



PERTANIAN dan MASA DEPAN

Tim Editor:
Bernatal Saragih
Panggulu Ahmad Ramadhani Utoro
Rahadian Adi Prasetyo
Qurratu Aini



Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

PERTANIAN DAN MASA DEPAN

**Fakultas Pertanian
Universitas Mulawarman**

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).

PERTANIAN DAN MASA DEPAN

Tim Editor:
Bernatal Saragih
Panggulu Ahmad Ramadhani Utoro
Rahadian Adi Prasetyo
Qurratu Aini



Cerdas, Bahagia, Mulia, Lintas Generasi.

PERTANIAN DAN MASA DEPAN

Tim Editor:
Bernatal Saragih
Panggulu Ahmad Ramadhani Utoro
Rahadian Adi Prasetyo
Qurratu Aini

Desain Cover : **Dwi Novidiantoko**
Sumber : www.pxhere.com

Tata Letak : **Amira Dzatini Nabila**

Proofreader : **Meyta Lanjarwati**

Ukuran : **xii, 343 hlm, Uk: 17.5x25 cm**

ISBN :
978-623-02-3845-1

Cetakan Pertama :
Desember 2021

Hak Cipta 2021, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2021 by Deepublish Publisher
All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang.
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT DEEPUBLISH
(Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA)

Anggota IKAPI (076/DIY/2012)

Jl.Rajawali, G. Elang 6, No 3, Drono, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman

Jl.Kaliurang Km.9,3 – Yogyakarta 55581

Telp/Faks: (0274) 4533427

Website: www.deepublish.co.id

www.penerbitdeepublish.com

E-mail: cs@deepublish.co.id

Bekerja sama dengan

Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Jl. Pasir Balengkong, Gn. Kelua, Kota Samarinda 75117, Kalimantan Timur, Indonesia

Telp. 0541-749159 ; 749352 ; 479314

Email : faperta@unmul.ac.id

KATA PENGANTAR

Buku berjudul *Pertanian dan Masa Depan* ini merupakan kumpulan artikel berdasarkan pemikiran para Dosen Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman. Hasil yang telah dirangkum dan dijadikan buku ini diharapkan dapat menambah wawasan dan pengetahuan khususnya di bidang pertanian kompleks.

Di dalam buku ini, terdapat tiga puluh satu artikel yang bersumber dari dosen atau akademisi di Faperta Universitas Mulawarman. Artikel-artikel tersebut kemudian di bagi menjadi 5 bagian/kelompok, yaitu Kelompok 1: Pertanian Masa Depan Berbasis Agrokompleks; Kelompok 2: Kebijakan Pangan; Kelompok 3: Keamanan dan Pangan Fungsional; Kelompok 4: Pengembangan Kawasan, Pembiayaan dan Kelembagaan Pertanian dan Kelompok 5: Pengembangan Peternakan Berbasis Sumber Daya Lokal.

Kelompok 1, memberikan informasi tentang potensi, tantangan, dan hambatan pertanian di masa depan. Mulai dari degradasi lahan, pengendalian gulma, hama, pemanfaatan bahan organik dalam menunjang pertanian juga dibahas dalam kelompok ini. Termasuk di dalamnya adalah prospek bioenergi, diversifikasi dan ketahanan pangan serta rekayasa dalam dunia pertanian.

Kelompok 2, membahas tentang kebijakan diversifikasi pertanian dan ketahanan pangan. Mulai dari kebutuhan pangan dan sistem logistik pangan. Strategi kebijakan ketahanan pangan pada masa depan juga dibahas dalam kelompok ini.

Kelompok 3, dalam bagian ini membahas sistem yang mengendalikan usaha pangan dalam praktik pengawasan mutu pangan. Potensi pangan fungsional dan pemanfaatan bahan pangan lokal, dan pemanfaatan limbah hasil pertanian sebagai sumber selulosa untuk bahan tambahan pangan.

Kelompok 4, pengembangan pertanian khususnya sektor perkebunan berbasis kawasan, kebutuhan modal dan pembiayaan pada sektor pertanian serta strategi penguatan kelembagaan penyuluhan dengan program kostratani.

Kelompok 5, bidang peternakan diulas dalam bahasan kelompok ini. Potensi dari ternak kerbau untuk substitusi kebutuhan daging sapi berbasis biodiversitas lokal Kalimantan Timur, potensi penggembalaan ternak di lahan

reklamasi pascatambang, integrasi antara ternak dan perkebunan sawit, sampai upaya untuk mengurangi stres terhadap hewan ruminansia di RPH juga dibahas dalam kelompok ini.

Tim editor menyampaikan rasa terima kasih kepada Dekan Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman atas kepercayaan yang diberikan untuk penyusunan *book chapter* jilid 2 ini dan kepada para kontributor atas sumbangsih pemikiran dalam bentuk artikel dalam buku ini.

Kami sadar bahwa masih banyak kekurangan dalam buku ini, kritik dan saran dari pembaca sangat kami perlukan untuk perbaikan di masa yang akan datang.

Samarinda, Oktober 2021
Ketua Tim Editor

Bernatal Saragih

SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS MULAWARMAN

Dalam perkembangannya pertanian merupakan sektor yang memiliki peranan vital dalam menunjang *SDGs (Sustainable Development Goals)* karena berhubungan langsung dengan kebutuhan akan pangan. Kebutuhan akan teknologi tepat guna untuk dapat memaksimalkan pengelolaan potensi sumber daya pada bidang pertanian kompleks. Reayasa proses sesuai dengan era Revolusi Industri 4.0 mulai dari hulu sampai hilir yang artinya mulai dari proses pengolahan lahan, proses penyiapan benih dan pemilihan bibit unggul untuk tanaman dan ternak, prospek pengembangan teknologi pembuatan pupuk sampai alat aplikatornya, teknologi *hybrid*, mekanisasi pertanian, teknologi pascapanen.

Integrasi yang diperlukan dalam sektor pertanian adalah tantangan yang harus dijawab dalam kondisi sekarang ini. Diharapkan setelah penerapan pertanian yang terintegrasi, dunia pertanian akan semakin berkembang dan skenario penerapan pertanian berkelanjutan dapat menunjang kebutuhan akan pangan di seluruh daerah di Indonesia.

Pertanian berkelanjutan adalah suatu proses yang bertujuan untuk mengembangkan berbagai teknologi tepat guna yang terintegrasi untuk mewujudkan siklus yang konsisten dalam produksi dan pencukupan kebutuhan masyarakat. Tentu dengan efisiensi energi yang digunakan dan efektivitas hasil yang didapatkan akan menambah profit bagi petani. Pengembangan teknologi ramah lingkungan, memenuhi keinginan konsumen dan terjamin dari segi mutu yang dihasilkan adalah perwujudan dari sistem pertanian terintegrasi. Kesejahteraan petani menjadi tujuan akhir dari sistem pertanian berkelanjutan.

Sebagai penutup saya mengucapkan terima kasih kepada para penulis dan wakil dekan bidang akademik yang telah menginisiasi penulisan buku Faperta jilid 2 ini dengan judul *Pertanian dan Masa Depan*. Semoga buku ini memberikan manfaat dan dapat menambah informasi dan wawasan secara akademis dan regulasi untuk sektor pertanian.

Samarinda, Oktober 2021
Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Mulawarman

Rusdiansyah

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS MULAWARMAN	vii
DAFTAR ISI.....	ix

BAGIAN 1 PERTANIAN MASA DEPAN BERBASIS AGROKOMPLEKS - 1

<i>SMART FARMING</i> 4.0, PERTANIAN MASA DEPAN, POTENSI DAN HAMBATAN PENERAPANNYA	2
Alvera Prihatini Dewi Nazari	
PENGENDALIAN GULMA BERKELANJUTAN UNTUK PERTANIAN KONSERVASI.....	12
Encik Akhmad Syaifudin dan Ni'matuljannah Akhsan	
PERTANIAN MASA DEPAN	23
Mulyadi	
DINAMIKA PEMENUHAN KEBUTUHAN PANGAN DAN BIOENERGI DI MASA DEPAN	39
Odit Ferry Kurniadinata	
DEGRADASI TANAH TANTANGAN PERTANIAN MASA DEPAN	47
Ria Rachel Paranoan	
KOMPOS UNTUK PERTANIAN MASA DEPAN	53
Roro Kesumaningwati	
PEMANFAATAN CENDAWAN <i>METARHIZIUM ANISOLIAE</i> (METCHNIKOFF) SOROKIN UNTUK PENGENDALIAN SERANGGA HAMA.....	60
Abdul Sahid	

PENGENDALIAN ORGANISME PENGGANGGU TANAMAN MELALUI BUDIDAYA TANAMAN UNTUK PERTANIAN MASA DEPAN	71
Sopialena	
PENGENDALIAN TERPADU DAN PENGENDALIAN HAYATI TERHADAP ORGANISME PENGGANGGU TANAMAN UNTUK PERTANIAN MASA DEPAN.....	78
Sopialena	
SUMBER BAHAN ORGANIK DI LINGKUNGAN RUMAH DAN PERTANIAN, POTENSI UPAYA PEMANFAATAN BAHAN ORGANIK LOKAL.....	87
Suria Darma	
REKAYASA KEANEKARAGAMAN HAYATI RIZOSFER	104
Surya Sila	
IMPLEMENTASI PRAKTIK PERTANIAN YANG BAIK DALAM MENDUKUNG PERTANIAN BERKELANJUTAN	116
Syamad Ramayana	
PENTINGNYA PEMBIBITAN DALAM BUDIDAYA TANAMAN AREN GENJAH (<i>ARENGA PINNATA</i> MERR).....	124
Yetti Elidar	
AKUMULASI DAN DISTRIBUSI BAHAN KERING TANAMAN PADI LOKAL HUBUNGANNYA TERHADAP HASIL GABAH	139
Sadaruddin	
BIBIT UNGGUL DAN PERANANNYA DALAM PENINGKATAN PRODUKSI PERTANIAN SEJAK MASA REVOLUSI HIJAU HINGGA REVOLUSI GEN	146
Widi Sunaryo dan Nurhasanah	
BAGIAN 2 KEBIJAKAN PANGAN - 158	
STRATEGI KEBIJAKAN KETAHANAN PANGAN PADA MASA PANDEMI COVID-19 DI KALIMANTAN TIMUR	159
Tetty Wijayanti	
KEBUTUHAN PANGAN DAN SISTEM LOGISTIK PANGAN.....	168
Bernatal Saragih	

DIVERSIFIKASI PERTANIAN DAN KETAHANAN PANGAN PERTANIAN MASA DEPAN	176
Hadi Pranoto	
PEKARANGAN LESTARI SEBAGAI BENTUK PERTANIAN MASA DEPAN.....	186
Penny Pujowati	
BAGIAN 3 KEAMANAN DAN PANGAN FUNGSIONAL - 195	
PRAKTIK MENCENGANGKAN PELAKU USAHA PANGAN	196
Sulistyo Prabowo	
PANGAN FUNGSIONAL DALAM SKENARIO NUTRISI BERTEKNOLOGI TINGGI	205
Miftakhur Rohmah, Anton Rahmadi, Panggulu Ahmad Ramadhani Utoro dan Maghfirotin Marta Banin	
POTENSI UMBI-UMBIAN KHAS INDONESIA DALAM MENUNJANG KETAHANAN PANGAN DAN INDUSTRI PANGAN.....	223
Maulida Rachmawati, Yulian Andriyani, Nur Amaliah dan Maghfirotin Marta Banin	
LIMBAH HASIL PERTANIAN SEBAGAI SUMBER SELULOSA UNTUK BAHAN TAMBAHAN PANGAN	235
Agustu Sholeh Pujokaroni	
KOMPETENSI SAMPLING DALAM KEAMANAN DAN MUTU PANGAN SEGAR.....	244
Panggulu Ahmad Ramadhani Utoro, Miftakhur Rohmah, Anton Rahmadi dan Maghfirotin Marta Banin	
BAGIAN 4 PENGEMBANGAN KAWASAN PEMBIAYAAN DAN KELEMBAGAAN PERTANIAN - 265	
PENGEMBANGAN PERKEBUNAN BERBASIS KAWASAN	266
Achmad Zaini	
MODAL DAN PEMBIAYAAN DALAM PERTANIAN	277
Mursidah	

STRATEGI PENGUATAN KELEMBAGAAN PENYULUHAN MELALUI PROGRAM KONSTRATANI	284
--	-----

Dina Lesmana

**BAGIAN 5 PENGEMBANGAN PETERNAKAN BERBASIS SUMBER
DAYA LOKAL - 297**

POTENSI PENGEMBANGAN TERNAK KERBAU KALANG (<i>BABALUS BUBALIS</i>) SEBAGAI SUBSTITUSI DAGING MERAH (DAGING SAPI).....	298
---	-----

Suhardi dan Ari Wibowo

PENTINGNYA PENGGEMBALAAN TERNAK DI LAHAN REKLAMASI PASCATAMBANG.....	308
---	-----

Taufan Purwokusumaning Daru

SAPI BALI: PERANANNYA DALAM INTEGRASI SAPI-SAWIT	319
--	-----

H. Ibrahim

PENERAPAN KESEJAHTERAAN HEWAN DALAM UPAYA MENEKAN TINGKAT STRES PADA HEWAN RUMINANSIA BESAR DI RUMAH POTONG HEWAN	330
---	-----

Ari Wibowo dan Suhardi

BAGIAN 1

PERTANIAN MASA DEPAN BERBASIS AGROKOMPLEKS

PENGENDALIAN TERPADU DAN PENGENDALIAN HAYATI TERHADAP ORGANISME PENGGANGGU TANAMAN UNTUK PERTANIAN MASA DEPAN

Sopialena

Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Pendahuluan

Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) merupakan bagian besar dalam pengelolaan pertanian. OPT merupakan penghambat pertumbuhan yang akan menyebabkan terganggunya fisiologi tumbuhan yang selanjutnya mengakibatkan penurunan atau gagalnya panen. Hal ini tentu saja menjadi faktor yang sangat meresahkan petani. Pengendalian OPT yang paling umum dan cepat memberikan hasil adalah pengendalian secara kimiawi, hanya saja pengendalian ini saat ini menjadi cara yang kurang disukai atau menjadi pilihan terakhir untuk pengendalian OPT karena banyaknya dampak negatif yang ditimbulkannya, baik terhadap manusia maupun terhadap lingkungan. Membangun wawasan lingkungan yang berkelanjutan maka diperlukan pendekatan yang mempertimbangkan banyak sisi, terutama adalah pertimbangan sisi lingkungan itu sendiri yang tentu saja memasukan sisi-sisi lainnya sebagai bagian dari ekosistem dan menjadikannya sebagai pendekatan yang komprehensif.

Pengendalian Terpadu merupakan cara untuk mengendalikan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang berdasar pada pertimbangan ekologi serta efisiensi ekonomi menuju pengelolaan ekosistem yang berwawasan lingkungan yang berkelanjutan. Sasaran Pengendalian Terpadu adalah peningkatan produksi yang maksimal serta peningkatan penghasilan petani yang tinggi yang selanjutnya akan meningkatkan kesejahteraan petani.

Konsep konvensional terutama penggunaan pestisida kimiawi yang sudah berakar harus dirubah dan didobrak dengan memperbaiki dan mengembangkan pengendalian terhadap Organisme Pengganggu Tumbuhan menggunakan Konsep Pengendalian Terpadu. Penggunaan pestisida kimiawi di lapangan oleh petani yang selalu tidak tepat atau cenderung menggunakan dosis yang berlebih dari dosis anjuran sangat merugikan kesehatan manusia dan meninggalkan residu terhadap lingkungan serta merusak ekosistem yang sudah ada. Kerusakan lingkungan dan ekosistem ini tidak bias dibiarkan

begitu saja karena pada akhirnya akan merugikan secara total kepada kehidupan manusia. Kerugian yang sudah ditimbulkan terhadap manusia ini sudah dirasakan oleh kita dengan dampak-dampak buruk yang diakibatkan oleh pemakaian pestisida seperti pemicu penyakit kanker serta penyakit lainnya akibat buruk dari pemakaian pestisida kimiawi, juga menyebabkan terjadinya ledakan populasi hama atau resurgensi hama serta residu pestisida yang ditinggalkan pada lingkungan.

Prinsip pengaturan populasi organisme oleh mekanisme saling berkaitan antaranggota suatu komunitas pada jenjang tertentu juga terjadi di dalam agroekosistem yang dirancang manusia. Musuh alami sebagai bagian dari agroekosistem memiliki peranan menentukan dalam pengaturan dan pengendalian populasi hama. Sebagai faktor yang bekerjanya tergantung dari kepadatan yang tidak lengkap (*imperfectly density dependent*) dalam kisaran tertentu, populasi musuh alami dapat mempertahankan populasi musuh alami tetap berada di sekitar batas keseimbangan dan mekanisme umpan balik negatif. Kisaran keseimbangan tersebut dinamakan Planto Homeostatik. Di luar plato hemostatik musuh alami menjadi kurang efektif dalam mengembalikan populasi ke arah keseimbangan. Populasi hama dapat meningkat menjauhi kisaran keseimbangan akibat bekerjanya faktor yang bebas kepadatan populasi seperti cuaca dan akibat tindakan manusia dalam mengelola lingkungan pertanian. (Sunarn, 2021.)

Konsep Pengendalian Terpadu merupakan upaya yang dikembangkan pemerintah dalam rangka mengurangi penggunaan pestisida disektor pertanian. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 48/Permentan/OT.140/10/2009 menyebutkan bahwa Pengendalian Terpadu adalah upaya pengendalian serangan organisme pengganggu tanaman dengan teknik pengendalian dalam suatu kesatuan untuk mencegah timbulnya kerugian secara ekonomi dan kerusakan lingkungan hidup dan menciptakan pertanian yang berkelanjutan. Prinsip Pengendalian Terpadu meliputi pemanfaatan musuh alami, budidaya tanaman sehat, pengamatan berkala dan petani ahli Pengendali Terpadu. Pengendalian Terpadu berdampak positif terhadap ekonomi petani karena mampu mengurangi penggunaan pestisida serta meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani secara tidak langsung. (Nila, 2016).

Teknik manipulasi lingkungan merupakan cara yang cukup efektif dalam penggunaan musuh alami yaitu dengan cara menyediakan predator alternatif terhadap OPT ataupun penggunaan inang yang tahan serta memperkuat musuh alami dari OPT itu sendiri seperti penyediaan madu atau teknik budidaya yang dimodifikasi serta melakukan tindakan-tindakan

meminimalisasi dampak buruk akibat budidaya yang dilakukan petani. Semua cara pengendalian yang digunakan petani harus sinergis antara cara pengendalian satu dengan cara pengendalian lainnya.

Penerapan lebih dari satu cara pengendalian yang sinergis, merupakan Pengendalian Terpadu guna menekan populasi OPT yang secara ekonomis merugikan. Beberapa hasil penelitian yang ada tidak langsung dapat diadopsi petani. Sebab hasil-hasil penelitian yang ada masih sulit dan rumit untuk dilaksanakan di lapangan terutama oleh petani yang mempunyai banyak keterbatasan. Di antara faktor penyebabnya adalah banyak kegiatan penelitian yang dirancang dan dilaksanakan secara “independen” padahal yang diinginkan adalah bersifat multidisiplin. Selain itu peneliti kurang memahami konsepsi Pengendalian Terpadu dan permasalahan yang dihadapi oleh petani. Oleh karena itu implementasi PHT harus dilakukan secara bertahap disebabkan karena kompleksitas agroekosistem dan masalah-masalah OPT yang terkait di dalamnya. Pemecahan masalah perlu dilakukan satu persatu dan secara bertahap dipadukan ke dalam sistem pengelolaan OPT secara keseluruhan. Diawali dengan penggunaan tanaman toleran atau resistan terhadap OPT, pengamatan secara rutin, pengamatan musuh alami, menghindari keadaan atau faktor yang mendukung serangan OPT, ditetapkan cara pengendalian OPT, partisipasi aktif baik individu maupun kelompok petani, dan tersedia petugas lapangan yang terlatih.

Menurut Samsudin (2001) bahwa Pengendalian Terpadu memiliki beberapa prinsip yang khas, yaitu; (1) sasaran Pengendalian Terpadu bukan eradikasi/pemusnahan OPT tetapi pembatasan atau pengendalian populasi hama sehingga tidak merugikan, (2) Pengendalian Terpadu merupakan pendekatan holistik maka penerapannya harus mengikutsertakan berbagai disiplin ilmu dan sektor pembangunan sehingga diperoleh rekomendasi yang optimal, (3) Pengendalian Terpadu selalu mempertimbangkan dinamika ekosistem dan variasi keadaan sosial masyarakat maka rekomendasi Pengendalian Terpadu untuk pengendalian OPT tertentu juga akan sangat bervariasi dan lentur, (4) Pengendalian Terpadu lebih mendahulukan proses pengendalian yang berjalan secara alami (non-pestisida), yaitu teknik bercocok tanam dan pemanfaatan musuh alami seperti parasit, predator, dan patogen OPT. Penggunaan pestisida harus dilakukan secara bijaksana dan hanya dilakukan apabila pengendalian lainnya masih tidak mampu menurunkan populasi hama, dan (5) program pemantauan/pengamatan biologis dan lingkungan sangat mutlak dalam PHT karena melalui pemantauan petani dapat mengetahui keadaan agro-ekosistem kebun pada

suatu saat dan tempat tertentu, selanjutnya melalui analisis agro-ekosistem dapat diputuskan tindakan yang tepat dalam mengelola kebunnya.

Pengendalian Hayati dalam Pengelolaan Organisme Pengganggu Tanaman

Manusia sangat tergantung dengan pestisida sejak diperkenalkan dengan insektisida organoklorin lainnya pada pertengahan tahun 1940 yang disusul kemudian oleh organofosfat dan karbamat. Selama lebih dari dua dekade manusia merasa diselamatkan dengan adanya pestisida sintetik. Berjuta-juta umat manusia merasa terselamatkan dari bencana kelaparan, penyakit serta bencana lainnya. Namun demikian di tahun 1960-an pendapat tersebut mulai bergeser yang kemudian menggugah masyarakat terhadap berbagai pengaruh buruk atas penggunaan pestisida kimiawi terhadap ekologi. Bahwa ternyata pestisida kimiawi menimbulkan keresahan karena timbulnya pengaruh-pengaruh negatif terhadap manusia maupun lingkungan, kondisi ini tidak bias dibiarkan begitu saja sehingga kita menyadari bahwa kita harus menyelesaikan pengaruh-pengaruh negatif yang terjadi.

Pada tahun 1970-an mulailah dikembangkan suatu pendekatan pengendalian hama berbasis ekologi yang dikenal dengan nama Pengendalian Hama Terpadu (PHT). Sasaran utama PHT adalah mengurangi kerugian karena serangan hama secara lebih efektif, ekonomis, dan ramah lingkungan. Jadi, sasarannya bukan hanya sekedar membunuh hama demi menyelamatkan kepentingan ekonomi tanpa memperhatikan dampak lingkungan yang ditimbulkannya. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 48/Permentan/OT.140/10/2009 menyebutkan bahwa PHT adalah upaya pengendalian serangan organisme pengganggu tanaman dengan teknik pengendalian dalam suatu kesatuan untuk mencegah timbulnya kerugian secara ekonomi dan kerusakan lingkungan hidup dan menciptakan pertanian yang berkelanjutan. Penerapan lebih dari satu cara pengendalian yang sinergis, merupakan pengendalian hama terpadu (PHT) guna menekan populasi hama yang secara ekonomis merugikan. Diawali dengan penggunaan tanaman toleran atau resistan terhadap hama, pengamatan secara rutin tingkat serangan hama, pengamatan musuh alami, menghindari keadaan atau faktor yang mendukung serangan hama, ditetapkan cara pengendalian hama, partisipasi aktif baik individu maupun kelompok petani, dan tersedia petugas lapangan yang terlatih.

Pengendalian Terpadu didefinisikan sebagai suatu pendekatan berkelanjutan dalam mengelola OPT dengan mengombinasikan taktik

penggunaan agensia hayati, secara fisik serta secara kimiawi dengan tujuan meminimalisasi kerugian secara finansial, risiko kesehatan manusia serta pencemaran lingkungan. Pengendalian Terpadu bukan hanya ditujukan bagi perlindungan tanaman pertanian, tetapi meliputi pula berbagai masalah OPT yang berkaitan dengan peternakan, perkotaan, dan kesehatan. Filosofi dasar Pengendalian Terpadu adalah tidak semua serangga pada tanaman pertanian itu hama yang harus dibasmi secara habis, dengan kata lain bahwa populasi Organisme Pengganggu Tanaman tersebut harus dipelihara agar populasinya tetap ada untuk keseimbangan ekosistem. Hal yang perlu dilakukan adalah mengelola jumlah hama hingga di bawah tingkat yang akan merugikan secara ekonomi. Pengguna Pengendalian Terpadu mungkin akan memproduksi lebih sedikit daripada mereka yang memakai pestisida, tetapi balasan yang akan diterima jauh lebih besar. Para pekerja dan orang-orang lain di sekitarnya akan lebih aman jika teknik Pengendalian Terpadu digunakan karena hal ini akan menjadikan ekologi yang sehat serta meningkatkan produksi. Pengendalian Terpadu merupakan teknik pengendalian yang menuju keseimbangan alam dan teknik pengendalian yang berkelanjutan menuju pertanian masa depan. Jelaslah bahwa pengendalian terpadu merupakan metode pengendalian OPT yang secara sosial dapat diterima, secara lingkungan bertanggung jawab, dan secara ekonomi. Dengan pendekatan berbagai taktik pengendalian.

Suatu program pengelolaan hama terpadu dapat saja menggunakan musuh alami, varietas tanaman tahan hama, pergiliran tanaman, sanitasi, dan lain-lain untuk menekan populasi hama di bawah tingkat kerusakan ekonomi (*economic threshold*). Penggunaan pestisida biasanya dilakukan dengan mempertimbangkan kebutuhan dan berbagai alternatif lain. Program Pengendalian Terpadu tergantung pada identifikasi dan pemahaman mengenai biologi OPT yang menjadi penyebab masalah serta hubungannya dengan inang dan lingkungannya. Status OPT biasanya ditentukan melalui pengambilan sampel OPT dan pengukuran tingkat kerusakan yang ditimbulkannya. Para praktisi Pengendali Terpadu sangat menyadari bahwa upaya untuk menghilangkan seluruh hama adalah sesuatu yang tidak mungkin atau secara ekonomi tidak layak. Oleh karena itu, populasi hama harus dikelola di bawah tingkat kerusakan ekonomi. Mereka pun memahami betapa pentingnya peranan pengendalian alami dalam mengatur populasi makhluk hidup di alam.

Pada Pengendalian Terpadu, faktor-faktor yang menjadi penyebab kematian hama secara alami merupakan suatu kebutuhan dan menjadi suatu

dambaan. Teknik-teknik yang digunakan pada Pengendalian Terpadu adalah praktik-praktik yang paling aman, seperti penggunaan tanaman, pengendalian hayati, dan pengendalian melalui teknik budidaya. Hal ini merupakan kegiatan-kegiatan yang sangat mendukung untuk pertanian yang berkelanjutan sementara kegiatan yang diperkirakan akan sangat mengganggu atau merusak lingkungan hanya digunakan sebagai upaya terakhir. Pestisida kimia hanya digunakan jika perlu dan harus didasarkan pada pemantauan populasi OPT yang dilakukan secara rutin dan sering. Pemantauan terhadap populasi musuh alami harus dilakukan untuk menentukan dampaknya terhadap populasi OPT. Pengendalian Terpadu merupakan suatu kegiatan yang dinamis dan selalu berkembang. Strategi pengelolaan OPT bervariasi sesuai dengan jenis tanaman, lokasi, waktu, dan didasarkan pada perubahan populasi OPT serta pengendalian alaminya.

Metode Pengendalian yang Diterapkan dalam Pengendalian Terpadu

Pengendalian kultural, pengendalian hayati, pengendalian fisik mekanis, dan pengendalian kimia terbatas dengan menggunakan pestisida botanis. Pengendalian yang ramah lingkungan yang diharapkan menggantikan peran insektisida sintetis (kimia) adalah penggunaan insektisida botanis (alami), yang diperoleh dari bahan-bahan alami dari tanaman yang mengandung bahan beracun yang menolak atau mematikan hama. Bahan tanaman yang dapat dimanfaatkan untuk insektisida botani yang banyak tersedia di sekitar petani yang merupakan tanaman endemik atau tanaman rempah yang banyak menjadi bahan dasar pembuatan jamu.

Pendekatan yang digunakan di dalam pengendalian hayati adalah Pengendalian hayati klasik (mengintroduksi musuh alami dari negara lain dan memantapkan keberadaannya di tempatnya yang baru). Pengendalian hayati augmentasi (pelepasan musuh alami secara periodik sesuai dengan kebutuhan). Pestisida mikroba (*microbial pesticides*) adalah formulasi mikroba komersial yang bertujuan untuk mengendalikan OPT dengan menularkan mikroba yang digunakan untuk membuat OPT sakit atau pertumbuhannya tertekan atau mati. Penggunaan pestisida mikroba ini juga merupakan salah satu teknik pengendalian yang cukup aman karena teknik ini terbukti dapat bertahan lama di alam dan akan mencapai keseimbangan ekologi sehingga menjadi teknik pengendalian yang berkelanjutan.

Keuntungan dan kelemahan pengendalian hayati Pengendalian hayati memiliki keuntungan yaitu: (1) Aman artinya tidak menimbulkan pencemaran lingkungan dan keracunan pada manusia dan ternak, (2) Tidak menyebabkan

resistansi hama, (3) Agensia alami bekerja secara selektif terhadap inangnya atau mangsanya dan bersifat berkelanjutan serta murah dan akan menuju keseimbangan Organisme Pengganggu Tumbuhan dengan musuh alami yang digunakan. Selain keuntungan pengendalian hayati juga terdapat kelemahan atau kekurangan karena hasilnya sulit diramalkan dalam waktu yang singkat, Diperlukan biaya yang cukup besar pada tahap awal baik untuk penelitian maupun untuk pengadaan sarana dan prasarana, Dalam hal pembiakan di laboratorium kadang-kadang menghadapi kendala karena musuh alami menghendaki kondisi lingkungan yang khusus dan Teknik aplikasi di lapangan masih sedikit.

Kesimpulan

Menuju kepada Pertanian Masa Depan maka tidak bisa diindahkan lagi untuk mengendalikan Organisme Pengganggu Tanaman dengan pendekatan Pengendalian terpadu. Pengendalian Terpadu merupakan suatu cara pendekatan atau cara berpikir tentang pengendalian OPT yang didasarkan pada dasar pertimbangan ekologi dan efisiensi ekonomi dalam rangka pengelolaan agroekosistem yang berwawasan lingkungan yang berkelanjutan. Sebagai sasaran teknologi Pengendalian terpadu adalah produksi pertanian mantap tinggi, Penghasilan dan kesejahteraan petani meningkat. Populasi OPT dan kerusakan tanaman tetap pada aras secara ekonomi tidak merugikan dan pengurangan risiko pencemaran lingkungan akibat penggunaan pestisida yang berlebihan Konsep Pengendalian terpadu muncul dan berkembang sebagai koreksi terhadap kebijakan pengendalian hama secara konvensional, yang sangat utama dalam menggunakan pestisida. Kebijakan ini mengakibatkan penggunaan pestisida oleh petani yang tidak tepat dan berlebihan, dengan cara ini dapat meningkatkan biaya produksi dan mengakibatkan dampak samping yang merugikan terhadap lingkungan dan kesehatan petani itu sendiri maupun masyarakat secara luas.

Keberhasilan implementasi pengendalian hayati di tingkat petani, secara umum harus didukung oleh beberapa faktor yaitu keinginan kuat petani untuk menerapkan dasar-dasar pengendalian yang alami. membangun kreativitas, belajar menganalisis permasalahan dan mampu mengambil keputusan sendiri terutama yang berkaitan dengan pemanfaatan musuh alami serta dukungan kuat pengambil kebijakan dari hulu sampai hilir.

Pengendalian terpadu memiliki beberapa prinsip antara lain (1) Sasaran pengendalian terpadu bukan eradikasi/pemusnahan hama tetapi pembatasan atau pengendalian populasi hama sehingga tidak merugikan; (2) Pengendalian

terpadu merupakan pendekatan holistik maka penerapannya harus mengikutsertakan berbagai disiplin ilmu dan sektor pembangunan sehingga diperoleh rekomendasi yang optimal; (3) Pengendalian Terpadu selalu mempertimbangkan dinamika ekosistem dan variasi keadaan sosial masyarakat maka rekomendasi pengendalian terpadu untuk pengendalian hama tertentu juga akan sangat bervariasi dan lentur; (4) Pengendalian Terpadu lebih mendahulukan proses pengendalian yang berjalan secara alami (non-pestisida), yaitu teknik bercocok tanam dan pengendalian hayati dengan pemanfaatan musuh alami seperti parasit, predator, dan patogen hama. Penggunaan pestisida harus dilakukan secara bijaksana dan hanya dilakukan apabila pengendalian lainnya masih tidak mampu menurunkan populasi OPT.

Referensi

- Basukriadi, Adi. Pengendalian hayati untuk pengelolaan hama. (Online). <http://repository.ut.ac.id/4456/1/BIOL4421-M1.pdf>. Diakses 11-08-2021.
- Cook R.J. 2000. Advances in plant health management in the twentieth century. *Ann. Rev. Phytopathol.* 38:95–116.
- Deutsch, C. A., Tewksbury, J. J., Tigchelaar, M., Battisti, D. S., Merrill, S. C., *et al.* 2018. Increase in crop losses to insect pests in a warming climate. *Science* 361, 916–919. doi: 10.1126/science.aat3466
- Food and Agriculture Organization of The United States. Good agricultural practices in plant protection. How to practice Integrated Pest Management?
- Indiati, S. W., & Marwoto. (2017). Penerapan pengendalian hama terpadu (PHT) pada tanaman kedelai. *Buletin Palawija*, 15(2), 94.
- Isman, B. Murray. 2019. Challenges of pest management in the twenty first century: new tools and strategies to combat old and new foes alike. Faculty of Land and Food Systems, University of British Columbia, Vancouver, BC, Canada.
- Marrone, P. G. (2019). Pesticidal natural products-status and future potential. *Pest Manag. Sci.* 75, 2325–2340. doi: 10.1002/ps.5433
- Nilasari, Anna Fatchiya dan Prabowo Tjiptopranoto. 2016. Tingkat penerapan pengendalian hama terpadu (pht) sayuran di Kenagarian Koto Tinggi, Kabupaten Agam, Sumatera Barat. *Jurnal Penyuluhan*. DOI: <https://doi.org/10.25015/penyuluhan.v12i1.11316>
- Oerke, E.-C. (2006). Crop losses to pests. *J. Agric. Sci.* 144, 31–43. doi: 10.1017/S0021859605005708

- Pedigo, L.P. 1996. Entomology and pest management. MacMillan. New York. 520p.
- Perry, A. S., Yamamoto, I., Ishaaya, I., and Perry, R. Y. (1998). *Insecticides in agriculture and environment: retrospects and prospects*. Berlin: Springer-Verlag, 261. doi: 10.1007/978-3-662-03656-3
- Smith, W. K., Nelson, E., Johnson, J. A., Polasky, S., Milder, J. C., Gerber, J. S., *et al.* (2019). Voluntary sustainability standards could significantly reduce detrimental impacts of global agriculture. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 116, 2130–2137. doi: 10.1073/pnas.1707812116
- Sunarno. Pengendalian hayati (biologi control) sebagai salah satu komponen pengendalian hama terpadu (PHT). (Online). juniera31-uHIhqLaBkzrDBMOhRadqxY8H.pdf. Di akses 11-08-2021.
- Surendra K Dara. 2019. The new integrated pest management paradigm for the modern age. *Journal of Integrated Pest Management*, Volume 10, Issue 1, 2019, 12, <https://doi.org/10.1093/jipm/pmz010>
- Trapero, C., Wilson, I. W., Stiller, W. N., and Wilson, L. J. (2016). Enhancing integrated pest management in GM cotton systems using host plant resistance. *Front. Plant Sci.* 7:500. doi: 10.3389/fpls.2016.0050
- <http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/spi/scpi-home/managing-ecosystems/integrated-pest-management/ipm-how/en/>. Diakses 11-08-2021