evaluasi nilai akhir sifat inovasi teknologi dari 12 komponen teknologi PTT padi sawah menunjukkan terdapat tiga katagori sifat inovasi teknologi yaitu:

- a. Katagori 2 (tergolong rendah) adalah: (1) pemberian bahan organik, (2) Sistem tanam jajar legowo, (3) pemupukan berdasarkan kebutuhan tanaman dan status hara tanah, (4) pengendalian OPT dengan pendekatan PHT, (5) irigasi berselang, dan (6) penyiangan dengan landak/gasrok. Dengan demikian, diperlukan upaya untuk mendiseminasikannya.
- b. Katagori 3 (tergolong tinggi) adalah: (1) penggunaan bibit muda, dan (2) tanam bibit 1-3 batang per rumpun. Upaya diseminasi inovasi teknologi dengan katagori tersebut lebih mudah dan sederhana daripada teknologi katagori 2.
- c. Katagori 4 (tergolong sangat tinggi) adalah: (1) penggunaan VUB, (2) benih bermutu dan berlabel, (3) pengolahan tanah sesuai musim dan pola tanam, dan (4) panen tepat waktu dan gabah segera dirontok. Hal ini mengindikasikan upaya diseminasi paling mudah dan sederhana.

Pendekatan PTT melalui Sekolah Lapang harus bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan petani, tidak hanya keuntungan ekonomi yang diperoleh dari mengadopsi pendekatan PTT, tetapi juga dampaknya terhadap konservasi sumber daya tanah dan air, kualitas lingkungan, dan perbaikan pendapatan rumah tangga petani.

Komponen teknologi PTT yang sulit diadopsi petani adalah pemberian bahan organik, sistem tanam jajar legowo, pemupukan berdasarkan kebutuhan tanaman dan status hara tanah, pengendalian OPT dengan pendekatan PHT, irigasi berselang, dan penyiangan dengan landak/gasrok. Pendekatan diseminasi teknologi harus mampu memberikan pengetahuan kepada petani untuk memantau kondisi tanaman dan membuat penyesuaian yang diperlukan dalam pengelolaan tanaman. Hal ini terutama untuk daerah irigasi dengan budi daya intensif, di mana petani lebih berorientasi pasar dan kelayakan ekonomi, bergantung pada kemampuan mengurangi biaya per unit produksi melalui penggunaan teknologi introduksi (Kürschner *et al.* 2010).

Komponen teknologi PTT padi yang termasuk dalam katagori 2 (tergolong rendah) sulit diterapkan dan berpeluang kecil untuk dapat diadopsi. Berdasarkan hasil penelitian dan pengkajian, komponen teknologi PTT seperti pemberian bahan organik, sistem tanam jajar legowo, pemupukan berdasarkan kebutuhan tanaman dan status hara tanah, pengendalian OPT dengan pendekatan PHT, irigasi berselang, dan penyiangan dengan landak/gasrok potensial meningkatkan produksi dan produktivitas padi. Oleh karena itu, upaya diseminasi yang kuat, baik metode maupun media yang digunakan sangat diperlukan agar teknologi tersebut dapat diadopsi petani.

Pola pendekatan diseminasi teknologi konvensional secara linear, dari sumber teknologi – penyuluh – petani, tidak sesuai untuk model diseminasi komponen teknologi yang termasuk katagori 2. Oleh karena itu, perlu model

diseminasi baru yang disesuaikan dengan karakteristik petani dan lingkungannya. Petani membutuhkan rekomendasi untuk kondisi lingkungan tertentu (Longtou 2003). Kondisi spesifik lokasi ini bisa bervariasi bahkan dalam areal yang lebih kecil tergantung jenis tanah, pola curah hujan, manajemen budi daya, ketersediaan sarana produksi dan akses terhadap informasi (Moser dan Baret 2003). Adapun rincian bahasan untuk komponen teknologi yang nilai adopsinya rendah adalah sebagai berikut:

**(1) Pemberian bahan organik.** Pemberian bahan organik masih belum terbiasa dipraktekkan petani. Hal ini diindikasikan oleh rendahnya jumlah petani pengguna, terbatas yang mendapat bantuan pupuk organik komersial secara gratis dalam program SL-PTT. Sebagian petani yang memelihara ternak sapi (kambing/domba/unggas), juga menggunakan pupuk kandang untuk tanaman sayuran.

Hasil penelitian Moser dan Barrett (2003) menunjukkan bahwa penggunaan pupuk organik pada tanaman padi tidak secara luas diadopsi oleh petani di Madagaskar walaupun disadari mempunyai pengaruh positif dalam jangka panjang, terutama pada lahan yang kurang subur. Kurang diadopsinya penggunaan pupuk organik oleh petani, karena memerlukan tempat dan tenaga kerja yang lebih banyak dan harganya yang semakin meningkat, dianggap kalah efisien dibandingkan pupuk kimia. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Syam (2006) bahwa pemberian pupuk organik diperlukan dalam jumlah yang banyak dalam bentuk pupuk kandang dan sisa tanaman yang ketersediaannya relatif terbatas.

**(2) Sistem tanam jarak legowo.** Berbagai hasil penelitian menunjukkan penggunaan sistem tanam pindah legowo 2:1 maupun 4:1 terbukti dapat meningkatkan hasil gabah secara nyata dibandingkan sistem tegel (Bachrein 2005, Erythrina dan Zaini 2014). Hasil pengkajian menunjukkan rendahnya adopsi teknologi sistem tanam pindah legowo karena penanaman dilakukan secara diborongkan kepada kelompok tanam, upah tanam legowo lebih mahal dan memerlukan benih lebih banyak.

**(3) Pemupukan spesifik lokasi.** Pemupukan spesifik lokasi baik menggunakan alat BWD, PUTS, Peta Status Hara P dan K, Permentan No 40/2007, atau PHSL hanya diimplementasikan oleh sebagian kecil petani. Hal ini terutama disebabkan pupuk untuk laboratorium lapang SL-PTT diberikan secara gratis melalui keproyekan (Nurasa dan Supriadi 2012), sehingga petani SL-PTT tidak memungkinkan untuk mengadopsi teknologi pemupukan spesifik lokasi.

PHSL merupakan pendekatan pemupukan untuk memandu penggunaan pupuk secara rasional dan efisien sesuai dengan kebutuhan tanaman. Hasil penelitian PHSL di Indonesia menunjukkan penggunaan teknologi PHSL berpotensi meningkatkan hasil gabah sekitar 400 kg/ha/musim tanam tanpa meningkatkan takaran pemberian pupuk (Buresh *et al.* 2012).

Di Pulau Jawa, penggunaan pupuk terutama N sering melebihi batas rekomendasi yang dianjurkan, sebaliknya di luar Jawa, masih rendah, di bawah batas rekomendasi. Dengan teknologi PHSL diharapkan penggunaan pupuk oleh petani dapat lebih rasional sesuai kebutuhan tanaman sekaligus meningkatkan produksi dan pendapatan petani.

**(4) Pengendalian OPT dengan pendekatan PHT.** Program PHT yang dimulai tahun 1989-1999 telah berhasil meningkatkan pengetahuan petani dalam pengendalian hama dan penyakit (Mariyono 2008). Strategi program PHT adalah melatih sebagian kecil petani, bukan semua petani. Dengan demikian, penyebaran pengetahuan PHT mengandalkan difusi dari petani ke petani. Titik utama program PHT di Indonesia adalah pelatihan PHT melalui sekolah lapang petani, suatu proses pembelajaran dengan tujuan menjadikan petani sebagai ahli PHT di lahan sawahnya.

Petani diharapkan dapat melakukan observasi lapangan, untuk menganalisis agroekosistem, membuat keputusan, dan menerapkan strategi pengendalian hama berdasarkan hasil observasi lapangan mereka (Dilts dan Hate 1996). Prinsip penting PHT bagi petani seperti menanam tanaman yang sehat, melestarikan dan memanfaatkan musuh alami, melaksanakan observasi lapangan secara teratur, mengembangkan petani sebagai ahli PHT.

**(5) Irigasi berselang.** Pengairan dengan teknik irigasi berselang dapat menghemat pemakaian air hingga 30%. Air di areal pertanaman diatur pada kondisi tergenang dan kering secara bergantian dalam periode tertentu. Sebagai indikator dapat digunakan paralon berlubang untuk menentukan kapan sawah perlu diairi (Bouman *et al.* 2007). Hasil panen padi juga meningkat 400-500 kg/ha, atau sekitar 10%. Selain itu, para petani sering menyebutkan bahwa tanaman padi dengan irigasi berselang lebih kuat dan sehat, mempunyai anakan dan malai lebih banyak (Kürschner *et al.* 2010)

**(6) Penyiangan dengan landak/gasrok.** Dibandingkan dengan cara manual, penyiangan menggunakan landak atau gasrok bermanfaat karena ramah lingkungan, hemat tenaga kerja, meningkatkan jumlah udara dalam tanah, dan merangsang pertumbuhan akar lebih baik. Mahalnya biaya tenaga kerja menjadi pilihan sebagian petani untuk beralih dari penyiangan dengan landak ke penggunaan herbisida.

## 5.2. Pola Diseminasi Inovasi Teknologi PTT

Pemberian bahan organik dalam bentuk dan jumlah yang memadai sangat penting untuk keberlanjutan intensifikasi pada lahan sawah. Hal ini lebih bermakna untuk daerah-daerah di mana pupuk kimia terlalu mahal karena subsidi secara bertahap mulai dikurangi. Pola diseminasi yang diperlukan adalah dalam bentuk pengkajian *on-farm* di lahan petani seperti Sistem Integrasi Padi-Ternak (SIPT) dengan pelatihan pembuatan kompos dari kotoran hewan, jerami,

siswa tanaman lainnya serta penumbuhan kelembagaan pembuatan dan pemasaran pupuk organik dan diikuti oleh gelar teknologi.

Pola diseminasi yang diperlukan untuk pengembangan sistem tanam jajar legowo adalah dalam bentuk pengkajian *on-farm* di lahan petani dengan membandingkan dengan cara tanam petani yang diikuti oleh gelar teknologi. Pelatihan tanam jajar legowo ditujukan bukan untuk petani tetapi kepada para kelompok tanam. Di wilayah di mana tingkat kepemilikan lahan cukup luas dan tenaga kerja langka seperti lahan persawahan di Kalimantan, sistem tanam pindah jajar legowo bisa diterapkan dengan sistem sebar langsung dalam barisan menggunakan alat tanam benih langsung (Atabela).

Untuk pemupukan hara spesifik lokasi, pola diseminasi yang disarankan adalah melalui kaji terap PHSL oleh PPL, termasuk di laboratorium lapang SL-PTT. Sosialisasi PHSL diikuti oleh bantuan pengadaan peralatan yang diperlukan seperti BWD dan PUTS oleh Dinas terkait. Dalam model ini juga diperlukan *public – private – partnership*, yaitu strategi diseminasi yang melibatkan perusahaan swasta seperti pabrik pupuk, lembaga keuangan mikro, LSM, dengan berbagai teknologi informasi (IT), baik yang berbasis web (internet), *smart phone*, maupun *hand phone*.

Kegiatan SL-PHT dalam skala terbatas juga dilaksanakan oleh Direktorat Perlindungan Tanaman di bawah Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, hanya pada kelompok tani yang terpisah dengan kegiatan SL-PTT. Untuk mempercepat adopsi komponen teknologi PHT dalam kegiatan SL-PTT, kurikulum SL-PTT harus diperkaya dengan kurikulum SL-PHT dan dilaksanakan secara terpadu. Pada umumnya petani sudah mengetahui pengendalian OPT dengan prinsip PHT, namun mereka tidak melaksanakan. Petani melakukan pengendalian OPT secara sendiri-sendiri.

Pola diseminasi teknik irigasi berselang disarankan dalam bentuk percontohan pada satu hamparan petak irigasi tersier dengan 2-4 kelompok tani. Percontohan dapat dimulai dengan pelatihan petugas pelaksana yang memandu petani dalam pelaksanaan di lapangan. Langkah awal diperlukan untuk memasukkan model irigasi berselang ke dalam struktur kebijakan irigasi di tingkat provinsi dan kabupaten. Keterlibatan pemerintah daerah dalam proses diseminasi irigasi berselang menjadi sangat penting. Pola diseminasi untuk penyiangan dengan landak/gasrok dapat dilakukan dalam bentuk gelar teknologi. Kegiatan tersebut dapat dilakukan secara paralel dengan menyediakan alat-mesin pertanian yang sesuai.

Kemudahan penerapan inovasi teknologi untuk diamati secara visual oleh petani memainkan peran utama dalam adopsi berbagai komponen teknologi PTT. Petani ingin melihat efek dari teknologi introduksi dan lebih besar peluang untuk mengadopsi teknologi baru tersebut bila memberikan peningkatan hasil dan pendapatan. Kegiatan temu lapang, sekolah lapang, dan media elektronik memberikan petani kesempatan untuk mengamati. Di sisi lain, kunjungan

penyuluh, meskipun secara individual menyediakan informasi tentang PTT padi kepada petani, mereka jarang menawarkan kesempatan bagi petani untuk melihat teknologi dalam praktek. Tanpa kesempatan untuk mencoba teknologi, petani mungkin ragu-ragu untuk memperhitungkan risiko terkait dengan penerapan teknologi baru. Semuanya ini diperlukan dalam adopsi berbagai komponen teknologi PTT padi sawah.



## VI. REORIENTASI PENGEMBANGAN PTT

Dalam beberapa dekade lalu produksi padi nasional mengalami pelandaian (*levelling off*). Hal ini antara lain disebabkan karena rekomendasi teknologi diberlakukan secara umum dan menyeluruh, pada hal kondisi lahan berbeda antarlokasi. Bertitik tolak dari semakin kompleksnya tantangan yang dihadapi dalam sistem produksi padi, baik biofisik seperti degradasi lahan dan lingkungan maupun aspek sosial-ekonomi, maka pendekatan PTT mengalami dinamika dan orientasi, baik secara teknis maupun sistem delivery.

### 6.1. Transformasi dan Derivasi PTT

Belajar dari pengalaman dan pembelajaran dalam penerapan SL-PTT sejak tahun 2008, PTT yang semula ditujukan pada tiga sasaran utama, peningkatan produktivitas, efisiensi input dan perbaikan kesuburan tanah, berkembang menuju sistem pertanian presisi dan ramah lingkungan berbasis konservasi tanah, air, dan cadangan karbon (Erythrina dan Zaini 2013). Transformasi pengembangan pendekatan PTT menuju sistem pertanian presisi didukung oleh inovasi teknologi berbasis teknologi informasi. Saat ini telah tersedia rekomendasi teknologi pemupukan spesifik lokasi berdasarkan musim tanam dan varietas unggul spesifik lokasi, pengelolaan hama dan penyakit, yang dapat diakses melalui Web (<http://webapps.iri.org/id/lkp>) maupun hand phone.



Sejak tahun 2011 dikembangkan pula sistem informasi kalender tanam terpadu per kecamatan, memandu petani dalam menentukan awal musim dan pola tanam berdasarkan prediksi iklim, terutama untuk mengantisipasi kejadian iklim ekstrim seperti El Nino atau La Nina (Las dan Syarwani 2013). Inovasi tersebut semakin meningkatkan bobot pendekatan PTT dalam mendukung peningkatan produksi pangan.

Derivasi pengembangan PTT juga diarahkan kepada pertanian ramah lingkungan yang terkait dengan tiga isu strategis utama, yaitu degradasi sumber daya (*leveling off*), lingkungan (pencemaran), dan perubahan iklim (emisi gas rumah kaca), seperti Sistem Integrasi Tanaman-Ternak, Pertanian Efisien Karbon, Pertanian Terpadu Lahan Kering Iklim Kering, dan lain-lain (Sembiring dkk. 2001, Wardana dkk. 2008).

## **6.2. Refokusing Komponen Teknologi PTT**

Bagi petani, setiap komponen teknologi yang diterapkan berarti penambahan biaya produksi, sehingga penyederhanaan komponen teknologi menjadi penting dalam mempercepat adopsi teknologi (Fagi dan Las 2006). Dari 12 komponen teknologi penyusun PTT terdapat empat komponen teknologi yang memberikan kontribusi besar terhadap peningkatan hasil tanaman padi yaitu: (1) benih besertifikat dari varietas unggul baru spesifik lokasi, (2) populasi optimal dengan sistem tanam jajar legowo, (3) pemupukan spesifik lokasi, dan (4) pengelolaan hama terpadu. Keempat komponen teknologi PTT tersebut menyumbang sekitar 70% terhadap peningkatan produksi dan pendapatan petani.

Keempat komponen teknologi tersebut dapat bersinergi dengan teknologi kalender tanam, peta varietas unggul spesifik lokasi, teknik pemupukan berbasis teknologi informasi, rekayasa ekologi maupun aplikasi pestisida dan pupuk hayati.

## **6.3. Reorientasi dari Mono Cropping ke Multiple Cropping**

Selama ini program pemerintah untuk usahatani tanaman padi, jagung, dan kedelai selalu dilakukan per komoditas (*monocropping*) secara sendiri-sendiri, dan tidak pernah dikembangkan dalam pola tanam setahun (*mutiple cropping*) dan secara sistem usahatani terpadu mengingat usahatani padi sering diikuti tanaman jagung, atau kedelai oleh petani yang sama.

Introduksi teknologi untuk penghematan biaya usahatani dapat dilakukan pada setiap komoditas (padi – jagung – kedelai) dalam pola tanam setahun. Melalui introduksi teknologi seperti kedelai tanpa olah tanah setelah padi, pemupukan spesifik lokasi, sistem tanam jajar legowo, benih besertifikat, pengendalian hama penyakit melalui rekayasa ekologi dan mekanisasi akan menurunkan biaya usahatani dan meningkatkan pendapatan petani bila dihitung dalam pola tanam setahun.

Pendekatan pola tanam setahun dapat meningkatkan efisiensi dan sinergi berbagai komponen teknologi yang memungkinkan untuk diintroduksi pada setiap komoditas. Di samping itu, pendekatan pola tanam setahun akan berdampak pada: (1) peningkatan intensitas tanam dan panen, (2) sinergistas bantuan pemerintah antarprogram swasembada pangan dalam usahatani padi-jagung-kedelai, dan (3) peningkatan pendapatan petani berlahan sempit.

#### **6.4. Reinovasi Sekolah Lapang PTT**

Pendekatan diseminasi teknologi melalui sekolah lapang harus mampu memberikan pengetahuan kepada petani untuk memantau kondisi tanaman dan membuat penyesuaian yang diperlukan dalam pengelolaan tanaman. Hal ini terutama di daerah irigasi dengan budi daya intensif, di mana petani lebih berorientasi pasar, ekonomi, dan kapasitas produksi tanaman bergantung pada kemampuan mereka mengurangi biaya per unit sarana produksi melalui penggunaan teknologi introduksi tanpa menurunkan produksi.

Pengembangan SL-PTT harus mengikuti proses pembelajaran di lapang secara berkelanjutan. Teknik *delivery* pembelajaran petani seperti *RiceCheck* atau “penanda padi” terbukti dapat mempercepat adopsi komponen teknologi PTT sehingga perlu dipertimbangkan penggunaannya. Tenaga pelatih untuk setiap tingkatan, mulai dari pusat hingga kabupaten melalui ToT harus dipersiapkan mendahului tahapan implementasi SL-PTT. Penyuluh lapangan harus menguasai penuh inovasi PTT yang bersifat spesifik lokasi dan sangat dinamis.

#### **6.5. Revitalisasi Sinergisme Program Pusat dan Daerah**

Keberlanjutan program SL-PTT perlu didukung oleh kebijakan yang komprehensif dan terintegrasi, baik di tingkat nasional maupun daerah sebagaimana telah diatur dalam Permentan No. 45 tahun 2011. Bersamaan dengan itu perlu pula dukungan kebijakan makro dan regulasi yang kondusif agar seluruh pelaksanaan kegiatan dapat berfungsi secara harmonis dan optimal. Sasaran dari kebijakan tersebut mencakup ketersediaan dan akses teknologi, sarana produksi, perbaikan infrastruktur, prasarana panen dan pascapanen, struktur dan efisiensi pemasaran, subsidi, dan stabilisasi harga. Dalam hal ini diperlukan komitmen pembinaan dan pendanaan daerah dalam perspektif dan semangat otonomi. Oleh karena itu, kemampuan daerah dalam menyinergikan pendayagunaan sumber daya yang ada antarkementerian dalam mendukung swasembada pangan perlu lebih ditingkatkan.



## VII. STRATEGI PENGEMBANGAN PTT

Pengembangan PTT ke depan dapat diarahkan ke lahan sawah irigasi dan lahan suboptimal. Peningkatan potensi dan stabilitas hasil, penekanan senjang hasil dan efisiensi sistem produksi, pengurangan kehilangan hasil pascapanen, dan peningkatan nilai tambah usahatani merupakan elemen penting peningkatan produksi padi, pendapatan petani, dan pelestarian lingkungan pada lahan sawah irigasi. Produktivitas padi di Jawa pada tahun 2016 telah mencapai 6,16 ton/ha GKG. Hal ini mengisyaratkan bahwa produktivitas padi di sebagian besar lahan sawah irigasi sudah sulit ditingkatkan. Upaya yang diperlukan adalah mempertahankan stabilitas produktivitas yang sudah tinggi agar tidak menurun. Produktivitas tinggi adalah hasil dari berbagai upaya yang sewaktu-waktu dapat menurun apabila upaya-upaya tersebut mengendor. Program untuk mempertahankan produktivitas tinggi sama pentingnya dengan program peningkatan produktivitas.

Mengingat terbatasnya luas dan kapasitas lahan sawah irigasi dan bahkan cenderung menurun maka perluasan pengembangan inovasi PTT ke lahan suboptimal menjadi penting. Lahan suboptimal adalah lahan sawah tadah hujan, lahan rawa pasang surut, lebak, dan lahan kering. Jika lahan suboptimal ini ditata secara proporsional dan dikelola dengan baik dapat memberikan kontribusi yang nyata dalam pengadaan produksi pangan. Untuk itu diperlukan perbaikan teknologi PTT padi pada lahan suboptimal yang dapat meningkatkan produktivitas lahan dan sekaligus meningkatkan efisiensi input usahatani sehingga total pendapatan petani dalam pola tanam setahun meningkat.

Strategi pengembangan PTT dalam meningkatkan produksi padi secara berkelanjutan adalah sebagai berikut:

### 7.1. Penyediaan Benih Unggul Spesifik Lokasi

Varietas unggul yang akan digunakan menentukan kesesuaian inovasi budi daya lainnya. Balit komoditas bersama BPTP dapat memetakan kesesuaian varietas dengan agroekosistem, kendala biotik dan abiotik, preferensi konsumen, dan permasalahan wilayah setempat, minimal sampai tingkat kecamatan. Selain membantu mempercepat pemerataan adopsi varietas unggul baru, hal ini juga memberikan alternatif pilihan bagi petani di wilayah suboptimal dalam rangka memperkuat ketahanan pangan antarwilayah.

Konsep satu penangkar untuk satu kecamatan perlu direalisasi dan dikembangkan yang dikaitkan dengan program strategis Kementerian Pertanian lainnya, seperti program Desa Mandiri Benih yang didukung oleh penguatan kelembagaan. Hal ini mengindikasikan pelaksanaan PTT spesifik lokasi tidak hanya berlangsung pada satu musim tanam, tetapi berkelanjutan dalam upaya peningkatan produktivitas dan pendapatan petani.

## 7.2. Peningkatan Indeks Pertanaman

Peningkatan intensitas pertanaman memberi peluang untuk menghasilkan padi lebih banyak dalam satu tahun. Senjang indeks pertanaman antarprovinsi di Pulau Jawa dan luar Jawa perlu diperkecil. Di luar Jawa yang didominasi oleh lahan suboptimal dengan inovasi teknologi lebih mudah untuk meningkatkan indeks pertanaman. Untuk itu perlu dirakit paket teknologi PTT Salibu dan PTT sebar langsung (*direct seeding*) yang bersifat spesifik lokasi, terutama untuk diterapkan di luar Jawa.

## 7.3. Pengembangan PTT Berbasis Teknologi Informasi

Dalam mempercepat adopsi teknologi PTT dapat dikembangkan penggunaan panduan PTT berbasis teknologi informasi untuk mengidentifikasi komponen teknologi yang paling sesuai dengan permasalahan yang dihadapi petani. Panduan PTT padi diperlukan untuk mendapatkan informasi dari petani maupun penyuluh pertanian mengenai kondisi spesifik lokasi. Panduan PTT padi digunakan sebelum musim tanam untuk membantu petani membuat perencanaan biaya produksi berikutnya.

Dengan teknologi informasi, panduan PTT padi juga dapat dihubungkan dengan alat bantu lainnya seperti Klinik Tanaman Padi (*Rice Crop Doctor*). Klinik Tanaman Padi menyediakan informasi untuk membantu petani melindungi investasi yang telah mereka keluarkan, untuk mengatasi masalah hama, penyakit kekurangan hara dan permasalahan prapanen yang timbul selama pertanaman. Pendekatan ini akan membantu petani meningkatkan produktivitas dan keuntungan usahatani melalui pengelolaan tanaman terpadu spesifik lokasi dan ramah lingkungan.

## 7.4. Kebijakan Pola Klastering

Peningkatan produksi dan pasokan pangan dapat diupayakan melalui pola klastering sistem produksi dengan pendekatan *small farmer large field*. Dalam hal ini, petani yang memiliki lahan sempit membuat kontrak bersama sehingga kepemilikan lahan secara berkelompok menjadi lebih luas. Tujuannya adalah untuk meningkatkan efisiensi pembiayaan dan peningkatan produksi.

Prinsip dasar *small farmer large field* di antaranya pemerintah membangun infrastruktur irigasi dan jalan usahatani, petani hanya menanam satu varietas padi sesuai permintaan pasar dengan menggunakan teknologi maju. Penguatan kelembagaan dapat dilakukan dengan membentuk badan usaha milik petani (BUMP) seperti halnya korporasi pertanian.

BUMP bekerja sama dengan perusahaan swasta menyediakan sarana produksi dan/atau membeli hasil gabah melalui perjanjian tertulis,

pembimbingan penerapan *Good Agriculture Practices* (GAP) melalui teknisi perusahaan atau penyuluh dan memberi bantuan kredit usahatani dan menjual hasil gabah dalam bentuk beras premium.

Dampak yang diharapkan adalah peningkatan efisiensi, biaya saprodi lebih murah karena pengadaannya dalam jumlah besar dan dukungan alat-mesin pertanian menekan biaya tenaga kerja, produktivitas padi lebih tinggi karena menggunakan teknologi maju, kualitas produk meningkat, harga lebih tinggi dan pendapatan petani meningkat, dan secara bertahap mulai terbentuk *market driven production* mendukung pasar ekspor.



## VIII. PRINSIP DAN INDIKATOR KEBERLANJUTAN USAHATANI PADI

Ketahanan pangan dan strategi pertanian untuk mendukung pembangunan ekonomi yang berkelanjutan menjadi prioritas utama pemerintah Indonesia yang harus didukung oleh perencanaan kebijakan yang berkualitas. Standar pengelolaan usahatani padi berkelanjutan (*Sustainable Rice Cultivation*) versi 1.0 tahun 2015 dirumuskan oleh berbagai lembaga internasional seperti UNEP, IRRI dan lembaga nonprofit lainnya serta berbagai negara produsen beras seperti Indonesia, Sri Lanka, Thailand dan Vietnam (SRP 2015). Hal ini menjadi lebih bermakna bilamana Indonesia menuju lumbung pangan dunia pada tahun 2045.

Pada tingkat internasional *Sustainable Rice Platform* (SRP) telah merumuskan 8 prinsip, 12 kriteria dan 46 indikator kinerja serta 160 rekomendasi praktis. Kedelapan prinsip dasar pengelolaan usahatani padi berkelanjutan menurut SRP 2015 adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan kesejahteraan petani dan generasi petani padi masa depan
2. Memenuhi standar konsumen untuk ketahanan pangan, keamanan pangan dan kualitas beras serta produk turunannya
3. Pengelolaan sumber daya alam secara efisien
4. Melindungi lingkungan dari kerusakan akibat ulah kegiatan manusia
5. Melindungi komunitas masyarakat tetangga dari pengaruh yang merugikan dan berkontribusi terhadap pengembangan wilayah
6. Mitigasi emisi gas rumah kaca dan adaptasi sistem produksi padi terhadap perubahan iklim
7. Menghargai hak-hak buruh dan mempromosikan kesejahteraan pekerja
8. Melaksanakan perdagangan dengan integritas dan transparan.

Untuk dapat mengukur kedelapan prinsip dasar dalam pengelolaan usahatani padi berkelanjutan telah ditetapkan 12 indikator kinerja *Sustainable Rice Platform* sebagai berikut:

1. Profitabilitas, laba bersih dari usahatani padi
2. Produktivitas tenaga kerja
3. Produktivitas padi per satuan unit
4. Keamanan pangan
5. Produktivitas penggunaan air
6. Efisiensi pupuk N
7. Efisiensi pupuk P
8. Efisiensi penggunaan pestisida
9. Emisi gas rumah kaca
10. Kesehatan dan keamanan
11. Tenaga kerja anak-anak
12. Pemberdayaan perempuan

## 8.1. Ruang Lingkup

Standar SRP berlaku untuk sistem produksi padi, termasuk proses pascapanen, yang masih di bawah kendali petani. Standar SRP dapat diterapkan oleh petani per orangan, kelompok petani, atau usaha pertanian yang lebih besar. Jika diterapkan oleh sekelompok petani kecil, standar tersebut menyarankan pembentukan Sistem Manajemen Grup, yang persyaratannya dikembangkan dengan mekanisme jaminan yang sesuai dengan lingkungan produksi lokal/nasional; yang harus diidentifikasi pada tahap selanjutnya.

## 8.2. Penilaian

Standar tersebut secara bertahap memungkinkan untuk mendorong mengikuti persyaratan standard melalui pemberian penghargaan terhadap kemajuan menuju kepatuhan penuh. Sebagian besar persyaratan memiliki beberapa kinerja yang memungkinkan penggunaan standar untuk penilaian dan sebagai alat perbaikan terarah untuk mempromosikan adopsi petani. Tingkat yang berbeda ini dikembangkan dengan menyadari bahwa perbaikan kinerja petani sangat membutuhkan waktu dan bisa menjadi proses yang menantang. Memiliki tingkat kinerja yang berbeda memungkinkan membimbing proses perbaikan dan memberikan pengakuan atas setiap langkah perbaikan dengan skor yang lebih tinggi.

Setiap tingkat kinerja sesuai dengan jumlah poin. Tingkat kinerja tertinggi di sebagian besar persyaratan memiliki nilai tiga poin. Beberapa persyaratan memiliki tingkat kinerja menengah dengan dua poin atau satu poin. Bilamana semua persyaratan tidak tercapai, diberi nilai nol. Bobot relatif per prinsip dasar disajikan pada Gambar 5. Ringkasan kriteria pencapaian Standard SRP padi sawah pada setiap tahap pengelolaan disajikan pada Tabel 19.



Gambar 5. Bobot relatif per tiap prinsip dasar (SRP 2015).

Tabel 19. Ringkasan 46 kriteria pencapaian Standard SRP padi sawah pada setiap tahap pengelolaan.

No.	Kriteria pencapaian	Manfaat
<b>PENGELOLAAN USAHATANI</b>		
1	<p><b>Perencanaan Sebelum Tanam</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mencakup waktu persiapan lahan, tanam, penyiangan, pengelolaan gulma, pengelolaan air, pemupukan, panen, pengeringan gabah, dan penyimpanan</li> <li>Perkiraan jumlah tenaga kerja, peralatan, sarana produksi, dan modal usaha yang diperlukan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keuntungan usahatani</li> <li>Tingkat produktivitas</li> </ul>
2	<p><b>Pencatatan Usahatani</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dalam satu siklus pertanian catat varietas yang digunakan, sumber benih, tanggal pembelian dan tanggal kedaluarsa, serta jumlah benih yang digunakan</li> <li>Penggunaan pestisida (nama dagang, tempat membeli, tanggal pembelian dan jumlah penggunaan)</li> <li>Penggunaan pupuk (nama dagang, tempat membeli, tanggal pembelian serta jumlah, waktu dan cara pemberian)</li> <li>Penggunaan air : tinggi muka air sekitar 3 cm sampai pertengahan pembentukan anakan; 3-5 cm hingga 1-2 minggu menjelang panen; kemudian dikeringkan</li> <li>Biaya tenaga kerja luar keluarga dan borongan</li> <li>Biaya sewa peralatan</li> <li>Hasil gabah kering panen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keuntungan usahatani</li> <li>Tingkat produktivitas</li> </ul>
3	<p><b>Pelatihan</b></p> <p>Petani mengikuti pelatihan atau mendapatkan penyuluhan secara teratur pada topik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pemberdayaan kelompok</li> <li>Persiapan lahan</li> <li>Pengelolaan air</li> <li>Pengelolaan hara</li> <li>Pengendalian hama/penyakit</li> <li>Keamanan pangan</li> <li>Paska panen dan pengelolaan sisa tanaman</li> <li>Kesehatan dan keamanan</li> <li>Hak-hak buruh</li> <li>Pemberdayaan perempuan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Semua aspek</li> </ul>
<b>PERSIAPAN LAHAN</b>		
4	<p><b>Logam berat</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lahan sawah aman dari logam berat seperti arsenic, cadmium, chromium, mercury dan timah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keamanan Pangan</li> </ul>
5	<p><b>Salinitas</b></p> <p>Lahan salin dapat dikelola secara efektif melalui pendekatan mitigasi dan adaptasi seperti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pencucian</li> <li>Monitoring tingkat salinitas air</li> <li>Pengaturan air keluar dan air masuk untuk menghindari kelebihan kadar garam dan penggunaan air berlebihan</li> <li>Penggunaan varietas toleran</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keuntungan usahatani</li> <li>Tingkat produktivitas</li> <li>Air</li> </ul>

Tabel 19. Lanjutan.

No.	Kriteria pencapaian	Manfaat
6	<b><i>Koversi Lahan</i></b> Lokasi usahatani tidak berada pada: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hutan primer</li> <li>• Lahan dari penggundulan hutan setelah tahun 2009, kecuali mempunyai izin dari yang berwenang</li> <li>• Hutan sekunder, kecuali mempunyai izin dari yang berwenang dan kegiatannya tidak merusak ekosistem</li> <li>• Areal yang dilindungi, kecuali mempunyai izin dari yang berwenang dan kegiatannya tidak merusak ekosistem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisi gas RK</li> <li>• Biodiversitas</li> </ul>
7	<b><i>Spesies Liar</i></b> Tidak ada spesies liar seperti enceng gondok dan keong mas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biodiversitas</li> </ul>
8	<b><i>Perataan Lahan</i></b> Padi dibudidayakan di lahan datar atau terassering. Tanah atau teras harus diratakan, sampai kemiringan 0,1% di dalam petakan. Jika tersedia, lahan diratakan dengan laser	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keuntungan usahatani</li> <li>• Produktivitas</li> <li>• Air</li> <li>• Biodiversitas</li> </ul>
9	<b><i>Varietas Padi</i></b> Benih harus besertifikat dengan daya tumbuh tinggi, bebas gulma, hama, dan penyakit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keuntungan usahatani</li> <li>• Produktivitas</li> </ul>
PENGUNAAN AIR		
10	<b><i>Pengelolaan Air</i></b> Langkah-langkah diterapkan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air sesuai dengan rekomendasi sistem produksi setempat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keuntungan usahatani</li> <li>• Produktivitas</li> <li>• Air</li> <li>• Emisi gas RK</li> </ul>
11	<b><i>Sistem Irigasi</i></b> Sistem irigasi lahan sawah sesuai dengan kondisi berikut: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistem irigasi memiliki kanal internal yang cukup untuk memasukan air dan pengeringan</li> <li>• Tidak ada kebocoran pada tanggul, dan</li> <li>• Pintu air berfungsi dengan baik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Air</li> </ul>
12	<b><i>Kualitas air masuk</i></b> Air masuk diperoleh dari sumber bersih yang bebas dari kontaminasi biologis, garam, dan logam berat.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keamanan pangan</li> <li>• Air</li> </ul>
13	<b><i>Air dari Sumur Dalam</i></b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Penggunaan air dari sumur dalam harus legal dan berkelanjutan</li> <li>• Penggunaan air dari sumur dalam yang terus menerus harus menghindari penipisan sumber daya air di luar kapasitas mengisi ulang air, dan menyeimbangkan kompetisi untuk penggunaannya</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Air</li> <li>• Masyarakat</li> </ul>
14	<b><i>Drainase</i></b> Aliran air bawah permukaan setelah aplikasi pestisida cukup terhambat untuk menghindari kontaminasi dari limpasan pestisida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Air</li> <li>• Biodiversitas</li> </ul>

Tabel 19. Lanjutan.

No.	Kriteria pencapaian	Manfaat
<b>PENGELOLAAN HARA</b>		
15	<p><b><i>Pengelolaan Hara</i></b> Diterapkannya pengelolaan hara yang efisien dan spesifik lokasi, termasuk unsur-unsur berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Penggunaan sistem alami peningkatan kesuburan tanah melalui rotasi tanaman dan tumpangsari</li> <li>• Aplikasi pupuk berdasarkan hasil analisis tanah atau penilaian nutrisi tanaman (misalnya alat Bagan Warna Daun)</li> <li>• Aplikasi pupuk didasarkan pada rencana pemupukan yang terdokumentasi berikut rekomendasi dari layanan penyuluhan publik atau swasta</li> <li>• Membagi aplikasi pupuk nitrogen atau penggunaan pupuk slow release pada lapisan olah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keuntungan usahatani</li> <li>• Produktivitas</li> <li>• Hara</li> <li>• Emisi gas RK</li> <li>• Biodiversitas</li> </ul>
16	<p><b><i>Pupuk Organik</i></b> Bahan organik digunakan sebagai pupuk jika kondisinya menguntungkan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tersedia di lahan pertanian (misalnya pupuk kandang, pupuk hijau, mulsa) atau tersedia secara lokal dengan harga yang wajar, dan</li> <li>• Diberikan pada lahan yang tidak banjir/tergenang, dan</li> <li>• Telah terdekomposisi dengan baik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keuntungan usahatani</li> <li>• Produktivitas</li> <li>• Hara</li> <li>• Emisi gas RK</li> </ul>
17	<p><b><i>Pilihan Pupuk Anorganik</i></b> Pupuk anorganik yang digunakan jika telah didaftarkan dan berasal dari sumber yang dapat dipercaya</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keuntungan usahatani</li> <li>• Produktivitas</li> <li>• Hara</li> </ul>
18	<p><b><i>Penggunaan Pupuk Anorganik</i></b> Cara pemberian pupuk anorganik sesuai dengan petunjuk yang tertera di label, sedangkan dosis dan waktu pemberian sesuai dengan rekomendasi spesifik lokasi</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keuntungan usahatani</li> <li>• Produktivitas</li> <li>• Hara</li> </ul>
<b>PENGENDALIAN HAMA PENYAKIT</b>		
19	<p><b><i>Pengelolaan Hama Terpadu (PHT)</i></b> Diterapkannya prinsip PHT, yang meliputi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoring tingkat hama dan penyakit secara teratur</li> <li>• Mengevaluasi semua pilihan pengendalian hama yang ada</li> <li>• Menggunakan batas tindakan yang direkomendasikan oleh pakar penyuluhan pemerintah daerah</li> <li>• Memilih metode perlindungan tanaman yang memaksimalkan keselamatan manusia, meminimalkan dampak lingkungan, dapat dibenarkan secara ekonomi, dan mencegah risiko keamanan pangan untuk semua bagian tanaman.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keuntungan usahatani</li> <li>• Produktivitas</li> <li>• Keamanan pangan</li> <li>• Pestisida</li> <li>• Biodiversitas</li> </ul>
20	<p><b><i>Pemilihan Pestisida</i></b> Membeli pestisida, termasuk pestisida hayati,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Digunakan sesuai dengan rekomendasi pemerintah nasional</li> <li>• Terdaftar digunakan untuk tanaman padi</li> <li>• Diperoleh dari sumber yang dapat dipercaya, dan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pestisida</li> <li>• Keamanan pangan</li> <li>• Kesehatan dan keamanan</li> <li>• Biodiversitas</li> </ul>

Tabel 19. Lanjutan.

No.	Kriteria pencapaian	Manfaat
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak termasuk dalam daftar internasional sebagai: polutan organik yang persisten (POPs) dalam Konvensi Stockholm, Lampiran III dari Konvensi Rotterdam, dan 1A atau 1B berdasarkan klasifikasi WHO. Biopestisida berbahan baku hasil pertanian diizinkan:</li> <li>• Jika tidak berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan manusia</li> <li>• Jika diproduksi di pertanian dan tidak dibeli, dan</li> <li>• Jika terbukti efektif</li> </ul>	
21	<p><b>Target Sasaran</b> Pestisida tidak diaplikasikan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pada area non-target</li> <li>• Dalam jarak 5 meter dari bangunan, jalan, atau lintasan kecuali tidak ada ancaman bagi manusia atau satwa liar</li> <li>• Dalam jarak 5 meter dari badan air (termasuk saluran irigasi utama)</li> <li>• Dalam jarak 1 meter dari kanal pengalihan kecil</li> <li>• Saat angin kencang</li> <li>• Dalam hal penyemprotan dari udara: tanpa lisensi dan tanpa menggunakan teknik minimisasi terbang melayang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pestisida</li> <li>• Kesehatan dan keamanan</li> <li>• Biodiversitas</li> <li>• Masyarakat</li> </ul>
22	<p><b>Petunjuk label</b> Setiap aplikasi pestisida harus sesuai dengan instruksi yang tertera di label baik untuk cara aplikasi, interval dan dosis</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pestisida</li> <li>• Keamanan pangan</li> <li>• Kesehatan dan keamanan</li> <li>• Biodiversitas</li> </ul>
23	<p><b>Kalibrasi</b> Peralatan aplikasi pestisida harus dikalibrasi dan dipelihara untuk mencegah kebocoran atau kontaminasi produk</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pestisida</li> <li>• Keamanan pangan</li> <li>• Kesehatan dan keamanan</li> </ul>
PANEN DAN PASKA PANEN		
24	<p><b>Waktu Panen</b> Panen harus dilakukan pada waktu yang tepat untuk mendapatkan kualitas gabah optimal</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keuntungan usahatani</li> <li>• Produktivitas</li> <li>• Keamanan pangan</li> </ul>
25	<p><b>Alat Panen</b> Padi dipanen dengan peralatan yang bersih untuk mencegah kontaminasi dan pencampuran varietas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keamanan pangan</li> </ul>
26	<p><b>Waktu Pengeringan</b> Gabah dikeringkan dalam waktu 24 jam setelah panen dengan kadar air yang sesuai, tergantung penggunaan lebih lanjut:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kadar air 15-18% untuk penjualan langsung atau untuk dijual dalam waktu seminggu</li> <li>• Kadar air 14% atau kurang untuk menyimpan gabah lebih dari 1 minggu</li> <li>• Kadar air 12% atau kurang untuk menyimpan benih</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keuntungan usahatani</li> <li>• Produktivitas</li> <li>• Keamanan pangan</li> </ul>

Tabel 19. Lanjutan.

No.	Kriteria pencapaian	Manfaat
27	<b>Teknik Pengeringan</b> Gabah dikeringkan dengan menggunakan teknik pengeringan yang berkelanjutan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keuntungan usahatani</li> <li>• Produktivitas</li> <li>• Keamanan pangan</li> </ul>
28	<b>Penyimpanan Beras</b> Beras aman disimpan, menjaga kualitasnya melalui langkah-langkah berikut: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beras disimpan jauh dari zat berbahaya, seperti agrokimia</li> <li>• Beras disimpan dengan tindakan yang memadai untuk mencegah kelembaban dan kerusakan oleh hama</li> <li>• Beras dibersihkan sebelum penyimpanan (pengangkatan kotoran, gulma, dan serangga)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keuntungan usahatani</li> <li>• Produktivitas</li> <li>• Keamanan pangan</li> </ul>
29	<b>Tunggul Jerami</b> Tunggul jerami padi tidak dibakar dan dikelola secara berkelanjutan untuk mengurangi emisi, meminimalkan dampak lingkungan dan mempertahankan atau memperbaiki kualitas lahan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hara</li> <li>• Emisi gas RK</li> <li>• Masyarakat</li> </ul>
30	<b>Jerami Padi</b> Dalam kasus pertanian intensif (lebih dari satu siklus panen per tahun) jerami padi tidak dibakar, dibiarkan di lapangan atau dibajak. Jerami padi dapat dikomposkan atau digunakan untuk produksi energi atau keperluan lainnya	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hara</li> <li>• Emisi gas RK</li> <li>• Masyarakat</li> </ul>
KESEHATAN DAN KEAMANAN		
31	<b>Instruksi keselamatan</b> Buruh tani termasuk anggota rumah tangga yang bekerja, untuk memperoleh penyuluhan keselamatan secara teratur mencegah terjadinya kecelakaan atau penyakit yang timbul terkait pekerjaan dan tersedianya kotak P3K di setiap rumah tangga pertanian	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kesehatan dan keamanan</li> </ul>
32	<b>Peralatan dan Perlengkapan</b> Peralatan dan perlengkapan untuk kegiatan pertanian dan proses pascapanen harus dipelihara dan dikalibrasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kesehatan dan keamanan</li> </ul>
33	<b>Pelatihan Aplikasi Pestisida</b> Pekerja yang melakukan penyemprotan pestisida harus menerima pelatihan penanganan dan penggunaan pestisida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pestisida</li> <li>• Kesehatan dan keamanan</li> </ul>
34	<b>Peralatan Pelindung Diri</b> Pekerja yang melakukan penyemprotan pestisida menggunakan peralatan berkualitas baik termasuk: sarung tangan, masker, sepatu bot, dan pakaian pelindung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pestisida</li> <li>• Kesehatan dan keamanan</li> </ul>
35	<b>Mencuci dan Ganti Pakaian</b> Fasilitas pencucian dan penggantian pakaian tersedia untuk pekerja yang melakukan penyemprotan pestisida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pestisida</li> <li>• Kesehatan dan keamanan</li> </ul>

Tabel 19. Lanjutan.

No.	Kriteria pencapaian	Manfaat
36	<b>Persyaratan Aplikator Pestisida</b> Pestisida tidak boleh diaplikasikan oleh wanita hamil atau menyusui, oleh anak-anak di bawah 18 tahun, atau oleh orang-orang yang menderita penyakit kronis atau pernafasan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pestisida</li> <li>• Kesehatan dan keamanan</li> </ul>
37	<b>Waktu Kembali Masuk Ke sawah</b> Waktu kembali masuk kesawah setelah dilakukan penyemprotan adalah setelah 48 jam jika di label tersebut tidak memberikan rekomendasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pestisida</li> <li>• Kesehatan dan keamanan</li> <li>• Masyarakat</li> </ul>
38	<b>Penyimpanan Pestisida</b> Pestisida dan pupuk anorganik (termasuk wadah kosong) diberi label dan disimpan di tempat yang terkunci, terpisah dari bahan bakar dan makanan serta di luar jangkauan anak-anak	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pestisida</li> <li>• Keamanan pangan</li> <li>• Kesehatan dan keamanan</li> </ul>
39	<b>Pembuangan pestisida</b> Wadah pestisida kosong dan pestisida usang dibuang dengan benar/dikuburkan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pestisida</li> <li>• Kesehatan dan keamanan</li> </ul>
<b>HAK BURUH</b>		
40	<b>Pekerja anak</b> Anak-anak di bawah umur 15 tahun tidak dilibatkan sebagai pekerja tetap atau musiman. Jika undang-undang setempat menetapkan usia minimum yang lebih tinggi, usia yang lebih tinggi ini berlaku. Usia karyawan selalu terverifikasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pekerja Anak</li> </ul>
41	<b>Pekerjaan berbahaya</b> Anak-anak di bawah umur 18 tahun tidak melakukan pekerjaan berbahaya atau pekerjaan apa pun yang membahayakan kesehatan fisik, mental, atau moral mereka. Kondisi berikut terpenuhi: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anak-anak tidak membawa beban berat</li> <li>• Pekerjaannya tidak di lokasi yang berbahaya</li> <li>• Pekerjaannya tidak di malam hari (antara jam 2200 sampai 0600)</li> <li>• Anak-anak tidak menggunakan pisau panen</li> <li>• Anak-anak tidak bekerja dengan zat atau peralatan berbahaya</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pekerja Anak</li> </ul>
42	<b>Pendidikan</b> Anak-anak usia wajib belajar yang tinggal di pedesaan harus bersekolah sepanjang tahun	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pekerja Anak</li> </ul>
43	<b>Pemaksaan Kerja</b> Tidak ada kerja paksa, penjara atau ikatan yang digunakan. Semua kondisi berikut harus terpenuhi: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak ada pemotongan (sebagian) gaji, tunjangan, harta benda atau dokumen pekerja untuk memaksa pekerja tersebut untuk terus bekerja</li> <li>• Pekerja tidak dikenai biaya perekrutan yang mengharuskan mereka berutang kepada agen layanan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hak Buruh</li> </ul>

Tabel 19. Lanjutan.

No.	Kriteria pencapaian	Manfaat
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pekerja diizinkan meninggalkan tempat bekerja di akhir shift mereka</li> <li>• Pasangan dan anak dari pekerja kontrak tidak dipaksa bekerja di pertanian</li> <li>• Tidak berpartisipasi dalam atau membiarkan perdagangan manusia</li> </ul>	
44	<p><b><i>Diskriminasi</i></b> Tidak ada perlakuan diskriminatif atau perlakuan sewenang-wenang terhadap pekerja termasuk anggota rumah tangga yang bekerja. Semua kondisi berikut harus terpenuhi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak ada diskriminasi berdasarkan jenis kelamin, latar belakang etnis, asal negara, agama, kecacatan, orientasi seksual, keanggotaan organisasi, pekerja hamil atau afiliasi politik sehubungan dengan perekrutan, renumerasi, tunjangan, pelatihan, kemajuan, kedisiplinan, penghentian, pensiun atau keputusan lainnya terkait pekerjaan</li> </ul>	• Hak Buruh
45	<p><b><i>Kebebasan Berserikat</i></b> Pekerja memiliki hak untuk mendirikan dan / atau bergabung dengan asosiasi pilihan mereka dan untuk ikut serta dalam perundingan bersama mengenai kondisi kerja.</p>	• Hak Buruh
46	<p><b><i>Upah Pekerja</i></b> Upah dan tunjangan pekerja:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• memenuhi atau melebihi jumlah minimum yang dipersyaratkan dalam hukum lokal dan daerah</li> <li>• dibayar pada waktu yang tepat dan atau secara reguler</li> <li>• dibayar dalam mata uang legal atau dalam bentuk lain tanpa menciptakan bentuk ketergantungan apa pun</li> </ul>	• Hak Buruh



## IX. PENUTUP

Sejak awal diimplemetasikan pada tahun 2002, inovasi PTT mengalami dinamika mengikuti perkembangan teknologi perpadian dan masalah yang dihadapi di lapangan. Semula, komponen teknologi pilihan yang dikembangkan adalah varietas unggul baru, benih bermutu dan berlabel, pemupukan berdasarkan kebutuhan tanaman dan status hara tanah, pengendalian OPT dengan pendekatan PHT, dan pemberian bahan organik. Dalam perjalanannya, penggunaan varietas padi mengikuti perkembangan perakitan varietas unggul dan preferensi konsumen. Kekurangan dan mahalnnya tenaga kerja pertanian serta masih tingginya kehilangan gabah pada saat panen dan pascapanen mendorong penggunaan alat-mesin pertanian sebagai bagian dari komponen teknologi PTT.

Kinerja inovasi PTT dalam peningkatan produktivitas padi di beberapa sentra produksi mendapat repons positif dari pemerintah untuk dikembangkan lebih lanjut dalam skala nasional melalui Program Peningkatan Mutu Intensifikasi, Sekolah Lapang PTT, Gerakan Percepatan PTT, dan Program UPSUS. Pengembangan inovasi PTT berkontribusi nyata terhadap peningkatan produktivitas dan produksi padi nasional. Pada tahun 2000, sebelum introduksi inovasi PTT, produktivitas dan produksi padi masing-masing 4,40 t/ha dan 51,99 juta ton. Di awal pengembangan PTT pada tahun 2002, produktivitas dan produksi padi relatif belum menunjukkan peningkatan yang berarti. Sejak tahun 2007, penerapan PTT mampu menerobos pelandaian produksi padi menjadi 57,16 juta ton atau meningkat 5% dari tahun lalu. Pada tahun-tahun tertentu, peningkatan produksi padi relatif tidak tinggi karena anomali iklim sehingga sebagian pertanian di beberapa daerah mengalami kekeringan atau banjir.

Melalui program UPSUS Pajale, produksi padi pada tahun 2016 tercatat 79,1 juta ton atau meningkat 5% dibanding tahun lalu. Pada tahun 2015 produksi padi meningkat hingga mencapai 6% dbandingkan dengan tahun 2014, dari 70,8 juta ton menjadi 75,4 juta ton. Pada tahun 2016 pemerintah menyatakan tidak lagi mengimpor beras karena produksi dalam negeri sudah mampu memenuhi kebutuhan sendiri.

Ke depan, reorientasi pengembangan PTT memerlukan: (1) transformasi pendekatan PTT menuju sistem pertanian presisi dan terpadu, (2) refokusing komponen teknologi PTT dan inovasi yeknologi, (3) reorientasi pendekatan dari *monocropping* ke *multiple cropping* dan sistem usahatani terpadu, (4) reinovasi Sekolah Lapang PTT, dan (5) revitalisasi sinergisme program pusat dan daerah. Arah pengembangan PTT adalah pada: (1) lahan sawah irigasi untuk mempertahankan produktivitas yang sudah tinggi dan memperkecil senjang hasil, (2) lahan suboptimal melalui penyediaan benih unggul spesifik lokasi dan peningkatan indeks pertanaman.

Permasalahan inheren pada tataran konsepsi, implementasi program, dukungan kegiatan dan pendanaan yang cenderung bersifat sentralistik, menghambat penerapan PTT spesifik lokasi. Dalam mendukung program swasembada beras berkelanjutan dan ketahanan pangan, pendekatan PTT merupakan inovasi terbaik yang tersedia saat ini, walaupun belum memberikan hasil optimal karena tingkat adopsinya masih terbatas.

Untuk memenuhi kebutuhan pangan penduduk dunia pada tahun 2050 yang diproyeksikan 9,15 miliar jiwa, produksi padi harus ditingkatkan sebesar 60% secara berkelanjutan. Penggunaan dan penyempurnaan PTT harus terus dilakukan. Dalam kaitan ini, dukungan semua aspek, termasuk penyediaan lahan, alat-mesin pertanian, perbaikan dan peningkatan infrastruktur seperti irigasi, dan penyediaan sarana produksi seperti benih dan pupuk berperan penting dalam mempercepat peningkatan produksi padi menuju swasembada pangan berkelanjutan.

Standar pengelolaan usahatani padi berkelanjutan (*Sustainable Rice Cultivation*) perlu untuk dicermati lagi dengan mengevaluasi kriteria dan indikator kinerja yang sesuai menurut kondisi sosial, ekonomi, budaya dan lingkungan di Indonesia serta dalam mewujudkan Indonesia sebagai lumbung pangan dunia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adiningsih, J.S., S. Moersidi, M. Sudjadi, dan A.M. Fagi. 1989. Evaluasi keperluan fosfat pada lahan sawah intensifikasi di Jawa. Hal. 63-89 Dalam Prosiding Lokakarya Nasional Efisiensi Penggunaan Pupuk. Cipayung, 25 November 1988.
- Abdulrachman S., dan H. Sembiring. 2006. Penentuan Takaran Pupuk Fosfat untuk Tanaman Padi Sawah. IPTEK Tanaman Pangan. 1:79-87.
- Abdulrachman S., N. Agustina, H. Sembiring. 2009. Verifikasi Metode Penetapan Kebutuhan Pupuk pada Padi Sawah Irigasi. IPTEK Tanaman Pangan, 2:105-115.
- Agustiani N., H. Sembiring, Sutisna, dan S. Abdulrachman. 2011. Pengelolaan Jerami pada Padi Sawah Intensif. Dalam. Prosiding Seminar Ilmiah Hasil Penelitian Padi Nasional 2010. Hal. 805-812
- Badan Litbang Pertanian. 2017. Laporan Tahunan 2016. Jakarta:
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Badan Litbang Pertanian. 2014. Petunjuk Teknis Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) Padi Sawah Irigasi. Badan Litbang Pertanian. Kementerian Pertanian. 46 hal.
- Badan Litbang Pertanian. 2015. Sistem Tanam Legowo. Badan Litbang Pertanian. Kementerian Pertanian. 24 hal.
- Badan Litbang Pertanian. 2016. Petunjuk Teknis Jajar Legowo Super. Kementrian Pertanian, Badan Litbang pertanian. 43 Halaman.
- Bachrein, S. 2005. Keragaan dan pengembangan sistem tanam Legowo-2 pada padi sawah di Kecamatan Banyuresmi, Kabupaten Garut, Jawa Barat. Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. 8(1):29-38
- BB Padi 2017. Green Super Rice, Varietas Prospektif di Era Perubahan Iklim Global Menuju Indonesia Sebagai Lumbung Pangan Dunia. Press Release. Sukamandi: Balai Besar Penelitian Tanaman Padi.
- BBSDLP. 2004. Tanah Sawah dan Teknologi Pengelolaannya. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat.
- BPS. 2006. Statistik Indonesia. Luas panen, produktivitas, dan produksi padi periode 2000-2005. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- BPS. 2011. Statistik Indonesia. Luas panen, produktivitas, dan produksi padi periode 2006-2010. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- BPS. 2014. Luas Lahan Menurut Penggunaan 2014. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- BPS. 2017. Statistik Indonesia. Luas panen, produktivitas, dan produksi padi periode 2011-2016. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Bouman B.A.M., R.M. Lampayan, T.P. Tuong. 2007. Water management in rice: coping with water scarcity. Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute. 54 p.

- Buresh, R. and A. Doberman. 2010. Organic materials and rice. International Rice Research Institute.
- Buresh, R. J., Z. Zaini, M. Syam, S. Kartaatmadja, Suyamto, R. Castillo, J. dela Torre, P.J. Sinohin, S. S. Girsang, A. Thalib, Z. Abidin, B. Susanto, M. Hatta, D. Haskarini, R. Budiono, Nurhayati, M. Zairin, H. Sembiring, M. J. Mejaya, and V. Bruce J. Tolentino. 2012. Nutrient Manager for Rice: A mobile phone and Internet application increases rice yield and profit in rice farming. Paper presented on the International Rice Seminar, Indonesian Center for Rice Research-Sukamandi, West Java, Indonesia.
- De Datta, S.K. 1981. Principles and Practices of Rice Production. John Wiley & Sons, Inc. USA. 618 pp.
- Dilts, D. dan S. Hate. 1996. IPM farmer field schools: changing paradigms and scaling up. Agricultural Research and Extension Network Paper, 59, pp. 1-4.
- Ditjentan. 2008. Pedoman Umum Sekolah Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu (SL-PTT) Padi, Jagung, dan Kedelai. Direktorat Tanaman Pangan, Kementerian Pertanian.
- Ditjentan. 2013. Pedoman Umum Sekolah Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu (SL-PTT). Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Direktorat Jendral Tanaman Pangan. 2016. Prakiraan Produksi Tanaman Pangan Tahun 2016.
- Direktorat Perbenihan. 2016. Penggunaan benih varietas padi musim tanam 2015. Direktorat Perbenihan, Ditjentan.
- Dobermann, A., and T. Fairhurst. 2000. Rice. Nutrient Disorders & Nutrient Management. International Rice Research Institute and Potash & Phosphate Institute/Potash & Phosphate Institute of Canada.
- Erfandi, D. and A. Rachman. 2011. Identification of Soil Salinity Due to Seawater Intrusion on Rice Field in the Northern Coast of Indramayu, West Java. *J Trop Soils*. 16(2):115-121
- Erythrina. 2001. Bagan Warna Daun: Menghemat Penggunaan Pupuk N pada Padi Sawah. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Utara. 16 hal.
- Erythrina. 2013. Keragaan pengelolaan tanaman terpadu padi sawah pada SL-PTT di Kabupaten Subang, Provinsi Jawa Barat. Prosiding Seminar Nasional Inovasi Pertanian Spesifik Lokasi. Medan 6-7 Juni 2012. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. Badan Litbang Pertanian. Hal 122-128
- Erythrina, A. R. Indrasti, dan A. Muharam. 2013. Kajian sifat inovasi komponen teknologi untuk menentukan pola diseminasi pengelolaan tanaman terpadu padi sawah. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian* 17(1):45-55
- Erythrina dan Z. Zaini. 2013. Indonesia Ricecheck procedure: An approach for accelerating the adoption of ICM. *Palawija* 30(1):6-8.

- Erythrina dan Z. Zaini. 2014. Budi daya padi sawah system tanam jarak legowo: Tinjauan metodologi untuk mendapatkan hasil optimal. *J. Litbang Pert.* 33(2): 1-10
- Erythrina. 2016. Bagan Warna Daun: Alat untuk meningkatkan efisiensi pemupukan nitrogen pada tanaman padi. *J. Litbang Pert.* 35(1):1-10
- Fagi, A.M. dan I. Las. 2006. Present status and prospect of organic rice farming in Indonesia. Presented at the 2nd International Rice Congress 2006. New Delhi, India. (Published Abstract). International Rice Research Institute.
- Hafsah, M.J. 2003. Kebijaksanaan peningkatan produksi padi melalui kegiatan Peningkatan Produktivitas Padi Terpadu (P3T). Prosiding Lokakarya Pelaksanaan Peningkatan Produktivitas Padi Terpadu (P3T) Tahun 2002. hlm. 1-24.
- Hardianto R, H. Sembiring, A.G. Pratomo, B. Nusantoro, D.P. Saraswati, D. Hardini, D. Siswanto, dan L. Haryanto. 2000. Pengkajian Paket Teknologi Usahatani Konservasi Di Daerah Penyangga Kawasan Konservasi Alam. Prosiding Seminar Hasil Penelitian/Pengkajian Teknologi Pertanian mendukung Ketahanan Pangan Berwawasan Agribisnis. PSEKP. 2000. Hal. 651-657.
- Hendarsih, S. dan H. Sembiring. 2007. Status Hama Penggerek Batang Padi di Indonesia. Prosiding Apresiasi Hasil Penelitian Padi 2007. Sukamandi: Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. hlm. 61-71
- Ikhwan, G. R. Pratiwi, E. Paturrohan, dan A.K. Makarim. 2013. Peningkatan produktivitas padi melalui penerapan jarak tanam jarak legowo. *Iptek Tan. Pangan* 8(2):72-79
- IRRI. 1993. Reversing trends of declining productivity. IRRI ~ Speeding and Expanding the Impact of Rice Research. Mega Project. IRRI, Manila, Philippines.
- Jamal, E. 2009. Telaahan penggunaan pendekatan sekolah dalam pengelolaan tanaman terpadu (PTT) padi: Kasus di Kabupaten Blitar dan Kediri, Jawa Timur. *Analisis Kebijakan Pertanian* 7(4): 337-349.
- Kementerian Pertanian. 2017. Peta jalan (*Road Map*) padi menuju Indonesia sebagai lumbung pangan dunia 2045. Jakarta: Kementerian Pertanian. 94 hal.
- Kröck, T., J. Alkämper, and I. Watanabe. 1988. Effect of azolla application and plant spacing on rice yield. *J. Agron. and Crop Sci.*, 160: 266–270
- Kürschner, K., C. Henschel, C., T. Hildebrandt, E. Jülich, M. Leineweber, and C. Paul. 2010. Water Saving in Rice Production—Dissemination, Adoption and Short Term Impacts of Alternate Wetting and Drying (AWD) in Bangladesh. SLE Publication Series – S241.
- Las, I. 2015. Antisipasi perubahan iklim global terhadap pencapaian swasembada dan swasembada berkelanjutan. Policy Brief. Jakarta: Badan Litbang Pertanian.

- Las, I., A.K. Makarim, H.M. Toha, A. Gani, H. Pane, dan S. Abdulrachman. 2003. Panduan teknis pengelolaan tanaman dan sumberdaya terpadu pada sawah irigasi. Departemen Pertanian. 30 hlm.
- Las, I. dan M. Syarwani. 2013. Posisi, strategi dan kebijakan sektor pertanian menghadapi perubahan iklim. Jakarta: Badan Litbang Pertanian.
- Longtou, S. R. 2003. Multy-agency partneships for technical change in West African agriculture: Nigeria case study report on rice production. Eco-System Development Organization (EDO), Nigeria. p.72
- Makarim, A. K. dan Ikhwani. 2012. Teknik ubinan, pendugaan produktivitas padi menurut jarak tanam. Puslitbang Tanaman Pangan. 44 halaman
- Mariyono, J. 2008. National Dissemination of Integrated Pest Management Technology through Farmers' Field Schools in Indonesia: Was It Successful? *Journal of Agricultural Technology* 4(1): 11-26.
- Moersidi, S., J. Prawirasumantri, W. Hartatik, A. Pramudia, dan M. Sudjadi. 1991. Evaluasi kedua keperluan fosfat pada lahan sawah intensifikasi di Jawa. Hal. 209-221 Dalam *Prosiding Lokakarya Nasional Efisiensi Penggunaan Pupuk V. Ciasarua*, 12-13 November 1990. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat.
- Mohaddesi, A., A. Abbasian, S. Bakhshipour and H. Aminpanah. 2011. Effect of different levels of nitrogen and plant spacing on yield, yield components and physiological indices in high yield rice. *Amer-Eur J. Agric. Environ.* 10:893-900
- Moser, C. M. and C. Barrett. 2003. The disappointing adoption dynamics of a yield increasing, low external-input technology: the case of SRI in Madagascar. *Agricultural Systems*, 76(3):1085-1100.
- Mundy, P. 2000. Adopsi dan adaptasi teknologi baru. *Training and Communication Specialist, PAATP3*, November 2000. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Noltze, M., S. Schwarze, and M. Caim. 2012. Understanding the adoption of system technologies in smallholders' agriculture: The system of rice intensification (SRI) in Timor Leste. *Agricultural Systems* 108:64-73
- Nurasa, T. dan H. Supriadi. 2012. Program Sekolah Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) Padi: Kinerja dan antisipasi kebijakan mendukung swasembada pangan berkelanjutan. *Analisis Kebijakan* 10(4):313-329.
- PERHEPI 2017. *Konsumen Beras: Preferensi dan Ketersediaan Membayar*. Jakarta: Perhimpunan Ekonomi Pertanian Indonesia. 279 hlm.
- Ping, Z. Y., Z. D. Feng, L. X. Qing, C. H. Zhe. 2009. Analysis of the border effects on growth and yield of high yielding hybrid rice. *Southwest China J. Agric. Sci.* 22(2):248-251
- Rachman, A., H. Suwardjo, R.L. Watung dan H. Sembiring. 1989. Efisiensi Teras Bangku dan Teras Gulud dalam Pengendalian Erosi. *Risalah Diskusi Ilmiah Hasil Penelitian Pertanian Lahan Kering dan Konservasi di Daerah Aliran Sungai. P3HTA*, Badan Litbang Pertanian. Hal. 11-17.

- Raun, W. R., G.V. Jhonson, H. Sembiring, E.V. Lukina, J.M. LaRuffa, W.E. Thomason, S.B. Phillips, J.B. Solie, M.L. Stone, and R.W. Whitney. 1997. Precision Agriculture, Indirect Measures of Plant Nutrients. OSU Soil Fertility Research. Page. 227-237.
- Raun, W. R., G.V. Jhonson, H. Sembiring, E.V. Lukina, J.M. LaRuffa, W.E. Thomason, S.B. Phillips., J.B. Solie, M.L. Stone, and R.W. Whitney. 1998. Indirect Measures of Plant Nutrients. *Commun. Soil Science Plant Anal.* 11-14 (29): 1571-1581.
- SRP. 2015. The SRP Standard for Sustainable Rice Cultivation, Sustainable Rice Platform. Bangkok: 2015. Available at <http://www.sustainablerice.org>
- Sembiring, H. 1994a. Penampilan Beberapa Tanaman Leguminosa Pohon yang Berpotensi untuk Pakan Ternak dan Konservasi Tanah pada Lahan Kering Bersolum Tipis di Sumberkembar Blitar. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Hasil Penelitian Peternakan Lahan Kering. Sub Balitnak Grati.* hlm. 209-217.
- Sembiring, H. 1994b. Penelitian Sistem Usahatani di Lahan Kering: Hasil-Hasil yang dicapai dan Prospek Pengembangan untuk Mengentaskan Kemiskinan di Desa Tertinggal di Jawa Timur. *Pros. Pertemuan Ilmiah Hasil Penelitian Peternakan Lahan Kering.* hlm 21-28.
- Sembiring, H. 2007. Kebijakan Penelitian dan Rangkuman Hasil Penelitian BB Padi dalam Mendukung Peningkatan Produksi Beras Nasional. *Prosiding Apresiasi Hasil Penelitian Padi 2007.* Sukamandi: Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. hlm. 39-59. 135.
- Sembiring, H. 2009. Ketersediaan Inovasi Teknologi Unggulan dalam Meningkatkan Produksi Padi Menunjang Swasembada dan Ekspor. *Prosiding Seminar Nasional Padi.* Bogor: Puslitbang Tanaman Pangan. hlm. 1-16.
- Sembiring, H. 2011. Kesiapan Teknologi Budi Daya Padi Menanggulangi Dampak Perubahan Iklim Global. *Prosiding Seminar Ilmiah Hasil Penelitian Padi Nasional 2010.* hlm. 1-10.
- Sembiring, H., A. Gani, and T. Iskandar. 2008. Implications of Salinity Research in Aceh for Rice Growing. *International Workshop on Post Tsunami Soil Management.* IAARD, DPI, and ACIAR. pp. 97-108. Sembiring, H. dan A.M. Fagi. 1987. *Paket Usahatani Konservasi Mengatasi Erosi di DAS Brantas.* Bogor: Pusat Penelitian Tanah.
- Sembiring, H., G.V. Jhonson, and W.R. Raun. 1998. Extractable Nitrogen Using Hot Potassium Chloride as a Mineralization Potential Index. *Journal of Plant Nutrition*, 21(6):1253-1271.
- Sembiring, H., dan I. N. Widiarta. 2008. Inovasi Teknologi Padi Menuju Swasembada Beras Berkelanjutan. *Prosiding Simposium V Tanaman Pangan Inovasi Teknologi Tanaman Pangan. Buku 1: Kebijakan Penelitian dan Pengembangan.* Bogor: Puslitbang Tanaman Pangan. hlm. 165-186.
- Sembiring, H., L. Wirajaswadi, A. Hipi, Sirajudin, dan H. M. Toha 2002. *Pengelolaan Tanaman Terpadu Budi daya Padi Sawah di Kabupaten Lombok Barat.*

- Prosiding Seminar Nasional Peningkatan Pendapatan Petani melalui Pemanfaatan Sumber Daya Pertanian dan Penerapan Teknologi Tepat Guna. Sukamandi: Balitpa. hlm. 132-138.
- Sembiring, H., dan M. Daniel. 2003. Kontribusi PTT dan Prediksi Perpadian Sumatera Utara Lima Tahun Mendatang. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Spesifik Lokasi Mendukung Ketahanan Pangan dan Agribisnis untuk Meningkatkan Pendapatan Petani dalam Era Globalisasi. Bogor: PSE. hlm. 404-410.
- Sembiring, H., dan S. Abdulrachman. 2008. Potensi Penerapan dan Pengembangan PTT dalam Upaya Peningkatan Produksi Padi. IPTEK Tanaman Pangan 3(2):145-155.
- Sembiring, H., T. Pandjaitan, Mashur, D. Praptomo, A. Muzani, A. Sauki, Wildan, Mansyur, Sasongko dan A. Nurul 2001. Prospek Integrasi Sistem Usahatani Terpadu Pemeliharaan Sapi pada Lahan Sawah Irigasi di Pulau Lombok. *Wartazoa* 12 (1).
- Sembiring, H., W.R. Raun, and G.V. Johnson. 1998a. Effect of Excess N Fertilizers on Soil Nitrogen and Agronomic Responses of Winter Wheat. *Widya Gama* No. 1/Edisi Keenam/1998. Page 85-96.
- Sembiring, H., W.R. Raun, and G.V. Jhonson. 1998b. Nitrogen Accumulation Efficiency: Relationship between Excess Fertilizer and Soil-Plant Biological Activity in Winter Wheat. *Journal of Plant Nutrition* 21(6):1235-1252.
- Sembiring, H., W.R. Raun, G.V. Jhonson, M.L. Stone, J.B. Solie and S.B. Phillips. 1998c Detection of Nitrogen and Phosphorus Nutrient Status in Winter Wheat Using Spectral Radiance. *Journal of Plant Nutrition* 21(6):1207-1233.
- Sembiring, H., W.R. Raun, G.V. Jhonson, M.L. Stone, J.B. Solie and S.B. Phillips. 1998d. Detection of Nitrogen and Phosphorus Nutrient Status in Bermudagrass Using Spectral Radiance. *Journal of Plant Nutrition* 21(6):1189-1206.
- Sembiring, H., W.R. Raun, G.V. Jhonson, M.L. Stone, J.B. Solie and S.B. Phillips. 1998e. Detection of Nitrogen and Phosphorus Nutrient Status in Winter Wheat Using Spectral Radiance. *Journal of Plant Nutrition*, 21(6):1207-1233.
- Sembiring, H., W.R. Raun, G.V. Jhonson, M.L. Stone, J.B. Solie and S.B. Phillips. 1998f. Detection of Nitrogen and Phosphorus Nutrient Status in Bermudagrass Using Spectral Radiance. *Journal of Plant Nutrition*, 21(6):1189-1206.
- Sembiring, H., W.R. Raun., G.V. Johnson, R.K. Boman 1995. Effect of wheat straw inversion on soil moisture conservation. *Soil Sci.* 159 (2):82-89
- Setyorini, D., L.R. Widowati, dan S. Rochayati. 2004. Teknologi pengelolaan hara lahan sawah intensifikasi. Dalam *Tanah Sawah dan Teknologi Pengelolaannya* hal 137-167. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian.

- Shofiyati, R., I. Las, dan F. Agus. 2010. Indonesian soil database and predicted stock of soil carbon. Proc.Intl. Workshop on Evaluation and Sustainable Management of Soil Carbon Sequestration in Asian Countries. Sept 28th-29th 2010, Bogor, Indonesia.
- Sofyan, A., Nurjaya, dan A. Kasno. 2004. Status hara tanah sawah untuk rekomendasi pemupukan. Dalam Tanah Sawah dan Teknologi Pengelolaannya hal 83-114. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian.
- Singh, B., Y. Singh, J.K. Ladha, K.F. Bronson, V. Balasubramanian, V. Singh, and J. Khind. 2002. Chlorophyll meter- and leaf color chart-based nitrogen management for rice and wheat in northwestern India. *Agron. J.* 94:820-821
- Slavich, P., T. Iskandar, A. Rachman, P. Yufdy, and H. Sembiring. 2008. Managing Tsunami-Affected Soils in Aceh and Nias. International Workshop on Post Tsunami Soil Management. IAARD, DPI, and ACIAR. pp. 43-50.
- Sofyan, A., Nurjaya, dan A. Kasno. 2004. Status hara tanah sawah untuk rekomendasi pemupukan. Dalam Tanah Sawah dan Teknologi Pengelolaannya hal 83-114. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian.
- Sudarjat, S. 2003. Kebijakan pengembangan peternakan melalui Peningkatan Produktivitas Padi Terpadu (P3T). Prosiding Lokakarya Pelaksanaan Peningkatan Produktivitas Padi Terpadu (P3T) Tahun 2002. hlm. 25-34.
- Sumarno dan H. Sembiring. 2010. Model Usaha Pertanian Tanaman Bahan Pangan yang Berdaya Saing. Analisis Sumber Daya Lahan Menuju Ketahanan Pangan Berkelanjutan. Bogor: Puslitbang Tanaman Pangan. hlm. 137-163.
- Syam, M. 2006. Kontroversi System of Rice Intensification (SRI) di Indonesia. *Iptek Tanaman Pangan*, 1(1):30-40
- Tran, D.V. and N.V. Nguyen. 2005. The concept and implementation of precision farming and rice integrated crop management systems for sustainable production in the twenty-first century. FAO.
- Wardana, I. P., H. M. Toha, H. Sembiring dan A. M. Fagi. 2008. Sistem Usaha Tani Berbasis Padi. Dalam Prosiding Buku 1 Inovasi Teknologi Ketahanan Pangan. Hal. 77-109
- Wang, K., H. Zhou, B. Wang, Z. Jian, F. Wang, J. Huang, L. Nie, K. Cui, S. Peng. 2013. Quantification of border effect on grain yield measurement of hybrid rice. *Field Crops Res.* 141:47-54
- Witt, C., J.M.C.A. Pasuquin, R. Mutters, and R.J. Buresh. 2005. New leaf color chart for effective nitrogen management in rice. *Better Crops* 89(1):36-39

- Zaini, Z., Erythrina, and T. Woodhead. 2003. Rice Check procedure in integrated crop management: West Java lowland irrigated rice. Paper presented at the Symposium on Rice Check Programme-Indonesia-Australia. Bogor, 1-2 March 2003.
- Zaini, Z., and I. Las. 2004. Development of Integrated Crop and Resource Management Options for Higher Yield and Profit in Rice Farming in Indonesia. Proc. Training on Agricultural Technology Transfer and Training. APEC. Bandung-Indonesia 18-22 July 2004. p. 252-257.

## INDEKS

Bagan warna daun	22, 23
Gas rumah kaca	3
Lahan sawah	
Luas	1, 2
Irigasi berselang	47
Perangkat uji tanah	32
Padi	
Benih	14, 55
Bibit muda	15
Indeks pertanaman	56
Pascapanen	26
Penyiangan	47
Produktivitas	34
Produksi	1, 32, 34
Tanam jajar legowo	16, 17, 18, 19, 20, 46, 32
Varietas unggul	8, 9, 11, 12, 17, 33
Tahan wereng cokelat	10
Toleran rendaman	10
Sebaran	12, 13
Pengelolaan tanaman terpadu	
Adopsi	41, 42
Awal pengembangan	29
Basis pengembangan	35
Konservasi air	36
Konsevasi karbon	37
Konsevasi tanah	36
Dinamika pengembangan	29
Gerakan percepatan	31
Peningkatan mutu intensifikasi	29
Sekolah lapang	30, 53
Upaya khusus	31
Diseminasi	47
Indikator keberlanjutan	59
Keuntungan finansial	21
Komponen teknologi	43, 44, 52
Orientasi pengembangan	51
Strategi pengembangan	55
Teknologi informasi	56
Transformasi	51
Pertanian presisi	40

Perubahan iklim	3
Petak omisi	24
Pupuk	
Anorganik	37
Forfor	24, 25
Kalium	24, 26
Nitrogen	23
Organik	39, 46
Spesifik lokasi	20, 46

## PENULIS



**Hasil Sembiring**, lahir di Brastagi, Sumatera Utara, 10 Februari 1960. Memperoleh gelar Sarjana Pertanian dari IPB pada tahun 1983. Gelar MSc dan Ph.D diraih dari Oklahoma State University Stillwater, Oklahoma, Amerika Serikat, masing-masing tahun 1993 dan 1997.

Karier sebagai peneliti diawali dari ajun peneliti muda pada tahun 1992 dan ahli peneliti utama tahun 2009. Selain sebagai peneliti, yang bersangkutan juga pernah dipercaya sebagai Kepala Instalasi Teknologi Pertanian Mataram, sekarang Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) NTB (1999-2001), Kepala BPTP Sumatera Utara (2001-2005), Kepala Balai Penelitian Tanaman Padi (2005-2006), Kepala Balai Besar Penelitian Tanaman Padi (2006-2010), Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan (2010-2014), Direktur Serealia Ditjen Tanaman Pangan (2014-2015), dan Direktur Jenderal Tanaman Pangan, Kementerian Pertanian (2015-2017).

Berbagai pelatihan telah dijalani baik di dalam negeri maupun di luar negeri. Di dalam negeri, pelatihan antara lain tentang Penelitian Sistem Usahatani (1987), *Analysis of Agro Eco System* (1988), Management Penelitian Tingkat Lapang (1988), *Participatory Rural Appraisal* (2000), Akselarasi Pengembangan Sistem dan Usaha Agribisnis (2002), SPAMA (2000), dan LEMHANAS PPRA XLIX (2013). Di luar negeri, pelatihan *Farming System Research for Watershed Management* di Hawaii University, USA (1987), *Development Oriented Research in Agriculture* di ICRA, Wageningen, Belanda (1998) dan Uganda (1998), dan *Developing Integrated Nutrient Management for Delivery* di IRRI, Filipina (2002).

Dalam organisasi perpadian international menjabat sebagai *Steering Committee Irrigated Rice Research Consortium* (2005-2013), *Steering Commite Consortium Unfavorable Rice Environment* (2010-2014), dan *Focal Point Concil for Partnership on Rice Research in Asia* (2011-2014). Karya tulis ilmiah yang dihasilkan tidak kurang dari 149 dalam bahasa Indonesia dan Inggris. Ikut serta dalam pembinaan kader ilmiah, baik sebagai pembimbing maupun penguji mahasiswa S1, S2, dan S3 di Universitas Widy Gama, Universitas Sumatera Utara, dan IPB.

## PENULIS



**Erythrina**, lahir di Bukittinggi, Sumatera Barat, pada tanggal 4 Maret 1958. Alumni Fakultas Pertanian Universitas Andalas ini mengawali karier sebagai asisten peneliti muda pada tahun 1992 di Balai Penelitian Tanaman Pangan (Balittan) Sukarami, sekarang Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Sumatera Barat. Selalu berkiprah di jalur fungsional, jabatan peneliti muda diperoleh pada tahun 2003, peneliti madya tahun 2012 dengan pangkat Pembina Utama Muda (IV/c) pada tahun 2013. Pengalaman lapangan sebagai peneliti budi daya tanaman padi selalu ditekuninya walaupun berpindah-pindah kantor karena mengikuti suami dalam lingkup Badan Litbang Pertanian. Saat ini bekerja di Balai Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian di Bogor.

Memperoleh bakat menulis dari ayahandanya dan kesukaannya mengikuti berbagai seminar dan lokakarya menjadi modal utama dalam menghasilkan beberapa buku baik sebagai penulis tunggal maupun bagian dari buku.