



KEMENTERIAN PERTANIAN
REPUBLIK INDONESIA



BUKU SAKU BRIGADE PANGAN EDISI 2
**BUDI DAYA PADI
DI LAHAN RAWA**



BUKU SAKU BRIGADE PANGAN

Edisi 2

**BUDI DAYA PADI
DI LAHAN RAWA**



BUKU SAKU BRIGADE PANGAN

Edisi 2

**BUDI DAYA PADI
DI LAHAN RAWA**

**Pusat Pelatihan Pertanian,
Badan Penyuluhan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pertanian
Kementerian Pertanian
2025**



Buku Saku Brigade Pangan Edisi 2: Budi Daya Padi di Lahan Rawa

©BPPSDMP

Pengarah :

Kepala BPPSDMP

Kepala Pusat Pelatihan Pertanian, BPPSDMP

Penulis :

Hendri Sosiawan

Ani Susilawati

Wahida Annisa Yusuf

Izhar Khairullah

Mukhlis

Astu Unadi

Penelaah :

Prof. Dr. Ir. Dedy Nursyamsi, M.Agr.

Andi Amal Hayat Makmur, S.P., M.Si

Editor :

Ifan Muttaqien

Vivit Wardah Rufaidah

Juznia Andriani

Eni Kustanti

Editor Pruf: Heryati Suryantini

Desain dan Tata Letak :

Hidayat Raharja

Risna Nur Rahmayanti

Dikeluarkan oleh Pusat Pelatihan Pertanian, Badan Penyuluhan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pertanian (BPPSDMP)

KATA SAMBUTAN



Dalam mewujudkan swasembada pangan nasional, Kementerian Pertanian menghadirkan program “Brigade Pangan” sebagai langkah strategis untuk meningkatkan produktivitas pertanian. Dengan mengedepankan pemanfaatan teknologi modern dan keterlibatan generasi muda, program ini menjadi tonggak penting dalam mencapai kemandirian pangan bangsa. Brigade Pangan diharapkan mampu mempercepat tercapainya target swasembada pangan sebagaimana yang dicanangkan oleh Presiden. Tidak hanya berfokus pada peningkatan produksi, tetapi juga pada keberlanjutan ekosistem pertanian, termasuk optimalisasi

lahan rawa sebagai sumber daya yang potensial.

Pemanfaatan lahan rawa secara optimal merupakan solusi atas keterbatasan lahan produktif. Lahan rawa memiliki potensi besar untuk dikembangkan menjadi lahan pertanian produktif, terutama untuk komoditas strategis seperti padi, jagung, dan kedelai. Lahan rawa sering kali dianggap sebagai lahan marginal yang sulit diolah. Namun, dengan penerapan teknologi dan metode pengelolaan yang tepat, lahan rawa dapat menjadi solusi dalam meningkatkan produksi pangan nasional. Dengan memahami ekosistem lahan rawa, Brigade Pangan dapat mengoptimalkan produksi tanpa merusak keseimbangan lingkungan. Pengelolaan lahan rawa yang baik juga dapat meningkatkan ketahanan pangan serta mendukung keberlanjutan sistem pertanian nasional.

Brigade Pangan merupakan harapan bagi pertanian masa depan. Dengan menggabungkan inovasi teknologi, pemanfaatan lahan rawa, serta peran aktif generasi muda, program ini menjadi solusi nyata dalam mewujudkan kedaulatan pangan nasional.

Melalui buku saku ini, diharapkan setiap pihak dapat berkontribusi aktif dalam mendukung sistem pangan yang tangguh dan berkelanjutan. Mari bersama-sama membangun pertanian Indonesia menuju swasembada pangan melalui Brigade Pangan.

Jakarta, Maret 2025

Kepala Badan PPSDMP

Dr. Idha Widi Arsanti, S.P., M.P



KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga Buku Saku Brigade Pangan Edisi 2 ini selesai disusun. Buku saku ini memuat informasi ringkas teknologi budi daya padi di lahan rawa.

Kami berharap buku saku ini menjadi referensi bagi pengelola Brigade Pangan dan segenap petani padi di lahan rawa di Indonesia dalam melakukan aktivitas usaha taninya secara optimal. Aktivitas tersebut mulai dari pengelolaan air, penataan lahan, ameliorasi dan pemupukan, penggunaan varietas unggul, dan pengelolaan organisme pengganggu tanaman.

Dengan demikian, peningkatan indeks pertanaman, produksi, dan produktivitas gabah yang berasal dari padi lahan rawa yang dikelola oleh Brigade Pangan dapat lebih optimal dan dicapai secara efektif dan efisien. Optimalisasi budi daya padi di lahan rawa ini sebagai bagian dari upaya mengakselerasi swasembada pangan.

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada tim penyusun dan semua pihak yang terlibat. Semoga buku saku ini dapat memberikan manfaat bagi Brigade Pangan dan pemangku kepentingan lainnya.

Jakarta, Maret 2025

Kepala Pusat Pelatihan Pertanian

Dr. Inneke Kusumawaty, S.TP., MP.

DAFTAR ISI

KATA SAMBUTAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I MENGENAL LAHAN RAWA.....	1
A. Pengertian.....	1
B. Lahan Rawa Pasang Surut	1
C. Lahan Rawa Lebak	1
D. Keragaman Ekosistem Lahan Rawa.....	2
BAB 2 PENGELOLAAN AIR LAHAN RAWA	4
A. Pengelolaan Air pada Lahan Rawa Pasang Surut	4
B. Pengelolaan Air pada Lahan Rawa Lebak	5
C. Optimalisasi Pengelolaan dan Pemeliharaan Infrastruktur Irigasi oleh Petani.....	7
BAB 3 PENATAAN LAHAN RAWA	8
A. Sistem Surjan	8
B. Tujuan Sistem Surjan	12
C. Keuntungan Sistem Surjan.....	12
BAB 4 AMELIORASI DAN PEMUPUKAN DI LAHAN RAWA	13
A. Kondisi Lahan Rawa Pasang Surut untuk Pertanaman Padi	13
B. Kondisi Lahan Rawa Lebak untuk Pertanaman Padi	15
C. Ameliorasi, Solusi Bertanam Padi di Lahan Rawa.....	16
D. Pengelolaan Hara dan Pemupukan.....	19
BAB 5 PEMILIHAN VARIETAS PADA LAHAN RAWA.....	23
A. Pemilihan Varietas Lokal	23
B. Pemilihan Varietas Padi di Lahan Rawa Pasang Surut	24
C. Pemilihan Varietas Padi di Lahan Rawa Lebak.....	25
BAB 6 PENGENDALIAN ORGANISME PENGGANGGU TANAMAN (OPT)	27
A. Strategi Pengendalian Hama Terpadu.....	27

B. Penggunaan Pestisida Kimia	28
C. Hama Utama di Lahan Rawa.....	30
1. Hama Ulat Grayak (<i>Spodoptera spp</i>)	30
2. Hama Penggerek Batang (<i>Scirpophaga innotata</i>).....	31
3. Hama Putih Palsu/Pelipat Daun (<i>Cnaphalocrocis medinalis</i>)	32
4. Hama Tikus (<i>Rattus argentiventer</i>)	33
5. Hama Burung	35
D. Penyakit Utama di Lahan Rawa.....	36
1. Penyakit Blas (<i>Pyricularia oryzae</i>).....	36
2. Penyakit Bercak Daun Cokelat (<i>Helminthosporium oryzae</i>)	38
3. Penyakit Hawar Pelepah Padi (<i>Rhizoctonia solani</i>).....	39
4. Penyakit Hawar Daun Bakteri (<i>Xanthomonas oryzae pv. oryzae</i>).....	40
5. Penyakit Tungro	41
BAB 7 MEKANISASI DI LAHAN RAWA	43
A. Penggunaan Mekanisasi di Lahan Rawa	43
B. Faktor Penentu Keberhasilan Mekanisasi di Lahan Rawa	43
SUMBER BACAAN	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Keragaan ekosistem rawa	2
Gambar 2	Skema jaringan tata air mikro	4
Gambar 3	Desain pemasangan pipa PVC yang dilengkapi <i>elbow</i> pada petakan lahan sawah.....	5
Gambar 4	Skema jaringan irigasi lahan rawa lebak berbasis <i>mini polder</i>	5
Gambar 5	<i>Longstorage</i> yang berfungsi sebagai saluran irigasi /drainase utama dan saluran irigasi tersier.....	6
Gambar 6	Keragaan tanaman pada sistem surjan di lahan pasang surut	9
Gambar 7	Ilustrasi gambar atau sketsa rancangan penataan lahan rawa pasang surut tipe luapan B dengan sistem surjan	11
Gambar 8	(a) Penampang tanah di lahan rawa pasang surut; (b) Reaksi keras tanah yang mengandung Pirit setelah diberi H_2O_2	13
Gambar 9	Oksidasi Pirit yang memasamkan tanah dan air di lahan rawa pasang surut	14
Gambar 10	Gejala keracunan Besi pada tanaman padi	15
Gambar 11	Kondisi tanah di lahan rawa lebak.....	16
Gambar 12	Bahan amelioran di lahan rawa	16
Gambar 13	Proses dekomposisi bahan organik secara konvensional (kondisi anaerob)	18
Gambar 14	Proses dekomposisi bahan organik secara aerob	18
Gambar 15	Gejala defisiensi hara N, P, K pada tanaman padi	20
Gambar 16	Penggunaan bagan warna daun (BWD) untuk deteksi kebutuhan unsur hara Nitrogen pada tanaman padi.....	20
Gambar 17	Beberapa deskripsi varietas padi lahan rawa	26
Gambar 18	Serangan ulat grayak pada persemaian	30
Gambar 19	Imago dan gejala serangan penggerek batang pada malai	31
Gambar 20	Gejala serangan hama putih palsu	33
Gambar 21	Gejala serangan hama tikus	34
Gambar 22	Gropyokan dengan ratel (fumigan bersumbu)	35
Gambar 23	Pemasangan pagar plastik dilengkapi perangkap tikus (TBS)	35
Gambar 24	Pemasangan jaring dan generator ultrasonik	36
Gambar 25	Gejala serangan penyakit blas	37

Gambar 26	Gejala serangan bercak daun cokelat	39
Gambar 27	Gejala serangan hawar pelepah padi	40
Gambar 28	Gejala serangan hawar daun bakteri.....	41
Gambar 29	Gejala serangan penyakit tungro.....	42
Gambar 30	TR 2 dengan roda besi standar direkomendasikan untuk lahan dengan kekerasan tanah tinggi	44
Gambar 31	TR 2 dengan roda besi berdiameter besar dengan sirip lebar untuk lahan dengan kekerasan tanah baik/cukup	45
Gambar 32	TR 2 dengan roda besi ganda untuk lahan kekerasan tanah dengan kekerasan sedang	45
Gambar 33	Traktor crawler krepyak karet untuk lahan dengan kekerasan tanah sedang	45
Gambar 34	Traktor perahu untuk mengolah tanah berlumpur sedang dengan cara diglebeg di belakang traktor	46
Gambar 35	Traktor kura-kura untuk mengolah tanah berlumpur sedang dengan cara diglebeg, yang diletakkan di belakang traktor	46
Gambar 36	Bagan kelompok dari peralatan pengolahan tanah	47
Gambar 37	Pola pengolahan tanah yang dapat diterapkan di lahan rawa	48



DAFTAR TABEL

Tabel 1	Penataan dan pola pemanfaatan lahan berdasarkan tipologi lahan dan tipe luapan air di lahan pasang surut	10
Tabel 2	Dosis pemupukan untuk lahan rawa pasang surut kondisi pH < 4.0	21
Tabel 3	Dosis pemupukan untuk lahan rawa pasang surut kondisi pH > 4.0	22
Tabel 4	Dosis pemupukan untuk lahan rawa lebak	22
Tabel 5	Sifat varietas unggul padi rawa Inpara	24
Tabel 6	Prioritas dan strategi pengendalian hama terpadu	28
Tabel 7	Tindakan pencegahan dan pengendalian hama dan penyakit padi dengan pestisida kimia di lahan rawa.....	29
Tabel 8	Hubungan antara kekerasan tanah, cone index dan rekomendasi jenis roda alsintan	48

BAB I

MENGENAL LAHAN RAWA

A. Pengertian

Lahan rawa adalah salah satu ekosistem lahan basah (*wetland*) yang terletak antara wilayah sistem daratan (*terrestrial*) dengan sistem perairan dalam (*aquatic*). Wilayah ini dicirikan oleh muka air tanahnya yang dangkal atau tergenang tipis.

Menurut Tim Koordinasi Penyusunan Perencanaan Nasional Pengelolaan Lahan Rawa Berkelanjutan (P2NPLRB) disebut rawa apabila memenuhi empat unsur utama, yaitu:

- 1) jenuh air sampai tergenang secara terus-menerus atau berkala yang menyebabkan suasana anaerobik;
- 2) topografi landai, datar sampai cekung;
- 3) sedimen mineral (akibat erosi terbawa aliran sungai) dan atau gambut akibat tumpukan sisa vegetasi setempat); dan
- 4) ditumbuhi vegetasi secara alami.

Menurut Peraturan Pemerintah No. 73 Tahun 2013, lahan rawa dibagi dalam dua tipologi, yaitu rawa pasang surut dan rawa lebak.

B. Lahan Rawa Pasang Surut

Lahan rawa pasang surut, apabila memenuhi kriteria sebagai berikut:

- a. terletak di tepi pantai, dekat pantai, muara sungai atau dekat muara sungai; dan
- b. tergenangi air yang dipengaruhi pasang surut air laut.

Jadi lahan rawa merupakan wilayah yang dipengaruhi adanya luapan pasang (*spring tide*) dan surut (*neap tide*) dari sungai atau laut baik secara langsung maupun tidak langsung.

C. Lahan Rawa Lebak

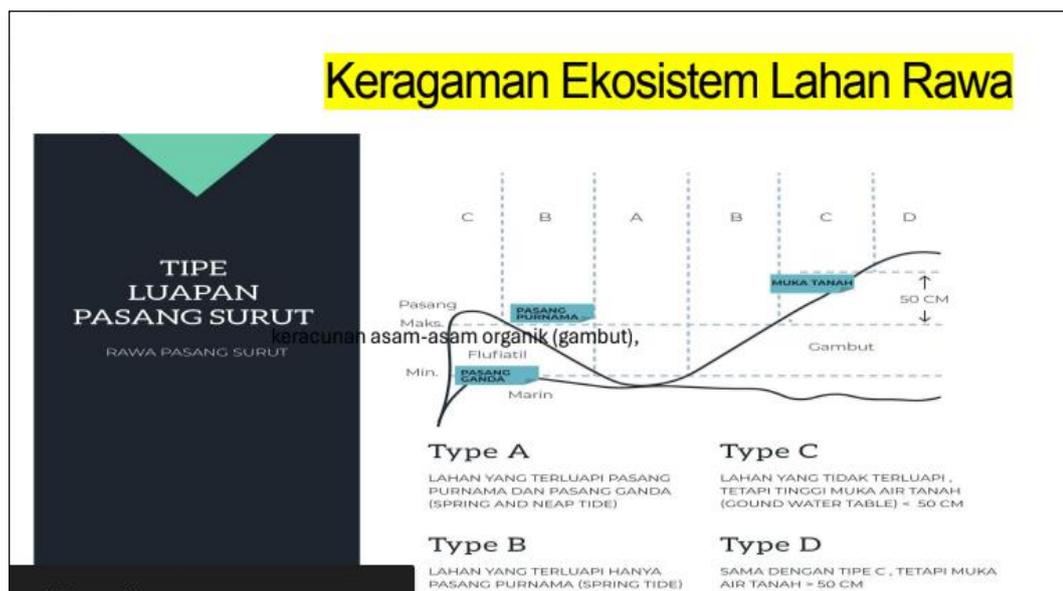
- Daerah rawa yang mempunyai genangan air dengan tinggi muka air 50—200 cm dalam jangka waktu tiga bulan sampai hampir setahun.
- Terletak pada daerah cekungan dan terlepas dari pengaruh gerakan pasang surut sungai/laut.
- Sumber air lahan rawa lebak berasal dari curah hujan, baik curah hujan setempat maupun curah hujan kawasan hulu. Ketinggian muka air dipengaruhi oleh curah hujan tersebut. Kondisi ini menyebabkan terjadinya variasi ketinggian genangan dan lama genangan.
- Keragaman ekosistem lahan rawa dapat dibedakan berdasarkan tipologi luapan air dan tipologi lahan. Kondisi ini sangat beragam dan perlu pendekatan spesifik.
- Salah satu kiat peningkatan produktivitas padi di lahan rawa adalah menggunakan varietas unggul adaptif dan berdaya hasil tinggi.
- Varietas-varietas unggul padi spesifik lahan rawa (Inpara – Inbrida Padi Rawa) telah dilepas oleh Kementerian Pertanian. Namun, belum semua varietas tersebut dapat diadopsi petani di lahan rawa.

Pada lahan rawa pertanaman padi tidak terbatas pada varietas unggul padi rawa (Inpara), tetapi juga ada varietas unggul padi nonrawa, seperti varietas unggul baru (VUB) untuk padi irigasi (Inpari), juga hibrida.

D. Keragaman Ekosistem Lahan Rawa

Berdasarkan pengaruh luapan pasang surut air laut/sungai, lahan rawa pasang surut dapat dibagi dalam empat tipe luapan, yaitu tipe A, B, C, dan D.

1. Tipe A: selalu terluapi air pasang, baik pasang besar (*spring tide*) maupun pasang kecil (*neap tide*). Tipe lahan ini biasanya ditemui di daerah dekat pantai atau sepanjang pantai.
2. Tipe B: hanya terluapi oleh pasang besar (*spring tide*), tetapi terdrainase harian. Wilayah tipe luapan ini meliputi wilayah pedalaman dengan jarak kurang dari 50–100 km dari tepian sungai.
3. Tipe C: tidak pernah terluapi air pasang walaupun pasang besar, namun permukaan air tanah kurang dari 50 cm. Drainase permanen dan air pasang memengaruhi secara tidak langsung.
4. Tipe D: tidak pernah terluapi dan permukaan air tanah lebih dari 50 cm. Drainase terbatas, penurunan air tanah terjadi selama musim kemarau ketika evaporasi melebihi curah hujan.



Gambar 1 Keragaan ekosistem rawa

Tipologi lahan pasang surut:

- Lahan potensial: mempunyai kemampuan berproduksi optimal dengan sangat sedikit faktor pembatas atau tanpa faktor dalam pemanfaatannya dengan pH >4.
- Lahan sulfat masam: mempunyai lapisan Pirit (sulfurik) pada kedalaman 0–100 cm, pH 3,5–4,0.

- Lahan gambut: mempunyai lapisan gambut >50 cm dengan kadar organik >12%.
- Lahan salin: mengalami intrusi air laut (kadar garam tinggi).

Karakteristik tanah rawa:

- Tanah di lahan rawa adalah tanah mineral (sulfidik, salin, aluvial) dan tanah gambut.
- Problem untuk pengembangan pertanian meliputi
 - ✓ pH rendah (masam),
 - ✓ keracunan Besi (Fe), Alumunium (Al), sulfat, asam-asam organik (gambut),
 - ✓ kahat hara makro-mikro, dan
 - ✓ kegaraman (salin).

BAB 2

PENGELOLAAN AIR LAHAN RAWA

Pengelolaan air di lahan rawa tidak hanya untuk membuang kelebihan air, tetapi juga menjaga kedalaman muka air tanah sesuai kebutuhan tanaman. Hal ini penting untuk menekan unsur beracun akibat oksidasi Pirit, mencegah intrusi air asin, mengurangi risiko banjir, dan mencuci zat asam di zona perakaran.

A. Pengelolaan Air pada Lahan Rawa Pasang Surut

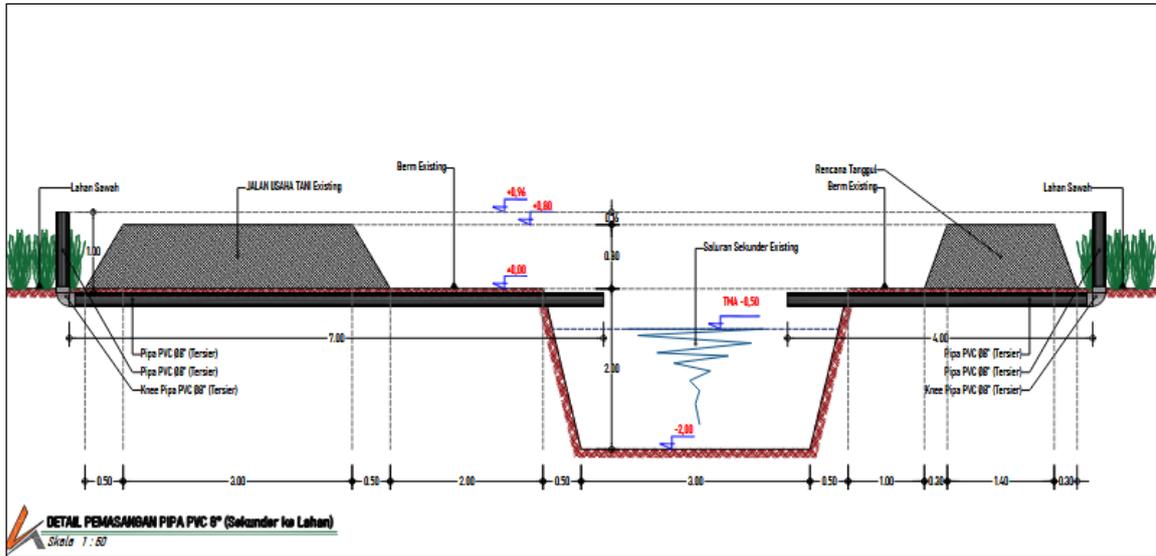
Sistem jaringan tata air harus dikelola dengan baik. Petani memanfaatkan air pasang dengan pintu air otomatis atau *stoplogs* untuk mengatur aliran masuk dan keluar.

Aliran satu arah diterapkan dengan dua saluran tersier yang berfungsi sebagai kanal irigasi dan kanal drainase, masing-masing dilengkapi pintu air otomatis (*flapgates*). Saat air pasang, pintu air kanal irigasi terbuka karena dorongan air, sedangkan kanal drainase tetap tertutup. Sebaliknya, saat surut, pintu air kanal irigasi tertutup dan kanal drainase terbuka untuk mengeluarkan air.



Gambar 2 Skema jaringan tata air mikro

Jaringan tersier yang terhubung ke sekunder memungkinkan aliran dua arah, mempercepat pencucian lahan dan penggelontoran air. Seiring waktu, petani mengembangkan sistem ini dengan menghubungkan saluran tersier satu arah menjadi dua arah menggunakan pipa paralon (PVC) yang dilengkapi *elbow*.

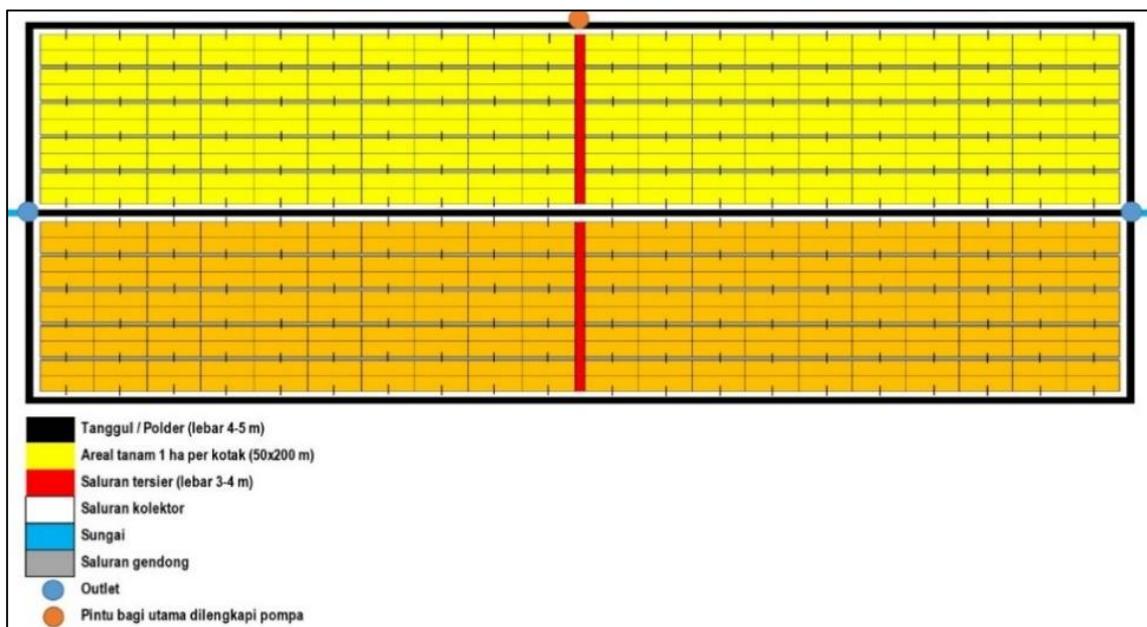


Gambar 3 Desain pemasangan pipa PVC yang dilengkapi *elbow* pada petakan lahan sawah

B. Pengelolaan Air pada Lahan Rawa Lebak

Pada lahan rawa lebak, pengelolaan air dirancang dengan sistem *mini polder* bertingkat (*cascade mini polder*) dan pompanisasi. Syarat rancang bangun *mini polder*, yaitu

1. tanggul keliling yang utuh sehingga pengendalian air menjadi operasional;
2. jaringan tata air, saluran masuk, saluran keluar, saluran pembagi; dan
3. pompa sebagai penggerak untuk memasukkan air pada musim kemarau dan mengeluarkan air pada musim hujan.



Gambar 4 Skema jaringan irigasi lahan rawa lebak berbasis *mini polder*

Perbedaan ketinggian lahan menyebabkan variasi genangan air. Cara mengatasinya, dengan dibuatkan tanggul pembatas (galengan/pematang) antarzona dengan mikro relief yang seragam. Hal ini memudahkan pengaturan ketinggian genangan yang optimal bagi budi daya padi, terutama di musim hujan. Agar distribusi genangan merata, luas satu petakan lahan yang dibatasi galengan sebaiknya kurang dari 2 hektare, dengan perbedaan tinggi genangan tidak melebihi 30 cm.



Gambar 5 Longstorage yang berfungsi sebagai saluran irigasi /drainase utama dan saluran irigasi tersier

Pengelolaan air yang terkontrol dengan baik sangat penting untuk memastikan kondisi genangan sesuai dengan kebutuhan tanaman pada setiap fase pertumbuhannya. Berikut adalah pengaturan air yang ideal untuk budi daya padi di lahan rawa:

1. Fase pengolahan tanah dan awal pertumbuhan (0–15 HST)
 - ✓ Saat pengolahan tanah, persemaian dan pindah tanam (*transplanting*), kondisi tanah dijaga dalam keadaan macak-macak (jenuh air tetapi tidak tergenang).
 - ✓ Keadaan ini dipertahankan hingga fase awal pertumbuhan padi (1–15 HST).
2. Fase vegetatif aktif (15–30 HST)
 - ✓ Genangan air dipertahankan dengan tinggi muka air (TMA) maksimum 10 cm.
 - ✓ Saat pemupukan dan penyemprotan herbisida/insektisida, air dalam petakan sawah dikuras atau didrainase hingga kembali ke kondisi macak-macak.
3. Fase generatif (16–65 HST)
TMA genangan air dikurangi hingga maksimum 5 cm untuk mendukung pembentukan dan pengisian bulir padi.

4. Fase pematangan biji (*ripening* >65 HST).

Kondisi lahan dijaga dalam kondisi lembab hingga kering untuk mempercepat pematangan bulir dan mempermudah panen.

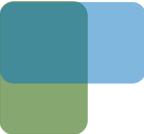
Melalui pengelolaan air yang tepat di setiap fase ini, pertumbuhan padi dapat optimal dan hasil panen lebih maksimal.

C. Optimalisasi Pengelolaan dan Pemeliharaan Infrastruktur Irigasi oleh Petani

Partisipasi aktif petani anggota Brigade Pangan (BP) dalam pengelolaan dan pemeliharaan infrastruktur irigasi sangat penting untuk memastikan keberlanjutan fungsi irigasi. Infrastruktur yang telah dibangun melalui program optimalisasi lahan pertanian (opla), seperti tanggul, saluran tersier, dan pintu air, harus dipelihara secara berkelanjutan agar tetap berfungsi optimal.

Pemeliharaan rutin, termasuk perbaikan kerusakan ringan, dapat dilakukan secara gotong royong oleh anggota BP. Namun, jika terjadi kerusakan berat akibat bencana seperti banjir besar, maka harus segera dilaporkan kepada Dinas Pertanian serta Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Kabupaten. Laporan ini perlu disertai dokumen pendukung, seperti foto kondisi lapangan, tingkat dan volume kerusakan, serta informasi relevan lainnya untuk mempercepat proses perbaikan.

Agar pengelolaan irigasi lebih efektif, perlu dibentuk kelembagaan Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A) sebagai wadah koordinasi petani dalam wilayah layanan irigasi tersier. P3A dibentuk secara demokratis oleh petani pemakai air di tingkat BP. Pada pelaksanaannya P3A dapat berkolaborasi dengan lembaga lokal pengelola irigasi guna memastikan distribusi air secara adil dan pemeliharaan infrastruktur yang berkelanjutan.



BAB 3

PENATAAN LAHAN RAWA

A. Sistem Surjan

Penataan lahan rawa perlu dilakukan untuk menyediakan lahan sesuai dengan kebutuhan tanaman yang akan dikembangkan. Sistem surjan adalah salah satu contoh usaha penataan lahan untuk melakukan diversifikasi tanaman di lahan rawa.

Surjan atau *sorjan* merupakan sebuah sistem pertanian di lahan rawa yang memadukan antara sistem sawah dengan sistem tegalan. Dalam sistem surjan, ruang dan waktu usaha tani dioptimalkan dengan beragam komoditas dan pola tanam.

Pada sistem surjan, pertanian dikelola dalam bentuk multiguna lahan dan multikomoditas. Sistem usaha tani ini menghasilkan produksi yang lebih beragam sehingga dapat memberikan kontribusi pendapatan lebih banyak serta keuntungan lebih besar. Pada penataan lahan, hal yang perlu diperhatikan, antara lain hubungan antara tipologi lahan, tipe luapan, dan pola pemanfaatannya.

Bagian atas sistem surjan biasanya ditanami dengan tanaman lahan kering (*upland*), seperti palawija, sayuran, dan hortikultura, sedangkan bagian bawahnya ditanami padi sawah (*lowland*). Hamparan surjan memang tampak dari atas seperti susunan garis-garis selang seling yang merupakan bagian dari tembokan atau guludan, atau tegalan (*raised bed*) dan bagian tabukan atau sawah (*sunken bed*).



Gambar 6 Keragaan tanaman pada sistem surjan di lahan pasang surut

Sumber : Balittra, 2024

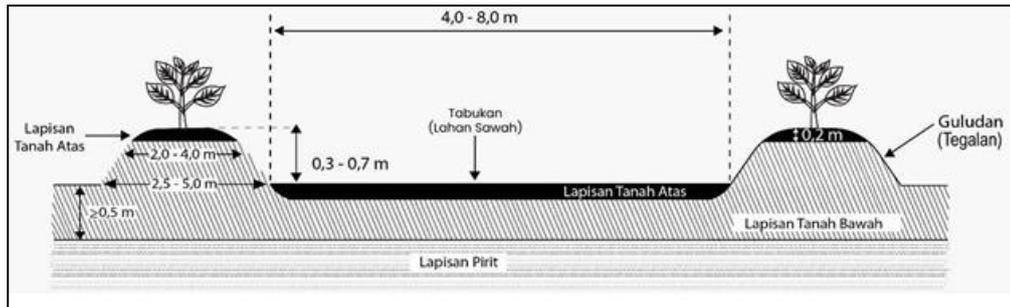
Tabel 1 Penataan dan pola pemanfaatan lahan berdasarkan tipologi lahan dan tipe luapan air di lahan pasang surut

Tipologi lahan		Pemanfaatan lahan pada tipe luapan air			
Kode	Tipologi	A	B	C	D
SMP-1	aluvial bersulfida dangkal	sawah	sawah	sawah	-
SMP-2	aluvial bersulfida dalam	sawah	sawah (surjan)	sawah (surjan)	sawah (surjan, tegalan)
SMP-3/A	aluvial bersulfida sangat	-	sawah (surjan)	sawah (tegalan)	sawah (kebun)
SMA-1	aluvial bersulfat 1	-	sawah (surjan)	sawah (surjan)	sawah (tegalan, kebun)
SMA-2	aluvial bersulfat 2	-	sawah (surjan)	sawah (surjan)	sawah (tegalan, kebun)
SMA-3	aluvial bersulfat 3	-	-	sawah (kebun)	tegalan (kebun)
	aluvial bersulfida dangkal	-	sawah	sawah (tegalan)	sawah (kebun)

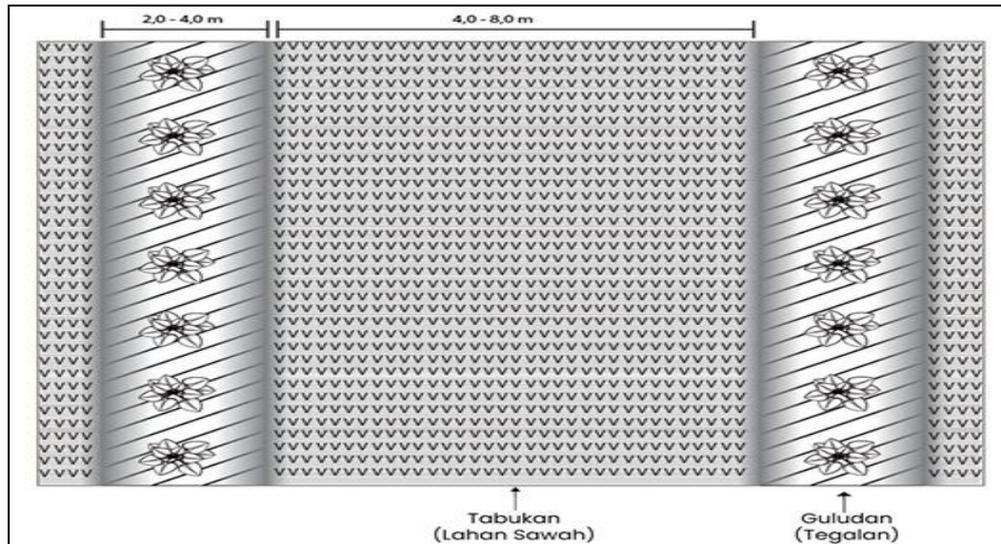
Keterangan:

SMP= sulfat masam potensial, SMA = sulfat masam aktual (Widjaja-Adhi,1995)

Ilustrasi gambar atau sketsa rancangan penataan lahan rawa pasang surut tipe luapan B dengan sistem surjan diperlihatkan dalam Gambar 7.



(a) tampak depan



(b) tampak atas

Gambar 7 Ilustrasi gambar atau sketsa rancangan penataan lahan rawa pasang surut tipe luapan B dengan sistem surjan

Sumber: SNI 9245:2024

Mekanisme pengerjaan penataan lahan sistem surjan:

1. Dapat dilakukan secara sekaligus atau bertahap bergantung pada biaya dan tenaga untuk pembuatannya.
2. Pengerjaan konstruksi atau pembuatan surjan secara bertahap ditujukan untuk penanaman tanaman tahunan (seperti tanaman buah-buahan dan tanaman perkebunan tahunan) pada bagian guludannya.
3. Arah surjan disarankan memanjang timur-barat agar tanaman padi pada bagian tabukan mendapat penyinaran matahari yang cukup.
4. Surjan setiap musim atau setiap tahun "*dilibur*" (disiram lumpur) yang diambil dari sekitarnya untuk mempertahankan bentuk dan produktivitasnya.

B. Tujuan Sistem Surjan

Tujuan penataan lahan rawa pasang surut dengan sistem surjan berdasarkan SNI 9245:2024 antara lain:

- mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya lahan dan air;
- menganekaragamkan usaha tani komoditas dan produknya;
- mengantisipasi kerugian apabila terjadi kegagalan panen dari salah satu tanaman; dan
- meningkatkan pendapatan petani melalui diversifikasi tanaman dan efisiensi usaha tani.

Terkait dengan ketahanan pangan, sistem ini memenuhi tiga prinsip dasar dalam meningkatkan ketersediaan pangan:

1. memperluas areal yang dapat ditanami untuk tanaman pangan;
2. meningkatkan hasil tanaman per satuan luas; dan
3. meningkatkan jumlah tanaman yang dapat ditanam untuk setiap tahunnya.

C. Keuntungan Sistem Surjan

Penerapan sistem surjan di lahan rawa sangat sesuai dengan kondisi lahan rawa yang berkaitan dengan kondisi hidrologi atau tata air yang belum dapat dikuasai secara baik. Kondisi tersebut dapat menyebabkan risiko kegagalan yang sangat tinggi dalam usaha tani. Dengan kata lain, pengenalan surjan di lahan rawa dimaksudkan untuk menekan risiko kegagalan dalam usaha tani sehingga apabila gagal panen padi, masih ada panen palawija atau sayuran sebagai sumber pendapatan keluarga.

Pola tanam polikultur dalam sistem surjan, yaitu menanam beberapa jenis tanaman budi daya, baik yang ditanam di bagian tabukan maupun guludan. Keuntungan pertanian polikultur:

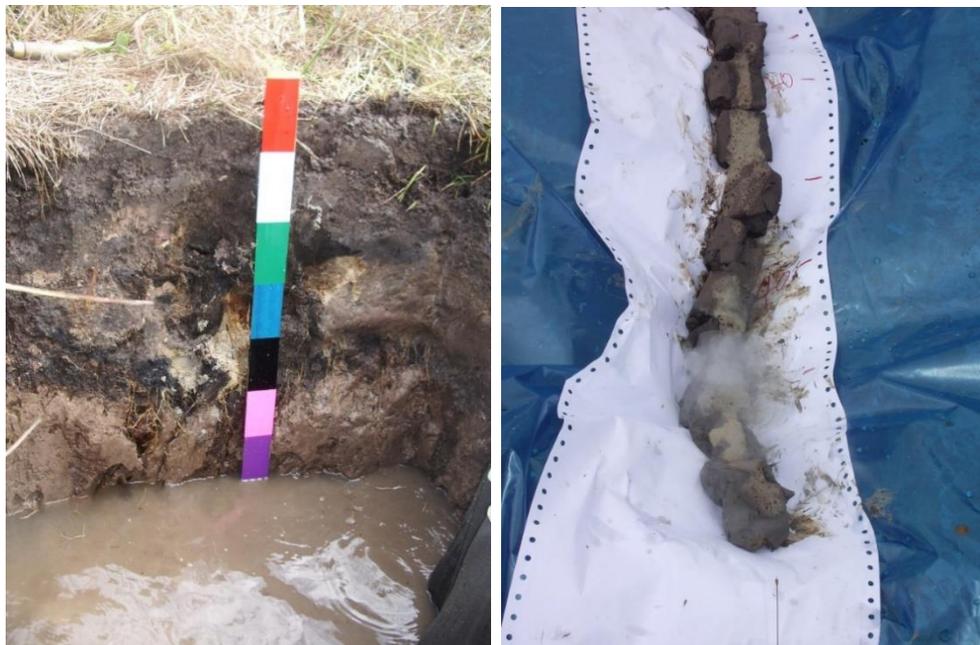
- Pemanfaatan sumberdaya yang lebih efisien dan lestari, karena hasil tanaman lebih bervariasi dan dapat dipanen berturutan. Jika terjadi kegagalan panen pada salah satu tanaman budi daya, maka petani masih dapat mendapatkan hasil panen dari tanaman yang lain.
- Pola tanam polikultur bermanfaat pula dalam pengendalian hama secara alami. Pola tanam ini dapat mengurangi populasi serangga hama, penyakit, dan gulma.

BAB 4

AMELIORASI DAN PEMUPUKAN DI LAHAN RAWA

A. Kondisi Lahan Rawa Pasang Surut untuk Pertanaman Padi

- Ciri khas tanah di lahan rawa pasang surut adalah adanya bahan sulfidik yang banyak mengandung Pirit. Pirit ini mempunyai sifat yang unik dan bergantung pada keadaan air.
- Kemasaman tanah yang tinggi disebabkan teroksidasinya Pirit (FeS_2). Tanaman padi dapat tumbuh normal pada kisaran pH optimum antara 5,0—6,5.
- Uji cepat keberadaan Pirit di lahan dapat menggunakan peroksida H_2O_2 30% karena dapat bereaksi keras.



(a)

(b)

Gambar 8 (a) Penampang tanah di lahan rawa pasang surut; (b) Reaksi keras tanah yang mengandung Pirit setelah diberi H_2O_2

Sumber: Balittra, 2016



Gambar 9 Oksidasi Pirit yang memasamkan tanah dan air di lahan rawa pasang surut

Sumber : Wahida Annisa, 2015

- Tingginya kelarutan Besi (Fe) merupakan salah satu permasalahan dalam pemanfaatan lahan pasang surut untuk budi daya tanaman pangan khususnya padi sawah.
- Penggenangan padi sawah meningkatkan konsentrasi unsur Besi (Fe) akibat transformasi biogeokimia dibantu oleh mikroba tanah.
- Besi (Fe) yang sering menimbulkan masalah adalah bentuk ferro (Fe^{2+}) yang menyebabkan keracunan pada tanaman padi.
- Kelebihan Besi (Fe) selain menyebabkan gejala keracunan pada tanaman padi, juga mengakibatkan kekurangan hara (kahat hara) Fosfor, Kalium, Kalsium, Magnesium, Mangan sebagai pengaruh tidak langsung, seperti yang sering ditemukan pada tanaman padi selama fase vegetatif dan reproduksi, sehingga menurunkan hasil panen.



Gambar 10 Gejala keracunan besi pada tanaman padi

Sumber: Wahida Annisa, 2015

B. Kondisi Lahan Rawa Lebak untuk Pertanaman Padi

- Potensi lahan rawa lebak dipengaruhi dan tergantung dengan kondisi air.
- Lahan rawa lebak lebih subur dibandingkan dengan lahan pasang surut, karena lahan rawa lebak umumnya tidak bermasalah dengan bahan sulfidik (Pirit).
- Faktor air memegang peranan penting dalam penentuan potensi lahan rawa lebak.
- Keberadaan air di lahan rawa lebak tergantung musim, pada musim hujan seluruh lahan rawa lebak tergenang, sedangkan pada musim kemarau secara berangsur-angsur lahan mulai surut airnya.
- Berdasarkan tinggi permukaan air dan lamanya genangan air, maka lahan rawa lebak dikelompokkan menjadi 3:
 - 1) lahan rawa lebak dangkal, tinggi permukaan air kurang dari 50 cm dan lama genangan air kurang dari 3 bulan;
 - 2) lahan rawa lebak menengah, tinggi permukaan air 50—100 cm dan lama genangan air 3—6 bulan; dan
 - 3) lahan rawa lebak dalam, tinggi permukaan air lebih dari 100 cm dan lama genangan air lebih dari 6 bulan.
- Rawa lebak dangkal umumnya mempunyai tingkat kesuburan tanah yang lebih tinggi, karena pengayaan endapan lumpur yang dibawa air sungai. Rawa lebak menengah mempunyai genangan air yang lebih dalam dan lebih lama, sehingga waktu surutpun lebih lama, sedangkan rawa lebak dalam apabila iklim normal, lahannya masih berair, sering ditumbuhi gulma dan wilayah ini merupakan reservoir air dan sumber berbagai jenis ikan rawa. Lahan ini baru bisa secara optimal untuk pertanaman pada saat kemarau panjang.



Gambar 11 Kondisi tanah di lahan rawa lebak

Sumber: Wahida Annisa, 2017

C. Ameliorasi, Solusi Bertanam Padi di Lahan Rawa

- Kemasaman tanah yang tinggi sangat memengaruhi ketersediaan unsur hara yang diperlukan tanaman. Pemberian bahan amelioran merupakan hal yang sangat penting dalam memperbaiki kondisi tanah di lahan rawa terutama pada lahan-lahan yang baru dibuka. Solusi mengatasi kemasaman tanah sekaligus menambah hara yang dibutuhkan tanaman tersebut dapat dilakukan melalui ameliorasi. Pemberian bahan amelioran dapat menurunkan kemasaman tanah sekaligus menambah hara yang dibutuhkan tanaman.
- Ameliorasi lahan merupakan upaya memberikan bahan pembenah tanah untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi. Beberapa jenis bahan amelioran yang dapat digunakan untuk memperbaiki kondisi lahan rawa di antaranya kapur, bahan organik, dan Biotara.



(a) Kapur/dolomit

(b) Bahan organik

(c) Biotara

Gambar 12 Bahan amelioran di lahan rawa

- Takaran umum bahan amelioran di lahan rawa (pasang surut dan lebak), yaitu:
 - kapur sebanyak 0,5—1 ton/ha;
 - bahan organik berupa kompos berkisar 2,5—5 ton/ha; dan
 - pupuk hayati Biotara yang diberikan saat pengolahan tanah sebanyak 25 kg/ha.

1) Kapur

- Kapur merupakan salah satu jenis bahan amelioran yang sudah sangat dikenal petani khususnya bagi mereka yang berusaha tani di lahan rawa.
- Kapur dapat diberikan dalam bentuk kalsit, dolomit ataupun kapur-oksida dengan takaran kapur disesuaikan dengan kondisi lahan. Pemberian kapur yang dikombinasikan dengan pengaturan tata air dapat meningkatkan hasil padi di lahan rawa.
- Pemberian kapur tidak harus ditujukan untuk meningkatkan pH tanah, tetapi pada kondisi lahan yang telah lama diusahakan secara baik, pemberian kapur dapat ditujukan untuk penambahan unsur hara Ca dan perbaikan suasana mikro pada daerah *rhizosphere*, sehingga takaran yang diberikan tidak tinggi.
- Pemberian kapur tidak perlu setiap musim tanam karena pengaruh residu kapur masih cukup efektif pada pertanaman berikutnya.

2) Bahan Organik

- Pengelolaan bahan organik di lahan sulfat masam memegang peranan yang cukup penting, walaupun pada umumnya kadar bahan organik di lahan sulfat masam ini cukup tinggi. Pada beberapa tempat kadar bahan organik mengalami kemerosotan akibat pembakaran, perombakan alamiah, terangkut melalui tanaman, dan tercuci.
- Bahan organik mengandung asam-asam organik yang mampu mengikat unsur-unsur beracun dalam tanah sehingga menjadi tidak berbahaya bagi tanaman. Petani di lahan rawa telah melakukan upaya pengelolaan bahan organik secara konvensional dalam penyiapan lahannya yaitu dengan mengomposkan sisa-sisa jerami dan gulma dengan ditabas, dipuntal, dibalik, dan disebar (sistem “tajak-puntal-balik-hambur”).
- Pengelolaan bahan organik secara konvensional (*window composting*) ini memerlukan waktu yang cukup lama kurang lebih 3 bulan yang tergolong dalam teknologi pengomposan sederhana namun ramah lingkungan.



Gambar 13 Proses dekomposisi bahan organik secara konvensional
(kondisi anaerob)

Sumber: Wahida Annisa, 2015

- Proses penguraian bahan organik menjadi pupuk kompos dengan bantuan oksigen disebut pengomposan aerob. Hal ini dilakukan dengan cara menjaga sirkulasi udara yang baik, sehingga mikroorganisme yang terlibat dalam dekomposisi dapat bekerja secara efisien.
- Kompos aerob memiliki kandungan nutrisi yang lebih tinggi dan menghasilkan humus yang lebih stabil. Cara pembuatan kompos aerob secara praktis dapat di unduh di link berikut: <https://www.youtube.com/watch?v=A5svllG2U24>.
- Pada lahan rawa, bahan organik mempunyai peranan yang sangat penting baik secara fisik maupun kimia. Bahan organik yang berasal dari sisa jaringan dapat menjadi sumber hara bagi tanaman.
- Penggunaan bahan organik jerami sisa panen yang dikomposkan dapat mengurangi akumulasi sulfat, Besi, dan menaikkan ketersediaan unsur hara terutama unsur Kalium. Jerami padi mengandung unsur hara yang dibutuhkan, meliputi 0,5—0,8% N; 0,07—0,12% P; 1,2—1,7% K; 0,05—0,10% S, dan 4—7% Si.



Gambar 14 Proses dekomposisi bahan organik secara aerob

Sumber: Wahida annisa, 2015

3) Pupuk Hayati Biotara

- Biotara merupakan pupuk hayati yang adaptif dengan tanah masam di lahan rawa sehingga mampu meningkatkan produktivitas tanaman. Biotara mengandung bahan aktif *Trichoderma* sp., *Bacillus* sp., dan *Azospirillum* sp.
- Keunggulan dari pupuk hayati Biotara, yaitu:
 1. mampu mengikat unsur hara N dan P dalam tanah;
 2. mendekomposisi sisa-sisa bahan organik;
 3. meningkatkan pertumbuhan tanaman;
 4. meningkatkan efisiensi pemupukan terutama N dan P hingga 30%; dan
 5. meningkatkan hasil panen padi hingga 20% pada lahan rawa.
- Aplikasi pupuk hayati Biotara dapat di lihat pada link berikut:
<https://www.youtube.com/watch?v=xJEOF3Ry8Ug>.

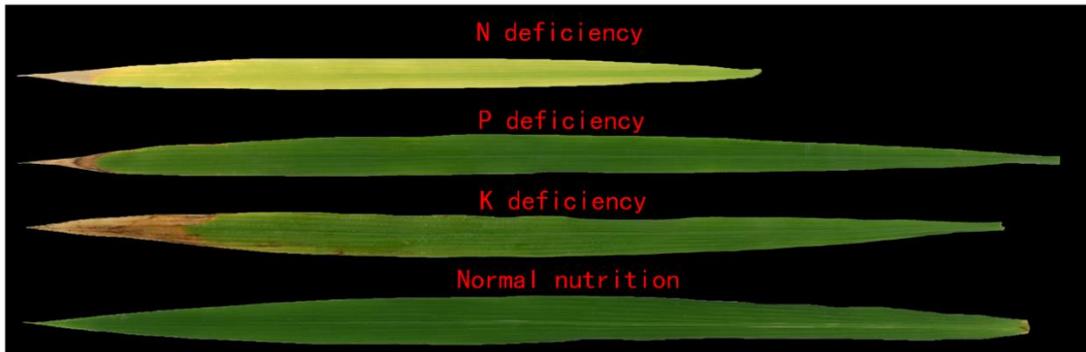
D. Pengelolaan Hara dan Pemupukan

- Pengelolaan hara dimaksudkan untuk mengoptimalkan ketersediaan hara di dalam tanah, sehingga tanaman yang dibudidayakan pada lahan rawa dapat tumbuh optimal dan memberikan hasil tinggi. Unsur hara yang umumnya dibutuhkan tanaman adalah unsur hara makro, seperti N, P, K, dan unsur mikro.
- Optimalisasi ketersediaan hara di dalam tanah dapat dilakukan dengan cara penambahan dari luar baik berupa pupuk anorganik maupun bahan organik. Tambahan hara yang diperlukan sangat tergantung dari status hara di tanah dan kebutuhan tanaman agar kondisi hara dalam tanah berimbang atau sesuai target produktivitas tanaman yang akan dicapai.
- Penentuan takaran pupuk NPK Phonska dan Urea sebaiknya berdasar status hara tanah. Uji tanah di lapang dapat dilakukan menggunakan alat Perangkat Uji Tanah Rawa (PUTR). Cara penggunaan PUTR dapat dilihat di link berikut:
<https://www.youtube.com/watch?v=8uZR9Njqfds>.

1) Unsur Hara Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K)

- Nitrogen umumnya memiliki status hara di lahan rawa pada kriteria kurang sampai sedang tergantung pada tipologi rawanya, sehingga tanaman semusim khususnya padi sangat respon terhadap pupuk tersebut. Unsur hara Nitrogen merupakan unsur yang sangat *mobil* (berubah-ubah) dan hanya sekitar 70% N yang diberikan dapat digunakan oleh tanaman dan 30% lainnya hilang dengan berbagai cara. Hilangnya Nitrogen akibat beberapa kondisi, seperti volatilisasi, terlindi/tercuci oleh gerakan air, serta dimanfaatkan oleh organisme, seperti bakteri dekomposer dan gulma yang tumbuh subur di lahan rawa. Unsur Nitrogen sangat diperlukan tanaman padi pada fase vegetatif. Kebutuhan Nitrogen di lahan dapat dideteksi cepat menggunakan bagan warna daun (BWD).
- Fosfor (P) merupakan unsur hara esensial yang sangat dibutuhkan dalam metabolisme tanaman, umumnya kandungan unsur hara fosfor di lahan rawa pada status sedang-tinggi, namun ketersediaannya rendah. Hal ini disebabkan karena kondisi tanah di lahan rawa yang masam.

- Kalium (K) merupakan unsur hara yang sangat memengaruhi perkembangan akar tanaman, yang sangat berhubungan dengan kemampuan menyerap unsur hara dari lingkungan tumbuh dan menguatkan turgor, di samping perannya sebagai co-enzim.



Gambar 15 Gejala defisiensi hara N, P, K pada tanaman padi

Sumber: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0113200>

2) Penggunaan Bagan Warna Daun (BWD)

Bagan warna daun (BWD) digunakan untuk membantu petani menentukan intensitas warna daun yang berhubungan dengan kandungan klorofil dan status N dalam daun. Prinsip kerja bagan warna daun sangat sederhana, yaitu membandingkan warna daun padi dengan warna skala daun yang memiliki korelasi atau hubungan dengan ketersediaan unsur N pada tanaman.



Gambar 16 Penggunaan bagan warna daun (BWD) untuk deteksi kebutuhan unsur hara Nitrogen pada tanaman padi

Sumber: <https://www.dgwfertilizer.co.id/mengenal-bagan-warna-daun-alat-pengukur-efisiensi-penggunaan-pupuk-n-pada-padi/>

Tahapan penggunaan bagan warna daun adalah sebagai berikut:

1. Pilih sepuluh rumpun tanaman padi sehat secara acak. Bagian daun yang diukur yaitu daun teratas dan sudah terbuka penuh pada satu rumpun;
2. Bandingkan warna daun dengan skala warna pada BWD;
3. Jika warna daun berada di antara dua skala, maka diambil nilai rata-rata. Misal 4,5 jika warna daun berada pada skala antara 4—5;
4. Jangan menghadap cahaya matahari saat mengukur warna daun, karena pantulan cahaya matahari dapat memengaruhi pengukuran warna daun;
5. Nilai rata-rata warna daun yang diamati pada sepuluh rumpun dihitung untuk menentukan takaran N yang dibutuhkan tanaman padi;
6. Contoh perhitungan: Nilai skala pengukuran sepuluh rumpun berturut-turut 3,5 :3:4:3:4:5:4,5:4:3:5, maka rata-ratanya $38/10 = 3.8$; dan
7. Apabila nilai warna daun kurang dari 4, tanaman perlu diberikan pupuk N sesuai dengan fase dan umur tanaman. Jika nilai warna daun lebih dari 4, tanaman padi tidak perlu diberi pupuk N.

3) Rekomendasi Takaran Pupuk di Lahan Rawa

- Efisiensi pemupukan tidak hanya berperan penting dalam meningkatkan produksi dan pendapatan petani, tetapi juga terkait dengan keberlanjutan sistem produksi (*sustainable production system*) serta kelestarian lingkungan. Perbedaan tingkat pengelolaan lahan rawa menyebabkan perubahan status hara tanah P dan K.
- Pembuatan petakan sawah menyebabkan perubahan permukaan lahan, yaitu terkikisnya sebagian permukaan dan tertimbunnya bagian cekungan, sehingga sifat tanah sawah bukaan baru dapat menjadi heterogen, berubah dari tanah aslinya. Permasalahan yang dijumpai pada lahan rawa bukaan baru adalah keracunan logam berat karena tingginya konsentrasi unsur tersebut pada sawah yang baru dicetak dibandingkan sawah eksisting.
- Takaran pupuk pada sawah bukaan baru dan eksisting untuk lahan rawa pasang surut serta lahan rawa lebak disampaikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 2 Dosis pemupukan untuk lahan rawa pasang surut kondisi pH < 4.0

Bahan amelioran dan pupuk	Lahan bukaan baru	Lahan eksisting	Keterangan
Kapur	2 ton/ha*)	1 ton/ha *)	Disarankan menggunakan kaptan bila rasio Ca/Mg <2; dolomit bila Ca/Mg > 2
Pupuk NPK (15:5:15)	300 kg/ha	300 kg/ha	Bila menggunakan pupuk tunggal, disarankan menggunakan fosfat alam sebagai sumber P
Urea	200 kg/ha	150 kg/ha	Bila menggunakan pupuk tunggal, dosis urea ditingkatkan menjadi 150% dari rekomendasi.
Biotara	25 kg/ha	25 kg/ha	
Bahan Organik	2,5—5,0 ton/ha	2,5—5,0 ton/ha	

Tabel 3 Dosis pemupukan untuk lahan rawa pasang surut kondisi pH > 4.0

Bahan amelioran dan pupuk	Lahan bukaan baru	Lahan eksisting	Keterangan
Kapur	1 ton/ha*)	0,5 ton/ha *)	Disarankan menggunakan kapur bila rasio Ca/Mg <2; dolomit bila Ca/Mg > 2
Pupuk NPK (15:15:15)	300 kg/ha	300 kg/ha	Bila menggunakan pupuk tunggal, disarankan menggunakan fosfat alam sebagai sumber P
Urea	200 kg/ha	150 kg/ha	Bila menggunakan pupuk tunggal, dosis urea ditingkatkan menjadi 150% dari rekomendasi.
Biotara	25 kg/ha	25 kg/ha	
Bahan Organik	2,5—5,0 ton/ha	2,5—5,0 ton/ha	

Tabel 4 Dosis pemupukan untuk lahan rawa lebak

Bahan amelioran dan pupuk	Lahan bukaan baru	Lahan eksisting	Keterangan
Kapur	Optional	Optional	Diperlukan bila pH tanah < 4,5
Pupuk NPK (15:15:15)	300 kg/ha	300 kg/ha	
Urea	200 kg/ha	150 kg/ha	
Biotara	25 kg/ha	25 kg/ha	
Bahan Organik	2,5 ton/ha	2,5 ton/ha	

BAB 5

PEMILIHAN VARIETAS PADA LAHAN RAWA

Lahan rawa sangat berpotensi untuk meningkatkan produksi dan produktivitas tanaman pangan, khususnya padi. Salah satu pendekatan agronomis yang perlu dilakukan adalah dengan memilih dan menentukan varietas unggul yang adaptif dan akseptabel serta berdaya hasil tinggi. Telah tersedia berbagai varietas unggul padi spesifik lahan rawa (Inpara) dan varietas unggul lainnya (Inpari, Hibrida) yang bisa adaptif dan memberikan hasil tinggi di lahan rawa pasang surut dan lebak.

A. Pemilihan Varietas Lokal

Pertanaman padi di lahan rawa pasang surut masih didominasi oleh varietas padi lokal, walaupun memiliki kekurangan, yaitu berumur dalam (9–10 bulan) dan rerata hasilnya rendah, yaitu 2–3 t/ha GKG. Keunggulan varietas lokal, yaitu

- lebih adaptif dengan kondisi lahan pH rendah dan keracunan Fe;
- pengelolaannya dengan input rendah;
- tidak memerlukan pemeliharaan intensif;
- rasa nasi disukai konsumen lokal; dan
- harga jual gabah/beras lebih tinggi.

Pertimbangan dalam pemilihan varietas:

1. potensi hasil besar;
2. toleran terhadap cekaman abiotik: pH, keracunan Fe, rendaman;
3. tahan hama dan penyakit utama: WCK, blas, tungro;
4. umur tanaman;
5. tinggi tanaman;
6. permintaan pasar; dan
7. kesukaan/preferensi.

Pertanaman padi di lahan rawa lebak sebagian besar didominasi oleh varietas unggul karena dianggap

- hasilnya tinggi;
- umur genjah (4 bulan); dan
- bisa menerapkan indeks pertanaman (IP) 200.

Kekurangan varietas unggul:

- rasa nasi terkadang kurang disukai konsumen lokal;
- tekstur nasi pulen;
- perlu input lebih tinggi;
- perlu pemeliharaan lebih intensif; dan
- harga jual gabah/beras lebih rendah dari varietas lokal.

Tabel 5 Sifat varietas unggul padi rawa Inpara

Varietas	Umur (hr)	Tinggi tanaman (m)	Anakan produktif	Bentuk gabah	Tekstur nasi	Indeks glikemik	Berat 1000 butir (g)	Rataan hasil	Toleransi cekaman abiotik
Inpara 1	131	111	18	Sedang	Pera	-	23,3	6,47	Fe, Al
Inpara 2	128	103	16	Sedang	Pulen	-	25,6	6,08	Fe, Al
Inpara 3	127	108	17	Ramping	Pera	59,2	25,7	5,6	Fe, Al rendaman
Inpara 4	135	94	18	Sedang	Pera	50,9	19,5	7,6	Fe, rendaman
Inpara 5	115	92	18	Ramping	Sedang	59	25	7,2	rendaman
Inpara 6	117	99	13	Sedang	Sedang	24	24	6,0	Fe
Inpara 7	114	88	12	Ramping -panjang	Pulen	29	20	5,1	Fe, Al
Inpara 8 Agritan	115		-	Medium	Pera	28,5	28,5	6,0	Fe
Inpara 9 Agritan	114	107	-	Ramping	Pera	25,2	25,2	5,6	Fe
Inpara 10 BLB	126	107	-	Ramping	Sedang	24,9	24,9	6,8	Fe
Purwa	121	101	-	Ramping	Ketan	3,8	23,8	6,0	Fe
Inpara 11 Siam Hizinc	122	121	16	Medium- ramping	Agak pulen	-	27,4	4,8	Fe, salin
Inpara 12	117	115	14	Ramping	Sedang	-	20,8	4,9	Fe

B. Pemilihan Varietas Padi di Lahan Rawa Pasang Surut

- Lahan pasang surut potensial:
 - Inpara maupun Inpara Inbrida padi irigasi;
 - Inpara 1 sampai Inpara 10, Purwa dapat ditanam;
 - Inpara 23 (potensi hasil 9,2 ton/ha); dan
 - Inpara 25 (9,4 ton/ha) dan Inpara 29 (9,5 ton/ha).
- Lahan pasang surut sulfat masam:
 - Margasari, Martapura, Inpara 1-10, Purwa atau Inpara 13 dan Inpara 30; dan
 - Pada lahan sulfat masam dengan tingkat cekaman tinggi dapat digunakan varietas Margasari, Martapura, Inpara 1 dan Inpara 2.
- Lahan pasang surut salin:
 - Inpara 34, Inpara 35, dan Inpara Unsoed 79 yang toleran salinitas 12 dS/m NaCl; dan
 - Pada lahan salin yang lebih jauh dari pinggir sungai besar/pantai dapat menggunakan Inpara 3, Inpara 4, dan Inpara 5.

4. Lahan pasang surut gambut/bergambut:
 - Inpara atau Inpari;
 - Inpara 1-10, Purwa, atau Inpari 11, Inpari 21, dan Inpari 26.

C. Pemilihan Varietas Padi di Lahan Rawa Lebak

1. Lahan lebak dangkal:
 - pada MK: Inpara 1-10, Purwa atau Ciherang, Mekongga, Inpari 9, Inpari 19, Inpari 27, dan Inpari 30;
 - pada MH: Inpara 1-10, Purwo atau Ciherang, Mekongga, Inpari 11, Inpari 22 atau Inpari 20.
2. Lahan lebak menengah:
 - pada MK: Inpara 1-9, Purwa, atau Ciherang; Mekongga, Inpari 13, Inpari 18, Inpari 19 atau Inpari Sidenuk;
 - pada MH: Inpara 3, 4, 5 atau Inpari 29, dan Inpari 30.
3. Lahan lebak dalam:
 - hampir semua VUB dan varietas lokal padi tidak dapat ditanam;
 - pada tahun 1986 Balitan Banjarbaru Kementan tahun 1986 menggunakan varietas Tapus, Alabio, dan Nagara (galur berasal dari IRRI) sebagai padi air dalam (*deep water rice*).



Inpara 8 Agritan



Inpara 9 Agritan



Inpara 10 BLB



Inpara 12 Mayas



Inpara 11 Hizinc



Purwa

Gambar 17 Beberapa deskripsi varietas padi lahan rawa

BAB 6

PENGENDALIAN ORGANISME PENGGANGGU TANAMAN (OPT)

A. Strategi Pengendalian Hama Terpadu

Strategi pengendalian hama dan penyakit yang dianggap paling efektif dan efisien serta ramah lingkungan adalah melalui pendekatan pengendalian hama terpadu (PHT).

PHT adalah suatu konsep pengendalian populasi atau tingkat serangan hama dengan menerapkan berbagai teknik pengendalian yang dipadukan dalam satu kesatuan. Tujuannya untuk mencegah kerusakan tanaman dan timbulnya kerugian secara ekonomis serta mencegah kerusakan lingkungan dan ekosistem. Sistem PHT memiliki empat prinsip dasar, yaitu

1) Budi daya tanaman sehat

Menjadi bagian penting dalam program pengendalian hama dan penyakit. Tanaman yang sehat memiliki daya tahan yang baik, kemampuan lebih cepat dalam mengatasi dan memulihkan dirinya sendiri dari kerusakan akibat serangan hama dan penyakit. Agar dapat memperoleh tanaman yang sehat perlu memperhatikan varietas yang akan dibudidayakan, penyemaian dengan cara yang benar, serta pemeliharaan tanaman yang tepat.

2) Pemanfaatan musuh alami

Pemanfaatan musuh alami merupakan tolok ukur dalam sistem PHT. Musuh alami atau agens hayati terbukti mampu menekan populasi hama dan menurunkan risiko kerusakan tanaman akibat serangan hama dan penyakit. Pemanfaatan musuh alami di dalam agroekosistem diharapkan mampu menjaga keseimbangan antara populasi hama dan populasi musuhnya. Dengan demikian, tidak akan terjadi peledakan populasi hama yang melampaui ambang toleransi tanaman.

3) Pengamatan rutin atau pemantauan

Pemantauan merupakan bagian terpenting yang harus dilakukan oleh setiap petani secara rutin dan berkala. Hal ini dilakukan agar perkembangan populasi hama serta musuh alami dapat diketahui dan kondisi tanaman dapat dipantau. Hasil pemantauan dan pengamatan digunakan sebagai dasar tindakan yang akan dilakukan.

4) Penggunaan pestisida nabati

Penggunaan pestisida nabati dilakukan dengan memanfaatkan bahan-bahan alami yang ada di sekitar kita, seperti tumbuhan untuk mengendalikan OPT. Keuntungan menggunakan pestisida nabati, antara lain relatif aman, ramah lingkungan, murah dan mudah didapatkan, serta tidak menyebabkan keracunan serta tidak akan menyebabkan hama menjadi resisten. Namun, kekurangannya yaitu penggunaannya harus berulang-

ulang, tidak tahan lama, daya kerjanya lambat, dan tidak membunuh hama secara langsung.

Sistem PHT sebaiknya dikembangkan oleh petani sendiri dan disesuaikan dengan kondisi ekosistem setempat. Agar setiap petani mampu menerapkan PHT di wilayahnya masing-masing, petani harus proaktif untuk mempelajari konsep PHT. Dalam hal ini peran aktif instansi terkait dalam memasyarakatkan PHT sangat diperlukan.

B. Penggunaan Pestisida Kimia

Pestisida kimia digunakan apabila cara-cara pengendalian lain tidak efektif. Tindakan pengendalian dengan pestisida kimia harus lima tepat, yaitu meliputi

- (1) tepat jenis pestisida (insektisida, fungisida);
- (2) tepat hama sasaran (serangga, jamur, tungau);
- (3) tepat dosis/konsentrasi bahan aktif pestisida;
- (4) tepat cara aplikasi (semprot, tabur, perlakuan benih); dan
- (5) tepat waktu aplikasi (pagi, sore, sebelum kerusakan parah).

Secara umum, prioritas dan strategi pengendalian hama terpadu diringkas seperti pada Tabel 6, sedangkan pencegahan dan pengendalian dengan menggunakan pestisida kimia disajikan pada Tabel 7.

Tabel 6 Prioritas dan strategi pengendalian hama terpadu

Prioritas	Strategi	Teknis
I	Pengelolaan tanaman sehat	<ol style="list-style-type: none"> 1. Waktu tanam dan panen 2. Varietas tahan 3. Rotasi tanaman 4. Pembersihan jerami terserang OPT 5. Pengolahan tanah yang baik 6. Pemupukan berimbang 7. Sanitasi 8. Pengelolaan air 9. Tanaman perangkap
II	Pengendalian secara hayati	Pemanfaatan musuh alami (predator, parasitoid, mikroba), pestisida nabati
III	Pengendalian secara mekanis/fisik	Menggunakan lampu perangkap, pagar plastik, gropyokan, pengusiran, gelombang suara, dan sebagainya
IV	Pengendalian secara kimia	Pestisida kimia, atraktan, <i>repellent</i>

Tabel 7 Tindakan pencegahan dan pengendalian hama dan penyakit padi dengan pestisida kimia di lahan rawa

Umur 1—21 hst	Umur 22—35 hst	Umur 36—90 hst
Tikus: • Gropyokan dengan ratel • Rodentisida Brodifakum • <i>Trap barrier system</i>	Tikus: • Rodentisida Brodifakum • <i>Trap barrier system</i>	Tikus: • Rodentisida Brodifakum • <i>Trap barrier system</i>
Gulma: Herbisida etil pirazosulfuron	Penggerek batang: Insektisida karbofuran	Penggerek batang: Insektisida karbofuran
Perusak akar : Insektisida karbofuran	Wereng coklat: Insektisida klorantraniliprol + tiametoksin	Wereng coklat: Insektisida fipronil
Penggerek batang: : Insektisida karbofuran	Hama putih : Insektisida dimehipo	Wereng hijau: Insektisida pimeetrozin
Wereng coklat: Insektisida klorantraniliprol + tiametoksin	Hama putih palsu: Insektisida dimehipo	Hama putih palsu: Insektisida dimehipo
Wereng hijau: Insektisida pimeetrozin	Wereng hijau: Insektisida pimeetrozin	Hama walang sangit: Insektisida pimeetrozin, fipronil
Hama putih: Insektisida dimehipo	Ulat grayak: Insektisida klorantraniliprol	Penyakit blas leher: Fungisida propikonazol+trisiklazol dan difenokonazol+azoksistrobin
Hama putih palsu: Insektisida dimehipo	Penyakit blas daun: Fungisida propikonazol+trisiklazol	Penyakit hawar pelepah daun: Fungisida propikonazol+trisiklazol
Ulat grayak: Insektisida klorantraniliprol	Penyakit hawar pelepah daun: Fungisida propikonazol+trisiklazol	Penyakit bercak coklat: Fungisida difenokonazol+azoksistrobin
Umur 1-21 hst	Umur 22-35 hst	Umur 36-90 hst
Penyakit blas daun: Fungisida propikonazol+trisiklazol	Penyakit bercak coklat: Fungisida difenokonazol+azoksistrobin	

Keterangan dosis rekomendasi:

- Ratel: 100 biji/ha
- Brodifakum: 5 kg/ha
- Etil pirazosulfuron: 150 g/ha
- Karbofuran: 10 – 20 kg/ha
- Difenokonazol+azoksistrobin: 50 ml/ha
- Klorantraniliprol + tiametoksin: 500 ml/ha
- Pimeetrozin: 500 gr/ha
- Fipronil: 2 l/ha
- Klorantraniliprol: 250 ml/ha
- Propikonazol+trisiklazol: 2 l/ha
- Dimehipo: 2 l/ha

C. Hama Utama di Lahan Rawa

1. Hama Ulat Grayak (*Spodoptera spp.*)

- ✓ Hama menyerang saat di persemaian maupun di pertanaman.
- ✓ Ulat grayak menyerang padi pada malam hari dan siang harinya bersembunyi pada pangkal tanaman, dalam tanah atau di tempat-tempat yang tersembunyi.
- ✓ Ulat yang kecil makan daun-daun padi yang berumur muda, yang untuk pertama kali dengan menggigit permukaan daun.
- ✓ Ulat-ulat tumbuh besar menghancurkan seluruh tanaman dalam waktu yang relatif singkat, sebelum berpindah ke lingkungan sekitar.
- ✓ Faktor-faktor paling berpengaruh adalah keadaan perairan petakan yang kering, keadaan lingkungan yang kompleks, terutama curah hujan yang tinggi.
- ✓ Vegetasi yang menjadi inang perantara adalah jenis rumput-rumputan.



Gambar 18 Serangan ulat grayak pada persemaian

Sumber: Mukhlis, 2020

Pengendalian ulat grayak:

- Monitoring atau pemantauan seminggu sekali sehingga terdeteksi secara cepat dan mudah mengendalikannya.
- Ulat yang masih kecil (instar I sampai III) lebih mudah mati dengan insektisida yang harganya murah karena kulitnya masih tipis sehingga bisa dibunuh melalui racun kontak, seperti bahan aktif fipronil, betasiflutrin, deltametrin, lamdasihalotrin, alfasipermetrin, dan lain-lain.
- Apabila serangan masih rendah, bisa dilakukan tindakan pengendalian secara mekanis dengan mengambil ulat maupun kepompong ulat tersebut.
- Cara perendaman dengan mengairi sawah agar ulat grayak yang bersembunyi di dalam tanah terendam dan akhirnya mati.
- Setelah siang dilakukan perendaman, maka malamnya dilakukan pemantauan. Biasanya ulat grayak akan keluar dan segera dilakukan penyemprotan dengan insektisida. Fungsi insektisida ini, yaitu bekerja sebagai racun perut yang kuat. Selain itu, dapat juga digunakan insektisida biologis yang lebih ramah lingkungan (*Bacillus thuringiensis*).

2. Hama Penggerek Batang (*Scirpophaga innotata*)

Hama ini menyerang tanaman padi pada berbagai fase pertumbuhan mulai dari fase vegetatif sampai generatif. Gejala yang ditimbulkan dari serangan hama penggerek batang secara umum ada dua jenis, yaitu sundep dan beluk.

a) Gejala Sundep:

- Serangan pada stadium vegetatif menyebabkan kematian anakan muda.
- Kehilangan hasil akibat serangan penggerek batang padi pada stadium vegetatif dapat dikompensasi dengan pembentukan anakan baru. Tanaman masih sanggup mengompensasi akibat kerusakan oleh penggerek batang padi sampai 30%.
- Serangan dimulai dengan larva ngengat merusak tanaman padi sebelum memasuki fase vegetatif (masa pembungaan) dan gejalanya mulai terlihat ketika tanaman padi berumur 21 hari setelah pindah tanam.
- Selanjutnya setelah 1 minggu, larva ngengat akan bertelur dan meletakkannya pada batang tanaman padi, dan selang 4—5 hari telur akan menetas sekaligus merusak sistem pembuluh tanaman yang terdapat pada batang padi.
- Dampak visual, yaitu pucuk batang padi menjadi kering kekuningan serta mudah dicabut.

b) Gejala Beluk:

- Serangan pada stadium generatif menyebabkan malai tampak putih dan hampa.
- Kerugian hasil yang disebabkan setiap persen gejala beluk berkisar 1—3% atau rata-rata 1,2%.
- Serangan terjadi pada fase generatif (masa pembentukan malai).
- Dampak serangan menyebabkan bulir padi menjadi hampa akibat proses pengisian bijinya tidak berjalan sempurna karena kerusakan pada pembuluh batang padi.



Gambar 19 Imago dan gejala serangan penggerek batang pada malai

Sumber: Mukhlis, 2020

Pengendalian hama penggerek batang:

- Penanaman secara serentak dalam areal penanaman yang luas agar tanaman padi berada pada fase yang sama sehingga perkembangan serta penyebaran sumber hama di lapangan dapat ditekan.
- Cara mekanis dengan mengumpulkan kelompok telur penggerek batang padi di persemaian dan pertanaman.
- Menangkap ngengat dengan *light trap* (untuk luas 50 ha cukup 1 *light trap*).
- Pemanfaatan musuh alami baik parasitoid, predator, maupun patogen.
- Konservasi musuh alami dengan cara menghindari aplikasi insektisida berspektrum luas.
- Penggunaan insektisida dapat dilakukan bila sudah ditemukan 1 ekor ngengat pada *light trap* atau pertanaman. Aplikasi insektisida sebaiknya dilakukan pada saat 4 hari setelah ditemukan 1 ekor ngengat pada *light trap* atau pertanaman tersebut.
- Penggunaan insektisida butiran di persemaian dilakukan jika disekitar pertanaman ada lahan yang sedang atau menjelang panen pada satu hari sebelum tanam.
- Pada pertanaman, insektisida butiran diberikan terutama pada stadium vegetatif dengan dosis 20 kg insektisida granul/ha. Pada stadium generatif aplikasi dengan insektisida yang disemprotkan (cair).
- Insektisida butiran yang direkomendasikan, yaitu insektisida yang mengandung bahan aktif karbofuran. Insektisida semprot (cair) yang direkomendasikan, yaitu insektisida yang mengandung bahan aktif spinetoram, klorantraniliprol, dan dimehipo.
- Tindakan preventif dilakukan dengan memantau fluktuasi populasi penggerek batang padi yang dilakukan secara rutin. Pemantauan penggerek batang padi yang berasal dari migrasi dapat menggunakan *light trap*.

3. Hama Putih Palsu/Pelipat Daun (*Cnaphalocrocis medinalis*)

- ✓ Hama putih palsu ditandai dengan gejala daun terlipat akibat kerusakan yang ditimbulkan oleh larva hama putih palsu. Kerusakan pada daun di fase vegetatif dan fase generatif melampaui ambang batas lebih besar dari 50%.
- ✓ Serangan hama putih palsu pada fase vegetatif lebih berpotensi merugikan dibandingkan dengan fase generatif.
- ✓ Tanda pertama adanya hama putih palsu, yaitu adanya ngengat berwarna kuning cokelat yang memiliki tiga buah pita hitam dengan garis lengkap atau terputus pada bagian sayap depan dan pada saat beristirahat, ngengat berbentuk segitiga.
- ✓ Kerusakan yang terjadi ditandai dengan adanya warna putih pada daun di pertanaman. Ulat memakan jaringan hijau daun dari dalam lipatan daun meninggalkan permukaan bawah daun yang berwarna putih.

Pengendalian hama putih palsu:

1. Pembersihan lahan dan pemupukan berimbang. Hindari penggunaan pupuk urea yang berlebih.
2. Menjaga populasi musuh alami untuk menekan berkembangnya populasi hama putih palsu.
3. Pemasangan lampu perangkap untuk menarik ngengat supaya tidak bertelur.
4. Pengamatan lahan, jika ditemukan gejala serangan mencari larva dan mematakannya.
5. Jika serangan pada daun bendera lebih dari 50% populasi tanaman, aplikasikan insektisida berbahan aktif karbofuran, fipronil, emamektin benzoate, flubendoamide, atau lainnya.



Gambar 20. Gejala serangan hama putih palsu

Sumber: Padmaswari, 2020

4. Hama Tikus (*Rattus argentiventer*)

Tikus merupakan hama utama tanaman padi yang dapat menurunkan hasil produksi cukup tinggi. Karakteristik hama tikus:

- ✓ Tikus sawah tinggal di pesawahan dan sekitarnya, mempunyai kemampuan berkembang biak sangat pesat.
- ✓ Satu pasang ekor tikus mampu berkembang biak menjadi 80 ekor per musim tanam.
- ✓ Kerusakan dan penurunan hasil produksi padi sangat besar akibat dari serangan hama tikus dan susah untuk dikendalikan.
- ✓ Tikus dapat merusak secara langsung, yaitu mencari makan pada saat tanaman sudah mulai berbuah, sedangkan secara tidak langsung, tikus merusak batang tanaman padi hanya untuk mengasah giginya.
- ✓ Kerusakan yang ditimbulkan oleh hama tikus dapat dilihat pada batang padi yang terpotong.



Gambar 21 Gejala serangan hama tikus

Sumber: Mukhlis, 2020

Pengendalian hama tikus dilakukan dengan cara:

1. sanitasi lingkungan dengan pembersihan gulma;
2. pengaturan pola tanam, waktu tanam & panen;
3. fisik-mekanis: gropyokan massal, rutin, dan berkelanjutan; penggunaan perangkap; jerat; berburu tikus dengan bantuan anjing, senapan angin dan lain-lain; penggunaan alat penyembur api; penggenangan lubang dengan air, lumpur, dan lain-lain;
4. biologi/hayati: konservasi predator, pemanfaatan patogen spesifik;
5. kimiawi: fumigasi/pengemposan, umpan beracun, penggunaan zat penolak dan penarik, penggunaan senyawa pemandul;
6. penggunaan pagar plastik dan perangkap bubu (*trap barrier system* {TBS}):
 - ✓ periksa TBS setiap pagi. Tikus tertangkap ditenggelamkan dalam air \pm 10 menit bersama bubu perangkapnya.;
 - ✓ lepaskan kembali hewan bukan sasaran (katak, kadal, ular, ikan, burung, dan lain-lain) yang ikut tertangkap;
 - ✓ segera cuci bubu perangkap jika ditemukan tikus/hewan lain mati di dalamnya, agar tikus yang datang berikutnya tetap mau masuk perangkap;
 - ✓ periksa pagar plastik, apabila berlubang segera diperbaiki;
 - ✓ pastikan parit terisi air sehingga bagian bawah pagar plastik selalu terendam; dan
 - ✓ bersihkan gulma di parit, karena tikus mampu memanjatnya untuk jalan masuk ke dalam petak TBS.

Di daerah endemik tikus, penerapan TBS dan tanaman perangkap dilakukan 3 minggu lebih awal untuk monitoring dan pengendalian. TBS berukuran 25 m x 25 m dapat mengamankan tanaman padi dari serangan tikus seluas 8–10 ha di sekelilingnya.

LTBS berupa bentangan pagar plastik/terpal setinggi 60 cm, ditegakkan dengan ajir bambu setiap jarak 1 m, dilengkapi bubu perangkap setiap jarak 20 m dengan pintu masuk berselang-seling arah. LTBS dipasang di perbatasan daerah tikus atau pada saat ada migrasi

tikus. Pemasangan LTBS dipindahkan setelah tidak ada tangkapan tikus atau sekurang-kurangnya dipasang selama 3 malam berturut-turut.



Gambar 22 Gropyokan dengan ratel (fumigan bersumbu)

Sumber: Syaiful Asikin, 2020



Gambar 23 Pemasangan pagar plastik dilengkapi perangkap tikus (TBS)

Sumber: Mukhlis, 2019

5. Hama Burung

Hama burung mampu meningkatkan risiko penurunan hasil panen. Hal ini dikarenakan burung dapat memakan padi dengan jumlah rata-rata 5 gram setiap hari. Apabila dibiarkan, produksi padi dapat mengalami penurunan hingga mencapai 30—50%. Jadi inilah yang membuat burung menjadi musuh bagi para petani.

Pengendalian hama burung dilakukan dengan :

- 1) Menggunakan bahan-bahan beraroma menyengat, seperti terasi, kapur barus, dan jengkol. Bahan-bahan tersebut dimasukkan ke dalam plastik yang sudah diberi lubang kemudian diikatkan pada jaring.
- 2) Menggunakan tanaman pengalih perhatian/penghalau, yaitu tanaman dengan bunga yang berwarna mencolok, seperti bunga matahari.
- 3) Memasang benda yang mengkilap seperti plastik berwarna silver dan kaset CD bekas. Penglihatan burung akan kacau karena terkena pantulan sinar yang dihasilkan benda tersebut.
- 4) Memasang jaring perangkap yang dipasangkan dengan cara dibentangkan di atas tanaman padi.
- 5) Membuat bunyi dari kaleng-kaleng.
- 6) Memasang bentangan tali.
- 7) Memasang generator ultrasonik pengusir burung.



Gambar 24 Pemasangan jaring dan generator ultrasonik

Sumber: Mukhlis, 2019

D. Penyakit Utama di Lahan Rawa

1. Penyakit Blas (*Pyricularia oryzae*)

Penyakit blas disebabkan oleh jamur *Pyricularia oryzae* atau *Pyricularia grisea*. Penyakit ini dapat menginfeksi pada semua fase pertumbuhan tanaman padi mulai dari pesemaian sampai menjelang panen. Serangan penyakit pada fase bibit dan pertumbuhan vegetatif tanaman padi disebut blas daun (*leaf blast*), sedangkan pada fase generatif menginfeksi leher malai atau blas leher (*neck blast*).

Gejala serangan penyakit blas daun (*leaf blast*):

- Pada daun terdapat bercak cokelat berbentuk belah ketupat dan memanjang searah dengan urat daun dengan ujung runcing.
- Pinggir bercak berwarna cokelat dengan bagian tengah berwarna putih keabuan.
- Pusat bercak berwarna kelabu atau keputih-putihan dan biasanya mempunyai tepi cokelat atau cokelat kemerahan. Bercak-bercak terutama terlihat pada stadium pertumbuhan vegetatif. Bercak-bercak dapat bergabung menjadi satu, sehingga secara keseluruhan tampak tanaman seperti terbakar.

Gejala serangan penyakit blas leher (*neck blast*):

- Serangan terjadi pada tanaman yang telah keluar malainya.
- Busuknya ujung tangkai malai yang disebut busuk leher (*neck rot*).
- Buku-buku yang terserang berwarna cokelat kehitaman dan busuk.

Gejala serangan blas daun (*leaf blast*)Gejala serangan blas leher (*neck blast*)

Gambar 25 Gejala serangan penyakit blas

Pengendalian penyakit blas dilakukan dengan cara

1. Penggunaan varietas tahan blas

Pengendalian penyakit blas yang sampai saat ini dianggap paling efektif, murah, dan ramah lingkungan, yaitu dengan penggunaan varietas padi yang tahan, seperti Inpari 34 Salin Agritan, Inpara 1, Inpara 2, Inpara 3, dan lain-lain. Pergiliran varietas dengan varietas unggul lokal yang umumnya tahan terhadap penyakit blas sangat dianjurkan.

2. Penanaman benih sehat

Penyakit blas merupakan penyakit yang terbawa benih (*seed borne pathogen*), maka untuk mencegah penyakit blas dianjurkan tidak menggunakan benih yang berasal dari daerah endemis penyakit blas. Pertanaman yang terinfeksi penyakit blas sangat tidak dianjurkan untuk digunakan sebagai benih.

3. Penggunaan fungisida

Hampir 30–40% penyakit blas pada padi ditularkan melalui benih, sehingga pada stadium awal vegetatif tanaman padi dapat terserang blas. Perlu dilakukan perlakuan/pengobatan benih dengan fungisida sistemik yang mengandung bahan aktif *propikonazol*, *trisiklazol*, *isoprothionalane*, *benomyl mancozeb*, *kasugamycin*, dan

thiophanate methyl dengan dosis formulasi 3–5 g/kilogram benih. Pengobatan benih dapat dilakukan dengan cara perendaman benih (*soaking*) atau pelapisan benih (*coating*) dengan fungisida anjuran.

- Perendaman benih (*soaking*): benih direndam dalam larutan fungisida selama 24 jam. Selama periode perendaman, larutan yang digunakan diaduk merata tiap 6 jam. Perbandingan berat biji dan volume air adalah 1:2 (1 kg benih direndam dalam 2 l air larutan fungisida). Benih yang telah direndam dikeringanginkan dalam suhu kamar dan dibiarkan sampai saatnya gabah tersebut siap untuk disemaikan. Perendaman benih padi sawah dalam larutan fungisida dilakukan sebelum pemeraman.
 - Pelapisan (*coating*): benih direndam dalam air selama beberapa jam, kemudian ditiriskan sampai air tidak menetes lagi. Fungisida dengan dosis tertentu dicampur dengan 1 kg benih basah dan dikocok sampai merata, kemudian gabah dikeringanginkan dengan cara yang sama dengan metode perendaman, selanjutnya benih siap disemaikan.
4. Cara tanam
Pertanaman yang rapat akan mempermudah terjadinya infeksi dan penularan dari satu tanaman ke tanaman yang lain. Jarak tanam yang tidak terlalu rapat atau sistem legowo sangat dianjurkan untuk membuat kondisi lingkungan tidak menguntungkan bagi patogen penyebab penyakit blas.
 5. Pemupukan
Hindari penggunaan pemupukan Nitrogen dengan dosis tinggi karena akan menyebabkan tanaman menjadi lebih rentan dan keparahan penyakit lebih tinggi. Namun, pupuk kalium menyebabkan tanaman menjadi lebih tahan terhadap penyakit blas. Oleh karena itu, disarankan menggunakan pupuk Nitrogen dan kalium secara seimbang.
 6. Sanitasi lingkungan
Sanitasi dengan menjaga kebersihan lingkungan sawah dari gulma yang mungkin menjadi inang alternatif dan membersihkan sisa-sisa tanaman yang terinfeksi merupakan usaha yang sangat dianjurkan mengingat patogen dapat bertahan pada inang alternatif dan sisa-sisa tanaman.
 7. Waktu tanam
Pengaturan waktu tanam bertujuan untuk menghindari stadia *heading* pada saat banyak hujan dan embun. Oleh karena itu, diperlukan data penunjang iklim dan umur tanaman sebagai dasar penentuan waktu tanam yang tepat.

2. Penyakit Bercak Daun Cokelat (*Helminthosporium oryzae*)

Penyakit bercak daun coklat merupakan salah satu penyakit utama padi di lahan rawa. Penyakit banyak timbul di pertanaman dengan kondisi lahan yang kurang baik, seperti lahan bukaan baru, lahan yang miskin hara, lahan yang bertanah gambut atau sulfat masam dengan kondisi tata air atau sistem drainase yang tidak baik dan belum memadai. Selain itu, juga terjadi pada pertanaman musim kemarau yang mengalami kekurangan air. Penyakit bercak coklat dapat menimbulkan kerugian hasil 50 sampai 90 persen.

Gejala penyakit bercak daun cokelat meliputi

- Terdapat bercak daun berbentuk oval yang merata di permukaan daun dengan titik tengah berwarna abu-abu atau putih.
- Bercak yang masih muda berwarna cokelat gelap atau keunguan berbentuk bulat. Pada varietas yang peka panjang bercak dapat mencapai panjang 1 cm.
- Pada serangan berat, jamur dapat menginfeksi gabah dengan gejala bercak berwarna hitam atau cokelat gelap pada gabah.



Gejala serangan bercak daun cokelat

Gambar 26 Gejala serangan bercak daun cokelat

Pengendalian penyakit bercak daun cokelat dilakukan melalui

1. penggunaan varietas tahan: Inpara 2, Inpara 8;
2. memperbaiki kesuburan tanah;
3. penggunaan benih yang sehat;
4. perlakuan fungisida atau air panas pada benih;
5. pupuk yang seimbang terutama kalium yang cukup;
6. sanitasi lingkungan pertanaman; dan
7. pengolahan tanah yang cukup, pengairan dan drainase yang baik sehingga akar tumbuh dengan baik.

3. Penyakit Hawar Pelepah Padi (*Rhizoctonia solani*)

Penyakit hawar pelepah mulai terlihat berkembang di sawah saat tanaman padi berada pada stadium anakan maksimum dan terus berkembang sampai menjelang panen. Namun, terkadang tanaman padi di pembibitan dapat terinfeksi parah. Kehilangan hasil padi akibat penyakit hawar pelepah dapat mencapai 30%. Tidak ada varietas padi yang tahan penyakit hawar pelepah daun.

Gejala penyakit hawar pelepah padi

- Gejala penyakit timbul saat tanaman memasuki fase anakan maksimum pada bagian pelepah dekat permukaan air.
- Pada bagian pelepah bawah terdapat bercak-bercak besar berbentuk oval berwarna cokelat dan bagian tengah berwarna putih pucat dengan bagian tepi tidak teratur yang selanjutnya menjalar ke pelepah daun bagian atas.



Gambar 27 Gejala serangan hawar pelepah padi

Sumber: Vani Silvana, 2020

Pengendalian hawar pelepah daun dilakukan dengan

- penggunaan kompos jerami dengan dosis 2 ton/ha berasal dari serasah gulma;
- penggunaan jamur antagonis (*Trichoderma sp.*) dosis 25 kg/ha;
- jarak tanam diupayakan tidak terlalu rapat;
- penggunaan pupuk berimbang: pupuk Nitrogen, fosfat dan kalium secara berimbang, dan air di petakan sawah diatur supaya dapat berganti dengan yang baru;
- penggunaan fungisida berbahan aktif benomil, difenokonazol, mankozeb, dan validamisin dengan dosis 2 cc atau 2 g per satu liter air; dan
- pembersihan lingkungan sawah dari gulma yang menjadi inang alternatif bagi patogen untuk mengurangi sumber inokulum awal penyakit.

4. Penyakit Hawar Daun Bakteri (*Xanthomonas oryzae pv. oryzae*)

Penyebab penyakit hawar daun adalah bakteri *Xanthomonas oryzae* yang penyebarannya melalui air, angin, dan benih serta infeksi terjadi melalui stomata. Perkembangan penyakit ini sangat dipengaruhi oleh kelembapan tinggi dan suhu rendah (20–22°C). Fase rentan tanaman terkena penyakit, yaitu pada fase bibit umur 30–65 HST.

Pada stadia bibit, gejala penyakit disebut kresak, sedangkan pada stadia tanaman yang lebih lanjut, gejala disebut hawar (*blight*). Faktor lingkungan sangat memengaruhi perkembangan penyakit di lapang, yaitu kelembapan tinggi, hujan angin, dan pemupukan N yang berlebihan. Kerugian hasil yang disebabkan oleh penyakit hawar daun bakteri dapat mencapai 60%.

Gejala penyakit hawar daun, yaitu

- bercak kuning sampai putih dari ujung ke tepi daun;
- gejala pada umur kurang dari 30 HST (kresak);
- gejala stadia anakan sampai pemasakan disebut hawar (*blight*); dan
- gejala pada persemaian tidak mudah diamati.



Gambar 28 Gejala serangan hawar daun bakteri

Sumber: Eko Purwanto, 2022

Pengendalian penyakit hawar daun dilakukan melalui

- penggunaan varietas tahan: Inpara 2 (strain III), Inpara 4 (strain IV & VIII), Inpara 5 (strain IV & VIII);
- melakukan pergiliran varietas tahan hawar daun;
- menanam varietas yang berbeda dalam satu hamparan;
- menghindari pemupukan Nitrogen (N) yang berlebihan; dan
- penggunaan jarak tanam yang tidak terlalu rapat.

5. Penyakit Tungro

Penyakit tungro disebabkan oleh dua jenis virus, yaitu *rice tungro spherical virus* (RTSV) dan *rice tungro bacilliform virus* (RTBV) yang ditularkan oleh wereng hijau (*Nephotettix virescens*). Wereng hijau ini sudah populer sebagai hama pengganggu tanaman padi. Serangan yang terjadi pada saat tanaman masih muda, sekitar umur 10–20 hari, akan menyebabkan kehilangan hasil sedikitnya 65%. Serangan pada saat tanaman berada pada fase akhir, kehilangan hasil tidak terlalu besar, yaitu sekitar 10–20%.

Gejala penyakit tungro:

- Perubahan warna pada daun muda tanaman padi yang menguning hingga berwarna jingga.
- Hamparan tanaman padi terlihat berwarna kuning dan tinggi tanaman tidak merata, terlihat spot-spot tanaman kerdil.
- Tanaman padi menjadi kerdil karena jarak antarbuku atau ruas memendek.
- Daun-daun tersebut juga terlihat melintir.
- Jumlah tanaman padi muda atau anakan menjadi berkurang drastis karena lebih rentan terserang virus tungro.



Gambar 29 Gejala serangan penyakit tungro

Sumber: IRRI

Pengendalian penyakit tungro:

- Membersihkan sumber inokulum tungro seperti singgang, bibit yang tumbuh dari ceceran gabah, rumput teki, dan lain-lain sebelum membuat pesemaian.
- Penggunaan varietas tahan wereng hijau atau tahan tungro (Inpari 7 Lanrang, Inpari 8, Inpari 9, Inpari 36, 37).
- Mengatur waktu tanam padi. Saat puncak kepadatan populasi wereng hijau, tanaman padi sudah berumur lebih dari 45 hari setelah tanam, umur tanaman padi yang tidak rentan terhadap penyakit tungro.
- Penggunaan cara tanam jajar legowo 2 baris atau 4 baris.
- Aplikasi insektisida fungsi ganda, yaitu insektisida yang dapat mematikan wereng hijau untuk menghambat penularan virus.
- Sawah jangan dikeringkan, usahakan paling tidak dalam kondisi air macak-macak karena sawah kering merangsang pemencaran wereng hijau yang dapat memperluas penularan.
- Pemberian pupuk K yang lebih tinggi atau abu sekam.

BAB 7

MEKANISASI LAHAN RAWA

A. Penggunaan Mekanisasi di Lahan Rawa

Penerapan mekanisasi pertanian di lahan rawa bertujuan untuk meningkatkan produktivitas tenaga kerja, produktivitas lahan, mempercepat waktu pengolahan lahan dan panen, menurunkan kehilangan hasil serta biaya produksi. Penggunaan alat dan mesin pertanian (alsintan) di lahan rawa selain bersifat spesifik juga dibatasi oleh daya pakai. Daya pakai alsintan di lahan rawa umumnya hanya 2—3 tahun.

Keragaman kondisi lahan, tata ruang, keterpencilan lokasi, ketersediaan suku cadang, dan agro-ekosistem yang spesifik menyebabkan pengembangan alsintan di daerah pasang surut masih sangat terbatas.

Sebagian alsintan, baik impor maupun produk dalam negeri belum banyak dimanfaatkan petani karena kurang sesuai dengan kondisi lahan pasang surut dan kebutuhan petani. Oleh karena itu, pemilihan alsintan yang tepat akan sangat memengaruhi keberhasilan dalam pengembangan mekanisasi pertanian di lahan rawa.

B. Faktor Penentu Keberhasilan Mekanisasi di Lahan Rawa

Faktor keberhasilan dalam penerapan mekanisasi pertanian di lahan rawa ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu:

1. kekerasan tanah,
2. tekanan alsintan ke tanah,
3. kedalaman lumpur,
4. jenis alsintan,
5. dimensi dan luas lahan,
6. pola pengolahan tanah, serta
7. ketersediaan jalan usaha tani dan jembatan.

1. Kekerasan tanah (*Ground bearing capacity*)

Kekerasan tanah atau daya sangga tanah merupakan kemampuan tanah untuk menyangga roda alsintan pada saat alsintan bekerja. Kekerasan tanah diukur dengan *soil penetrometer* dalam besaran *cone index* (CI). Kekerasan tanah tergantung pada kejenuhan tanah. Bila kadar air tanah meningkat, kekuatan tanah dalam menerima beban akan makin menurun.

2. Tekanan alsintan ke tanah (*Ground pressure*)

Tekanan roda alsintan ke tanah atau juga disebut *ground pressure* (GP) merupakan berat alsintan dibagi luas tapak roda yang menyentuh tanah. Agar alsintan tidak tenggelam, maka tekanan alsintan ke tanah (GP) harus lebih kecil dari daya sangga tanah. Secara empiris hubungan antara CI dan GP dapat dituangkan dalam Tabel 8.

Tabel 8 Hubungan antara kekerasan tanah, *cone index*, dan rekomendasi jenis roda alsintan

Kekerasan tanah	Cone indeks (kg/cm ²)/ Indikator lapang	Berat traktor (kg)	Tekanan roda ke tanah (kg/cm ²)	Rekomendasi jenis roda alsintan
Tinggi	<= 1,5 Kaki terbenam sampai mata kaki	200—250	0,68	TR 2 dengan roda besi standar, TR4 dengan roda karet bersirip lebar
Baik/cukup	1—1,5 Kaki terbenam setengah lutut	100—200	0,45	TR 2 dengan roda besi standar bersirip lebar, TR2 dengan roda besi berdiameter >90 cm, TR4 dengan kombinasi roda karet dan roda apung
Sedang	0,5—1 Kaki terbenam sampai lutut	<100	0,23	TR 2 dengan roda ganda, <i>crawler</i> dengan krepak karet lebar, Traktor perahu dan kura-kura
Rendah	<=0,5 Kaki terbenam lebih dalam di atas lutut	Tidak direkomendasi diolah dengan alsintan	Alat manual	Tajak, cangkul, sabit dan alat manual lainnya



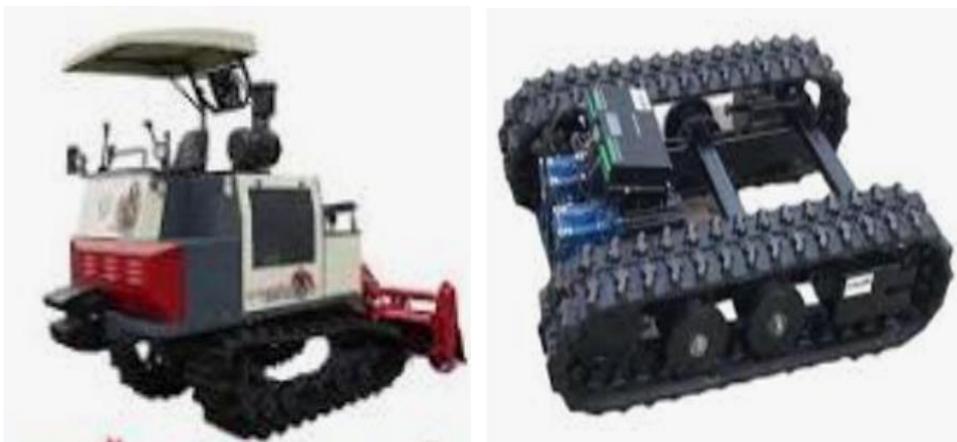
Gambar 30 TR 2 dengan roda besi standar direkomendasikan untuk lahan dengan kekerasan tanah tinggi



Gambar 31 TR 2 dengan roda besi berdiameter besar dengan sirip lebar untuk lahan dengan kekerasan tanah baik/cukup



Gambar 32 TR 2 dengan roda besi ganda untuk lahan kekerasan tanah dengan kekerasan sedang



Gambar 33 Traktor *crawler* krepyak karet untuk lahan dengan kekerasan tanah sedang

3. Kedalaman lumpur

Kedalaman lumpur dan air dalam petakan sawah sangat memengaruhi operasi alat dan mesin pertanian khususnya traktor dan *combine harvester*. Oleh karena itu, direkomendasikan agar saat traktor beroperasi, air harus dialirkan sampai dalam kondisi macak-macak.

Lumpur yang terlalu dalam dan airnya tidak dapat dialirkan akan menyebabkan traktor tenggelam sehingga tidak direkomendasikan sebagai lahan budi daya. Cara lain untuk pengolahan tanah pada lahan berlumpur atau kedalaman air dangkal sampai sedang adalah dengan menggunakan traktor perahu atau traktor kura-kura. Implementen yang digunakan adalah *rotary* atau roda sirip itu sendiri untuk mengaduk tanah. Traktor perahu atau kura-kura tidak dapat digunakan untuk membajak sawah dengan bajak singkal maupun bajak piringan.

Bila kondisi lahan tidak berair atau tergenang dan mempunyai daya sangga tanah relatif besar ($CI > 1,5 \text{ kg/crn}^2$), mesin panen dapat diterapkan dengan baik, tetapi bila daya sanggah tanah seperti lahan rawa yang relatif kecil ($CI < 1,5 \text{ kg/cm}^2$), maka mesin panen tidak dapat bekerja dengan baik.



Gambar 34 Traktor perahu untuk mengolah tanah berlumpur sedang dengan cara diglebeg di belakang traktor

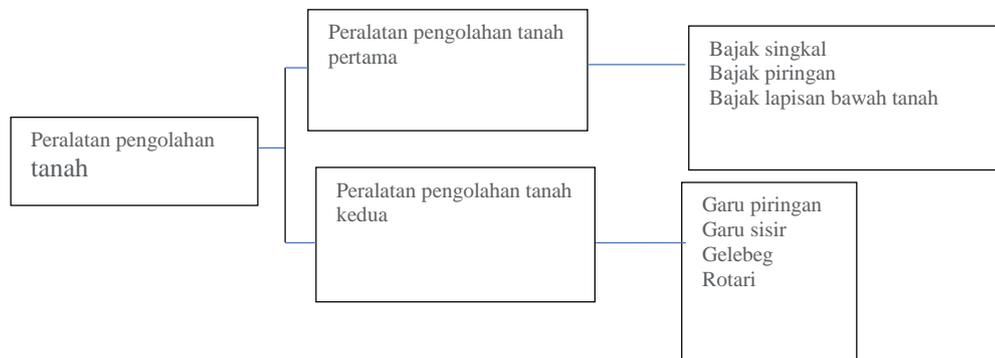


Gambar 35 Traktor kura-kura untuk mengolah tanah berlumpur sedang dengan cara diglebeg, yang diletakkan di belakang traktor

4. Jenis Alsintan

Alsintan pengolahan tanah di lahan pasang surut dibedakan menjadi dua macam, yaitu alsintan untuk pengolahan tanah pertama dan pengolahan tanah kedua.

- Alsintan pengolahan tanah pertama (*primary tillage equipment*), biasanya berupa bajak (*plow*).
- Alsintan pengolahan tanah kedua (*secondary tillage equipment*), biasanya berupa garu (*harrow*), gelebeg atau rotari (pisau berputar).



Gambar 36 Bagan kelompok dari peralatan pengolahan tanah

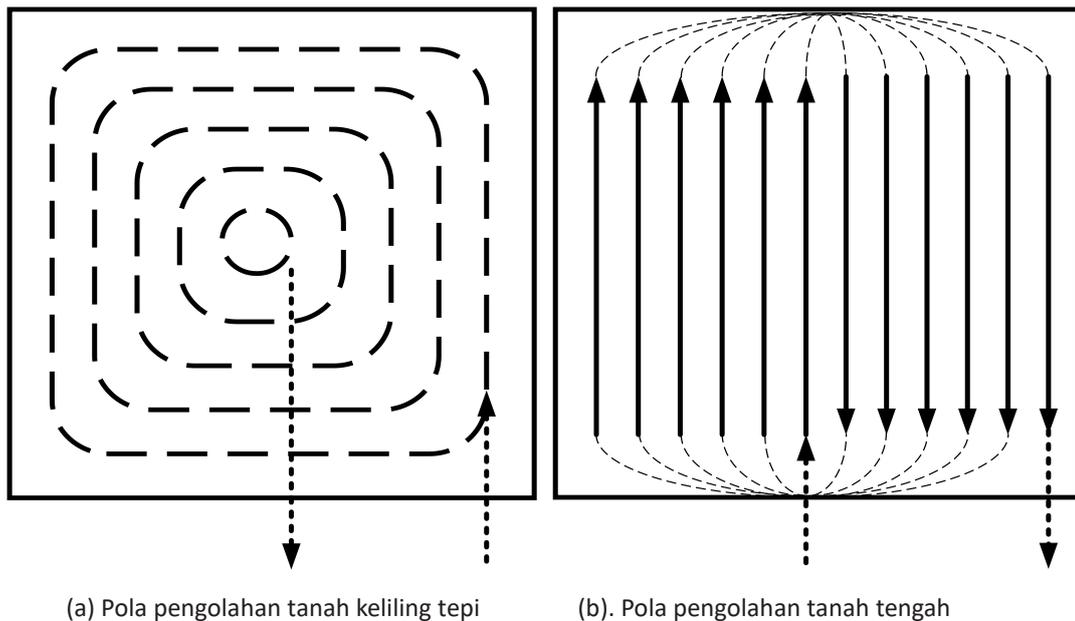
Pada lahan dengan lapisan Pirit yang dalam, yaitu > 50 cm dengan daya sangga tanah yang keras, dianjurkan untuk melakukan pengolahan tanah pertama (bajak singkal atau piringan) 1 kali setahun dilanjutkan dengan pengolahan tanah kedua. Pada lahan dengan daya sangga tanah sedang sampai cukup dan lapisan Pirit yang tipis +/- 25 cm, maka disarankan pengolahan tanah menggunakan alsintan untuk pengolahan tanah kedua (*rotary*, gelebeg, garu)

5. Dimensi dan luas lahan

Idealnya, petakan sawah untuk budi daya padi berbentuk bujur sangkar atau empat persegi panjang dengan ukuran antara 100 m x 100 m atau 50 m x 100 m. Pada umumnya, satu blok tersier luas lahan usaha tani 10 ha untuk pemilikan 5 keluarga dengan ukuran 200 m x 500 m dan setiap petani menerima lahan usaha seluas 2 ha setiap blok tersier. Petakan yang terlalu luas akan mempersulit di dalam perataan tanah.

6. Pola pengolahan tanah

Ada dua cara pola operasi pengolahan tanah yang disarankan, yaitu (a) pola pengolahan tanah keliling tepi dan (b) pola pengolahan tanah tengah. Pola pengolahan tanah keliling tepi (Gambar 36-a). Pola ini cocok untuk lahan yang berbentuk bujur sangkar, dan tidak terlalu luas. Pembajakan berikutnya dengan cara berputar ke kanan sampai ke tepi lahan (Gambar 36- b). Pola ini cocok untuk lahan yang memanjang dan sempit. Diperlukan lahan untuk berbelok (*head land*) pada kedua ujung lahan. Ujung lahan yang tidak terbajak tersebut, dibajak pada 2 atau 3 pembajakan terakhir.



Gambar 37 Pola pengolahan tanah yang dapat diterapkan di lahan rawa

Cara mengolah tanah di lahan rawa pasang surut dan lebak perlu memerhatikan keberadaan lapisan Pirit yang ada di bawah lapisan olah, apakah kedalaman lapisan Pirit > 50 cm atau hanya pada batas lapisan olah yang mudah terekspose. Pada lapisan Pirit ≥ 50 cm dengan kekerasan tanah di atas mata bajak perlu disetel kedalamannya agar tidak dapat masuk sampai mengangkat lapisan Pirit karena Pirit akan meracuni tanaman bahkan bisa mematikan tanaman. Pada lahan sawah dengan lapisan Pirit ≤ 25 cm, disarankan untuk dilakukan pengolahan tanah sekunder dengan garu maupun glegbeg kemudian dilakukan perataan.

7. Ketersediaan jalan usaha tani dan jembatan

Faktor lain yang membatasi penggunaan traktor, yaitu sarana dan prasarana transportasi, ketersediaan air, dan kedalaman Pirit. Lahan dengan tipologi sulfat masam yang mempunyai lapisan Pirit dangkal kurang dari 25 cm dan lahan gambut dengan ketebalan lebih dari 25 cm tidak disarankan diolah menggunakan traktor. Agar pengoperasian traktor berjalan lancar, harus tersedia jalan usaha tani yang cukup lebar sekitar 3,5–4,0 m serta dapat dilalui oleh traktor dengan aman. Adanya keterbatasan operasional traktor terkait dengan jalan usaha tani adalah ketiadaan jembatan yang menghubungkan antarblok lahan yang terpisahkan oleh saluran sekunder dan tersier. Dalam transportasi dari suatu tempat ke tempat lain (antarblok) banyak waktu terbuang hanya untuk mencari jalan menuju lahan yang akan dikerjakan.

SUMBER BACAAN

- Beets, W.C. (1982). *Multiple Cropping and Tropical Farming System*. Gower Publ Co. Ltd. Hampshire.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. (2004). *Pedoman Konstruksi Dan Bangunan: Pemberian Air Pada Lahan Dengan Sistem Surjan*. Jakarta.
- Noor. M. (2004). *Lahan Rawa: Sifat dan pengelolaan tanah bermasalah sulfat masam*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta, 241 hlm.
- Odum, E.P. (1998). *Dasar-dasar Ekologi*. Edisi ke tiga (terjemahan). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Reijntjes, C., Haverkort, B. dan Bayer, A.W. (1999). *Pertanian Masa Depan, Pengantar untuk Pertanian Berkelanjutan dengan Input Luar Rendah*. ILEIA. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. pp: 88-107
- Suriadikarta, D.A., & Setyorini, D. (2006). Teknologi Pengelolaan Lahan Sulfat Masam. Dalam Suriadikarta *et al.* (Eds.). *Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa*. Bogor: BBSDLP. Hlm. 117-150.
- Susilawati, A., Wahyudi, E., & Minsyah, N. (2018). Pengembangan Teknologi Untuk Pengelolaan Lahan Rawa Pasang Surut Berkelanjutan. *Jurnal Lahan Suboptimal*. 6(1): 87–94.
- SNI 9245:2024. (2024). *Penataan lahan rawa pasang surut tipe luapan B dengan sistem surjan*.
- Widjaja-Adhi, I.P.G. (1995). *Pengelolaan tanah dan air dalam pengembangan sumber daya lahan rawa untuk usaha tani berkelanjutan dan berwawasan lingkungan*. Makalah Calon Pelatih untuk Pengembangan Pertanian di Daerah Pasang Surut, Karang Agung Ulu, Sumatera Selatan, 26–30 Juni 1995. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.

BUKU SAKU BRIGADE PANGAN EDISI 2
**BUDI DAYA PADI
DI LAHAN RAWA**

Lahan rawa merupakan salah satu kontributor pengadaan pangan di masa depan. Hal ini terkait dengan upaya pemerintah terus mengamankan stok beras nasional salah satunya dengan optimalisasi lahan yang tidak produktif, seperti lahan rawa.

Brigade Pangan merupakan salah satu program yang bertujuan memberdayakan masyarakat lokal, khususnya generasi muda agar lebih terlibat dalam sektor pertanian. Anggota Brigade Pangan perlu mengetahui bagaimana pengelolaan lahan rawa yang saat ini masih belum dimanfaatkan secara optimal.

“Buku Saku Brigade Pangan Edisi 2 Budi Daya Padi di Lahan Rawa” ini membahas berbagai aspek teknis terkait budi daya padi dan pengelolaan lahan rawa mulai tata cara penataan, pengelolaan lahan, persiapan lahan, klasifikasi lahan, hingga strategi khusus dalam pengelolaan tata air lahan rawa. Buku saku ini diharapkan menjadi acuan para Brigade Pangan di lapangan untuk mengelola lahan rawa.

