



# **BUDI DAYA**

# **PADI**

## **RAMAH LINGKUNGAN**

**Menuju Pertanian Lebih Baik**



# **BUDI DAYA PADI**

## **RAMAH LINGKUNGAN**

### **Menuju Pertanian Lebih Baik**

Budiono

Pertanian Press

2023

**Budi Daya Padi Ramah Lingkungan: Menuju Pertanian Lebih Baik**

@2023 Budiono

**Penelaah Susbtansi:** Gagad Restu Pratiwi

**Editor Substansi:** Bambang Winarko | Eni Kustanti | Heryati Suryantini | Vivit Wardah Rufaidah

**Editor Mekanis:** Ifan Muttaqien | Rizky Permana | Sayu Putu Sriartasari

**Editor Ahli:** Muhammad Budiman

**Desain Kover & Tata Letak:** Wildan Aulia Rahman

**Edisi Pertama:** Desember 2023

**Katalog Dalam Terbitan (KDT):**

BUDIONO/Budi daya padi ramah lingkungan: menuju pertanian lebih baik.-- Jakarta: Pertanian Press, 2023

xi, 77 hlm. : ilus. ; 21 cm.

E-ISBN 978-979-582-259-2

1. ORYZA SATIVA 2. CULTIVATION 3. ORGANIC AGRICULTURE

4. INNOVATION

UDC 633.18-147

**Diterbitkan oleh:**

Pertanian Press

Sekretariat Jenderal, Kementerian Pertanian RI

Jl. Harsono R.M. No. 3, Ragunan, Jakarta Selatan

**Alamat Redaksi:**

Pusat Perpustakaan dan Literasi Pertanian

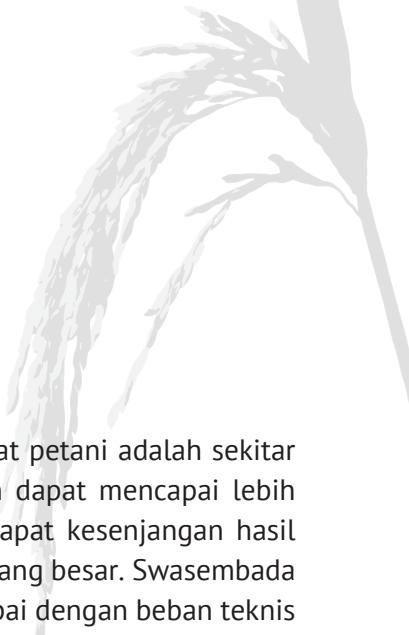
Jl. Ir. Juanda No. 20, Bogor

Telp. (0251) 8321746

Faks. (0251) 832656

HAK CIPTA DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku  
tanpa izin tertulis dari penerbit



## KATA PENGANTAR

Produktivitas padi rata-rata nasional di tingkat petani adalah sekitar 5,238 ton/ha, sedangkan menurut penelitian dapat mencapai lebih dari 7.5–10.5 ton/ha. Dengan demikian terdapat kesenjangan hasil dan peluang peningkatan produktivitas padi yang besar. Swasembada beras untuk Indonesia sebenarnya dapat dicapai dengan beban teknis yang lebih ringan. Namun, keterbatasan diseminasi telah menimbulkan gap antara hasil-hasil riset dengan realita di lapangan.

Pengembangan padi pada skala agribisnis dan agroindustri harus dilaksanakan dengan pendekatan holistik mulai dari hulu sampai ke hilir. Dengan demikian, akan berkembang inovasi dan kreativitas dalam rangka meningkatkan produktivitas padi di tingkat petani.

Buku ini membahas bagaimana cara budi daya padi secara ramah lingkungan dengan menerapkan 7 jurus Opsianif menggunakan Biotron, serta penggunaan pestisida nabati. Selain itu, sebagai bahan advokasi, pendidikan masyarakat, serta motivasi untuk mengedepankan inovasi dan kreativitas dalam mewujudkan swasembada pangan dan daya saing.

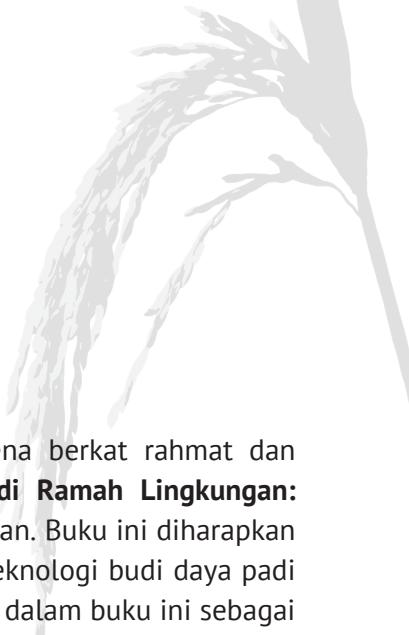
Fakta yang tertuang dalam buku ini juga dapat menjadi bahan untuk meningkatkan kesadaran semua pihak akan pentingnya berfikir dan bertindak inovatif dan kreatif dalam budi daya serta bisnis padi. Inovasi yang digunakan dalam budi daya padi ramah lingkungan perlu dikembangkan untuk mengatasi berbagai permasalahan yang muncul akibat pola pertanian yang tidak memperhatikan dampak buruknya bagi lingkungan.

Kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan buku ini saya sampaikan terima kasih dan penghargaan. Jerih payah, kerja keras, dan kerja cerdas Saudara adalah bagian dari upaya membantu diseminasi teknologi budi daya padi secara inovatif dan kreatif. Penulisan buku ini mampu memotivasi dan memberikan analisis komparatif bagi petani dan UMKM bidang agribisnis padi.

Semoga buku ini mampu mengembangkan misinya dalam mencerdaskan petani. Aamiin

Kepala Pusat Pelatihan Pertanian,

**Dr. Muhammad Amin, SPi, MSi**



## PRAKATA

Puji dan Syukur kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, buku berjudul: **Budi Daya Padi Ramah Lingkungan: Menuju Pertanian Lebih Baik** dapat diselesaikan. Buku ini diharapkan dapat menjadi pengetahuan terkait inovasi teknologi budi daya padi yang sangat dinamis. Inovasi yang dihadirkan dalam buku ini sebagai solusi atas usaha budi daya padi yang selama ini dilaksanakan banyak menggunakan bahan kimia, sehingga memiliki dampak buruk terhadap lingkungan, produk pangan dan kesehatan manusia. Tiga solusi utama yang disampaikan melalui buku ini agar budi daya padi dapat dilakukan secara ramah lingkungan yaitu dengan menggunakan jurus Opsianif, aplikasi Biotron dan pembuatan pestisida nabati.

Budi daya ramah lingkungan dilakukan dengan menerapkan Jurus Opsianif yang terdiri dari 7 langkah, yaitu persipan lahan, persiapan benih dan persemaian, desain tanam (teknik tanam), pengelolaan hara, pengelolaan air, pengendalian gulma, hama, dan penyakit tanaman (GHPT), serta perlakuan panen dan pasca panen. Teknik ini didukung oleh penyediaan unsur hara dan Biotron yang merupakan temuan terbaru sumber hara organik untuk mendukung budi daya padi. Selain itu, pengendalian hama penyakit pada budi daya padi ramah lingkungan harus didukung dengan pengendalian secara alami dengan pembuatan pestisida nabati.

Semoga buku ini dapat menjadi motivasi, dan sumber inspirasi untuk berkarya sekaligus beribadah. Tak lupa saya mengucapkan penghargaan yang sebesar besarnya kepada para petani sumber inspirasi kami, rekan-rekan widyaiswara, pimpinan di lingkup BPPSDMP Kementerian Pertanian RI, mitra penyuluhan pertanian dan aktivis pemberdayaan masyarakat di mana pun berada. Buku ini saya persesembahkan untuk keluarga besar saya di Malang yang telah banyak memberikan inspirasi, motivasi, dan dukungan material. Terima kasih saya ucapkan atas saran pendapat rekan-rekan dalam memberikan masukkan sehingga buku ini dapat disusun menjadi lebih baik. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi para pembaca yang tidak bisa kami sebut satu persatu.

Binuang, Desember 2023

Penyusun

**Budiono**



# DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	v
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
<b>BAB 1. MENGENAL BUDI DAYA PADI RAMAH LINGKUNGAN .....</b>	<b>1</b>
<b>BAB 2. JURUS OPSIANIF.....</b>	<b>9</b>
A. Persiapan Lahan .....	9
B. Persiapan Benih dan Persemaian.....	14
C. Desain Tanam (Teknik Tanam).....	16
D. Pengelolaan Hara.....	17
E. Pengelolaan Air .....	20
F. Pengendalian Gulma dan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) .....	21
G. Perlakuan Panen dan Pascapanen .....	38
<b>BAB 3. PRODUKSI Biotron PERKUAT BUDI DAYA PADI RAMAH LINGKUNGAN .....</b>	<b>43</b>
A. Mengenal Biotron .....	43
B. Bahan Pembentuk Biotron .....	45
C. Proses Produksi Biotron ( <i>Biochar Three In One</i> ) .....	48

<b>BAB 4. PESTISIDA NABATI.....</b>	59
A. Karakteristik Bahan Alami untuk Pestisida Nabati .....	59
B. Cara Pembuatan Pestisida Nabati.....	60
C. Manfaat Pestisida Nabati terhadap Pengendalian OPT .....	61
<b>BAB 5. KEUNGGULAN BUDI DAYA PADI RAMAH LINGKUNGAN .....</b>	71
DAFTAR BACAAN .....	73
BIOGRAFI PENULIS .....	77

# DAFTAR GAMBAR

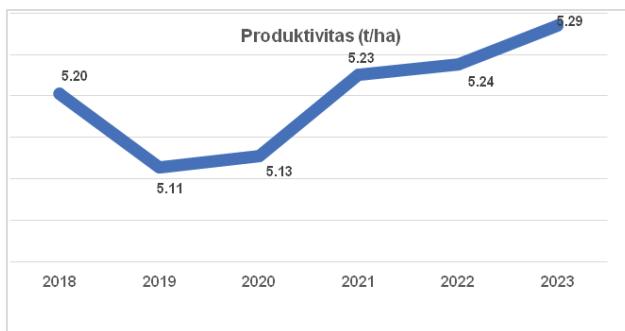
Gambar 1	Pengolahan lahan sawah.....	11
Gambar 2	Penanaman padi gogo pada lahan kering tanpa olah tanah .....	12
Gambar 3	Pengolahan lahan rawa dan bahan amelioran kapur atau Biotron+Biochar .....	13
Gambar 4	Persemaian dengan sistem dapog menggunakan kotak dapog.....	15
Gambar 5	Hama dan penyakit tanaman padi fase pra tanam, vegetatif, dan generatif.....	22
Gambar 6	Hawar daun bakteri ( <i>Xanthomonas pryzae</i> pv. <i>Oryzae</i> )....	24
Gambar 7	Penyakit coklat ( <i>Bipolaris oryzae</i> , teleomorph) .....	25
Gambar 8	Penyakit bercak sempit ( <i>Cercospora oryzae</i> , anamorph).....	26
Gambar 9	Hawar pelelah ( <i>Rhizoctonia solani</i> (anamorph)).....	28
Gambar 10	Hama wereng batang coklat (foto paling kiri dan kedua dari kiri) dan dampak serangan (foto paling kanan dan kedua dari kanan).....	30
Gambar 11	Musuh alami wereng batang coklat .....	30
Gambar 12	Penggerek batang padi .....	31
Gambar 13	(a) Hama walang sangit, (b) Kontrol dan pencegahan hama dan penyakit dengan pestisida nabati .....	35

Gambar 14 Pengendalian tikus terpadu.....	36
Gambar 15 Ragam burung pipit pada lahan padi.....	38
Gambar 16 Tanda-tanda malai padi siap dipanen .....	39
Gambar 17 Ilustrasi alat-alat produksi Biotron .....	49
Gambar 18 Alat pirolisis arang (Biochar) .....	49
Gambar 19 Bahan-bahan produksi Biochar (arang) .....	50
Gambar 20 Bagan proses pirolisis.....	51
Gambar 21 Fasilitas sederhana pirolisis kapasitas 100 kg bahan .....	51
Gambar 22 Bagan proses penghalusan arang .....	52
Gambar 23 Fasilitas modern penumbukan arang.....	52
Gambar 24 Proses aktivasi berupa (a) penetralan senyawa asam (aktivasi) dan (b) proses lanjut menuju persenyawaan komponen kesuburan tanah (humifikasi, fulvifikasi) .....	53
Gambar 25 Proses aktivasi meliputi dua tahap yakni a) proses alkalisasi (CaO, NaOH, KaOH, MgOH) dan b) proses katalisasi (Na, K, Mg, Fe, Zn, Cu, dan Mn).....	54
Gambar 26 Proses immobilisasi arang menjadi Biotron .....	55
Gambar 27 Rumah produksi Biotron milik Kelembagaan Ekonomi Petani (KEP) Koperasi Syariah Berkah Membangun Bersama di Desa Sungai Riam .....	56
Gambar 28 Penerapan Biotron pada tanaman padi produksi 6.6 ton/ha dan efisiensi pupuk urea 100 kg/ha di Kabupaten Tanah Laut .....	57
Gambar 29 Penerapan Biotron pada tanaman padi yang mampu meningkatkan produktivitas 36.4% atau dari 5.8 menjadi 7.0 ton/ha di Kabupaten Tabalong.....	58

# BAB 1.

## MENGENAL BUDI DAYA PADI RAMAH LINGKUNGAN

Produksi beras nasional dalam 6 tahun terakhir (2018-2023) sangat fluktuatif. Pada tahun 2019 dan 2020 misalnya, produktivitasnya menurun. Namun pada tahun 2021 sampai 2023, produktivitas padi mulai merangkak naik. Pada tahun 2021 produktivitas padi tercatat 5,23 ton/ha. Sedangkan pada tahun 2024 naik menjadi 5,29 ton/ha. Seiring dengan hal itu, luas lahan sawah terus menurun dari 11.377.934 ha tahun 2018 menjadi 10.213.705 ha pada tahun 2023.



Penyebab fluktuatifnya produktivitas padi tersebut sangat beragam. Di antaranya makin berkurangnya luas lahan budi daya padi, perubahan iklim (El Nino dan El Nina ekstrem), ledakan hama dan penyakit tanaman, serta keterbatasan tenaga kerja di sektor pertanian. Selain itu juga, kurang optimalnya pelaksanaan program

peningkatan produksi melalui bantuan benih dan alat mesin pertanian, pembangunan embung, pendampingan petani di lapangan, dan pemberian jaminan harga bagi petani produsen.

Akibat El Nino, Indonesia terpaksa mengimpor 3.5 juta ton beras pada tahun 2023. Oleh sebab itu, Kementerian Pertanian menargetkan, 35 juta ton beras bisa diperoleh selambatnya pada tahun 2024. Upayanya adalah membuka lahan sawah baru seluas 500 ribu hektar dan akan terus bertambah hingga tahun 2029. Di samping itu, dilaksanakan juga peningkatan Indeks Panen (IP) dari IP 100 menjadi 200-400, program pompanisasi dalam pertanian modern, penyediaan sarana produksi pupuk dan optimalkan pupuk organik dan inovasi Biotron yang memadai didukung pembangunan rumah produksi pupuk organik dan Biotron pada tingkat Desa/Gakpotan/Brigade Pangan.

Makin meningkatnya risiko usaha tani, selain disebabkan aspek pasar, juga perlu perubahan pola pikir, sikap dan tindakan dalam teknologi budi daya sebagai antisipasi perubahan iklim dan kondisi degradasi lahan yang makin tajam. Kondisi ini mendorong meningkatnya risiko usaha, biaya produksi, dan daya saing produk pertanian.

Oleh karena itu, beberapa langkah harus ditempuh untuk mengendalikan biaya produksi secara efektif dan efisien, misalnya melalui pengendalian jumlah pupuk, mendorong menggunakan pupuk berimbang hara dan jenis bahan pupuk organik dan anorganik berbasis sains. Selain itu, perlu dilakukan pengendalian hama dan penyakit sejak dini dengan memantau tingkat kerusakan aras ekonominya, penggunaan bahan bahan ramah lingkungan, serta memanfaatkan teknologi informasi untuk monitoring dan operasional pengendalian.

Penggunaan benih unggul lokal dan nasional, kemandirian benih kelompok tani, dengan keunggulan karakteristik dan kompetitif secara ekonomi juga perlu mendapat perhatian. Pengelolaan lahan dan air secara spesifik lokalita, dengan dukungan pemanfaatan teknologi *smart farming* berbasis IoT, modernisasi sarana pertanian dan pengembangan inovasi Biotron tentu akan mampu memonitoring perkembangan dan tersedianya hara dan air setiap saat. Semua pembahasan ini akan diuraikan dalam buku ini, dengan dipertajam analisis dan ilustrasi dalam analisis maupun kebijakan untuk menentukan langkah operasional dan strategi bisnis produk padi.

Organisasi Pangan dan Pertanian PBB (FAO) telah memperingatkan potensi krisis pangan sebagai dampak dari pandemi Corona oleh Covid-19. Peristiwa alam El Nino telah memicu gangguan produksi. Begitu juga adanya gangguan distribusi pangan global akibat perang Ukraina-Rusia dan Israel-Palestina. Kawasan tersebut merupakan jalur distribusi bahan pupuk dan pangan dunia. Karena itu, negara-negara maju dan produsen pangan melakukan langkah strategis dengan menyimpan bahan bahan pangan untuk negaranya sendiri.

Sebagai dampak global naik akibat perubahan iklim, geopolitik global, liberalisasi perdagangan pangan menuntut bangsa Indonesia harus mampu berdikari dalam penyediaan pangan nasional. Program modernisasi pertanian, subsidi pupuk berimbang, penguatan kelembagaan ekonomi petani, pengembangan inovasi-inovasi pertanian dalam rangka meningkatkan produksi pangan, melestarikan lingkungan dan permodalan melalui KUR-tani. Program ini mulai menunjukkan hasil terhadap peningkatan produksi pangan, namun perlu diperluas dan diseminasikan secara masif terkait inovasi dan sistem kelembagaan petani.

Hasil produksi padi sangat berkaitan erat dengan jumlah anakan yang dihasilkan. Semakin banyak jumlah anakan yang dihasilkan maka kian tinggi hasil produksinya. Hal ini bisa terjadi jika kondisi dari anakan padi tersebut mampu untuk menghasilkan malai, atau anakan produktif. Anakan produktif dihasilkan dengan pemberian unsur hara yang seimbang dan sesuai fase pertumbuhannya.

Pemupukan berimbang merupakan aplikasi pupuk ke dalam tanah dengan tujuan untuk mencapai kondisi status hara tanah yang esensial dan optimum, sehingga dapat meningkatkan kesuburan tanah, mutu dan hasil produksi, efisiensi pemupukan dan mengurangi pencemaran lingkungan. Oleh sebab itu, optimalisasi anakan produktif dengan penggunaan pupuk organik, Biotron (*Biochar Three In One*) dan komponen pendukung lain sangat diperlukan untuk meningkatkan produktivitas padi.

Opsianif (Optimalisasi Produksi dengan Anakan Produktif) adalah teknologi budi daya padi terpadu yang mengoptimalkan dan mempercepat jumlah anakan produktif padi yang dapat diterapkan di lahan sawah irigasi, rawa, dan lahan kering. Disebut terpadu karena memadukan beberapa komponen teknologi pendukung. Di antaranya inovasi tanam jajar legowo, varietas unggul, penggunaan pupuk organik cair (POC), Biotron, pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT), alat mesin pertanian, serta komponen informasi teknis iklim dan informasi pasar.

Inovasi jajar legowo ganda, Tujuh Sisi Blok (TSB) dengan ukuran 7:7 cocok diterapkan. Selain itu, varietas unggul yang digunakan adalah yang memiliki potensi hasil tinggi dan atau hasil seleksi varietas unggul lokal yang disesuaikan dengan agroekosistem masing-masing.

Pupuk Organik Cair (POC) dan Pupuk Organik Cair Hayati (POCH) merupakan hasil inovasi teknologi Bio Master Tani (BMT) yang memiliki kandungan nutrisi awal untuk pertumbuhan mikroba dan tanaman. Keduanya diberikan bersamaan Biotron saat pengolahan tanah.

Suplemen tanaman (Suptan) merupakan rakitan inovasi berbasis inovasi Bio Master Tani (BMT) yang diproduksi oleh petani sebagai turunan dari POCH-BMT. Suptan ini diberikan sejak benih diaplikasikan melalui perlakuan benih (*seed treatment*), pengolahan tanah, dan pemupukan berimbang berdasarkan Perangkat Uji Tanah Sawah, Rawa dan Lahan Kering.

Di samping itu komponen lain yang penting adalah penggunaan Biotron. Kebutuhan Biotron untuk tanaman padi sebesar 200–300 kg/ha dengan diperkuat pemanfaatan limbah pertanian lokal menjadi biochar sebesar 500–1.500 kg. Penerapannya saat pengolahan lahan ke-2 sebesar 100–200 kg/ha. Sisanya diterapkan saat pemupukan susulan ke-1 dan ke-2 dengan perbandingan 50 kg Biotron + 25 kg Urea + 100 kg NPK. Pada susulan ke-2 dengan perbandingan 50 kg Biotron + 75 kg Urea + 100 kg NPK. Secara bertahap penggunaan pupuk Urea dan NPK dikurangi 10–20% per musim dengan indikator terdapat peningkatan produksi minimal 10%/musim.

Hal penting lainnya dalam jurus Opsianif adalah melalui pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) dengan menggunakan pestisida nabati dan pestisida anorganik berdasarkan limit ambang batas luka ekonomi. Hal ini didukung dengan rakitan pestisida dan herbisida berbasis ramah lingkungan.

Upaya lainnya adalah penggunaan alat dan mesin pertanian, khususnya untuk tanam (*jarwo transplanter*) dan panen (*combine harvester*), pemanfaatan drone pengendali hama penyakit tanaman (HPT) dan pemupukan daun, *smart farming* dalam pengelolaan air, nutrisi, HPT, waktu tanam dan panen.

Informasi teknis lainnya yang diperlukan adalah informasi iklim dari BMKG online. Juga informasi pasar yang dikelola berdasarkan database dan aplikasi online (info market online dan aplikasi market). Komponen teknologi dan teknik budi daya ramah lingkungan untuk keberhasilan penerapan teknologi Opsianif ditentukan oleh komponen teknologi dan teknik budi daya yang digunakan berbasis informasi terpadu di atas.

Genta organik adalah suatu gerakan pertanian pro organik yang meliputi pemanfaatan pupuk organik, pupuk hayati, dan pembenah tanah sebagai solusi terhadap masalah pupuk mahal. Gerakan ini mendorong petani untuk memproduksi pupuk organik, pupuk hayati, dan pembenah tanah secara mandiri. Genta organik tidak berarti mengharamkan penggunaan pupuk anorganik (kimia). Namun, boleh menggunakan pupuk kimia dengan ketentuan tidak berlebihan atau mengikuti konsep pemupukan berimbang. Produk dari gerakan organik ini hakekat penerapannya adalah bagaimana gerakan secara mandiri oleh petani dengan dukungan pemerintah dalam berdaulat menyediakan pupuk secara mandiri dan proses bertani yang kelanjutan. Pupuk organik, pupuk hayati, bahan pembenah tanah (modifikasi biochar menjadi Biotron).

Penggunaan pupuk kimia dalam inovasi Biotron secara bertahap sesuai tingkat kesuburan tanah, pertumbuhan dan produksi tanaman, serta kesiapan dalam menyediakan unsur hara pengganti dari asal bahan kimia anorganik ke kimia organik sesuai neraca ketersediaan

hara dalam tanah dan kebutuhan tanaman. Pada SOP penerapan inovasi Biotron dalam budi daya, mempertimbangkan informasi Si Katam, hasil uji PUTR/S/K, dan historis lahan dan produksi tanaman minimal 1–2 tahun terakhir.

Adapun peran Biotron dalam meningkatkan produktivitas padi, adalah sebagai pupuk organik karena mengandung unsur hara untuk awal memenuhi kebutuhan tanaman dan mikrobia dalam tanah; pupuk hayati berdasarkan sumber bahan baku setidaknya terdapat 67 strain/jenis mikrobia. Namun, yang sudah diidentifikasi ada 10 stain/jenis; dan terakhir bahan pembentuk tanah. Hal ini karena dapat berfungsi sebagai stabilizer pH tanah sebagaimana diperlukan tanaman, mediator bahan racun dan logam berat, menyimpan air, hara, oksigen, memperbaiki aspek fisik, kimia dan biologi tanah, sebagai rumah/habitat mikrobia khususnya di sekitar rezosfer sekitar perakaran.





## BAB 2.

# JURUS OPSIANIF

### A. Persiapan Lahan

Pengolahan tanah pada jurus Opsianif dilakukan sesuai kondisi dan tipe lahan yang dimulai sebelum atau menjelang musim penghujan. Pada prinsipnya pengolahan tanah dilakukan untuk menciptakan kondisi yang optimal bagi pertumbuhan tanaman, yaitu menciptakan keseimbangan antara padatan, aerasi dan kelembaban tanah. Pengolahan tanah dilakukan pada musim kering sebelum musim hujan datang (hujan turun) atau segera setelah panenan tanaman sebelumnya.

Komponen penting dalam proses pengolahan lahan adalah suplemen tanaman (Suptan) dan Biotron. Suptan adalah komponen teknologi multi fungsi dan membantu proses rekayasa material biochar sebagai penyumbang nutrisi awal bagi mikroba perombak bahan organik, diaplikasikan 3–6 l/ha selama persiapan lahan. Tujuannya, untuk mendekomposisi sisa bahan organik dan limbah pertanian lainnya termasuk meremidiasi racun/logam berat yang terkandung pada pestisida dan endapan irigasi.

Pengenceran 100–300 cc/tangki 14–17 l yang dicampur secara merata untuk setiap jenis lahan baik sawah irigasi, lahan kering, maupun lahan rawa. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan di lahan rawa, Kec. Dadahup, Kab. Kapuas, perlakuan tersebut mampu menaikkan produksi padi 51,4 % persen dari pada tidak menggunakan

Suptan tersebut. Pada lahan kering di Kec. Kusan Hulu, Kab Tanah Bumbu aplikasi untuk padi gogo varietas INPAGO menaikkan produksi 28.2%. Pada lahan irigasi Kec. Palaihari Kab. Tanah Laut untuk padi Inpari 8 terjadi peningkatan 21.6% dari musim sebelumnya.

Biotron dicampur dengan arang jerami, arang sekam dan limbah pertanian di lahan. Senyawa ini digunakan untuk mempercepat residu organik menjadi bahan organik tanah, dan mengurangi efek emisi gas rumah kaca akibat pelepasan residu gas fermentasi limbah pertanian. Selain itu juga membantu meningkatkan ketersediaan hara NPK di dalam tanah. Dengan demikian dapat meningkatkan efisiensi pemupukan dan menekan perkembangan penyakit tular tanah.

## **1. Pengolahan Lahan Sawah Irigasi (Olah Tanah Basah)**

Pengolahan lahan pada sawah irigasi menggunakan olah tanah maksimum. Pengolahan diawali dengan pelumpuran tanah hingga kedalaman lumpur minimal 15–25 cm, pembersihan lahan dari gulma, pengaturan pengairan, perbaikan struktur tanah, dan peningkatan ketersediaan hara bagi tanaman. Tahapan pengolahan lahan sawah irigasi sebagai berikut:

1. Lahan sawah digenangi setinggi 2–5 cm di atas permukaan tanah selama 2–3 hari,
2. Kemudian lahan sawah ditaburi arang jerami atau arang sekam yang sudah disemprot Suplemen tanaman (SUPTAN) sebesar 10 cc/l ( 4–5 l/ha),
3. Selanjutnya dilakukan pembajakan tanah pertama sedalam 15–25 cm menggunakan traktor bajak singkal. Kemudian tanah diinkubasi selama 3–4 hari,

4. Sebelum pembajakan tanah ke-2 dilakukan perbaikan pematang yang dibuat dengan lebar 40–50 cm. Sudut petakan dan sekitar pematang dicangkul sedalam 20 cm, kemudian lahan digenangi selama 2–3 hari dengan kedalaman air 2–5 cm. Perbaikan tersebut dilakukan untuk mencegah terjadinya rembesan air dan pupuk,
5. Pembajakan tanah ke-2 dilakukan dengan tujuan untuk pemberantasan gulma, pelumpuran tanah, dan menambahkan Suptan sebanyak 1–2 l/ha,
6. Meratakan tanah menggunakan garu atau papan yang ditarik tangan. Sisa perakaran gulma dibuang dan tanah dibiarkan dalam kondisi lembab dan tidak tergenang.

Lahan siap ditanami baik secara manual maupun mekanis. Upayakan yang menggunakan mesin tanam lahan diminimalisasi (15 cm dalam olah tanah) untuk memudahkan mesin tanam bekerja dengan baik.



Gambar 1 Pengolahan lahan sawah  
(Sumber: Budiono)

## 2. Pengolahan Lahan Kering (Olah Tanah Kering)

Pengolahan lahan kering dapat menggunakan olah tanam minimun atau tanpa olah tanah (TOT). Olah tanah kering menggunakan traktor roda empat yang dilengkapi dengan bajak piringan (*disk plow*) dan garu piringan (*disk harrow*). Tahapan pengolahan lahan kering adalah sebagai berikut:

1. Pembajakan tanah sedalam 20 cm, kemudian digaruk untuk menghancurkan bongkah tanah dan diratakan pada saat air tersedia,
2. Lakukan pengolahan lahan pertama. Lahan kering digenangi setinggi 2–5 cm selama 2–3 hari (lembab). Kemudian disemprot Suptan sebanyak 2 l/ha. Lalu taburi Biotron+arang jerami,
3. Lakukan pengolahan lahan ke-2. Lahan kering diaplikasikan kembali Suptan dengan dosis 1 l/ha.



Gambar 2 Penanaman padi gogo pada lahan kering tanpa olah tanah  
(Sumber: Budiono, 2022)

### 3. Pengolahan Lahan Rawa (Olah Lahan Rawa)

Pengolahan lahan kering dapat menggunakan olah tanam minimum (OTM), olah tanam sempurna (OTS), atau tanpa olah tanah (TOT). Olah tanah rawa dangkal menggunakan traktor roda dua jika masih dimungkinkan. Pilihan lain menggunakan traktor roda 4 (TR-4) yang dilengkapi dengan bajak piringan (*disk plow*) dan garu piringan (*disk harrow*). Namun, jika tidak memungkinkan maka dilakukan metode Tanpa Olah Tanah (TOT).

Tahapan penyiapan lahan rawa adalah sebagai berikut:

1. lahan rawa digenangi air setinggi 2–5 cm selama 2–3 hari kemudian dikeringkan (fase surut),
2. semprot Suptan sebanyak 6 l/ha, taburi Biotron ditambah arang jerami, dan dibajak. Sedangkan untuk olah tanah sempurna (OTS) tanah dibajak sedalam 15–20 cm. Selanjutnya digaru untuk menghancurkan gumpalan tanah dan diratakan pada genangan air.



Gambar 3 Pengolahan lahan rawa dan bahan amelioran kapur atau Biotron+Biochar

(Sumber: Budiono, 2022)

## B. Persiapan Benih dan Persemaian

Varietas unggul yang digunakan adalah varietas yang memiliki potensi hasil tinggi. Benih bermutu adalah benih dengan tingkat kemurnian dan vigor yang tinggi. Benih varietas unggul berperan tidak hanya sebagai inovasi teknologi tetapi juga menentukan potensi hasil yang bisa dicapai, kualitas gabah yang akan dihasilkan, dan produktivitas tanaman. Penggunaan benih bersertifikat atau benih dengan vigor tinggi menghasilkan bibit yang sehat dengan perakaran lebih banyak, sehingga pertumbuhan tanaman lebih cepat dan merata.

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan benih. Pertama, pilih benih padi yang telah bersertifikat. Kedua, pilih benih yang telah dilepas resmi pemerintah dan memiliki nomor surat keputusan dengan memeriksa label pada kemasan. Ketiga, beli dari penjual resmi yaitu badan usaha, agen, distributor, toko, atau kios pertanian yang terdaftar. Keempat, pastikan benih berkualitas yang telah diberi perlakuan (*seed treatment*) dengan pestisida. Kelima, perlu diketahui keunggulan varietas yang dipilih dari informasi deskripsi varietas padi terbaru.

Perlakuan pada benih yang akan digunakan di persemaian adalah dengan direndam pada larutan alami yang dibuat dari kunyit, bawang merah, merica, air kelapa, dan Suptan 50 cc. Adapun tahapan perlakuan benih (*seed treatment*) adalah sebagai berikut:

1. Buat larutan yang berasal dari bubuk kunyit 50 g, 10 siung bawang merah, 100 ml air kelapa, dan 5 liter air biasa. Rendam 5 kg benih dalam larutan tersebut selama 30–45 menit,
2. Rendam benih dilakukan di tempat yang teduh, dan ditiriskan selama 15 menit,

3. Benih padi yang telah direndam dan diperam selama 24 jam, kemudian ditiriskan (kondisi lembab). Selanjutnya, campur dengan Suptan dengan dosis 100 ml/5 kg benih, atau setara untuk 0.3 ha lahan,
4. Benih padi yang telah dicampur larutan alami dan Suptan segera disemai tidak lebih dari 3 jam setelah ditiriskan. Usahakan tidak terkena paparan sinar matahari agar tidak mematikan mikroba yang telah melekat pada permukaan benih.

Persemaian untuk setiap jenis lahan berbeda-beda. Pada lahan sawah irigasi dan lahan rawa umumnya menggunakan sistem dapog, sedangkan pada lahan kering menggunakan sistem lubang tanam (taju). Sistem persemaian biasa adalah dengan merendam dan memeram benih padi selama 24 jam yang telah diaplikasikan dengan Suptan Biotron Master Tani (BMT) dan langsung disebar merata di persemaian. Bibit ditanam saat berumur 12–14 hari setelah sebar.

Dapog adalah penyemaian benih padi dengan memakai kotak persemaian khusus (*tray*). Dapog juga dapat dibuat secara *in situ* menggunakan plastik lembaran. Media tanam yang digunakan terdiri atas campuran tanah, arang sekam (Biotron) dan pupuk kandang dengan perbandingan 1:1:1. Benih disebar pada media dalam kotak dapog berukuran 18 cm x 56 cm dengan jumlah benih sekitar 80–100 gram/kotak.



Gambar 4 Persemaian dengan sistem dapog menggunakan kotak dapog

(Sumber: Budiono, 2022)

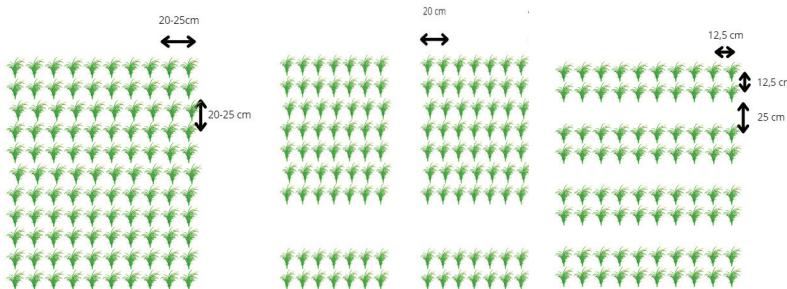
Pada saat bibit berumur 12–14 hari setelah semai (HSS) atau tanaman sudah tumbuh dengan tinggi 10–15 cm dan memiliki 2–3 helai daun, bibit dari persemaian dapog ditanam di sawah menggunakan alat mesin Indojarwo *transplanter*. Kebutuhan bibit antara 200–230 dapog untuk setiap hektar lahan.

Tabel 1 Sistem persemaian dan pembibitan pada berbagai jenis lahan

No	Komponen	Sawah Irigasi	Lahan kering	Lahan Rawa
1	Jenis Persemaian	Sistem Dapog	Sistem lubang tanam (taju)	Sistem Konvensional
2	Umur bibit (HSS)	12–14 hari	24 jam	20–30 hari
3	Sistem tanam benih	Transplanter	Tugal atau Tabela	Tabela; transplanter; manual

## C. Desain Tanam (Teknik Tanam)

Teknis penanaman padi untuk setiap jenis lahan yaitu dengan cara tanam benih langsung (Tabela) atau tanam pindah manual (Tapin) dengan menggunakan tugal maupun alat transplanter. Tabela tugal dilakukan dengan menanam biji tiap titik tanam sebanyak 3–7 biji/lubang. Tapin dilakukan dengan tiga sistem. Pertama, tanam tegel dengan jarak tanam  $20 \times 20$  cm atau  $25 \times 25$  cm. Kedua, Tujuh Sisi Blok (TSB) merupakan sistem tanam dengan jarak  $7 \times 7$  cm dengan ukuran lorong 40–50 cm. Setiap bloknya berjarak  $20 \times 20$  cm. Ketiga, Jajar Legowo dengan jarak tanam  $12.5 \times 25$  cm dan ukuran lorong 25 cm. Sistem TSB bertujuan untuk meningkatkan populasi anak tanaman per rumpun, perluasan pengaruh tanaman pinggir dan mempermudah pemeliharaan tanaman serta memperlancar sirkulasi angin, air dan suhu lahan secara merata.



Tabel 2 Jumlah populasi (rumpun/ha) untuk setiap jenis lahan

Jenis Lahan	Jumlah populasi (rumpun/ha)				Kondisi lahan
	TSB 7:7	Tegal	Jarwo	Tabela	
Sawah Irigasi	191.406	250.000	210.000	900.000	Macak-macak
Lahan kering	(11 Kg/ha)	(20–35 Kg/ha)	(12–14 Kg/ha)	(30–40 Kg/ha)	Lembab
Lahan Rawa					Macak-macak; Surut

Penanaman dengan jajar legowo biasanya menggunakan mesin transplanter. Penanamannya dilakukan dengan tanam benih langsung (Tabela) dan ditugal/manual dengan batang tugal berdiameter 6–7 cm panjang 130–150 cm. Batang tugal berfungsi untuk membuat lubang tanam benih sedalam 1–1.5 cm sesuai tekstur tanah. Bila tanah lebih padat, maka menggunakan lubang dangkal 1 cm. Usahakan tutup dengan tanah remah/ringan.

## D. Pengelolaan Hara

Unsur hara dibutuhkan oleh tanaman baik secara makro atau mikro untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pemupukan dilakukan secara berkala dan harus berimbang. Tanah yang kandungan haranya sudah optimum tidak perlu dipupuk agar tidak terjadi kerusakan tanah akibat keracunan unsur hara

Pemberian pupuk harus sesuai dengan kebutuhan tanaman dan kesuburan tanah agar keseimbangan hara terjaga, sehingga tercapai kondisi yang optimal untuk pertumbuhan tanaman. Pemberian pupuk berimbang diberikan pada tanaman sesuai jenis (pupuk organik dan anorganik) dan dosis (berimbang sesuai yang diperlukan tanaman).

Pemupukan tanaman harus memperhatikan tingkat kebutuhan berdasarkan fase pertumbuhannya, misalnya unsur hara N dibutuhkan oleh tanaman untuk mendukung proses pertumbuhan (fase vegetatif). Unsur hara N memiliki fungsi sebagai pembentuk klorofil dan merupakan komponen penyusun protein. Unsur hara P dibutuhkan pada fase generatif, sebagai penyimpan dan transfer energi. Selain itu, hara P merupakan komponen penting pada asam nukleat, koenzim, dan katalisator penyimpanan hasil fotosintesis.

Pengelolaan hara dan rekomendasi pemupukan untuk budi daya Opsianif, serta penetapan status hara tanah hara P dan K diukur dengan Perangkat Uji Tanah Sawah (PUTS) pada padi sawah, perangkat Uji Tanah Tanah Kering (PUTK) untuk padi gogo, dan pada budi daya padi rawa menggunakan Uji Tanah Tanah Rawa (PUTR).

Untuk mendapatkan produktivitas di atas 10 ton GKP/ha pada lahan (sawah irigasi) diperlukan pemberian pupuk dengan dosis masing-masing urea 150–200 kg/ha dan NPK Phonska 200–300 kg/ha. Pupuk Phonska diaplikasikan 50% pada saat tanam dan 50% sisa pupuk urea masing-masing 1/3 pada umur 7–10 HST, 1/3 bagian pada umur 25–30 HST, dan 1/3 bagian pada umur 40–45 HST. Agar diperoleh 4–6 ton GKP/ha pada lahan rawa dan pada lahan sawah irigasi diperlukan pemberian pupuk dengan dosis masing-masing urea 100–150 kg/ha dan NPK Phonska 100–150 kg/ha. Pupuk Phonska diaplikasikan 50% pada saat tanam dan 50% sisa pupuk urea masing-masing 1/3 pada umur 7–10 HST, 1/3 bagian pada umur 25–30 HST, dan 1/3 bagian pada umur 40–45 HST.

Penerapan teknologi penanaman padi sistem Tujuh Sisi Blok (TSB) mempunyai target produksi yang tinggi. TSB cocok untuk tanah sawah irigasi, lahan kering dan lahan rawa dengan kadar P (fosfat) dan K (kalium) sedang sampai tinggi, serta mempunyai kapasitas tukar kation (KTK) kategori sedang sampai tinggi.

Daerah yang mempunyai potensi untuk dikembangkan budi daya padi secara Opsianif yaitu memiliki status hara P dan K sedang sampai tinggi di sentra produksi padi.

Pemupukan sesuai rekomendasi spesifik lokasi, baik hasil PUTS, PUTK, PUTR, BWD atau hasil analisis laboratorium dan peta hara tanah Indonesia.

Penggunaan Pupuk Organik Cair hayati (POCH) juga diperlukan untuk semua jenis lahan. POCH dibuat dari bahan 1 butir telur dikocok merata dan air 100 ml dan pengaplikasiannya yaitu dibagi untuk 2–4 tangki handsprayer kapasitas 14–17 lt.

Tabel 3 Penggunaan Hara Lahan Sawah irigasi, Lahan Kering dan Lahan Rawa

Komponen Pengelolaan Hara	Jenis Lahan		
	Sawah Irigasi	Lahan kering	Lahan Rawa
Rekomendasi pemupukan	Perangkat Uji Tanah Sawah (PUTS)	Perangkat Uji Tanah Kering (PUTK)	Perangkat Uji Tanah Rawa (PUTR)
Bahan organik (ton/ha)	2–10 t	4–10 t	2–5 t
Aplikasi Pupuk Organik Cair (POC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umur 7, 14, 28, 42, 49 HST/HSbT*; atau</li> <li>• Semprot tanah 5–14 HST/HSbT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umur 7, 14, 28, 42, 49, 56 HST/HSbT; atau</li> <li>• Semprot tanah 7–14 HST/HSbT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umur 7, 14, 28, 42, 49, 56, 63; atau</li> <li>• Semprot tanah 1–7 HST/HSbT</li> </ul>

\*) Hari Setelah Tanam (HST) atau Hari Sebelum Tanam (HSbT)

## E. Pengelolaan Air

### Sawah Irigasi

Saat tanam pindah dan pemupukan, kondisi lahan macak-macak. Pada minggu pertama padi tumbuh lakukan irigasi. Irigasi padi dilakukan seminggu sekali, dimulai saat 0–40 HST. Kelembaban lahan dipertahankan hingga proses pengisian bulir padi, pemanjangan malai, pertumbuhan organ vegetatif. Agar dapat merangsang anakan diperlukan kondisi lahan lembab sepanjang 1–3 hari. Saat tanaman mulai umur 70 HST (VUB) dan 95–100 HST (bibit lokal), genangan air irigasi dihentikan genangan.

### Lahan kering

Pada lahan kering lakukan penanaman saat awal hujan dan jaga kelembaban tanpa menggenangi lahan.

### Lahan Rawa

Tanam di saat lahan macak-macak 2–5 cm; hindari saat kering (asam sekali). Sering lakukan pencucian air dari irigasi saat air pasang dengan cara melepas air langsung ke outlet pada awal musim tanam/ awal hujan. Menggelontor asam dalam lahan dan melancarkan asam dari luar untuk keluar kembali (tanpa mengendap di lahan)

Pada tanaman padi menjelang panen sangat dianjurkan sebelum dikeringkan disemprot 100 ml larutan arang sekam + suplemen tanaman 50 ml diberikan saat pengairan terakhir umur 65–85 HST yang cukup berdasarkan pengalaman mampu memberikan kenaikan berat gabah 7%.

## F. Pengendalian Gulma dan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT)

### a. Pengendalian Gulma

Pada lahan sawah irigasi, penyirangan gulma dilakukan pada saat tanaman berumur 14, 25, dan 40 HST, baik secara manual maupun dengan gasrok, terutama bila kanopi tanaman belum menutup. Penyirangan dengan gasrok dapat dilakukan pada saat gulma telah berdaun 3–4 helai. Kemudian digenangi selama 1 hari agar akar gulma mati. Penyirangan dilakukan sebelum diaplikasikan pupuk susulan dan pengendalian dapat dilakukan secara mekanis, menggunakan gasrok dan herbisida.

Pada lahan kering, penyirangan dilakukan dengan menggunakan gasrok, cabut manual, mekanisasi dan menggunakan herbisida selektif sesuai hasil observasi di lapangan. Saat tanaman berumur 21, 35, dan 50 HST dapat dilakukan sesuai hasil observasi.

Pada lahan rawa diutamakan saat pengolahan lahan awal diusahakan biji gulma sudah tumbuh sebelum berbunga kembali dilakukan pengendalian gulma. Sebelum diolah lahan diberikan jeda 7–14 hari. Selanjutnya sambil melakukan pencucian asam di lahan dimasukkan air puncak pasang dan langsung dibuang melalui outlet irigasi.

### b. Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT)

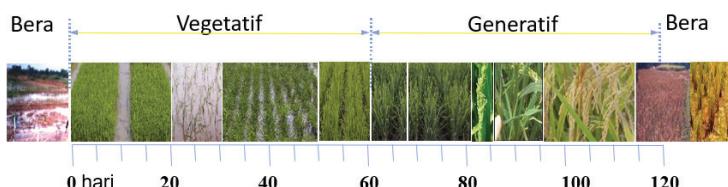
Salah satu faktor penghambat dalam meningkatkan produktivitas padi adalah serangan organisme pengganggu tanaman (OPT). OPT utama pertanaman padi antara lain hama, penyakit, dan gulma. Pengendalian hama, penyakit, dan gulma pada tanaman padi sebaiknya dilakukan secara terpadu mulai pencegahan, kontrol, dan pengendalian.

Pencegahan dapat dilakukan dengan perlakuan benih, pengolahan tanah sehat, sistem drainase, jarak tanam dan pola tanam, pupuk berimbang optimal. Selain itu, lakukan pengontrolan langsung dengan bantuan aplikasi *scouting* dan *sampling* pengontrolan, serta pemantauan cuaca. Di samping itu bisa dilakukan proyeksi probabilitas serangan hama dan penyakit/organisme pengganggu tanaman dan penggunaan pestisida secara selektif dan bijaksana apabila diperlukan.

Hama dan penyakit tanaman padi bisa terjadi pada saat fase vegetatif dan generatif. Pada fase vegetatif, hama dan penyakit bisa menyerang saat di persemaian pada umur 0–20 hari. Hama itu di antaranya tikus, penggerek batang, keong mas, WBC (wereng batang coklat), WH (wereng hijau), sementara itu, penyakit HDB (hawar daun bakteria), blas, tungro, KH (kerdil hampa), dan KR (kerdil rumput).

Pada fase vegetatif umur 20–60 hari, hama yang menyerang adalah tikus, penggerek batang, keong mas, wereng coklat, ganjur. Sedangkan penyakit berupa HDB, blas, tungro, KH, dan KR.

Fase generatif dengan umur tanaman padi 60–120 hari, hama yang biasanya menyerang adalah tikus, penggerek batang, wereng coklat, penggulung daun, ulat grayak, WBC (wereng batang coklat) dan penyakit HDB (hawar daun bakteria), blas, HPP (Hama Putih Palsu) HB (hawar bakteri), tungro, KH (kerdil hampa), KR (kerdil rumput), dan HDJ (hawar daun jingga).



Gambar 5 Hama dan penyakit tanaman padi fase pra tanam, vegetatif, dan generatif

(Sumber: Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, 2009)

## 1. Penyakit Utama Padi

### a. Hawar Daun Bakteri (*Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae*)

Penyakit hawar daun dikenal dengan sebutan penyakit *kresek*. Penyakit ini bersifat sistemik dan dapat menginfeksi tanaman pada berbagai stadium pertumbuhan. Gejalanya dapat dibedakan menjadi tiga macam: pertama, gejala layu (*kresek*) pada tanaman muda atau tanaman dewasa yang peka, kedua, gejala hawar, ketiga, gejala daun kuning pucat.

Gejala layu (*kresek*) umumnya terdapat pada tanaman muda berumur 1–2 minggu setelah tanam atau tanaman dewasa yang rentan. Gejala awal terdapat pada tepi daun atau bagian daun yang luka berupa garis bercak kebasahan. Bercak tersebut meluas berwarna hijau keabuan. Selanjutnya seluruh daun menjadi keriput dan akhirnya layu seperti tersiram air panas. Seringkali bila air irigasi tinggi, tanaman yang layu terkulai ke permukaan air dan menjadi busuk.

Pengendalian penyakit ini adalah dengan perbaikan bercocok tanam melalui 7 cara: pertama, pengolahan tanah secara optimal. Kedua, pengaturan pola tanam dan waktu tanam serempak dalam satu hamparan. Ketiga, pergiliran tanam dan varietas tahan. Keempat, penanaman varietas unggul dari benih yang sehat. Kelima, pengaturan jarak tanam. Keenam, pemupukan berimbang (N, P, K, dan unsur mikro) sesuai dengan fase pertumbuhan dan musim. Ketujuh, pengaturan sistem pengairan sesuai dengan fase pertumbuhan tanaman.

Di samping itu dianjurkan untuk menjaga sanitasi lingkungan dengan menghilangkan gulma inang, jerami, dan turiang saat di luar musim. Pemanfaatan agensia hayati *Corynebacterium* dan penyemprotan bakterisida anjuran yang efektif dan diizinkan secara bijaksana berdasarkan hasil pengamatan.



Gambar 6 Hawar daun bakteri (*Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae*)

(Sumber: <https://agrinews21.blogspot.com.2015>)

### b. Bercak coklat (*Bipolaris oryzae*, teleomorph)

Gejala khas penyakit ini adalah bercak berwarna kecoklatan sebesar biji wijen pada daun, pelepas, dan gabah. Bila penyakit terjadi di pesemaian, dapat menyebabkan hawar pesemaian. Bibit yang terkena penyakit menjadi kerdil dan mati.

Gejala awal atau bercak yang belum berkembang, berukuran kecil, melingkar, dan berwarna coklat tua atau coklat keunguan. Bercak yang sudah berkembang penuh berwarna coklat dengan pusat bercak berwarna keputih-putihan. Daun dengan banyak bercak menjadi layu, kering, dan mati. Dalam keadaan parah bercak berwarna coklat kehitaman atau coklat tua berkembang pada kelopak, coleoptile, malai, dan akar muda.

Ciri khas dari penyakit ini adalah terdapat bercak berwarna kecoklatan sebesar biji wijen pada daun, pelepas, dan gabah. Gejala awal noda kecil dan melingkar, berwarna coklat tua atau coklat keunguan. Bercak

yang sudah berkembang penuh berwarna coklat dengan pusat bercak berwarna keputih-putihan. Daun dengan banyak bercak menjadi layu, kering, dan mati.

Pengendalian penyakit ini adalah dengan manajemen pupuk yang baik, termasuk penggunaan kalium. Perlakuan benih dengan kaptan, thiram, chitosan, carbendazim, atau mancozeb dapat menurunkan infeksi pada bibit. Perlakuan benih yang diikuti penyemprotan mancozeb + tricyclazole pada stadium anakan dan bunting.



Gambar 7 Penyakit coklat (*Bipolaris oryzae*, teleomorph)

(Sumber: Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, 2009)

c. **Bercak coklat sempit (*Cercospora oryzae*, anamorph) atau *Sphaerulina oryzina* (teleomorph)**

Penyakit ini disebabkan oleh *Cercospora oryzae*. Gejalanya secara visual terjadi pada daun bendera berbentuk bercak sempit, pendek, berbentuk lonjong atau garis. Gejala yang sama juga dapat terjadi pada pelepas dan kulit gabah. Umumnya menginfeksi pada akhir musim, tetapi infeksi itu sendiri dapat terjadi sejak pertanaman mencapai stadium vegetatif.

Pada padi yang ditanam pada lahan marjinal, gejala terlihat pada 30 hari setelah terinfeksi. Suhu antara 25–28 °C cocok untuk pertumbuhan patogen dan perkembangan penyakit. Perkembangan penyakit juga berkaitan dengan stadium tumbuh tanaman padi.

Ciri khas tanaman terinfeksi yaitu bercak pada daun berukuran panjang 2–10 mm dan lebar 1 mm. Pada varietas yang tahan, bercak lebih sempit, lebih pendek, dan lebih gelap dibanding dengan gejala pada varietas yang rentan. Pada varietas rentan gejala berwarna coklat muda dengan pusat berwarna abu-abu dan dapat menimbulkan gejala nekrosis. Ukuran gejala dapat dipakai untuk membedakan penyakit ini dengan penyakit bercak ciklat (*H. oryzae*). Sedangkan warna gejala membedakannya dari penyakit bakteri daun bergaris (*X. oryzae* pv. *oryzicola*).

Cara pengendalian penyakit bercak coklat adalah dengan penggunaan pupuk kalium dan fosfat. Menanam varietas genjah sangat direkomendasikan untuk mengatasi penyakit ini. Di samping itu penyemprotan dengan beberapa fungisida seperti benomyl, propiconazole, and carbendazim bisa mengurangi penyakit ini.



Gambar 8 Penyakit bercak sempit (*Cercospora oryzae*, anamorph)  
(Sumber: Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, 2009)

d. Awar pelepas (*Rhizoctonia solani* (anamorph),  
*Thanatephorus cucumeris* (teleomorph))

Penyakit awar pelepas biasanya menginfeksi bibit dengan gejala bibit layu dan akhirnya mati. Bila terjadi pada tanaman yang sudah berkembang, menyebabkan bercak besar yang tidak beraturan pada pelepas dan disebut hawar (*blight*).

Ciri khas penyakit ini adalah adanya bercak berbentuk lonjong, berwarna hijau keabuan, dan berukuran panjang antara 1–3 cm. Pusat bercak menjadi berwarna putih keabuan dengan tepi berwarna coklat.

Dalam keadaan parah, bercak dapat terjadi pada daun, termasuk daun bendera. Sklerotium, yang berfungsi sebagai alat penyebaran horizontal penyakit, terbentuk pada atau dekat daerah gejala dan mudah dilepas. Pada kondisi lembab, miselium tumbuh menutupi pelepas dan menyebar beberapa cm dalam waktu 24 jam. Tanaman mudah rebah dan menghasilkan gabah hampa atau gabah setengah isi, terutama gabah yang berada pada pangkal malai. Berawal saat tanaman mencapai stadium anakan, dapat muncul lebih awal (20 hari setelah tanam).

Pengendalian penyakit ini adalah dengan penanaman bibit yang tidak terlalu rapat dan menggunakan pupuk nitrogen sesuai dengan kebutuhan tanaman (menggunakan bagan warna daun, sebagai pedoman). Di samping itu, penggunaan pupuk kalium dengan dosis 75–100 kg/ha juga dapat mengurangi laju perkembangan penyakit.

Penyakit ini umumnya sangat merusak tanaman padi yang ditanam secara sebar langsung (*directly seeded*). Tanaman padi yang berumur genjah umumnya lebih rentan dibandingkan dengan yang berumur lebih panjang. Alternatif kimia dengan fungisida seperti *benomyl* dan *iprodione*.



Gambar 9 Hawar pelelah (*Rhizoctonia solani* (anamorph))

(Sumber: Balitbangtan, 2018)

e. **Busuk pelelah (*Sclerotium oryzae* (anamorph),  
*Magnaporthe salvinii* (teleomorph))**

Penyakit busuk pelelah memperlihatkan gejala awal yaitu terdapat bercak tidak beraturan berwarna hitam pada pelelah, dekat permukaan air, meluas, dan masuk ke dalam menginfeksi batang tanaman padi. Busuk yang terjadi pada pelelah dan batang mudah rebah, jika makin tinggi, maka gabah hampa.

Penyakit ini bertahan hidup pada jerami yang dikubur dalam tanah dan dalam air. Mereka mengapung di atas permukaan air dan mengadakan infeksi bila bertemu dengan tanaman inang, saat pengolahan tanah.

Pengendalian penyakit busuk pelelah adalah mematikan spora. Caranya, mengolah sisa jerami menjadi biochar. Di samping itu pemupukan yang berimbang dan pemberian kapur untuk meningkatkan pH tanah dapat mengurangi busuk batang ini. Beberapa fungisida seperti fentin *hydroxida* yang disemprotkan saat stadium anakan dan menjelang primordia dapat menekan penyakit.

## 2. Hama Utama Padi

### a. Wereng batang coklat atau WBC (*Nilaparvata lugens*)

Terjadinya perubahan iklim saat ini menjadi salah satu faktor pemicu peningkatan WBC. Hama ini merupakan jenis serangga kepik terbang yang menghisap cairan tanaman padi. Kemampuan WBC merusak wilayah pertanaman padi sangat cepat. Akibat serangan hama ini, tanaman seperti terbakar (menguning dan mengering) serta terlihat mengumpul/melingkar pada satu lokasi (*hopperburn*). Keberadaan wereng ini tentu akan mengancam pertumbuhan tanaman padi. Oleh karenanya perlu mengenali dan mengetahui cara pengendaliannya secara efektif.

Pengendalian serangan wereng dapat dilakukan dengan pengelolaan tanaman terpadu (PTT) padi dengan memperhatikan 6 hal: pertama, menghilangkan sumber inokulum sisa tanaman terinfeksi dengan membakar atau dipendam dalam tanah. Kedua, menebar benih dilakukan setelah sumber populasi hilang. Ketiga, menggunakan varietas tahan WBC seperti Inpari-13, Ciherang, dan Inpari-47. Keempat, tanam serempak. Kelima, menggunakan aplikasi insektisida dengan bijaksana berdasarkan prinsip pengendalian hama terpadu (PHT). Berikutnya selalu lakukan monitoring untuk dapat menimbalisir serangan WBC. Keenam, menggunakan pestisida nabati/musuh alami/agens hayati seperti laba-laba, kepik, kumbang, belalang, dan capung. Pengamatan intensif terutama terhadap populasi WBC pada tanaman muda secara luas perlu dilakukan.



Gambar 10 Hama wereng batang coklat (foto paling kiri dan kedua dari kiri) dan dampak serangan (foto paling kanan dan kedua dari kanan)

(Sumber: Balitbangtan, 2018)



Gambar 11 Musuh alami wereng batang coklat

(Sumber: Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, 2009)

## b. Penggerek Batang Padi

Hama penggerek batang (*stem borer*) sampai saat ini merupakan hama utama pada pertanaman padi karena sering menimbulkan kerusakan berat dan kehilangan hasil yang tinggi. Hama ini dapat merusak tanaman padi pada semua fase pertumbuhan, mulai pada saat pembibitan, fase anakan, sampai fase pembungaan.

Serangan pada pembibitan dan fase anakan menyebabkan kematian anakan muda, hama ini atau disebut sundep. Jika serangan sundep pada fase tersebut kurang dari 5%, kehilangan hasil tidak terlalu besar karena tanaman padi masih dapat membentuk anakan baru. Jika serangan pada fase pembungaan, menyebabkan malai tampak putih dan hampa atau disebut beluk.



Gambar 12 Penggerek batang padi

(Sumber: Balitbangtan, 2018)

### 1. Jenis penggerek batang padi

Jenis penggerek batang padi yang sering ditemukan adalah penggerek batang padi kuning (*Scirpophaga incertulas*), penggerek batang putih (*S. innotata*), dan penggerek batang bergaris (*Chilo suppressalis*). Sampai saat ini belum ada varietas padi yang tahan terhadap hama penggerek batang. Oleh karena itu, gejala serangan perlu diwaspadai, terutama pada saat musim penghujan.

Ketiga jenis hama tersebut memiliki ciri-ciri dan sifat yang berbeda dalam penyebaran dan bioekologinya. Namun, hama tersebut memiliki kesamaan dalam hal menyerang tanaman serta akibat yang ditimbulkannya. Semua spesies hama penggerek batang padi dalam siklus hidupnya memiliki masa metamorfose sempurna mulai dari fase telur, larva, pupa, dan ngengat. Pada fase larva yang berperan menjadi hama, karena dalam hidupnya memperoleh makanannya dengan cara menggerek tanaman padi dan menimbulkan kerusakan.

## 2. Gejala Serangan

Hama penggerek batang merupakan salah satu hama berbahaya pada tanaman padi. Hama ini dapat menyerang tanaman padi mulai dari persemaian, fase vegetatif, fase generatif hingga menjelang panen. Kerugian yang besar terjadi bila penerbangan ngengat bersamaan dengan fase tanaman bunting. Gejala serangannya terjadi pada dua fase. Pertama, fase vegetatif dengan gejala larva memotong bagian tengah anakan. Akibatnya, pucuk layu, mengering, dan akhirnya mati. Kedua, fase generatif ditandai dengan malai muncul putih.

## 3. Strategi Pengendalian

### a. Pengaturan Pola Tanam

Waktu tanam yang tepat merupakan cara yang efektif untuk menghindari serangan penggerek batang. Hindari penanaman padi pada bulan Desember-Januari. Hal ini karena kondisi, suhu, kelembaban, dan curah hujan pada saat itu sangat cocok untuk perkembangan hama penggerek batang. Sementara itu, tanaman padi yang baru ditanam sangat sensitif terhadap hama tersebut.

Pengaturan waktu tanam yaitu berdasarkan penerbangan ngengat atau populasi larva di tunggu tanaman padi. Penanaman padi tidak dianjurkan bertepatan dengan puncak penerbangan ngengat. Penanaman padi bisa dilakukan 15 hari setelah puncak penerbangan ngengat.

Tanam serempak untuk menghindari sumber makanan bagi hama penggerek batang padi. Dalam satu hamparan lahan kelompok tani, batas waktu tanam awal dan akhir sebaiknya paling lama 15 hari. Pergiliran tanaman padi dengan tanaman bukan padi untuk memutus siklus hidup hama penggerek batang padi.

b. Pengendalian secara Mekanis

Pengendalian penggerek batang padi dapat dimulai sejak di persemaian sampai pertanaman dengan cara mengumpulkan kelompok telur. Jika terlihat penerbangan imago/ngengat pada sore hari, pengendalian dilakukan dengan cara penangkapan menggunakan lampu perangkap pada malam harinya. Lampu patromak atau lampu lain yang dikombinasikan dengan pemasangan bak penampung yang telah diisi dengan minyak atau detergen.

Aplikasi insektisida karbofuram apabila terjadi gejala serangan penggerek batang yang mengkhawatirkan di persemaian. Memusnahkan tanaman yang menunjukkan gejala sundep atau beluk. Pada saat panen padi, diupayakan pemotongan tanaman serendah mungkin sampai permukaan tanah. Kemudian, diikuti dengan penggenangan air setinggi 10–15 cm agar pangkal jerami cepat membusuk, sehingga larva atau pupa mati. Pada saat sebelum tanam diupayakan sanitasi lingkungan dengan baik.

c. Pengendalian Hayati

Pemanfaatan musuh alami parasitoid dengan melepas parasitoid telur seperti *Trichogramma japonicum* dengan dosis 20 pias/ha sejak awal pertanaman.

d. Pengendalian secara Kimiaawi

Pengendalian dengan insektisida segera dilakukan jika lebih dari 10% rumpun padi memperlihatkan gejala sundep atau beluk. Penggunaan insektisida dapat dilakukan setelah ada penerbangan ngengat atau intensitas serangan sundep rata-rata di atas 5%. Penggunaan insektisida butiran di persemaian dilakukan jika sekitar pertanaman ada lahan yang sedang atau menjelang panen pada satu hari sebelum tanam.

Insektisida butiran diberikan terutama pada stadium vegetatif dengan dosis 7,5 kg insektisida granula/ha. Pada stadium generatif aplikasi dengan insektisida cair. Insektisida butiran yang direkomendasikan adalah yang mengandung bahan aktif *klorantraniliprol* (ferterra) dan fipronil. Aplikasi *klorantraniliprol* (ferterra) dengan dosis 7,5 kg per hektar dapat ditabur bersama dengan pupuk pada umur 7–14 HST.

Insektisida ini ramah terhadap organisme non-target (ikan, cacing, belut, dan katak), dan menjaga keseimbangan ekosistem. Oleh karenanya, tanah tetap gembur untuk pertanian berkelanjutan. Insektisida cair (semprot) yang direkomendasikan adalah yang berbahan aktif *klorantraniliprol*, *fipronil*, *dimehipo*, dan bensultaf.

### c. Walang Sangit

Hama walang sangit dapat menurunkan hasil 10–40% sampai dengan puso jika tidak dikendalikan. Hama ini mengisap isi biji padi pada bulir matang susu (*milk*), bulir yang lunak (*soft dough*), dan bulir yang keras (*hard dough*). Walang sangit tidak mengisap padi pada saat bunting atau masa pembungaan tapi mengisap bulir padi selama 24 jam. Aktivitas walang sangit paling aktif pada pukul 5–9 pagi dan pukul 15.00–19.00.

Pengendalian yang tepat yaitu dengan aplikasi insektisida tepat waktu dan dosis serta kontak langsung. Insektisida berbahan aktif imidakloprid, fipronil, MIPC, BPMC, propoksur, atau metolkarb.



Gambar 13 (a) Hama walang sangit, (b) Kontrol dan pencegahan hama dan penyakit dengan pestisida nabati

(Sumber: Tabloid Sinar Tani.com, 2024)

#### d. Tikus

Padi yang diserang oleh hama tikus memperlihatkan gejala seperti terdapat batang dan atau malai yang rusak dikerat. Sisa atau bekas tanaman rusak dan terlihat patah/terpotong-potong. Ciri khas serangan tikus pada padi yaitu terdapat bekas tapak kaki yang berbaris panjang jika populasinya banyak.

Pengendalian hama tikus lebih baik dengan pencegahan secara terpadu melalui lima cara. Pertama, sanitasi lahan (semua limbah diarangkan/kompos) dengan menghilangkan atau membersihkan sumber amoniak dan gas metan yang menarik perhatian tikus. Kedua, pemberian Suptan AH saat olah tanah untuk meremidiasi toksin, mengendalikan terbentuknya gas metan yang menstimulus aroma yang menarik tikus. Ketiga, pemupukan berimbang terutama penggunaan nitrogen secara berimbang. Keempat, pengelolaan air agar mengeliminir terlepasnya nitrogen menjadi gas yang memicu tikus datang. Kelima, penggunaan model desain tanam Jarwo atau Tujuh Sisi Blok (TSB). Di samping itu pengendalian secara mekanis bisa dilakukan dengan pemasangan strap, terpal/plastik barier), dan kimiawi.



Gambar 14 Pengendalian tikus terpadu  
(Sumber: Radar Jatim, Sinar Tani, 2024)

### e. Burung Pipit

Serangan hama burung pipit diperlihatkan dengan gejala *out break* di saat musim awal panen padi. Rombongan burung pipit dijumpai banyak di sekitar lahan. Burung ini memiliki ciri khas berupa burung kecil, berwarna coklat, hitam, keabu-abuan mengarah keputihan, dengan paruh yang berbentuk krucut berwarna hitam.

Pengendalian hama burung pipit dapat dilakukan dengan cara-cara sebagai berikut:

1. Memasang tali untuk menggerakkan kaleng yang digerakkan agar suara kaleng hiruk-pikuk,
2. Pasang pita kaset bersilang-silang agar saat kena matahari akan berkilau dan mengganggu pendaratannya,
3. Pasang CV pada tongkat kayu diameter 5 cm. Hadapkan yang mengkilat ke atas jika kena matahari akan berkilau mengganggu pandangan burung pipit,
4. Pasang kincir dan kaitkan dengan kaleng, seiring dengan bergerak kincir akan keluar suara kaleng terpukul-pukul,
5. Pasang jebakan jaring perangkap di permukaan pertanaman padi yang bermalai,
6. Terbangkan layang-layang mirip burung elang di atas sawah. Usaha ini akan membantu menakuti burung pipit,
7. Pasang ajir bercat merah secara diagonal, merata tinggi 150 cm,
8. Semprotkan daun serut yang direndam 24 jam dan diencerkan 3 kg daun serut dalam 10 liter air,
9. Rendam jengkol sebanyak 250 g dalam air yang dimasukkan dalam botol 1.500 ml air pada pojok dan garis diagonal lahan.



Gambar 15 Ragam burung pipit pada lahan padi

(Sumber: <https://www.antarafoto.com>, 2024)

## G. Perlakuan Panen dan Pascapanen

Kegiatan panen dan pascapanen pada budi daya padi Opsianif, sama halnya dengan budi daya padi umumnya. Berikut adalah ciri-ciri padi siap dipanen yaitu:

1. Warna padi mulai menguning.

Tanda-tanda padi siap panen pada perubahan warna. Sebanyak 95% butir-butir padi dan daun bendera sudah menguning. Apabila padi masih muda dan belum siap dipanen, maka akan berwarna hijau;

2. Warna daun berubah menjadi kuning kecoklatan.

Tidak hanya padi yang berubah warna menjadi kekuningan, tetapi warna daun juga berubah menjadi kuning kecoklatan. Hal tersebut juga menunjukkan bahwa padi sudah tua dan siap untuk dipanen;



3. Butir-butir padi apabila ditekan terasa keras dan berisi.

Apabila kita menekan butir-butir padi, maka akan terasa sudah berisi dan keras;

4. Padi semakin merunduk.

Seperti kata pepatah yang mengatakan bahwa padi semakin tua semakin menunduk. Jadi, tanda-tanda lain bahwa padi siap dipanen adalah ketika padi semakin menunduk karena padi sudah semakin berisi/berat. Tangkai tanaman padi menunduk karena serat menanggung butir-butir padi yang sudah bertambah berat;

5. Munculnya hama burung.

Salah satu tanda padi sudah tua dan siap dipanen adalah ketika hama burung sudah muncul dan semakin hari jumlahnya kian banyak. Jika sudah banyak burung pipit atau burung emprit yang menyerbu ke arah padi, maka hal itu menunjukkan bahwa padi sudah tua dan siap dipanen. Bulir padi dirasa sudah cukup berisi dan matang untuk dipanen dengan ciri daun padi sudah mulai menguning dan mengering, kadar air gabah sekitar 21–26%. Cara mengetahuinya dengan meremas malai padi menggunakan tangan.



Gambar 16 Tanda-tanda malai padi siap dipanen

(Sumber: Budiono, 2017)

Panen padi pada jurus Opsianif dilaksanakan dengan menggunakan Alsintan berupa *thresher* dan *combine harvester*.

1. Panen dengan *thresher* dilakukan dengan memotong batang padi menggunakan sabit 5–7 cm dari permukaan tanah. Lalu ditaruh di tempat berasal plastik terpal, langsung dirontokkan dengan dipukul/kebas atau diinjak. Gabah sebaiknya langsung dijemur pada hamparan terpal. Hal ini untuk menghindari penurunan kualitas gabah karena busuk oleh jamur, fermentasi sehingga warna, aroma dan rasa berasnya rusak.
2. Panen dengan *combine harvester* dilakukan dengan memotong batang padi menggunakan mesin *combine harvester* baik tipe kecil maupun besar. Gabah langsung dipisah/dirontok dan masuk dalam karung. Segera lakukan penjemuran pada hamparan terpal. Hal ini untuk menghindari penurunan kualitas gabah karena busuk oleh jamur, fermentasi sehingga warna, aroma dan rasa berasnya rusak.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam kegiatan menjelang panen pada jurus opsianif sebagai berikut:

1. Seminggu sebelum menguning (5% populasi padi menguning), tanaman disemprot dengan larutan arang sekam plus larutan POC;
2. Lahan mulai dikeringkan secara bertahap hingga seminggu sebelum panen sampai lahan kering total;
3. Jaga daun dalam kondisi hijau. Penyemprotan arang sekam dan POC kehampaan malai terkendali 5–7% dibanding tanpa penyemprotan dengan kehampaan bulir pada malai mencapai 20–36.5%;

- 
4. Saat padi dipanen, jerami bisa langsung digunakan untuk pakan, kompos atau POC;
  5. Jemur kembali gabah padi beserta tangkai malai (pada padi lokal panen dengan ani-ani) diterik matahari selama 2–3 hari hingga kadar air 10–12%;
  6. Gabah dipisahkan dari kulit sekam dengan mesin giling dan disimpan dengan standar penyimpanan yang baik;
  7. Tempatkan gabah dalam wadah seperti karung dan sebagainya kemudian simpan di tempat yang kering dan teduh.



## BAB 3.

# **PRODUKSI Biotron PERKUAT BUDI DAYA PADI RAMAH LINGKUNGAN**

### **A. Mengenal Biotron**

Biotron sebagai salah satu inovasi sumber hara tanaman yang diperlukan untuk meningkatkan kesuburan tanaman. Biotron singkatan dari Biochar 3 in 1 (*Biochar three in one*) yang berarti gabungan dari biochar, pupuk organik cair, dan pupuk hayati.

Penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus menyebabkan keseimbangan penyusun tanah berkurang dan mendorong kadar bahan organik tanah menurun. Oleh karena itu, penggunaan Biotron yang mengandung pupuk organik dapat menjadi solusi dalam penyediaan bahan organik. Peran Biotron dalam meningkatkan produktivitas padi yaitu sebagai pupuk organik, pupuk hayati, dan bahan pembenah tanah.

Pertama, Biotron berfungsi sebagai pupuk organik karena mengandung unsur hara awal bagi pertumbuhan tanaman dan mikrobia dalam tanah. Pupuk organik berasal dari tumbuhan mati, kotoran hewan dan/atau bagian hewan dan/atau limbah organik lainnya yang telah melalui proses rekayasa (pirolisis, aktivasi, dan immobilisasi) berbentuk padat atau cair, dapat diperkaya bahan mineral dan/atau mikroba. Pupuk organik ini menyediakan hara, memfasilitasi penyerapan hara, mengefisiensikan, dan mengefektifkan penyerapan hara, dan merombak bahan organik

Kedua, sebagai pupuk hayati yaitu berdasarkan sumber bahan baku setidaknya terdapat 67 strain/jenis mikrobia, namun yang sudah diidentifikasi ada 10 strain/jenis. Pupuk hayati merupakan nama kolektif semua kelompok fungsional mikroba tanah, berfungsi menyediakan hara bagi tanaman, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pupuk hayati tidak sama dengan pupuk organik. Pupuk hayati relatif ke arah aspek biologi tanah. Sedangkan pupuk organik relatif ke arah aspek kimia tanah (kadar unsur hara). Ketersediaan pupuk hayati dalam bentuk padat dan cair.

Ketiga, sebagai bahan pemberi hidrasi tanah, karena dapat berfungsi sebagai penyeimbang pH tanah. Sebagaimana diperlukan tanaman, mediator (penyerap) bahan racun dan logam berat, menyimpan air, hara, oksigen, memperbaiki aspek fisik, kimia dan biologi tanah, serta sebagai rumah/habitat mikrobia khususnya di sekitar rezosfer (perakaran). Bahan pemberi hidrasi tanah adalah bahan-bahan sintetis atau alami organik atau mineral berbentuk padat atau cair yang mampu memperbaiki sifat fisik kimia dan biologi tanah. Ketersediaannya dalam bentuk padat dan cair sebagaimana diatur dalam Permentan no.1 Tahun 2019.

Biotron sebagai material yang telah diperkaya nutrisi organik dan agen hayati, kaya akan pori-pori, kandungan senyawa karbon sebesar 74-93.5 %. Struktur persenyawaan yang stabil dengan ikatan cincin. Rantainya berpotensi berafiliasi lebih beragam dengan senyawa/unsur lain, dan potensi muatan yang dinamis. Serta ragam peran lainnya yang tak dimiliki bahan pemberi hidrasi tanah dari material anorganik (Caidi Yang ab, Jingjing Liu ab, Huanchang Ying ab, 2022; Hossain *et al.* 2020; Jyati Rawat, 2019; Wong & Ogbonnaya, 2021).

## B. Bahan Pembentuk Biotron

Bahan yang diperlukan dalam produksi Biotron disesuaikan dengan potensi lokal, seperti bahan baku biochar yang berasal dari (a) limbah *land cleaning/pembersihan* kayu, tunggul kayu, (b) limbah pertanian jerami, tongkol jagung, sekam padi, batang jagung, pelepas dan tangkos kelapa sawit, dan seresah lainnya, serta (c) limbah tungku pabrik CPO (arang cangkang sawit, tempurung kelapa, cangkang kemiri, pala dan limbah pembakaran arang kayu).

Biochar (BC) merupakan agen yang berfungsi sebagai bahan pemberah tanah. Bahan ini merupakan hasil utama proses pirolisis biomassa yaitu suatu proses fisiokimia dalam kondisi mini/zero-oksigen dari berbagai limbah pertanian dan bahan baku biomasa lainnya. Proses pirolisis dipengaruhi oleh suhu, laju pemanasan, dan sumber biomassa. Suhu operasional yang rendah (di bawah 300 °C) dan laju pemanasan yang rendah (di bawah 10 °C/menit) menghasilkan biochar lebih banyak (Pusceddu, 2017<sup>a</sup>).

Biochar berperan meningkatkan kualitas fisik tanah, kapasitas aerasi dan menahan air lebih baik jika dibandingkan bahan pemberah tanah lainnya seperti kapur, zeolite, kaolite, dan biomasa bentuk lainnya. Biochar mampu memperbaiki kepadatan tanah, meningkatkan porositas dan mengurangi evapotranspirasi (Haider dkk., 2017). Oleh karena itu, biochar dapat memberikan peluang perbaikan lahan terutama di lahan kering.

Biochar dibuat melalui proses pirolisis yaitu suatu proses dekomposisi biomassa secara termal dengan kondisi sedikit atau tanpa oksigen sama sekali. Pirolisis menggunakan suhu tinggi menghasilkan biochar dengan luas permukaan dan kandungan aromatik-karbon yang tinggi.

Hal ini meningkatkan kemampuan serapan dan bersifat rekalsitran yang sesuai untuk bioremediasi dan penyerapan karbon (Lehmann, 2012).

Produk utama yang dihasilkan dari pirolisis adalah arang (*char*), tar, dan gas. Zat-zat yang dihasilkan dari pembakaran bahan organik umumnya merupakan campuran tar ( $C_xH_yO$ ), senyawa fenol ( $C_xH_yOz$ ), methanol ( $CH_3OH$ ), aseton ( $CH_3COCH$ ), asam asetat ( $CH_3COOH$ ), karbon monoksida ( $CO$ ), karbon dioksida ( $CO_2$ ), gas hydrogen ( $H_2$ ), metana ( $CH_4$ ), serta juga dihasilkan minyak hidrokarbon dan bahan padat berupa arang (Kadir, 1987).

Adapun beberapa strategi memproduksi biochar yang berkualitas dan murah, antara lain :

- a. Pilih bahan di sekitar lahan yang mudah dijangkau;
- b. Pilih bahan yang struktur padat/keras kaya lignosellulosa dan sellulosa (sekam, kayu, limbah pertanian lainnya);
- c. Tentukan alat yang memungkinkan tidak terjadi kontak oksigen di ruang tabung pirolisis dan di luarnya;
- d. Pahami jenis bahan, kadar penyusun bahan (ligno dan sellulosa), durasi waktu dan laju pemanasan masing-masing jenis dan metode pembakaran sebagaimana pada uraian di bawah ini.

Bahan yang telah menjadi arang diproses untuk menjadi bubuk arang (20–50 mesh atau ukuran ayakan tepung). Bahan organik/biomassa tidak boleh bercampur plastik, logam, batu, dan lain-lain.

Bahan Biotron lainnya adalah Pupuk Organik Cair (POC) dari *eco enzym*. POC di pasaran yang sudah familiar atau suplemen BMT yaitu Bioda (Bio Dcorp Agro) yang dikembangkan oleh Divisi Limbah, Inkubator Agribisnis BBPP Binuang. Pilih yang kadar nutrisinya di atas 3,0%.

Bioda mengandung asam amino, glukosa, enzym, chellate, dan aneka senyawa organik yang diperlukan tanaman dan mikroorganisme tanah. POC setelah diimmobilisasi ke dalam biochar akan disimpan dan didistribusikan secara biokimia (aktivitas sistem perakaran tanaman dan mikroorganisme tanah).

POC yang dicampurkan dalam bubuk biochar aktif berfungsi sebagai sumber nutrisi dan konsorsium mikrobia. Pencampuran ini dilakukan karena POC yang diberikan pada tanaman secara langsung akan mudah mengalami kehilangan melalui proses *leaching* (pencucian), evaporasi (penguapan) maupun proses lain. Tentu kondisi ini akan tidak efisien dan kompetitif dalam proses produksi. Mikrobia dalam POC secara terbuka akan terancam produktivitas, efektifitas, dan eksistensinya. Hal ini karena mudah terpapar matahari dan menjadi mangsa antagonisnya, kontaminasi bahan berbahaya, dan keluar dalam sistem agroekologi.

Bahan berikutnya adalah pupuk hayati, diutamakan dieksplorasi secara lokalita oleh PPAH dan Petani IPPHTI, sebagai agen hayati lokal tricoderma, bacillus, dan lain-lain. Alternatif lainnya dapat memanfaatkan pupuk hayati yang sudah terbukti di lokasi masing-masing (spesifik lokalita). MOL (mikro organisme lokal) dan POC biakan sendiri dengan syarat populasi selnya minimal 100.000/ml (Permentan 1 tahun 2019). Prioritas yang mempunyai keanekaragaman hayati terbanyak dengan peran dan fungsi yang berkolaborasi menyusun sistem tanah yang subur dan sehat.

Mikroorganisme telah muncul sebagai alternatif potensial untuk produktivitas, keandalan, dan keberlanjutan rantai makanan global. Pupuk hayati berbasis bahan pembawa telah terbukti menjadi yang terbaik dibandingkan bahan kimia pertanian dan telah menunjukkan dampak yang luar biasa terhadap produktivitas pertanian global sejak

tiga dekade terakhir. Pupuk hayati berbasis pembawa, pupuk hayati cair telah dikembangkan yang akan menjadi satu-satunya alternatif pertanian berkelanjutan (Pindi, 2012).

Inkubator agribisnis BBPP Binuang, Kalimantan Selatan juga menyediakan Bioda bagi yang belum mempunyai alternatif pupuk hayati. Sumber bahan dari 67 AH (teridentifikasi 10 strain/jenis) dapat dikolaborasikan dengan tanah sehat dan subur tanaman di atasnya dengan mengkultur sendiri. Penggunaan Biotron pada berbagai jenis pupuk sebagai berikut:

- a. Penggunaan dengan kompos, perbandingan arang (biochar)  
1: Kompos 10,
- b. Penggunaan dengan Urea perbandingan arang (biochar) 1: Urea 3,
- c. Penggunaan dengan NPK perbandingan arang (biochar) 1: NPK 4,
- d. Penggunaan saat pengolahan lahan ditebar 200–500 kg/ha,
- e. Penggunaan saat pemupukan disesuaikan perbandingan (a-c); dan sesuai rekomendasi pemupukan dengan efisiensi musim I (15–20%); II (20–30%); III (30–45%); IV (40–50%) dan V (50-60%); dengan mempertimbangkan perkembangan produksi setiap musimnya dan kesuburan tanah spesifik.

## C. Proses Produksi Biotron *(Biochar Three In One)*

Sebagai upaya meningkatkan kompetisi produk pertanian, memulihkan dan meningkatkan produksi padi secara simultan. Inovasi Biotron menjawab dengan tuntas dan sederhana. Bagaimana metode produksinya, dapat mengikuti prosedur operasional praktiknya berikut ini:

## 1. Tahap Penyiapan Alat dan Bahan

Alat-alat:



Gambar 17 Ilustrasi alat-alat produksi Biotron

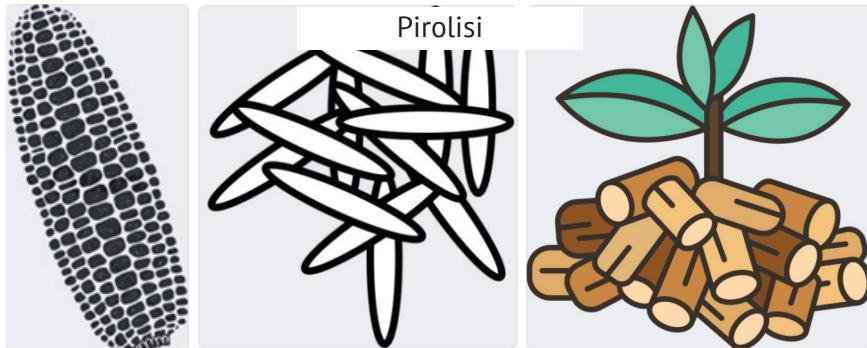
(Sumber: <https://id.pngtree.com.2024>)



Gambar 18 Alat pirolisis arang (Biochar)

(Sumber: <https://www.shutterstock.com.2024>)

Bahan-bahan:



Tongkol jagung, sekam padi, kayu ranting atau cabang.



Gambar 19 Bahan-bahan produksi Biochar (arang)

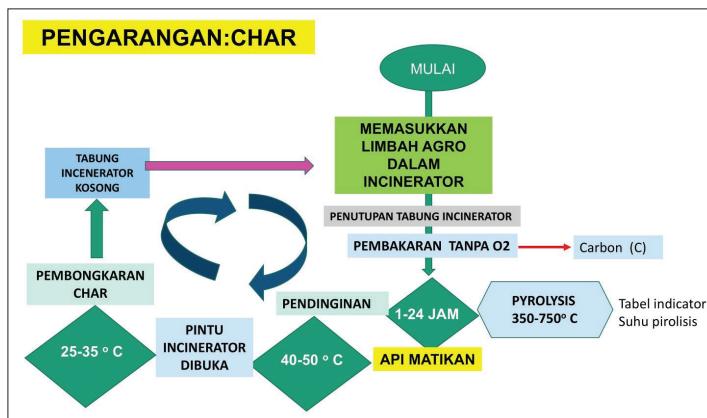
(Sumber: <https://www.shutterstock.com>, 2024)

## 2. Cara Produksi

### a. Proses Pirolisis (Pengarangan)

- 1) Pilih bahan biomassa di sekitar lahan, kering (kadar air 15-20%), makin padat (kerapatan material dan jenis senyawa penyusun) makin berkualitas arang dihasilkan,
- 2) Ukuran bahan (2-20 cm) sesuai jenis bahan dan alat,

- 3) Sesuaikan suhu, jenis bahan, laju pemanasan, durasi waktu produksi,
- 4) Minimalisasi asap ( $\text{CO}_2$ ) dengan meminimalisasi interaksi bahan dengan oksigen dari udara.



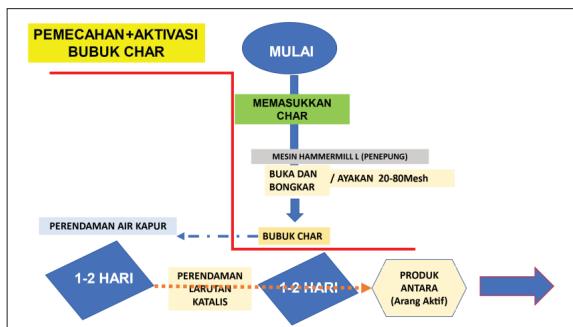
Gambar 20 Bagan proses pirolisis  
(Sumber: Budiono, 2023)



Gambar 21 Fasilitas sederhana pirolisis kapasitas 100 kg bahan  
(Sumber: Budiono, 2023)

## b. Proses Pembubukan/Penghalusan (20–50 mesh)

- 1) Arang ditepungkan/penghalusan dengan menumbuk di *hamermill*,
- 2) Diayak dengan ukuran 20-50 mesh,



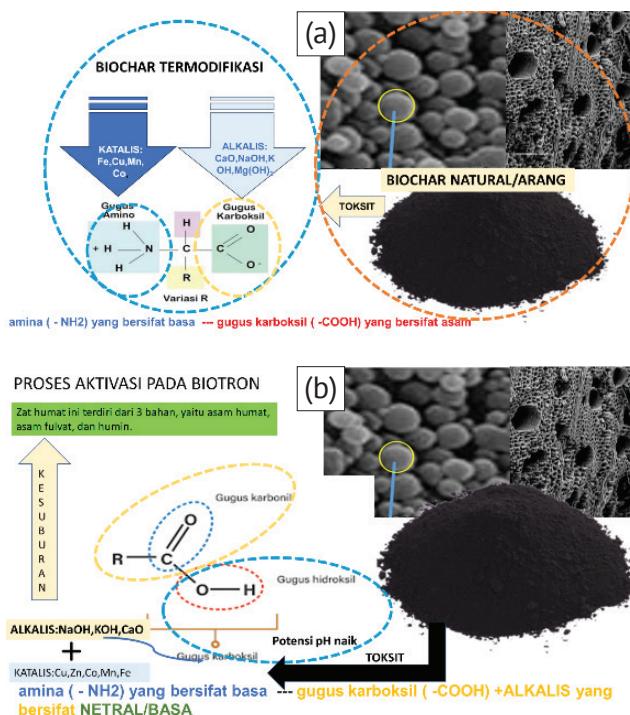
Gambar 22 Bagan proses penghalusan arang  
(Sumber: Budiono, 2023)



Gambar 23 Fasilitas modern penumbukan arang  
(Sumber: Budiono, 2023)

### c. Proses Aktivasi

- 1) Bubuk arang sebanyak 1 kg direndam dalam 3–5 l air kapur. Air kapur disiapkan dengan melarutkan kapur 1 kg dalam 5–10 l air. Proses alkalisasi selama 24–48 jam dilaksanakan. Lalu, dituang air kapur (dapat digunakan kembali jika pH di atas 8.0),
- 2) Arang (a) biochar direndam pada larutan katalis 1 cc/kg bubuk arang dalam air pelarut 3–5 l selama 24 jam,



Gambar 24 Proses aktivasi berupa (a) penetralan senyawa asam (aktivasi) dan (b) proses lanjut menuju persenyawaan komponen kesuburan tanah (humifikasi, fulifikasi)

(Sumber: Budiono, 2023)



Gambar 25 Proses aktivasi meliputi dua tahap yakni a) proses alkalisasi ( $\text{CaO}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{MgOH}$ ) dan b) proses katalisasi ( $\text{Na}$ ,  $\text{K}$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Cu}$ , dan  $\text{Mn}$ )

(Sumber: Budiono, 2023)

#### d. Proses Immobilisasi

- 1) Hasil arang (b) dilanjutkan perendaman dengan larutan pupuk organik cair dan pupuk hayati selama 7 hari,
- 2) Hasil rendaman (a), dituang larutan immobilisasi (digunakan kembali 3–5 kali). Lalu, dihamparkan kering angin hingga berkadar air 15–20%,



Gambar 26 Proses immobilisasi arang menjadi Biotron  
(Sumber: Budiono, 2023)

Produksi Biotron dapat dilakukan pada skala rumah tangga hingga skala bisnis. Sebagai contoh, hal ini dikembangkan di Desa Sungai Riam, Kecamatan Pelaihari, Kabupaten Tanah laut dengan kapasitas 1–2 ton/hari. Keuntungan bersih usaha produksi Biotron dari KEP (Koperasi Syariah Berkah Membangun Bersama) berdasarkan perhitungan analisa usaha B/C ratio sebesar 1.4 atau R/C rasio sebesar 2.4. Artinya, setiap modal Rp1.000 diperoleh pendapatan Rp2.400.

Biotron berpotensi dikembangkan mulai dari badan usaha di tingkat desa (Poktan, Gakpotan, Bumdes), kecamatan (UPTD, BLUD, Koperasi, PT, hingga Cabang Perseroda), Kabupaten/Kota/Prov (UPTD, BLUD, Gabungan Koperasi, PT, Perseroda), hingga level nasional yang dikelola secara kemitraan pihak swasta-pemerintah/BUMN. Secara nasional mempunyai pasar minimal 42.5 juta ton untuk melayani 40–45 juta ha lahan produktif baik tanaman pangan, hortikultura, perkebunan, kehutanan/HTI, peternakan, perikanan budi daya darat dan pengolahan

limbah organik dari suatu pabrikan (seperti pabrik pengolahan kelapa sawit, tebu, singkong dan hasil laut. Limbah pertanian di Indonesia diprediksi mencapai 207 juta ton/tahun.



Gambar 27 Rumah produksi Biotron milik Kelembagaan Ekonomi Petani (KEP) Koperasi Syariah Berkah Membangun Bersama di Desa Sungai Riam

(Sumber: Budiono, 2023)

### e. Cara Penerapan

Penerapan Biotron pada tanaman padi ada dua tahap. Pertama, pemberian saat olah tanah ke-2 (ler-leran) dengan menaburkan 300 kg Biotron + sisa arang pembakaran limbah pertanian dan pembersihan lahan sekitar 2 liter suplemen BMT, dekompusher lainnya (EM4, Bioda, Jakaba, dan lain-lain). Kedua, saat pemupukan susulan 1, 2, atau 3 dicampurkan dengan Urea dan NPK sesuai rekomendasi spesifik lokal (informasi Si Katam) dan pertimbahan produksi serta status kesuburan tanah dikurangi 10–20% per musim. Komposisi saat mencampur pupuk NPK adalah 4 bagian NPK dan 1 bagian Biotron. Sedangkan komposisi saat mencampur pupuk Urea yaitu Urea 3 bagian dan Biotron 1 bagian.



Gambar 28 Penerapan Biotron pada tanaman padi produksi 6.6 ton/ha dan efisiensi pupuk urea 100 kg/ha di Kabupaten Tanah Laut

(Sumber: Budiono dan Sujayadi, 2024)

## Budi Daya Padi Ramah Lingkungan

Menuju Pertanian Lebih Baik



Gambar 29 Penerapan Biotron pada tanaman padi yang mampu meningkatkan produktivitas 36.4% atau dari 5.8 menjadi 7.0 ton/ha di Kabupaten Tabalong

(Sumber: Budiono dan Hotim, 2023)



## **BAB 4.**

# **PESTISIDA NABATI**

Pestisida nabati (Pesnab) merupakan pestisida organik yang bahannya berasal lingkungan sekitar, bahkan dapat ditanam di sekitar lahan pertanian. Namun, keampuhan pesnab yang dibuat tidak seefektif pestisida yang dibeli di toko pertanian. Hal ini karena daya kelarutan bahan aktif pesnab yang diterapkan para petani masih rendah. Selain itu, sejauh ini petani belum menambahkan bahan pelarut yang dapat meningkatkan efektivitas bahan aktif yang dibuat. Efektivitas Pesnab dalam mengendalikan hama dan penyakit tanaman juga tergantung pada pemilihan jenis bahan dan cara mengekstrak bahan aktif yang terkandung di dalam bahan pesnab. Hal ini memengaruhi optimalisasi penggunaan pesnab.

### **A. Karakteristik Bahan Alami untuk Pestisida Nabati**

Karakteristik bahan pesnab, kandungan, dan bahan aktifnya memiliki kemampuan yang berbeda dalam mengendalikan berbagai hama dan penyakit tanaman secara optimal. Karakteristik pesnab ada tiga jenis. Pertama, mudah terurai di alam sehingga tidak meninggalkan residu bahan aktif dan tidak membahayakan jasad lain. Kedua, adanya perbedaan sifat insektisida pada jenis tumbuhan yang sama menurut sebaran geografis tanaman. Ketiga, daya persistensi yang pendek dan kadang-kadang kurang menguntungkan sehingga apabila dalam

keadaan populasi OPT yang tinggi perlu aplikasi yang berulang-ulang. Namun, memungkinkan dapat digunakan beberapa saat menjelang panen.

Pesnab sebenarnya adalah bahan penghalau/pengendali hama penyakit tanaman yang mengandalkan bahan aktif yang terkandung dalam daun, batang, akar, buah, dan biji tanaman. Bahan aktif tersebut bersifat organik yang tentunya persenyawaannya bersifat dinamis. Oleh karena itu, agar bahan aktif ini tidak mudah berubah atau bahkan hilang perlu distabilkan dengan cara dilarutkan dan distabilkan dengan bantuan bahan pelarut (alkohol, metanol, asam cair, larutan sabun colek), serta dikeringkan. Selanjutnya, bahan pesnab tersebut diproses menjadi bubuk atau nano partikel dan dilarutkan dengan bahan-bahan pelarut tersebut. Namun, proses ini akan menyebabkan penurunan kadar bahan aktif karena rusak atau sebagian hilang dalam proses. Sebaiknya bahan pesnab dalam bentuk segar langsung diproses sampai dalam bentuk jus/larutan ekstrak. Makin lama disimpan tentunya bahan aktifnya akan kian berkurang akibat penguraian menjadi senyawa lain.

## B. Cara Pembuatan Pestisida Nabati

Ekstrak bahan nabati ditambah bahan pelarut dan pengemulsi selain mengandung bahan aktif yang dapat berfungsi sebagai pengendali OPT, juga secara alami mengandung bahan-bahan lain. Salah satunya yaitu zat/enzim yang berfungsi sebagai pengurai. Agar tidak terjadi penguraian bahan aktif yang berfungsi sebagai bahan pengendali OPT oleh zat/enzim pengurai, maka diusahakan dapat menekan atau mematikan aktivitas enzim/zat pengurai tersebut.

Salah satu cara untuk menekan atau menghentikan aktivitas enzim/zat pengurai yaitu dengan menambahkan zat pelarut metanol/alkohol 70% atau asap cair 1-5 cc/l larutan bahan aktif. Agar dapat memperoleh bahan aktif pengendali OPT yang terdapat dalam tanaman secara maksimal, selain dengan cara menambahkan zat pelarut asap cair 0.1–0.5%, dapat ditambahkan pula zat pengemulsi latron atau sabun colek. Penambahan bahan pengemulsi bertujuan meningkatkan jumlah bahan aktif yang terkandung dalam bahan nabati yang dapat berfungsi mengendalikan OPT.

Langkah-langkah pembuatan bahan nabati pengendali OPT dengan bahan pelarut dan pengemulsi sebagai berikut:

1. Tumbuk atau giling bahan tumbuhan.
2. Campur dengan air, perbandingan 100 g bahan tumbuhan dalam 1 liter air.
3. Tambahkan 10 ml metanol/etanol (sebagai pelarut) atau 1–5 cc asap cair/l air dan 1–2 sendok makan sabun colek sebagai pengemulsi ke dalam larutan tersebut pada alat pembuat ekstrak (blender) atau wadah tertentu.
4. Biarkan ekstrak tersebut selama 30 menit, kemudian lakukan penyaringan.

## C. Manfaat Pestisida Nabati terhadap Pengendalian OPT

Bahan pesnab yang dapat dimanfaatkan adalah umbi/biji sekitar 25–50 g bahan per liter air; batang, daun, dan bunga sekitar 75–100 g per liter air. Cara pemanfaatannya yaitu dengan menyemprotkan cairan perasan tumbuhan pada tanaman yang terserang atau dengan pengasapan (pembakaran bagian tanaman yang mengandung bahan insektisida), misalnya daun *Achasma walang* (Zingiberaceae).

Penggunaan pesnab dalam pengendalian hama dan penyakit tanaman memberikan beberapa manfaat sebagai berikut:

1. Dapat menciptakan lingkungan yang aman dari bahan kimia dan menghasilkan produk yang sehat dan aman untuk dikonsumsi;
2. Aman bagi manusia, hewan karena bahan aktif yang digunakan mudah terurai di alam (*biodegradable*);
3. Tidak menyebabkan residu dan aman cemaran di air dan tanah;
4. Pemakaian dengan dosis tinggi masih relatif aman;
5. Tidak mudah menyebabkan resistensi hama;
6. Kesehatan tanah lebih terjaga dan dapat meningkatkan bahan organik tanah; dan
7. Keberadaan musuh alami dapat dipertahankan.

Pesnab dapat berbahan aktif tunggal dan majemuk. Selain itu, memiliki khasiat atau fungsi sebagai penghambat nafsu makan (*antifeedant*), penolak (*repellent*), penarik (*attractant*), penghambat perkembangan, penurun keperiduan, pengaruh langsung sebagai racun, dan pencegah peletakan telur. Berikut ini disajikan jenis tanaman yang dimanfaatkan sebagai bahan pesnab.



Tabel 4 Jenis tanaman yang dimanfaatkan sebagai bahan pestisida nabati

No	Jenis tanaman	Bahan yang digunakan	Kandungan zat, status	Gambar
1	Bababotan ( <i>Ageratum conyzoides</i> L.)	Daun, bunga, batang, dan akar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saponin, flavonoid, polifenol, dan minyak asiri</li> <li>• Insektisida racun perut</li> </ul>	
2	Bengkuang ( <i>Pachyrhizus erosus</i> Urban)	Biji polong	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pachyrrizid (rotenoid)</li> <li>• Insektisida racun penghambat metabolisme dan sistem saraf yang bekerja perlahan.</li> </ul>	

Tabel 4 Jenis tanaman yang dimanfaatkan sebagai bahan pestisida nabati (lanjutan)

No	Jenis tanaman	Bahan yang digunakan	Kandungan zat, status	Gambar
3	Tuba ( <i>Derris elliptica</i> (Roxb) Benth)	Akar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rotenon</li> <li>• Racun kontak dan racun perut</li> </ul>	
4	Selasih ungu ( <i>Ocimum sanctum</i> )	Daun	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanin, saponin, flavonoid, dan metil eugenol</li> <li>• Insektisida pemikat</li> </ul>	

Tabel 4.Jenis tanaman yang dimanfaatkan sebagai bahan pestisida nabati (lanjutan)

No	Jenis tanaman	Bahan yang digunakan	Kandungan zat, status	Gambar
5	Selasih hijau ( <i>Ocimum sanctum</i> )	Daun	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanin, saponin, flavonoid, dan metil eugenol</li> <li>• Insektisida pemikat</li> </ul>	
6	Daun wangi ( <i>Melaleuca bracteata</i> L.)	Daun	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metil eugenol</li> <li>• Insektisida pemikat</li> </ul>	

Tabel 4 Jenis tanaman yang dimanfaatkan sebagai bahan pestisida nabati (lanjutan)

No	Jenis tanaman	Bahan yang digunakan	Kandungan zat, status	Gambar
7	Sirsak ( <i>Annona muricata</i> L.)	Daun dan biji	<ul style="list-style-type: none"><li>• Annonain</li><li>• Insektisida penolak, penghambat makan, racun kontak, dan racun perut</li></ul>	
8	Srikaya ( <i>Annona squamosa</i> L.)	Biji	<ul style="list-style-type: none"><li>• Annonain dan renin</li><li>• Racun kontak, perut, penolak dan penghambat makan</li></ul>	

Tabel 4 Jenis tanaman yang dimanfaatkan sebagai bahan pestisida nabati (lanjutan)

No	Jenis tanaman	Bahan yang digunakan	Kandungan zat, status	Gambar
9	Mimba ( <i>Azadirachta indica</i> A.Juss)	Daun dan biji	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Azadirachtin, meliantriol, salanin dan nimbin</li> <li>• Insektisida, bakterisida, fungisida, nematisida, molusksida dan sebagai penghambat pertumbuhan</li> </ul>	
10	Mindi ( <i>Melia azederach</i> L.)	Daun dan biji	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Azadirachtin, meliantriol, salanin dan nimbin</li> <li>• Insektisida, bakterisida, fungisida, nematisida, molusksida, dan sebagai penghambat pertumbuhan</li> </ul>	

Tabel 4 Jenis tanaman yang dimanfaatkan sebagai bahan pestisida nabati (lanjutan)

No	Jenis tanaman	Bahan yang digunakan	Kandungan zat, status	Gambar
11	Seraí ( <i>Andropogon nardus</i> L.)	Daun dan batang	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Senyawa sitral, sitronela, geraniol, mirena , nerol, farnesol, metil heptenon dan dipentena</li> <li>• Penyebab desikasi pada tubuh serangga (apabila serangga terluka, maka serangga akan terus-menerus kehilangan cairan tubuhnya)</li> </ul>	
12	Saga ( <i>Abrus precatorius</i> L.)	Biji	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanin dan toksalbumin</li> <li>• Insektisida kontak/racun perut</li> </ul>	

Tabel 4 Jenis tanaman yang dimanfaatkan sebagai bahan pestisida nabati (lanjutan)

No	Jenis tanaman	Bahan yang digunakan	Kandungan zat, status	Gambar
13	Lada/Sahang ( <i>Piper nigrum</i> L.)	Biji	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alkaloid, metilpiroli , piperovatin, kavinsin, piperidin, dan piperin</li> <li>• Insektisida kontak/racun perut, fungisida dan nematisida</li> </ul>	
14	Sembung ( <i>Blumea balsamifera</i> (L.) DC.	Biji	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Borneol, sineol, limonen dan D.M. eter floro asetofenon</li> <li>• Moluskisida</li> </ul>	

Tabel 4 Jenis tanaman yang dimanfaatkan sebagai bahan pestisida nabati (lanjutan)

No	Jenis tanaman	Bahan yang digunakan	Kandungan zat, status	Gambar
15	Mahagoni ( <i>Swietenia mahagoni</i> )	Daun dan biji	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alkaloid, flavonoid, saponin, steroid/terpenoid, dan fenol</li><li>• Insektisida penghambat makan dan racun perut</li></ul>	

Sumber: Budiono (2020)



## BAB 5.

# KEUNGGULAN BUDI DAYA PADI RAMAH LINGKUNGAN

Budi daya padi ramah lingkungan memiliki beberapa keunggulan yang signifikan, terutama dalam konteks efisiensi, produktivitas, keberlanjutan, dan dampak lingkungan. Inti dari budi daya padi ramah lingkungan adalah jurus optimalisasi anakan produktif (Opsianif), penggunaan Biotron, dan pestisida nabati untuk pengendalian OPT.

Beberapa keunggulan budi daya padi ramah lingkungan, yaitu mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia sehingga meningkatkan efisiensi pupuk. Selain itu juga hemat air, mempercepat pemulihan kesehatan lahan, meremediiasi tanah-tanah yang tercemar bahan-bahan kimiawi, dan menyediakan hara yang dibutuhkan tanaman sesuai dengan fase pertumbuhan tanaman.

Berikutnya, beberapa metode seperti pengelolaan tanaman yang tepat dapat mengurangi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari lahan sawah. Hal ini membantu mengurangi jejak karbon dari produksi padi. Penggunaan pestisida nabati (pesnab) dapat mendukung keanekaragaman hayati lokal dan dapat membantu mengendalikan hama penyakit tanaman secara alami.

Padi yang dibudidayakan dengan metode ramah lingkungan sering kali bebas dari residu bahan kimia berbahaya. Ini meningkatkan kualitas dan keamanan pangan yang penting untuk konsumen. Sebagaimana diamanatkan dalam Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang

Pangan yang mengatur keamanan pangan. Sebagi contoh, keamanan pangan bertujuan menjaga pangan agar tetap aman, higienis, bermutu, bergizi, dan tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya masyarakat. Selain itu, ketersediaan bahan pangan yang sehat untuk tumbuh kembang anak-anak generasi penerus Indonesia dapat terjaga.

Dengan mengintegrasikan prinsip-prinsip ramah lingkungan dalam budi daya padi, tidak hanya diperoleh hasil yang lebih baik secara berkelanjutan tetapi juga berkontribusi pada pelestarian lingkungan untuk generasi mendatang.

## DAFTAR BACAAN

- Ahuja SC, Srivastava MP. (1990). Stem rot of paddy, a review. Agric. Rev. 11(2):61–78.
- Budiono, (2010). Bunga Rampai Teknologi Pertanian Madani. Lembaga Insan Indonesia Sejahtera. Malang.
- Budiono, (2016). Pengaruh pemberian Suplemen ZPT BMT pada padi Lahan Rawa Desa Mlangi, Widang, Kabupaten Tuban. Dokumen Makalah Ilmiah Temu teknologi di BPTP Jawa Timur 2017.
- Budiono, (2012). Pengaruh pemberian Suplemen ZPT BMT pada padi Lahan Kering Desa Mawarbang Kecamatan Kedungpring Kabupaten Lamongan. Dokumen Makalah Ilmiah.
- Budiono, (2015). Pengaruh pemberian Suplemen ZPT BMT pada padi Ir 64 Desa Sidomulyo, Kusan Hulu, Tanah Bumbu. Bappenas International Conference on Best Development Practices and policies. Jakarta. Hal. 5–15.
- Brigwater, A. (2018) Augmented reality: a vision for the future of manufacturing. Available at: <https://www.raconteur.net/manufacturing/augmented-reality-vision-manufacturing> (Accessed: 11 July 2019).
- Castilla, NP, Elazegui FA, Savary S. (1995). Inoculum efficiency in sheath blight as affected by contact frequency, leaf wetness regime, and nitrogen supply. Int. Rice Res. Notes 20(1), 38–39.

Handayani, D.P. (2014). Peningkatan viabilitas serbuk sari jagung dengan pemupukan NPK dan boron, dan pemanfaatannya dalam produksi benih hibrida. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Harliani, E.N., E.R. Palupi, D.S. Wahyudin. (2014). Potensi penyimpanan serbuk sari dalam produksi benih hibrida mentimun (*Cucumis sativus* L.) varietas KE014. J. Hort. Indonesia 5:104–117.

Hermann, M., Pentek, T. and Otto, B. (2016) ‘Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios’, in 2016 49<sup>th</sup> Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS). IEEE, pp. 3928–3937. doi: 10.1109/HICSS.2016.488.

Holil, M. (2019) Pendidikan Era Revolusi Industri 4.0 oleh MOH HOLIL Halaman all - Kompasiana.com.

Ho BL. (1975). Effects of bacterial leaf streak infection on rice plant and yield in relation to different nitrogen levels and times of inoculation. MARDI Bulletin 3:32–43.

[Malamed, C. \(2016\) 10 Definitions of Learning. Available at: Masganti, dkk. \(2018\). Inovasi Teknologi Lahan Rawa. IAARD Press. PT. Grafindo Persada. Depok.](http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/73139/Rahasia Memperbanyak Anakan Padi Sawah. (diakses 22 September 2019).</a></p></div><div data-bbox=)

Muyassir A., (2012). Efek Jarak tanam. Umur dan Terhadap Hasil Padi Sawah (*Oriza sativa* L.) Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Unsyiah, E-mail: [muyassiramin@gmail.com](mailto:muyassiramin@gmail.com). Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan, 1(1), 207–212.

- Ngugi, K., J. Cheserek, C. Muchira, G. Chemining'wa. (2013). Anthesis to silking interval usefulness in developing drought tolerant maize. *J. Renew. Agric.* 1: 84–90. Palupi Opina DS, Exconde BR. (1971). Assessment of yield loss due to bacterial leaf streak of rice. *Philippine Phytopathol.* 7:35–39.
- Rizka L.A.A., Basri Z, Made U. (2017). Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi (*Oriza sativa* L.) Terhadap Kebutuhan Nitrogen Menggunakan Bagan Warna Daun. *J Agroland* 24(2), 119–127.
- Saepudin (2019). Revolusi Industri 4.0, Apakah Itu? Dan Pengaruhnya Terhadap Dunia Pendidikan - Dinas Pendidikan Kabupaten Bandung Barat. Available at: <http://disdikkbb.org/?news=revolusi-industri-4-0-apakah-itu-dan-pengaruhnya-terhadap-dunia-pendidikan> (Accessed: 1 August 2019).
- Sebayang, H.T., A. Suryanto, T.I.D. Kurnia. (2010). Pengaruh pemberian kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) dan dosis pupuk N, P, K pada pertumbuhan dan hasil padi sawah (*Oryza sativa* L.). *J. Agron. Indonesia* 38: 192–198.
- Simarmata, J. et al. (2019) Tren dan Aplikasi: Strategi dan Inovasi dalam Pembelajaran. Denpasar: Jayapangus Press.
- Tahir, M., A. Ali, F. Khalid, M. Naeem, N. Fiaz, M. Waseem. (2012). Effect of foliar applied boron application on growth, yield and quality of maize (*Zea mays* L.). *Pak. J. Sci. Indust. Res.* 55: 117–121



## BIOGRAFI PENULIS



Penulis menyelesaikan pendidikan Program Studi Magister Manajemen dari STIE Mitra Indonesia Yogyakarta tahun 1999. Selanjutnya Program Studi Doktor Kajian Lingkungan dan Pembangunan, Universitas Brawijaya Malang tahun 2010–2015. Saat ini sedang menempuh Doktor Ilmu Lingkungan di Universitas Lambungmangkurat, Banjarmasin, 2022–sekarang.

Sejak tahun 2002–sekarang berkarir di lingkup pemerintahan diawali sebagai Penyuluh Pertanian Lapang (2002–2006); Pengawas Benih Tanaman (2006–2008); Koorlap Kebun Bibit UPT Dinas Pertanian dan Kehutanan Kota Batu (2008–2009); Mantri Tani (2009–2010); Koorlap Cukai Rokok Kota Batu (2010–2011); Fungsional Perencana Bidang Ekonomi BAPPEDA Kota Batu (2011–2014); Fungsional Penyusunan Program dan Kerjasama BBPP Binuang (2014–2016); Fungsional Widya Iswara Ahli Muda BBPP Binuang-Kementeran RI (2016–2020); Fungsional Widya Iswara Ahli Madya (1 Agustus 2020–sekarang).

Penghargaan yang pernah diterima yaitu UMKM Pangan Award Departemen Perdagangan RI (2008); 5 penghargaan dari ulayat adat Gamal, Wamena, Moone-Papua, Flores, Banten, (2008, 2009, 2012, 2015); penghargaan “The Best Development Practices and Policies” “Nawacita bidang Ketahanan Pangan” dari BAPPENAS RI (2015), dan beberapa kejuaraan lomba karya tulis ilmiah dan artikel ilmiah (1993, 1994, 2015).

Penulis juga berperan serta sebagai pengurus pusat Komisariat Kementerian Pertanian APWI (2022–2024) sebagai anggota bidang Standarisasi dan Sertifikasi Profesi Widya Iswara. Selain itu, juga sebagai Ketua Satuan Tugas Pelaksana Sistem Pengendalian Internal (SPI) BBPP Binuang (2019, 2020, 2021, dan 2022).

Sejak tahun 2001 telah menyusun 397 bahan ajar, modul, petlap pelatihan/bimtek/workshop; 11 draf buku (proses publish); 96 artikel ilmiah, makalah karya tulis ilmiah, buku prosiding, kumpulan abstrak ilmiah dan laporan hasil penelitian (1989, 1993, 1994, 2002–sekarang). Penulis memiliki MOTTO: “belajar dan bekerja adalah ibadah sepanjang hayat”.