

Prof. Dr. Kerista Tarigan, M. Eng. Sc.
Prof. Rikson Asman Fertiles Siburian, Ph.D.
Tua Raja Simbolon, S.Si. M.Si.



BUKU REFERENSI

PENGENDALIAN ORGANISME PENGANGGU TANAMAN PADI

**MENGGUNAKAN ASAP CAIR
DALAM SISTEM PHT**

Editor: Assoc.Prof.Dr.Lita Nasution,SP.M.Si
Layout: Althaf Danish

PENGENDALIAN ORGANISME
PENGANGGU TANAMAN PADI
MENGUNAKAN ASAP CAIR DALAM SISTEM PHT

Prof. Dr. Kerista Tarigan, M. Eng. Sc.,
Prof. Rikson Asman Fertiles Siburian, Ph.D;
Tua Raja Simbolon, S.Si. M.Si



Tahta Media Group

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

**PENGENDALIAN ORGANISME PENGGANGGU TANAMAN PADI
MENGUNAKAN ASAP CAIR DALAM SISTEM PHT**

Penulis:

Prof. Dr. Kerista Tarigan, M. Eng. Sc.,
Prof. Rikson Asman Fertiles Siburian, Ph.D;
Tua Raja Simbolon, S.Si. M.Si

Desain Cover:

Tahta Media

Editor:

Assoc. Prof. Dr. Lita Nasution, SP. M.Si

Proofreader:

Althaf Danish

Ukuran:

x, 260, uk: 15,5 x 23 cm

ISBN: 978-634-262-240-7

Cetakan Pertama:

Juli 2026

Hak Cipta 2026, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2026 by Tahta Media Group

All Right Reserved

PENERBIT TAHTA MEDIA GROUP

Perumahan Mitra Utama Residence 3 Blok A no 1, Sawahan, Tempel,
Kec. Gatak, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah 57557

email: tahtaliterasimedia@gmail.com

website: <http://store.tahtamedia.co.id/>

Anggota IKAPI (216/JTE/2021)

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga buku berjudul **“Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman Padi Menggunakan Asap Cair dalam Sistem PHT”** ini dapat disusun dan diselesaikan dengan baik.

Buku ini hadir sebagai respon terhadap tantangan pertanian modern, khususnya dalam pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) pada tanaman padi yang selama ini masih bergantung pada pestisida kimia sintetis. Dampak negatif penggunaan pestisida kimia terhadap lingkungan, kesehatan manusia, serta munculnya resistensi hama menjadi latar belakang penting dalam pengembangan alternatif yang lebih ramah lingkungan.

Asap cair sebagai hasil olahan biomassa merupakan salah satu inovasi yang memiliki potensi besar sebagai pestisida nabati. Buku ini membahas secara komprehensif mulai dari konsep dasar tanaman padi dan OPT, prinsip Pengendalian Hama Terpadu (PHT), karakteristik asap cair, mekanisme kerja, teknik produksi, hingga aplikasi di lapangan serta analisis ekonomi dan prospek pengembangannya.

Penyusunan buku ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang perlindungan tanaman dan pertanian berkelanjutan. Selain itu, buku ini juga diharapkan dapat menjadi referensi praktis bagi petani, penyuluh, mahasiswa, peneliti, serta pemangku kebijakan dalam mengimplementasikan teknologi ramah lingkungan.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam penyusunan buku ini, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa buku ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang konstruktif sangat diharapkan demi penyempurnaan di masa yang akan datang.

Semoga buku ini bermanfaat bagi pengembangan pertanian Indonesia yang berkelanjutan.

Langkat, 2026

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Permasalahan Pengendalian OPT Padi di Indonesia	2
B. Urgensi Pengendalian Ramah Lingkungan.....	5
BAB II TANAMAN PADI DAN ORGANISME PENGGANGGU	
TANAMAN (OPT)	9
A. Biologi dan Ekologi Tanaman Padi.....	9
B. Jenis-jenis OPT pada Tanaman Padi.....	13
C. Gejala Serangan OPT dan Cara Mengenalinya di Lapangan..	21
D. Pentingnya Pengendalian Terpadu dalam Budidaya Padi	26
E. Hama Utama pada Tanaman Padi.....	28
F. Penyakit Utama pada Tanaman Padi	44
G. Dampak Serangan OPT terhadap Produksi	63
BAB III KONSEP PENGENDALIAN HAMA TERPADU (PHT)....	71
A. Definisi dan Prinsip Dasar PHT	71
B. Komponen Pengendalian dalam PHT	78
C. Pengendalian Biologis.....	87
D. Pengendalian Mekanis dan Fisik.....	94
E. Pengendalian Kimia (Selektif)	103
F. Pengendalian Nabati (Bio-pestisida)	111
G. Strategi PHT pada Tanaman Padi.....	120
H. Keunggulan dan Tantangan PHT	129
I. Implementasi PHT di Tingkat Petani	137
BAB IV ASAP CAIR SEBAGAI PESTISIDA NABATI.....	146
A. Pengertian dan Sejarah Asap Cair.....	146
B. Bahan Baku dan Proses Pembuatan Asap Cair	153

C. Komponen Kimia Asap Cair.....	156
D. Sifat dan Karakteristik Asap Cair.....	158
E. Keunggulan dan Keterbatasan Asap Cair.....	159
BAB V MEKANISME KERJA ASAP CAIR DALAM	
PENGENDALIAN OPT.....	165
A. Aktivitas Antimikroba Asap Cair	166
B. Aktivitas Insektisida dan Repelan.....	167
C. Pengaruh terhadap Metabolisme Patogen.....	169
D. Pengaruh terhadap Perilaku Hama	170
E. Dampak terhadap Tanaman	171
BAB VI TEKNIK PRODUKSI DAN FORMULASI ASAP CAIR..	174
A. Teknologi Pirolisis Biomassa	175
B. Tahapan Produksi Asap Cair.....	176
C. Pemurnian dan Standarisasi	178
D. Formulasi dan Konsentrasi Aplikasi.....	179
E. Penyimpanan dan Stabilitas Produk.....	181
BAB VII TEKNIK APLIKASI.....	184
A. Waktu dan Frekuensi Aplikasi	185
B. Metode Aplikasi (Semprot, Benih, Tanah).....	186
C. Dosis dan Konsentrasi	188
D. Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi.....	190
E. Kesalahan Umum dan Cara Mengatasinya	191
BAB VIII INTEGRASI ASAP CAIR DALAM SISTEM	
PENGENDALIAN HAMA TERPADU (PHT).....	194
A. Kombinasi dengan Agen Hayati	195
B. Integrasi dengan Teknik Budidaya.....	196
C. Rotasi Tanaman dan Sanitasi Lahan.....	198
D. Sinergi dengan Teknologi Pertanian Modern.....	200
E. Model PHT Berbasis Asap Cair	201

BAB IX PENGGUNAAN ASAP CAIR DALAM SISTEM PHT	204
A. Efektivitas terhadap Hama.....	206
B. Efektivitas terhadap Penyakit.....	207
C. Perbandingan dengan Pestisida Kimia.....	210
BAB X <u>ANALISIS</u> EKONOMI DAN KELAYAKAN USAHA	213
A. Biaya Produksi Asap Cair	214
B. Keuntungan Usahatani	215
C. Efisiensi Penggunaan Pestisida	216
D. Peluang Usaha Asap Cair	218
E. Dampak Sosial dan Lingkungan	219
BAB XI <u>TANTANGAN</u> DAN SOLUSI IMPLEMENTASI	223
A. Kendala Teknis di Lapangan	223
B. Standarisasi Produk	225
C. Adopsi Teknologi oleh Petani.....	227
D. Peran Penyuluh dan Pemerintah.....	228
E. Strategi Pengembangan ke Depan	230
F. Penutup.....	232
BAB XII <u>INOVASI</u> DAN MASA DEPAN PENGENDALIAN	
OPT.....	233
A. Pengembangan Nano-Asap Cair	234
B. Integrasi dengan Precision Agriculture.....	235
C. Digital Farming dan Monitoring OPT	237
D. Arah Riset Masa Depan	238
E. Kontribusi terhadap Ketahanan Pangan	240
BAB XIII	243
PENUTUP.....	243
DAFTAR PUSTAKA	247
GLOSARIUM.....	250
INDEKS	255

DAFTAR SINGKATAN	257
PROFIL PENULIS.....	258

BAB I

PENDAHULUAN

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan komoditas pangan utama di Indonesia yang memiliki peran strategis dalam menjaga ketahanan pangan nasional. Sebagian besar penduduk Indonesia menjadikan beras sebagai sumber karbohidrat utama, sehingga stabilitas produksi padi menjadi sangat penting. Namun, dalam praktik budidayanya, tanaman padi menghadapi berbagai kendala, terutama serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) yang dapat menyebabkan penurunan hasil secara signifikan.

OPT pada tanaman padi mencakup hama seperti wereng cokelat (*Nilaparvata lugens*), walang sangit (*Leptocorisa oratorius*), serta penggerek batang (*Scirpophaga incertulas*), serta penyakit seperti blast (*Pyricularia oryzae*), hawar daun bakteri (*Xanthomonas oryzae*), dan busuk bulir (*Burkholderia glumae*). Serangan OPT tersebut tidak hanya menurunkan produktivitas, tetapi juga berdampak pada kualitas hasil panen dan stabilitas ekonomi petani (Kementerian Pertanian RI, 2020).

Selama ini, pengendalian OPT masih sangat bergantung pada penggunaan pestisida kimia sintetis. Meskipun efektif dalam jangka pendek, penggunaan pestisida kimia secara intensif telah menimbulkan berbagai dampak negatif, seperti pencemaran lingkungan, kematian organisme non-target, resistensi hama, serta residu berbahaya pada produk pertanian (Darmadji, 2020). Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengendalian yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Salah satu inovasi yang berkembang adalah pemanfaatan **asap cair (liquid smoke)** sebagai pestisida nabati. Asap cair merupakan

BAB II

TANAMAN PADI DAN ORGANISME PENGGANGGU TANAMAN (OPT)

A. BIOLOGI DAN EKOLOGI TANAMAN PADI

Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) merupakan salah satu komoditas strategis dalam sistem pertanian di Indonesia. Sebagai anggota famili Poaceae (rumput-rumputan), padi memiliki peran yang sangat vital karena menjadi sumber pangan utama bagi sebagian besar penduduk. Ketergantungan yang tinggi terhadap beras menjadikan keberlanjutan produksi padi sebagai isu yang tidak hanya berkaitan dengan sektor pertanian, tetapi juga menyangkut aspek sosial, ekonomi, dan ketahanan nasional.

Secara biologis, tanaman padi memiliki karakteristik morfologi yang khas dan adaptif terhadap lingkungan perairan. Struktur utama tanaman ini terdiri atas akar, batang, daun, bunga, dan biji (gabah). Sistem perakarannya berupa akar serabut yang berkembang dari pangkal batang. Akar ini memiliki kemampuan beradaptasi pada kondisi tanah jenuh air atau tergenang, yang merupakan ciri khas sistem budidaya sawah. Adaptasi ini didukung oleh adanya jaringan aerenkima, yaitu jaringan berongga yang memungkinkan pertukaran oksigen dari bagian atas tanaman ke akar, sehingga akar tetap dapat berfungsi meskipun berada dalam kondisi anaerob.

Batang padi berbentuk silindris, berongga, dan tersusun atas ruas (internodus) dan buku (nodus). Pada setiap buku tumbuh daun dan potensi anakan (tiller). Kemampuan tanaman padi untuk

BAB III

KONSEP PENGENDALIAN HAMA TERPADU (PHT)

A. DEFINISI DAN PRINSIP DASAR PHT

Pengendalian Hama Terpadu (PHT) merupakan salah satu pendekatan terpenting dalam pengelolaan tanaman modern karena menempatkan pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) tidak semata-mata sebagai kegiatan membasmi hama, melainkan sebagai upaya menjaga keseimbangan ekosistem pertanian. PHT lahir dari kebutuhan untuk mencari sistem pengendalian yang lebih aman, lebih efisien, dan lebih berkelanjutan dibandingkan penggunaan pestisida kimia secara terus-menerus. Dalam praktik pertanian tradisional, petani sering kali mengandalkan pestisida sebagai solusi utama ketika serangan hama muncul. Cara ini memang dapat memberikan hasil cepat dalam jangka pendek, tetapi jika digunakan berlebihan dan tidak tepat sasaran, dampaknya dapat merugikan tanah, air, kesehatan manusia, serta keberadaan musuh alami yang sebenarnya sangat membantu dalam mengendalikan hama secara alami.

Secara umum, PHT dapat dipahami sebagai sistem pengelolaan OPT yang memadukan berbagai metode pengendalian, seperti metode biologis, kultur teknis, mekanis, fisik, dan kimia, secara serasi dan saling mendukung. Tujuan utamanya bukan untuk memusnahkan seluruh populasi hama, karena hal tersebut hampir mustahil dilakukan dan justru dapat merusak keseimbangan alam. Sebaliknya,

BAB IV

ASAP CAIR

SEBAGAI PESTISIDA NABATI

A. PENGERTIAN DAN SEJARAH ASAP CAIR

Asap cair atau *liquid smoke* merupakan salah satu produk olahan biomassa yang banyak mendapat perhatian dalam bidang pertanian, pangan, dan lingkungan karena memiliki sifat fungsional yang cukup luas. Secara sederhana, asap cair adalah cairan hasil kondensasi asap yang berasal dari proses pirolisis bahan organik, terutama bahan yang kaya lignoselulosa seperti kayu, tempurung kelapa, sekam padi, serbuk gergaji, bambu, dan limbah pertanian lainnya. Pirolisis adalah proses pemanasan bahan organik pada suhu tinggi dalam kondisi oksigen yang sangat terbatas atau bahkan tanpa oksigen. Dalam kondisi tersebut, bahan tidak terbakar sempurna, melainkan terurai menjadi gas, uap, dan residu padat. Uap yang dihasilkan kemudian didinginkan sehingga membentuk cairan yang dikenal sebagai asap cair.

Secara kimia, asap cair mengandung berbagai senyawa aktif yang berasal dari hasil degradasi komponen utama biomassa, yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Senyawa-senyawa tersebut antara lain fenol, asam organik, aldehid, keton, dan berbagai turunan hidrokarbon. Kombinasi senyawa inilah yang menyebabkan asap cair memiliki sifat antimikroba, antioksidan, insektisida, dan pengawet. Karena karakteristik tersebut, asap cair tidak hanya digunakan dalam

BAB V

MEKANISME KERJA ASAP CAIR DALAM PENGENDALIAN OPT

Asap cair merupakan salah satu bahan alami hasil pirolisis bahan organik yang banyak dikembangkan sebagai alternatif pengendali organisme pengganggu tanaman (OPT). Dalam beberapa tahun terakhir, perhatian terhadap asap cair meningkat karena sifatnya yang relatif ramah lingkungan, mudah diperoleh dari bahan lokal, serta memiliki banyak senyawa aktif yang bermanfaat dalam perlindungan tanaman. Pada dasarnya, asap cair tidak hanya bekerja sebagai penghambat pertumbuhan mikroba, tetapi juga dapat memengaruhi perilaku hama serangga, menekan perkembangan patogen, dan bahkan memberikan dampak positif tertentu pada tanaman bila digunakan pada dosis yang tepat.

Penggunaan asap cair dalam pengendalian OPT menjadi menarik karena konsep kerjanya berbeda dari pestisida kimia sintetis yang umumnya hanya menargetkan satu titik sasaran. Asap cair mengandung berbagai senyawa bioaktif, terutama fenol, asam organik, dan senyawa karbonil. Ketiga kelompok senyawa ini bekerja secara sinergis, artinya saling menguatkan satu sama lain dalam menekan pertumbuhan dan aktivitas OPT. Karena sifat kerjanya yang beragam, asap cair juga lebih sulit ditoleransi oleh mikroorganisme maupun hama dibandingkan bahan pengendali yang hanya memiliki satu mekanisme kerja. Inilah salah satu alasan mengapa asap cair

BAB VI

TEKNIK PRODUKSI DAN FORMULASI ASAP CAIR

Asap cair merupakan salah satu hasil olahan biomassa yang memiliki nilai guna tinggi dalam bidang pertanian, terutama sebagai bahan pengendali organisme pengganggu tanaman (OPT) yang relatif ramah lingkungan. Agar asap cair dapat dimanfaatkan secara optimal, proses produksinya tidak boleh dilakukan secara sembarangan. Diperlukan pemahaman yang baik mengenai teknologi pirolisis, tahapan produksi, proses pemurnian, formulasi, cara aplikasi, serta penyimpanan produk. Seluruh tahapan tersebut akan sangat menentukan mutu akhir asap cair, baik dari segi kandungan senyawa aktif, keamanan penggunaan, maupun efektivitasnya di lapangan.

Pada dasarnya, kualitas asap cair sangat dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan, suhu proses, metode pengolahan, dan cara penyimpanan. Bahan baku yang berbeda akan menghasilkan komposisi kimia yang berbeda pula. Demikian juga, perbedaan suhu pirolisis dapat memengaruhi jumlah dan jenis senyawa yang terbentuk. Karena itu, produksi asap cair memerlukan pendekatan yang terukur agar produk yang dihasilkan benar-benar bermanfaat bagi pertanian dan tidak menimbulkan dampak negatif bagi tanaman maupun lingkungan.

BAB VII

TEKNIK APLIKASI

Keberhasilan penggunaan asap cair sebagai pestisida nabati tidak hanya ditentukan oleh mutu produk, tetapi juga oleh cara penerapannya di lapangan. Sebagus apa pun kualitas asap cair yang dihasilkan, hasilnya tidak akan maksimal apabila cara aplikasi, waktu penyemprotan, dosis, dan kondisi lingkungan tidak diperhatikan dengan baik. Oleh karena itu, teknik aplikasi menjadi bagian yang sangat penting dalam menentukan efektivitas asap cair dalam pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT).

Dalam praktik pertanian, aplikasi asap cair harus disesuaikan dengan kondisi tanaman, jenis OPT yang menyerang, fase pertumbuhan tanaman, serta cuaca di lapangan. Tanaman padi, misalnya, memiliki fase pertumbuhan yang berbeda-beda, mulai dari fase vegetatif hingga generatif, dan masing-masing fase memerlukan pendekatan pengendalian yang berbeda. Pada fase awal pertumbuhan, penggunaan asap cair lebih banyak diarahkan untuk pencegahan. Sementara itu, pada fase generatif, aplikasi lebih difokuskan untuk menekan hama dan penyakit yang menyerang bagian produktif tanaman, seperti malai dan bulir. Dengan demikian, teknik aplikasi yang tepat akan membantu meningkatkan efisiensi pengendalian sekaligus menjaga kesehatan tanaman secara keseluruhan.

BAB VIII

INTEGRASI ASAP CAIR DALAM SISTEM PENGENDALIAN HAMA TERPADU (PHT)

Pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) pada prinsipnya tidak dapat dilakukan hanya dengan mengandalkan satu cara saja. Dalam praktik pertanian modern, pengendalian yang efektif justru menuntut pendekatan yang lebih menyeluruh, terencana, dan berkelanjutan. Salah satu pendekatan yang banyak digunakan adalah Pengendalian Hama Terpadu atau PHT. Sistem ini menempatkan berbagai teknik pengendalian sebagai satu kesatuan yang saling melengkapi, bukan saling menggantikan. Di dalam kerangka PHT, asap cair memiliki posisi yang sangat menarik karena dapat digunakan sebagai pestisida nabati yang relatif ramah lingkungan, efektif, dan dapat dipadukan dengan berbagai metode pengendalian lainnya.

Integrasi asap cair dalam sistem PHT menjadi penting karena karakter asap cair sendiri cukup unik. Di satu sisi, asap cair memiliki kemampuan antimikroba dan repelensi terhadap hama. Di sisi lain, penggunaannya harus tetap bijaksana agar tidak mengganggu komponen pengendalian lain yang bersifat hayati atau alami. Oleh karena itu, keberhasilan penerapan asap cair tidak hanya ditentukan oleh mutu produknya, tetapi juga oleh kemampuan petani atau pengguna dalam menempatkannya secara tepat di dalam sistem pengendalian yang lebih luas. Dengan kata lain, asap cair bukan

BAB IX

PENGGUNAAN ASAP CAIR DALAM SISTEM PHT

Penggunaan asap cair sebagai pestisida nabati dalam pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) telah menjadi perhatian banyak peneliti dalam beberapa tahun terakhir. Perhatian ini muncul karena kebutuhan akan teknologi pengendalian yang lebih ramah lingkungan, aman bagi manusia, dan tetap efektif dalam melindungi hasil pertanian. Dalam konteks pertanian modern, asap cair dipandang sebagai salah satu inovasi yang menarik karena berasal dari bahan alami, mudah diperoleh, dan mengandung senyawa aktif yang dapat menekan hama maupun penyakit tanaman.

Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa asap cair bukan sekadar bahan alternatif, tetapi memiliki potensi nyata untuk diterapkan dalam sistem budidaya tanaman, khususnya padi. Di sisi lain, studi lapangan juga memperlihatkan bahwa penggunaan asap cair dapat diterima oleh petani apabila disertai teknik aplikasi yang tepat, pendampingan yang memadai, serta pemahaman yang baik mengenai manfaat dan keterbatasannya. Oleh karena itu, bab ini membahas hasil penelitian terkini, efektivitas asap cair terhadap hama dan penyakit, studi kasus penerapan di lapangan, serta perbandingan antara asap cair dan pestisida kimia.

Perkembangan penelitian mengenai asap cair menunjukkan arah yang semakin positif. Hal ini terlihat dari semakin banyaknya studi yang membahas efektivitas asap cair sebagai pestisida nabati, baik dalam skala laboratorium maupun di lapangan. Para peneliti

BAB X

ANALISIS EKONOMI DAN KELAYAKAN USAHA

Pengembangan asap cair sebagai pestisida nabati tidak hanya menarik dari sisi teknis dan ekologis, tetapi juga memiliki arti penting dari sisi ekonomi. Dalam dunia pertanian, sebuah teknologi akan lebih mudah diterima apabila manfaatnya terasa langsung oleh petani, baik dalam bentuk penghematan biaya, peningkatan hasil, maupun kemudahan produksi. Karena itu, analisis ekonomi menjadi bagian yang sangat penting untuk menilai apakah asap cair benar-benar layak dikembangkan sebagai usaha, digunakan secara mandiri oleh petani, atau dijadikan produk komersial yang bernilai jual.

Dari sudut pandang ekonomi, asap cair memiliki beberapa keunggulan mendasar. Bahan bakunya berasal dari limbah biomassa yang jumlahnya melimpah dan relatif murah, bahkan pada banyak tempat dapat diperoleh tanpa biaya besar. Proses produksinya juga dapat dilakukan dengan teknologi sederhana maupun semi-industri, sehingga tidak selalu membutuhkan investasi yang terlalu tinggi. Selain itu, produk ini mempunyai pasar yang terus berkembang seiring meningkatnya minat terhadap pertanian ramah lingkungan. Dengan kata lain, asap cair tidak hanya bermanfaat secara agronomis, tetapi juga memiliki peluang ekonomi yang cukup menjanjikan.

BAB XI

TANTANGAN DAN SOLUSI IMPLEMENTASI

Meskipun asap cair memiliki potensi besar sebagai pestisida nabati dalam sistem pertanian berkelanjutan, penerapannya di lapangan tidak selalu berjalan mulus. Seperti halnya inovasi teknologi pertanian lainnya, penggunaan asap cair menghadapi berbagai tantangan yang berkaitan dengan aspek teknis, kualitas produk, penerimaan petani, dukungan kelembagaan, hingga ketersediaan kebijakan yang mendukung. Tantangan-tantangan ini perlu dipahami secara menyeluruh agar solusi yang dirancang benar-benar sesuai dengan kondisi nyata di lapangan.

Implementasi asap cair tidak cukup hanya dengan mengetahui manfaatnya. Dalam praktik, keberhasilan teknologi sangat ditentukan oleh bagaimana bahan tersebut diproduksi, distandarkan, diajarkan, dan diadopsi oleh petani. Tanpa sistem pendukung yang baik, asap cair dapat kehilangan potensinya sebagai teknologi yang efektif. Oleh karena itu, bab ini membahas tantangan utama dalam implementasi asap cair serta strategi yang dapat dilakukan untuk mengatasinya secara bertahap dan berkelanjutan.

A. KENDALA TEKNIS DI LAPANGAN

Kendala teknis merupakan salah satu hambatan paling nyata dalam penerapan asap cair di tingkat petani. Kendala ini muncul sejak

BAB XII

INOVASI DAN MASA DEPAN PENGENDALIAN OPT

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang pertanian telah membawa perubahan besar dalam cara manusia mengelola organisme pengganggu tanaman (OPT). Jika pada masa lalu pengendalian OPT lebih banyak bergantung pada pestisida kimia sintetis, maka saat ini arah pengelolaan pertanian bergerak menuju pendekatan yang lebih cerdas, efisien, dan berkelanjutan. Dalam konteks tersebut, asap cair menjadi salah satu inovasi yang sangat menjanjikan karena berasal dari sumber daya lokal, relatif ramah lingkungan, dan memiliki potensi besar untuk dikembangkan lebih lanjut melalui teknologi modern.

Masa depan pengendalian OPT tidak lagi hanya bertumpu pada satu jenis teknologi, melainkan pada integrasi berbagai pendekatan yang saling mendukung. Asap cair, dengan kandungan senyawa aktif seperti fenol, asam organik, dan karbonil, dapat dipadukan dengan teknologi nano, pertanian presisi, digital farming, serta sistem monitoring berbasis data. Dengan demikian, pengendalian OPT dapat dilakukan secara lebih tepat sasaran, lebih hemat sumber daya, dan lebih aman bagi lingkungan. Bab ini membahas arah inovasi asap cair serta peluang pengembangannya di masa depan dalam mendukung sistem pertanian modern dan ketahanan pangan.

BAB XIII

PENUTUP

Pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) pada tanaman padi merupakan salah satu aspek paling penting dalam menjaga keberhasilan budidaya padi. Padi sebagai bahan pangan pokok bagi sebagian besar masyarakat Indonesia memiliki peran strategis, tidak hanya dalam menjamin ketersediaan pangan, tetapi juga dalam mendukung stabilitas ekonomi petani dan ketahanan pangan nasional. Oleh karena itu, setiap gangguan terhadap pertumbuhan dan hasil padi, baik yang disebabkan oleh hama, penyakit, maupun gangguan lingkungan, perlu ditangani dengan pendekatan yang tepat, efektif, dan berkelanjutan.

Selama bertahun-tahun, pestisida kimia sintetis menjadi pilihan utama dalam pengendalian OPT. Bahan ini memang memberikan hasil yang cepat dalam menekan populasi hama dan penyakit. Namun, penggunaan yang berlebihan dan tidak terkendali telah menimbulkan berbagai persoalan baru. Di antaranya adalah resistensi hama, yaitu kondisi ketika organisme pengganggu menjadi kebal terhadap pestisida; pencemaran tanah, air, dan udara; terganggunya keseimbangan ekosistem; serta munculnya residu bahan kimia pada produk pertanian yang berpotensi membahayakan kesehatan manusia. Kondisi ini menunjukkan bahwa pengendalian OPT tidak lagi dapat bergantung semata-mata pada pestisida kimia, melainkan perlu diarahkan pada solusi yang lebih aman, ramah lingkungan, dan berkelanjutan.

Dalam konteks tersebut, asap cair hadir sebagai salah satu inovasi yang menjanjikan. Asap cair merupakan hasil kondensasi dari proses

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. (2019). *Inovasi teknologi pertanian berkelanjutan*.
- Badan Riset dan Inovasi Nasional. (2022). *Roadmap inovasi pertanian berkelanjutan*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2018). *Pengembangan standar nasional Indonesia*.
- Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. (2019). *Teknologi budidaya padi terpadu*.
- Balai Penyuluhan Pertanian. (2021). *Pedoman penyuluhan pertanian*.
- Darmadji, P. (2020). *Teknologi asap cair*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Dinas Pertanian Kabupaten Langkat. (2023). *Laporan penggunaan asap cair pada tanaman padi*.
- Food and Agriculture Organization. (2018). *Digital agriculture and food security*.
- Food and Agriculture Organization. (2018). *Sustainable agriculture and pest management*.
- Hidayat, T., et al. (2021). Pengaruh asap cair terhadap patogen tanaman. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 25(2), 120–130.
- Hidayat, T., et al. (2021). Produksi dan pemanfaatan asap cair. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 22(1), 15–25.

- Istiqomah, I., Kusumawati, D. E., & Serdani, A. D. (2022). Inovasi aplikasi asap cair dan agens hayati sebagai upaya pengendalian serangan hama dan penyakit pada padi (*Oryza sativa* L.). *Buana Sains*, 22(1).
- Kaffah, E. V., Kusuma, M. R., Siswati, N. D., & Erliyanti, N. K. (2023). Asap cair dari daun jati sebagai pestisida untuk mengendalikan kutu putih: *Liquid smoke from teak leaves as pesticide to control whiteflies*. *Jurnal Rekayasa Bahan Alam dan Energi Berkelanjutan*, 7(1), 6–12. [DOI: **10.21776/ub.rb.aet.2023.007.01.02**]
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2020). *Pedoman pengendalian hama terpadu tanaman padi*. [Tanpa DOI pada daftar ini]
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2020). *Pedoman pertanian berkelanjutan*. [Tanpa DOI pada daftar ini]
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2020). *Pedoman pertanian ramah lingkungan*. [Tanpa DOI pada daftar ini]
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2021). *Transformasi pertanian menuju digital farming*. [Tanpa DOI pada daftar ini]
- Nurfadillah, Giyanto, K. H. Mutaqin, & Damayanti, T. A. (2022). Asap cair untuk pengendalian *Bulkholderia glumae* dan pemacu pertumbuhan benih padi. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 18(3), 134–144. [DOI: **10.14692/jfi.18.3.134-144**]
- Nurhayati, S., et al. (2023). Nano liquid smoke for plant protection. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 24(2), 101–110.

- Putri, A., et al. (2022). Efektivitas asap cair terhadap hama padi. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 26(1), 45–53.
- Rahman, F., et al. (2022). Antimicrobial activity of liquid smoke. *Jurnal Kimia Terapan Indonesia*, 24(2), 89–97;
- Rahmawati, D., et al. (2022). Kombinasi agen hayati dan asap cair. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 18(4), 210–220.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). New York: Free Press.
- Saputra, N. A., Komarayati, S., & Gusmailina. (2021). Komponen kimia organik lima jenis asap cair. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 39(1), 39–54. [DOI: 10.20886/jpjh.2021.39.1.39-54]
- Sari, N., et al. (2023). Pestisida nabati dalam pengendalian hama terpadu. *Jurnal Agroekoteknologi*, 11(1), 45–55.
- Suryani, E., et al. (2021). Dampak pestisida kimia dan alternatif nabati. *Jurnal Lingkungan Pertanian*, 5(2), 78–86.
- Syarief, M., Ferdiansyah, I., & Setiawan, P. (2024). Efektivitas senyawa bioaktif asap cair arang sekam terhadap hama walang sangit (*Leptocoryza oratorius* F.) pada tanaman padi (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Agroplant*, 7(2), 103–117. [DOI: 10.56013/agr.v7i2.3000]
- Untung, K. (2018). *Pengantar pengelolaan hama terpadu*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

GLOSARIUM

A

Agen Hayati: Organisme hidup (mikroba atau musuh alami) yang dimanfaatkan untuk mengendalikan organisme pengganggu tanaman (OPT).

Asam Organik: Senyawa kimia dalam asap cair yang bersifat asam dan berperan dalam aktivitas antimikroba serta pengawetan.

Asap Cair: Cairan hasil kondensasi asap dari proses pirolisis biomassa yang mengandung senyawa aktif seperti fenol, karbonil, dan asam organik yang berfungsi sebagai pestisida nabati.

Antifeedant: Senyawa yang menghambat atau mengurangi aktivitas makan hama pada tanaman.

Antimikroba: Sifat atau kemampuan suatu zat untuk menghambat atau membunuh mikroorganisme seperti bakteri dan jamur.

B

Bio-disinfektan: Bahan alami yang digunakan untuk menekan atau membunuh patogen tanpa merusak lingkungan.

Biomassa: Bahan organik yang berasal dari makhluk hidup (misalnya tempurung kelapa, kayu, sekam padi) yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan asap cair.

Blast (Penyakit): Penyakit utama pada padi yang disebabkan oleh jamur *Magnaporthe oryzae* yang menyerang daun, batang, dan malai.

Burkholderia glumae: Bakteri penyebab penyakit busuk bulir pada padi yang dapat menurunkan kualitas dan hasil panen.

C

Carbonyl (Karbonil): Senyawa kimia dalam asap cair yang berkontribusi terhadap aroma dan memiliki aktivitas biologis tertentu.

Cendawan Patogen: Mikroorganisme golongan jamur yang menyebabkan penyakit pada tanaman.

D

Disinfeksi: Proses pengurangan atau eliminasi mikroorganisme patogen pada permukaan atau media tertentu.

Dosis Aplikasi: Jumlah bahan yang digunakan dalam satuan tertentu pada suatu luas area atau volume.

E

Efektivitas: Tingkat keberhasilan suatu perlakuan dalam mencapai tujuan yang diinginkan, seperti pengendalian hama atau penyakit.

Ekosistem Pertanian: Sistem interaksi antara komponen biotik dan abiotik dalam lingkungan pertanian.

F

Fenol: Senyawa utama dalam asap cair yang memiliki sifat antiseptik dan berperan sebagai antimikroba.

Formulasi: Proses pencampuran bahan aktif dengan bahan tambahan untuk menghasilkan produk yang siap digunakan.

H

Hama: Organisme yang merusak tanaman dan menyebabkan kerugian ekonomi dalam pertanian.

Hawar Daun Bakteri: Penyakit pada padi yang disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas oryzae* yang menyebabkan daun menguning dan mati.

I

Insektisida Nabati: Pestisida yang berasal dari bahan alami tumbuhan yang digunakan untuk mengendalikan serangga hama.

Intensitas Serangan: Tingkat kerusakan tanaman akibat serangan hama atau penyakit dalam suatu populasi.

K

Konsentrasi: Perbandingan jumlah zat terlarut dalam larutan yang dinyatakan dalam persen atau satuan lain.

Ketahanan Pangan: Kondisi terpenuhinya kebutuhan pangan yang cukup, aman, dan bergizi bagi masyarakat.

M

Mikroorganisme: Organisme berukuran mikroskopis seperti bakteri, jamur, dan virus.

Musuh Alami: Organisme yang secara alami mengendalikan populasi hama, seperti predator, parasitoid, dan patogen.

P

Patogen: Mikroorganisme penyebab penyakit pada tanaman.

Pestisida Kimia: Bahan kimia sintetis yang digunakan untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman.

Pestisida Nabati: Pestisida yang berasal dari bahan alami seperti tumbuhan atau hasil olahannya.

Pirolisis: Proses pemanasan biomassa pada suhu tinggi tanpa oksigen untuk menghasilkan asap cair, arang, dan gas.

Produksi Tanaman: Hasil panen yang diperoleh dari kegiatan budidaya tanaman.

Pengendalian Hama Terpadu (PHT): Strategi pengendalian OPT yang mengintegrasikan berbagai metode secara terpadu untuk menjaga keseimbangan ekosistem.

R

Repelan: Zat yang berfungsi untuk menolak atau mengusir hama dari tanaman.

Resistensi Hama: Kemampuan hama untuk bertahan terhadap pestisida akibat penggunaan berulang dalam jangka panjang.

S

Sanitasi Lahan: Upaya menjaga kebersihan lahan dari sisa tanaman atau sumber inokulum patogen.

Standarisasi Produk: Proses penetapan standar mutu suatu produk agar konsisten dan aman digunakan.

T

Tanaman Padi (*Oryza sativa*): Tanaman pangan utama penghasil beras yang menjadi sumber karbohidrat utama di Indonesia.

Teknologi Pertanian: Penerapan ilmu pengetahuan dan teknik dalam kegiatan pertanian untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas.

V

Vigor Tanaman: Tingkat kekuatan dan pertumbuhan tanaman yang mencerminkan kesehatan dan kemampuan memproduksi.

W

Walang Sangit (*Leptocorisa oratorius*): Hama utama padi yang menyerang bulir dan menyebabkan penurunan kualitas gabah.

Wereng: Serangga hama padi yang menghisap cairan tanaman dan dapat menjadi vektor penyakit.

INDEKS

A

Agen hayati, 93, 94, 127, 198
Antifeedant, 261
Antimikroba, viii, 169, 261
Asap cair, iv, 2, 5, 6, 11, 63, 116,
117, 120, 122, 138, 144, 149,
150, 151, 152, 154, 155, 156,
159, 161, 162, 163, 166, 168,
169, 171, 174, 175, 177, 182,
183, 184, 185, 189, 195, 196,
198, 200, 202, 205, 207, 211,
212, 215, 216, 221, 224, 225,
230, 235, 237, 242, 245, 246,
248, 259

B

Bio-disinfektan, 261
Biomassa, viii, 178, 180, 261
Burkholderia glumae, 1, 2, 59,
60, 170, 212, 249, 261

D

Disinfeksi, 262

E

Efektivitas, ix, 103, 104, 131,
193, 210, 212, 260, 262

F

Formulasi, viii, 182, 183, 262

H

Hama padi, 210

Hawar daun bakteri, 19, 26, 53

K

Karbonil, 262
Konsentrasi, viii, 120, 175, 182,
183, 190, 191, 194, 251, 263

M

Mikroorganisme, 93, 199, 262,
263
Musuh alami, 77

P

Patogen, viii, 19, 172, 262, 263
Pengendalian Hama Terpadu
(PHT), iv, 2, 4, 6, 9, 16, 34, 39,
45, 57, 64, 72, 74, 81, 90, 97,
106, 114, 123, 132, 140, 151,
174, 210, 248, 264
Pestisida kimia, 87, 115, 154,
215, 216
Pestisida nabati, 119, 128, 260
Pirolisis, viii, 149, 158, 178, 185,
263
Produksi padi, 23

R

Repelan, viii, 170, 171, 264

S

Sanitasi lahan, 56, 62, 85, 101,
102, 105, 202
Standarisasi produk, 229

T

Tanaman padi, 11, 12, 16, 21,
30, 43, 61, 123, 127, 187

W

Walang sangit, 18, 35, 36, 40,
68

Wereng, 17, 31, 32, 35, 265

DAFTAR SINGKATAN

BBPadi	: Balai Besar Penelitian Tanaman Padi
BRIN	: Badan Riset dan Inovasi Nasional
FAO	: Food and Agriculture Organization
IPM	: Integrated Pest Management (Pengendalian Hama Terpadu)
Kementan	: Kementerian Pertanian Republik Indonesia
OPT	: Organisme Pengganggu Tanaman
PHT	: Pengendalian Hama Terpadu
PPM	: Parts per million
SNI	: Standar Nasional Indonesia
WHO	: World Health Organization

PROFIL PENULIS



Prof. Dr. Kerista Tarigan, M.Eng.Sc,

Dalam bidang Teknologi Material Elektronik, lahir pada 3 Feberuari 1960 di Munte Kabupaten Karo. Anak ke-empat dari tujuh bersaudara dan satu-satunya pria dari pasangan keluarga N Tarigan Sahing (almarhum) dengan ibu N beru Sitepu (almarhumah). Pendidikan, Tamat Sekolah Dasar di SD 10 Kabanjahe Tahun 1972, SMP Negeri Kabanjahe Tahun 1972, SMA Negeri Kabanjahe Jurusan IPA Tahun 1979, Sarjana (Drs.) lulusan dari Departemen Fisika USU thn 1984 bidang Energi, Magister Fisika (M.Eng.Sc.), lulusan dari Pascasarjana UI tahun 1989 program studi Opto Elektronika dan Aplikasi Laser (Kerjasama Universitas Indonesia dan TIT Jepang), dan Doktor (Dr.) lulusan USU kerjasama dengan Auburn University, USA dalam program Sandwich, lulus tahun 2009 dalam bidang Kimia dengan konsentrasi Fisikokimia dengan topik Pembuatan dan Pembangkit Medan Elektrik Kuat Sebagai Sumber Pemicu Proses Electroporasi. Sampai sekarang, sudah mengabdikan selama 40 tahun lebih sebagai staf pengajar di Departemen Fisika, Magister dan Doktor Fisika USU. Beberapa mata kuliah yang diampu yakni, Elektronika Dasar, Elektronika Industri, Sistem Kontrol, Digital Kontrol, Fisika Matematik, Semikonduktor dan Superkonduktor, Fisika Komputasi, Metode Komputasi dan permodelan, Citra Digital, dan Sains dan Teknologi Nano. Menjabat Sebagai Kepala Laboratorium pada Laboratorium Elektronika Lanjutan USU, Ketua organisasi profesi Physical Society of Indonesia (PSI) Cabang Sumut periode 2021-2025, dan sebagai Wakil Ketua PUI Karbon dan Kemasyarakatan di USU periode 2025. Penghargaan yang telah diperoleh, sebagai Pemenang Pertama Pemakalah Fisika pada Semirata Tahun 2012 di Medan, sebagai *invited speaker* dan *reviewer* pada kegiatan International Conference.

Penerima anugrah Satyalancana X,XX, dan XXX Tahun. Penelitian yang telah di publikasi pada jurnal yang terindek Scopus baik yang didanai oleh DRPM, Talenta USU, Equity, dan sebagainya, diantaranya adalah Pembuatan dan aplikasi grafena berbasis biomassa dengan aplikasi elektroda, baterai, sensor, superkapasitor, dan sebagainya.



Prof. Rikson Asman Fertiles Siburian, Ph.D dilahirkan di Tapanuli Utara, Sumatera Utara, 4September 1974. Penulis adalah anak pertama dari enam bersaudara dari pasangan Bapak Pdt. Drs. R.A. Siburian dan Ibu R. Silaban (Almarhumah). Penulis merupakan lulusan S1 Kimia-FMIPA USU (1998); S2 Kimia, Pascasarjana-USU (2001) dan S3 *Pure and Applied Science*-Tsukuba, Jepang (2013). Penulis saat ini sebagai Guru Besar tetap dan staf

pengajar di Kimia Analitik, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara (USU Medan Indonesia). Penulis mengampuh berbagai mata kuliah yang berhubungan dengan Kimia Analitik antara lain Analisa Kualitatif, Kuantitatif, Instrumen, Lingkungan, Analisa Makanan dan Minuman dan Analisa Otomatisasi. Penulis pernah memenangkan berbagai hibah penelitian DIKTI, diantaranya Hibah Bersaing, Hibah Pekerti, Hibah Fundamental dan Hibah Kompetensi. Penulis memiliki berbagai publikasi yang terpublikasi di ACS Journals dan terindeks scopus lainnya. Penulis juga memiliki buku yang telah terpublikasi secara nasional maupun internasional. Penulis menekuni bidang kimia analitik dan material mulai sejak S1(1998-saat ini), khususnya dibidang material karbon. Penulis telah melakukan berbagai penelitian tentang grafena dan mengumpulkan data-data tersebut dalam publikasi diantaranya melalui buku. Penulis akan terus terinisiasi dan berperan aktif untuk melahirkan dan menciptakan karya-karya terbaik buat kemajuan IPTEK baik nasional maupun global.



Tua Raja Simbolon, S.Si., M.Si.

Penulis lahir di Medan, 15 November 1972. Penulis menyelesaikan program sarjanannya pada Program Studi S1 Fisika dalam peminatan Fisika Instrumentasi FMIPA Universitas Sumatera Utara (USU) pada tahun 1997, melanjutkan S2 di Program Studi Fisika Institut Teknologi Bandung (ITB) dalam peminatan Fisika Material Elektronik dan lulus pada tahun 2001 sekaligus menjadi dosen tetap PNS di Program Studi Fisika USU, dan sejak tahun 2025 melanjutkan studinya pada Program Studi S3 Fisika USU dengan peminatan Fisika Material. Disamping karya tulis buku yang telah diterbitkan dengan judul Polimer : Ilmu Material (2007) dan Fisika Dasar (2018), penulis juga menulis jurnal terindeks SINTA dan SCOPUS. Sejak tahun 2021 hingga sekarang menjabat Kepala Laboratorium Instrumentasi Digital Program Studi Fisika Universitas Sumatera Utara.

Ketergantungan petani terhadap pestisida kimia dalam pengendalian hama dan penyakit tanaman padi telah menimbulkan berbagai dampak negatif, mulai dari pencemaran lingkungan hingga resistensi organisme pengganggu tanaman (OPT). Di tengah tantangan tersebut, diperlukan solusi inovatif yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Buku ini mengangkat asap cair sebagai alternatif pestisida nabati yang potensial dalam sistem Pengendalian Hama Terpadu (PHT). Disusun secara sistematis dan komprehensif, buku ini membahas berbagai aspek penting, mulai dari biologi tanaman padi, jenis-jenis OPT, konsep PHT, hingga teknologi produksi dan aplikasi asap cair di lapangan.

Tidak hanya bersifat teoritis, buku ini juga dilengkapi dengan hasil penelitian, studi kasus, analisis ekonomi, serta strategi implementasi di tingkat petani. Pembahasan disajikan dengan bahasa yang ilmiah namun tetap mudah dipahami oleh berbagai kalangan, termasuk petani, mahasiswa, penyuluh, dan praktisi pertanian.

Keunggulan buku ini terletak pada pendekatan integratif yang menggabungkan ilmu pengetahuan, teknologi, dan kondisi lokal, khususnya di wilayah pertanian Indonesia seperti Kabupaten Langkat. Selain itu, buku ini juga mengulas arah inovasi masa depan, termasuk pemanfaatan teknologi digital dan pertanian presisi.

Buku ini sangat cocok bagi Anda yang ingin memahami dan menerapkan teknologi pertanian ramah lingkungan, serta berkontribusi dalam mewujudkan ketahanan pangan yang berkelanjutan.

Saatnya beralih ke solusi alami untuk pertanian yang lebih sehat dan berdaya saing.

BUKU REFERENSI

PENGENDALIAN ORGANISME PENGANGGU TANAMAN PADI

**MENGUNAKAN ASAP CAIR
DALAM SISTEM PHT**



IKAPI
INSTITUT KEMASERVISAN

CV. Tahta Media Group

Sukoharjo, Jawa Tengah

Web : www.tahtamedia.co.id

Ig : tahtamedia group

Telp/WA : +62 896 5427 3996



9

786342

622407