



# AGROTEKNOLOGI TERAPAN:

KONSEP, TEKNIK BUDIDAYA,  
DAN INOVASI PERTANIAN BERKELANJUTAN



Dr. Marten Luter Lano, STP., MP  
Dr. Ir. Suryawati, M.Si  
Heny Mathelda Cornelia Sine, S.T.P, M.Si  
Ir. Eko Harry Agustin Juwaningsih, M.Si  
Luis Bayu Risbarkah, S.P., M.P  
Dr. Laurensius Lehar, S.P., M.P  
Dr. Marthen Makaborang, STP., M.Sc  
Dr. Jacqueline Arriani Bunga, SP., M.Si  
Dr. Yohannis Harry Dimu Heo, S.P., M.Sc  
Nina Jeny Lapinangga, S.P, M.Si

Editor: Dr. Nikodemus P. P. E. Nainiti, STP., MP

# AGROTEKNOLOGI TERAPAN: KONSEP, TEKNIK BUDIDAYA, DAN INOVASI PERTANIAN BERKELANJUTAN

Dr. Marten Luter Lano, STP., MP

Dr. Ir. Suryawati, M.Si

Heny Mathelda Cornelia Sine, S.T.P, M.Si

Ir. Eko Harry Agustin Juwaningsih, M.Si

Euis Bayu Risbarkah, S.P., M.P.

Dr. Laurensius Lehar, S.P., M.P.

Dr. Marthen Makaborang, STP., M.Sc

Dr. Jacqueline Arriani Bunga, SP., M.Si

Dr. Yohannis Harry Dimu Heo, S.P., M.Sc

Nina Jeny Lapinangga, S.P, 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.

REPUBLIK INDONESIA  
KEMENTERIAN HUKUM

## SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC002026037158, 8 Maret 2026

### Pencipta

Nama : Dr. Marten Luter Lano, STP, MP, Dr. Ir. Suryawati, M.Si dik  
Alamat : Jl. Bakri Karya RT 25/RW 09, Kelurahan Oeobobo Kec. Oeobobo Kota Kupang NTT, Oeobobo, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur, 85110  
Kewarganegaraan : Indonesia

### Pemegang Hak Cipta

Nama : Dr. Marten Luter Lano, STP, MP, Dr. Ir. Suryawati, M.Si dik  
Alamat : Jl. Bakri Karya RT 25/RW 09, Kelurahan Oeobobo Kec. Oeobobo Kota Kupang NTT, Oeobobo, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur, 85110  
Kewarganegaraan : Indonesia

Jenis Ciptaan : Buku  
Judul Ciptaan : AGROTEKNOLOGI TERAPAN: KONSEP, TEKNIK BUDDIDAYA, DAN INOVASI PERTANIAN BERKELANJUTAN

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 8 Maret 2026, di Kab. Sukoharjo

Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.

Nomor Pencatatan : 001165667

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.  
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n MENTERI HUKUM  
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL  
u.b  
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

Agung Damarsasongko, SH, MH.  
NIP. 196912261994031001



### Disclaimer:

1. Dalam hal perolehan memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pencatatan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.
2. Surat Pencatatan ini telah diunggah secara elektronik menggunakan segel elektronik yang diterbitkan oleh Balai Besar Sertifikasi Elektronik, Badan Siber dan Sandi Negara.
3. Surat Pencatatan ini dapat dibuktikan keabsahannya dengan memindai kode QR pada dokumen ini dan informasi akan ditampilkan dalam browser.



#### LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Dr. Marten Luter Lano, STP, MP	Jl. Bakti Karya RT 25/RW 09, Kelurahan Oebobo Kec. Oebobo Kota Kupang NTT Oebobo, Kota Kupang
2	Dr. Ir. Suryawati, M.Si	Perumahan Baumata Blok B No 8, RT 001 RW 001, Kupang Taebem, Kab. Kupang
3	Heny Mathelda Cornelia Sine, S.T.P, M.Si	Jalan Pelita Km. 10 Oesapa RT 006/ RW002 Kecamatan Kelapa Lima, Kupang Kelapa Lima, Kota Kupang
4	Ir. Eko Harry Agustina Juwaningsih, M.Si	Gang Damai No. 7, RW 11/RT 40, Kelurahan Liliba, Kecamatan Oebobo, Kota Kupang, NTT Oebobo, Kota Kupang
5	Euis Bayu Risbarkah, S.P., M.P.	Jl. Prof. Dr. Herman Johannes, Lasiana, Kelapa Lima, Kota Kupang, NTT Kelapa Lima, Kota Kupang
6	Dr. Laurensius Lehar, S.P., M.P.	Jl. Amabi Gang Womitra no 5 RT 33 RW 09 Kelurahan Oebufu Kec. Oebobo Kota Kupang NTT Oebobo, Kota Kupang
7	Dr. Marthen Makaborang, STP, M.Sc	Jl. Penstip RT 31 RW 08 Kelurahan Lasiana Kecamatan Kelapa Lima Kota Kupang Kelapa Lima, Kota Kupang
8	Dr. Jacqueline Arriani Bunga, SP, M.Si	Jl. Irian Jaya No. 32, RT 012/RW 003, Kelurahan Fanubesi, Kecamatan Kota Lama, Kupang Kota Lama, Kota Kupang
9	Dr. Yohannis Harry Dimu Heo, S.P, M.Sc	Jl. Cemara Labar, RT 010, RW. 003, Kelurahan Bakumase Dua, Kota Raja, Kupang, NTT Kota Raja, Kota Kupang
10	Nina Jeny Lapingga, S.P, M.Si	Jalan Kusambi 2, RT 23, RW 08, Kelurahan Oesapa, Kecamatan Kelapa Lima, Kota Kupang, NTT 85361 Kelapa Lima, Kota Kupang

#### LAMPIRAN PEMEGANG

No	Nama	Alamat
1	Dr. Marten Luter Lano, STP, MP	Jl. Bakti Karya RT 25/RW 09, Kelurahan Oebobo Kec. Oebobo Kota Kupang NTT Oebobo, Kota Kupang
2	Dr. Ir. Suryawati, M.Si	Perumahan Baumata Blok B No 8, RT 001 RW 001, Kupang Taebem, Kab. Kupang



#### Diselenggarakan oleh:

1. Dalam hal tersebut merupakan keterangan tidak sesuai dengan surat pendaftaran.
2. Surat Pendaftaran ini telah dicatat secara elektronik menggunakan sistem elektronik yang diterbitkan oleh Balai Besar Sertifikasi Elektronik, Badan Siber dan Sandi Negara.
3. Surat Pendaftaran ini dapat dibuktikan keabsahannya dengan memindai kode QR pada dokumen ini dan informasi akan ditampilkan dalam browser.



3	Heny Mathelda Cornelia Sine, S.T.P, M.Si	Jalan Pelita Km. 10 Oesapa RT 006/ RW002 Kecamatan Kelapa Lima, Kupang Kelapa Lima, Kota Kupang
4	Ir. Eko Harry Agustina Juwaningsih, M.Si	Gang Damai No. 7, RW 11/RT 40, Kelurahan Liliba, Kecamatan Oebobo, Kota Kupang, NTT Oebobo, Kota Kupang
5	Euis Bayu Risbarkah, S.P., M.P.	Jl. Prof. Dr. Herman Johannes, Lasiana, Kelapa Lima, Kota Kupang, NTT Kelapa Lima, Kota Kupang
6	Dr. Laurensius Lehar, S.P., M.P.	Jl. Amabi Gang Womitra no 5 RT 33 RW 09 Kelurahan Oebufo Kec. Oebobo Kota Kupang NTT Oebobo, Kota Kupang
7	Dr. Marthen Makaborang, STP, M.Sc	Jl. Pensip RT 31 RW 08 Kelurahan Lasiana Kecamatan Kelapa Lima Kota Kupang Kelapa Lima, Kota Kupang
8	Dr. Jacqueline Ariani Bunga, SP, M.Si	Jl. Irian Jaya No. 32, RT 012/RW 003, Kelurahan Fatubesel, Kecamatan Kota Lama, Kupang Kota Lama, Kota Kupang
9	Dr. Yohannis Harry Dinnu Heo, S.P., M.Sc	Jl. Cemara Labat, RT 010, RW. 003, Kelurahan Bakunase Dua, Kota Raja, Kupang, NTT Kota Raja, Kota Kupang
10	Nina Jeyu Lapinanga, S.P, M.Si	Jalan Krsambi 2, RT 23, RW 08, Kelurahan Oesapa, Kecamatan Kelapa Lima, Kota Kupang, NTT, 85361 Kelapa Lima, Kota Kupang



gambar



Disclaimer:

1. Dalam hal penobaan memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menent berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.
2. Surat Pencatatan ini telah disegel secara elektronik menggunakan segel elektronik yang diterbitkan oleh Balai Besar Sertifikasi Elektronik, Badan Siber dan Sandi Negara.
3. Surat Pencatatan ini dapat dibuktikan keasliannya dengan meminda kode QR pada dokumen ini dan informasi akan ditampilkan dalam browser.

# AGROTEKNOLOGI TERAPAN: KONSEP, TEKNIK BUDIDAYA, DAN INOVASI PERTANIAN BERKELANJUTAN

Penulis:

Dr. Marten Luter Lano, STP., MP  
Dr. Ir. Suryawati, M.Si  
Heny Mathelda Cornelia Sine, S.T.P, M.Si  
Ir. Eko Harry Agustin Juwaningsih, M.Si  
Euis Bayu Risbarkah, S.P., M.P.  
Dr. Laurensius Lehar, S.P., M.P.  
Dr. Marthen Makaborang, STP., M.Sc  
Dr. Jacqualine Arriani Bunga, SP., M.Si  
Dr. Yohannis Harry Dimu Heo, S.P., M.Sc  
Nina Jeny Lapinangga, S.P, M.Si

Desain Cover:  
Tahta Media

Editor:  
Dr. Nikodemus P. P. E. Nainiti, STP., MP

Proofreader:  
Tahta Media

Ukuran:  
xii, 250, Uk: 15,5 x 23 cm

ISBN: 978-634-262-155-4

Cetakan Pertama:  
Maret 2026

---

Hak Cipta 2026, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

---

**Copyright © 2026 by Tahta Media Group**  
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 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](mailto: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 Agroteknologi Terapan: Konsep, Teknik Budidaya, dan Inovasi Pertanian Berkelanjutan ini dapat disusun dan diterbitkan dengan baik. Buku ini merupakan hasil ikhtiar akademik para penulis untuk memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan ilmu dan praktik agroteknologi yang relevan dengan tantangan pertanian modern dan agenda pembangunan berkelanjutan.

Sektor pertanian saat ini dihadapkan pada berbagai tantangan global, seperti peningkatan kebutuhan pangan, perubahan iklim, degradasi sumber daya alam, serta tuntutan efisiensi dan keberlanjutan produksi. Dalam konteks tersebut, agroteknologi memegang peranan strategis sebagai jembatan antara kemajuan ilmu pengetahuan dan kebutuhan praktis di lapangan. Penerapan teknologi budidaya, bioteknologi pertanian, mekanisasi, pertanian presisi, hingga digital *agriculture* menjadi kunci dalam mewujudkan sistem pertanian yang produktif, adaptif, dan ramah lingkungan.

Buku ini disusun secara kolaboratif oleh para akademisi dan praktisi yang memiliki kepakaran di bidang pertanian dan agroteknologi. Materi dalam buku ini disajikan secara sistematis dan komprehensif, mencakup konsep dasar agroteknologi, teknik budidaya tanaman, pemanfaatan inovasi teknologi pertanian, serta relevansinya dengan pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs). Dengan pendekatan teoritis dan aplikatif, buku ini diharapkan mampu menjadi rujukan bagi mahasiswa, dosen, peneliti, praktisi pertanian, serta pemangku kebijakan dalam memahami dan mengembangkan pertanian berkelanjutan.

Penulis menyadari bahwa pengembangan agroteknologi tidak hanya berkaitan dengan aspek teknis, tetapi juga menyangkut dimensi sosial, ekonomi, dan lingkungan. Oleh karena itu, buku ini diharapkan dapat memberikan wawasan kritis sekaligus inspirasi bagi pembaca dalam merancang dan menerapkan inovasi pertanian yang berorientasi pada keberlanjutan dan kesejahteraan masyarakat.

# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>BAB 1 AGROTEKNOLOGI DAN RELEVANSINYA DENGAN SDGs. 1</b>	
<b>Dr. Marten Luter Lano, STP., MP</b> .....	1
<b>Universitas Kristen Artha Wacana</b> .....	1
A. Pendahuluan .....	1
B. Konsep Agroteknologi Dalam Sistem Pertanian Modern.....	3
C. Konteks Global: Sustainable Development Goals (SDGs) .....	6
D. Relevansi Agroteknologi Dengan SDGs .....	9
E. Studi Kasus Implementasi Agroteknologi Mendukung SDGs .....	13
F. Tantangan Dan Prospek Pengembangan Agroteknologi Untuk SDGs .....	16
G. Implikasi Kebijakan Dan Strategi Implementasi.....	19
H. Penutup.....	22
Daftar Pustaka .....	24
Profil Penulis .....	29
<b>BAB 2 PERTANIAN BERKELANJUTAN DAN KETAHANAN PANGAN</b> .....	30
<b>Dr. Ir. Suryawati, M.Si</b> .....	30
<b>Politeknik Pertanian Negeri Kupang</b> .....	30
A. Pendahuluan .....	30
B. Pertanian Berkelanjutan.....	31
C. Ketahanan Pangan .....	32
D. Produksi Jagung Di NTT.....	37
E. Pendekatan Budidaya Jagung Di Lahan Berbatu Sebagai Model Pertanian Berkelanjutan Di Indonesia .....	39
F. Keterkaitan Budidaya Jagung Di Lahan Berbatu Dengan Ketahanan Pangan Di Indonesia.....	52
G. Kesimpulan.....	54
Daftar Pustaka .....	55
Profil Penulis .....	56

<b>BAB 3 DASAR FISILOGI FOTOSINTESIS C3, C4 DAN CAM.....</b>	<b>57</b>
<b>Heny Mathelda Cornelia Sine, S.T.P, M.Si.....</b>	<b>57</b>
<b>Politeknik Pertanian Negeri Kupang.....</b>	<b>57</b>
A.    Pendahuluan .....	57
B.    Dasar Energi Cahaya Dan Mesin Fotosintesis .....	59
C.    Fotosintesis C3 Dan Siklus Calvin: Keterbatasan Fisiologis Di Lapang.....	62
D.    Fotorespirasi: Mekanisme, Konsekuensi Energi, Dan Implikasinya Di Tropis.....	65
E.    Fotosintesis C4: Adaptasi Evolusioner, Anatomi Kranz, Dan Keunggulan Terapan Di Tropis.....	68
F.    Fotosintesis Cam: Adaptasi Ekstrem Terhadap Kekeringan Dan Implikasi Agroekologi.....	71
G.    Perbandingan Fotosintesis C3, C4, Dan Cam Dalam Kerangka Agroekofisiologi.....	74
H.    Aplikasi Fotosintesis Dalam Produktivitas Tanaman Dan Adaptasi Terhadap Perubahan Iklim.....	76
I.    Rangkuman.....	79
Daftar Pustaka .....	81
Profil Penulis .....	83
<b>BAB 4 PERANAN PEMULIAAN TANAMAN DALAM PENINGKATAN PRODUKSI PERTANIAN .....</b>	<b>85</b>
<b>Ir. Eko Harry Agustin Juwaningsih, M.Si.....</b>	<b>85</b>
<b>Politeknik Pertanian Negeri Kupang.....</b>	<b>85</b>
A.    Pendahuluan .....	85
B.    Konsep Dasar Morfologi Tumbuhan .....	86
C.    Organ Vegetatif Tanaman .....	90
D.    Organ Generatif Tanaman.....	94
Daftar Pustaka .....	98
Profil Penulis .....	100

<b>BAB 5 PERTUMBUHAN TANAMAN &amp; FAKTOR LINGKUNGAN</b>	101
<b>Euis Bayu Risbarkah, S.P., M.P.</b>	101
<b>Politeknik Pertanian Negeri Kupang</b>	101
A.    Pendahuluan	101
B.    Metabolisme Tanaman	102
C.    Fotosintesis	104
Daftar Pustaka	114
Profil Penulis	116
<b>BAB 6 TEKNIK PERBANYAKAN TANAMAN (VEGETATIF DAN GENERATIF)</b>	117
<b>Dr. Laurensius Lehar, S.P., M.P.</b>	117
<b>Politeknik Pertanian Negeri Kupang</b>	117
A.    Pendahuluan	117
B.    Perbanyak Tanaman Secara Generatif	118
C.    Perbanyak Tanaman Secara Vegetatif	123
Daftar Pustaka	141
Profil Penulis	144
<b>BAB 7 PENGOLAHAN TANAH DAN MANAJEMEN PEMUPUKAN</b>	145
<b>Dr. Marthen Makaborang, STP., M.Sc</b>	145
<b>Universitas Kristen Artha Wacana</b>	145
A.    Pendahuluan	145
B.    Konsep Dasar Tanah Sebagai Media Tumbuh	147
C.    Prinsip Dan Tujuan Pengolahan Tanah	150
D.    Sistem Dan Teknik Pengolahan Tanah	152
E.    Konsep Dasar Manajemen Pemupukan	154
F.    Jenis Dan Sumber Pupuk	156
G.    Teknik Dan Strategi Pemupukan	159
H.    Integrasi Pengolahan Tanah Dan Manajemen Pemupukan	161
I.    Inovasi Dan Teknologi Terkini	163
J.    Pengolahan Tanah Dan Pemupukan Dalam Pertanian Berkelanjutan	165
K.    Penutup	167
Daftar Pustaka	169
Profil Penulis	173

<b>BAB 8 SISTEM PERTANAMAN DAN PENGENDALIAN OPT</b> .....	174
<b>Dr. Jacqueline Arriani Bunga, SP., M.Si</b> .....	174
<b>Politeknik Pertanian Negeri Kupang</b> .....	174
A.    Pendahuluan .....	174
B.    Tujuan Dan Prinsip Umum Sistem Pertanaman Dan Pengendalian OPT .....	174
C.    Sistem Pertanaman .....	175
D.    Prinsip Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) ...	182
E.    Integrasi Sistem Pertanaman Dan Pengendalian OPT .....	190
F.    Penutup .....	190
Daftar Pustaka .....	192
Profil Penulis .....	194
<b>BAB 9 PANEN DAN TEKNIK PENANGANAN PASCAPANEN</b> .....	195
<b>Dr. Yohannis Harry Dimu Heo, S.P., M.Sc</b> .....	195
<b>Politeknik Pertanian Negeri Kupang</b> .....	195
A.    Pendahuluan .....	195
B.    Panen .....	196
C.    Teknik Penanganan Pascapanen .....	207
D.    Tren Dan Inovasi Teknologi Pascapanen.....	214
E.    Pascapanen Berkelanjutan .....	216
Daftar Pustaka .....	217
Profil Penulis .....	219
<b>BAB 10 MASA DEPAN AGROTEKNOLOGI DAN INOVASI PERTANIAN</b> .....	220
<b>Nina Jeny Lapinangga, S.P, M.Si</b> .....	220
<b>Politeknik Pertanian Negeri Kupang</b> .....	220
A.    Pendahuluan .....	220
B.    Tantangan Global Yang Menggerakkan Inovasi.....	221
C.    Kecerdasan Buatan Dan Analitik Data Dalam Pertanian .....	224
D.    Internet Of Things (IoT) Dan Ekosistem Digital.....	226
E.    Robotika Dan Otomatisasi Di Ladang.....	228
F.    Pertanian Presisi (Precision Agriculture).....	231
G.    Bioteknologi Dan Rekayasa Genetika.....	234
H.    Model Bisnis Dan Ekosistem Inovasi.....	236
I.    Peran Kebijakan Dan Regulasi.....	239

J.	Tantangan Adopsi Teknologi Dan Ketimpangan Digital.....	241
K.	Masa Depan: Integrasi Teknologi Dan Keberlanjutan.....	244
L.	Kesimpulan.....	247
	Daftar Pustaka .....	248
	Profil Penulis .....	250

# **BAB 1 AGROTEKNOLOGI DAN RELEVANSINYA DENGAN SDGs**

**Dr. Marten Luter Lano, STP., MP**

**Universitas Kristen Artha Wacana**

## **A. PENDAHULUAN**

Transformasi pertanian merupakan fondasi penting dalam upaya global mencapai sistem pangan yang berkelanjutan dan tangguh. Selama dua dekade terakhir, tekanan terhadap sektor pertanian semakin meningkat akibat pertumbuhan populasi dunia, perubahan pola konsumsi, serta terbatasnya ketersediaan sumber daya produktif seperti tanah dan air. Menurut FAO (2021b), kebutuhan pangan global diproyeksikan meningkat hingga 50% pada tahun 2050, sehingga menuntut inovasi yang mampu meningkatkan produktivitas tanpa memperburuk tekanan ekologis. Oleh sebab itu, transformasi menuju pertanian berkelanjutan bukan lagi pilihan, melainkan keharusan untuk menjamin ketahanan pangan dan kesejahteraan masyarakat dunia di masa depan.

Dalam konteks tersebut, agroteknologi memainkan peran strategis di tengah krisis pangan, krisis iklim, dan degradasi sumber daya alam yang semakin mengkhawatirkan. Perubahan iklim menyebabkan ketidakpastian produksi melalui peningkatan intensitas kekeringan, banjir, dan serangan organisme pengganggu tanaman, yang pada gilirannya mengancam stabilitas sistem pangan global (IPCC, 2022). Di sisi lain, over-eksploitasi lahan, penurunan kesuburan tanah, dan pencemaran lingkungan akibat penggunaan input kimia berlebih turut memperdalam degradasi ekosistem. Dalam situasi seperti ini, agroteknologi—meliputi bioteknologi pertanian, rekayasa alat dan mesin, sistem pertanian presisi, teknologi konservasi tanah dan air, hingga digital agriculture hadir sebagai pendekatan inovatif untuk meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi jejak lingkungan, dan memperkuat adaptasi terhadap perubahan iklim (Pretty et al., 2018).

Lebih jauh, harmonisasi teknologi pertanian dengan agenda global pembangunan berkelanjutan menjadi semakin penting sejalan dengan diadopsinya Sustainable Development Goals (SDGs) oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa. Target-target seperti pengentasan kelaparan (SDG 2), aksi iklim (SDG 13), penggunaan air yang berkelanjutan (SDG 6), pengelolaan sumber daya alam (SDG 12 dan SDG 15), serta peningkatan kesejahteraan masyarakat pedesaan dan inklusi ekonomi (SDG 1, SDG 8, dan SDG 10) menunjukkan keterkaitan erat antara sektor pertanian dan agenda pembangunan global. Agroteknologi menjadi jembatan penting untuk memastikan bahwa modernisasi pertanian tidak hanya mengejar produktivitas, tetapi juga selaras dengan prinsip keberlanjutan, keadilan sosial, dan perlindungan ekologi. Harmonisasi ini diperlukan agar inovasi teknologi mampu memberikan manfaat jangka panjang bagi petani, konsumen, dan planet bumi.

Dengan demikian, pemahaman mengenai peran strategis agroteknologi dalam mendukung pencapaian SDGs menjadi sangat krusial. Bagian bab ini disusun untuk memberikan perspektif akademis yang komprehensif mengenai hubungan antara transformasi teknologi pertanian dan agenda pembangunan berkelanjutan, sekaligus menawarkan kerangka konseptual yang dapat menjadi dasar bagi pengembangan kebijakan dan praktik pertanian masa depan.

Penulisan bab ini bertujuan : *Pertama*, menjelaskan bagaimana transformasi sistem pertanian global memerlukan pendekatan teknologi yang inovatif, efisien, dan berbasis keberlanjutan. Melalui analisis konseptual dan empiris, penulisan ini mengidentifikasi kontribusi strategis agroteknologi dalam menghadapi tantangan multidimensional seperti ketahanan pangan, perubahan iklim, dan degradasi sumber daya alam.

*Kedua*, menelaah keterkaitan antara inovasi teknologi pertanian dengan berbagai target dalam Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya yang berkaitan dengan pengentasan kelaparan, adaptasi dan mitigasi perubahan iklim, pengelolaan sumber daya alam, serta peningkatan kesejahteraan petani dan masyarakat pedesaan. Dengan demikian, bab ini menyediakan landasan akademis untuk memahami peran teknologi sebagai pengungkit transformasi menuju sistem pangan yang inklusif dan berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Altieri, M. A., & Nicholls, C. (2017). *Agroecology: A transdisciplinary approach*. CRC Press.
- Amjad M. Husaini & Narendra Tuteja (2013) Biotech crops, *GM Crops & Food*, 4:1, 1-9, <https://doi.org/10.4161/gmcr.22748>
- Balitbangtan. (2021). *Laporan Kinerja Smart Farming di Indonesia*. Teknologi Smart Farming, Dukong Percepatan Swasembada Pangan
- Bappenas, (2023) Public Private Partnership Infrastructure Projects Plan in Indonesia. Bappenas RI. <https://perpustakaan.bappenas.go.id/>
- BB Padi. (2020). *Deskripsi Varietas Padi Adaptif Iklim*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian 2020. <http://bbpadi.litbang.pertanian.go.id/index.php/varietas-padi/inbrida-padi-sawah-inpari/inpari-30-ciherang-sub-1>
- CBD Secretariat. (2020). *Global Biodiversity Outlook 5*. <https://www.cbd.int/gbo5>
- CGIAR. (2022). *Climate-Resilient Agriculture Report*. <https://www.cgiar.org/2022-cgiar-technical-report/>
- De Boer, I., & van Ittersum, M. (2018). *Circular agriculture: towards a sustainable food system*. Wageningen University.
- EPA. (2020). *Agricultural Wastewater Management Guidelines*. <https://www.epa.gov/nutrientpollution/epas-ongoing-efforts-reduce-nutrient-pollution>
- FAO & ITU. (2022). *Status of Digital Agriculture in Asia-Pacific Region*. <https://www.fao.org/digital-villages-initiative/asia-pacific/to-delete/en#:~:text=DVI%20Dashboard-.DVI%20Dashboard,subject%20to%20FAO%20quality%20standard>
- FAO. (2017). *The State of Food and Agriculture*. <https://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/1043688/>

- FAO. (2018). *Water for Sustainable Food and Agriculture*. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/b48cb758-48bc-4dc5-a508-e5a0d61fb365/content>
- FAO. (2019). *The State of the World's Land and Water Resources*. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/ecb51a59-ac4d-407a-80de-c7d6c3e15fcc/content>
- FAO. (2021a). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2021*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2021b). *The State of Food and Agriculture 2021*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. 2013. *Agribusiness public-private partnerships – A country report of Indonesia*. Country case studies – Asia. Rome. <https://www.fao.org/4/aq538e/aq538e.pdf>
- Fatuhullah dan Hilmi, M.A. (2024). *Food Estate: Ancaman ataukah Peluang Bagi Ketahanan Pangan Indonesia*. JEPSA Vol. 8 No. 4. <https://jepa.ub.ac.id/index.php/jepa/article/download/ub.jepa.2024.008.04.7/835/8562?>
- Gebbers, R., & Adamchuk, V. (2010). Precision Agriculture and Food Security. *Science*, 327(5967), 828–831.
- Ginting B. K. Br., 2025. Studi Pengembangan Agroforestry sebagai Sistem Pertanian Berkelanjutan., Circle Archive Vol 1. No. 7. <https://circle-archive.com/index.php/carc/issue/view/9>
- Hidayati F. F., Syahni R., Suliansyah I., and Tandjung H,B. (2025). Adoption Of Agricultural Technology Innovation In Indonesia: Challenges And Alternative Solutions. *AGRITEPA*, 12 (1). 329-348. <https://doi.org/10.37676/agritepa.v12i1.8646>
- ICRAF. (2021). *Farming with T* <https://www.iea.org/reports/renewables-2021> *rees Programme Report*.
- IEA. (2021). *Renewables 2021*. <https://www.iea.org/reports/renewables-2021>

- IFAD, 2015. *Brokering Development: Enabling Factors for Public-Private-Producer Partnerships in Agricultural Value Chains. Summary of Indonesia Case Study*. <https://www.ifad.org/documents/38714170/41082431/brokering+development+-+summary+of+indonesia+case+study.pdf/c0295b2c-d370-4615-ba95-fc3a098ac2db?>
- IFAD. (2019a). *Mechanization for Smallholders*.
- IFAD. (2019b). *Smallholders, Food Security, and the Environment*
- IPCC. 2022. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IRENA. (2016). *Solar Pumping for Irrigation*. [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2016/IRENA\\_Solar\\_Pumping\\_for\\_Irrigation\\_2016.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2016/IRENA_Solar_Pumping_for_Irrigation_2016.pdf)
- IRENA. (2022). *Renewable Energy for Agriculture*. Insights from Southeast Asia A focus on heating and cooling needs
- ITU and FAO. 2020. *Status of Digital Agriculture in 18 countries of Europe and Central Asia*. Geneva, Switzerland. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/ca9578en>
- Kamilaris, A., & Prenafeta-Boldú, F. (2018). Deep learning in agriculture: A survey. *Computers and Electronics in Agriculture*, 147.
- Kementan RI, (2023). *Roadmap Pembangunan Prasarana dan Sarana Pertanian Menuju Pertanian Maju, Mandiri dan Modern Dirjen PSP Kementerian Pertanian RI*. <https://psp.pertanian.go.id/pedoman/buku-roadmap-ppsp>
- Kementerian Pertanian RI. (2022). *Statistik Pertanian Indonesia*. <https://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/20025>
- Lal, R. (2020). Carbon sequestration in soils. *Soil Science*, 185.
- Patria, I. (2025). Strategi Transformasi Penyuluhan Pertanian melalui Teknologi Digital: Literature Review. *INSOLOGI: Jurnal Sains Dan*

- PisAgro (2019). Innovative Financing In Agriculture for Better Yield, <https://www.pisagro.org/news/innovative-financing-in-agriculture-for-better-yield?>
- Pretty, J., Benton, T., Bharucha, Z., et al. 2018. “Global Assessment of Agricultural System Redesign for Sustainable Intensification.” *Nature Sustainability*, 1, 441–446.
- Rachmawati R. R., (2024). Smart Farming 4.0 Untuk Mewujudkan Pertanian Indonesia Maju, Mandiri, dan Modern. *Forum Penelitian Agro Ekonomi* 38 (2) 137-154. <https://epublikasi.pertanian.go.id/berkala/index.php/fae/article/view/1096>
- Sahbaruddin dan Nahdiana, (2025). Digital Transformation In Agricultural Extension:Aphenomenological Study Of Cyber Extension Adoption. <https://doi.org/10.31947/aiccon2025.v1i2.47670>
- Schimmelpfennig, D. (2019). Precision Agriculture in Hellerstein, D., Vilorio, D, and Ribaud, M. (editors). *Agricultural Resources and Environmental Indicators*, 2019, EIB-208 USDA, Economic Research Service. 56-60
- Sharma, R., Rao, M., & Varshney, R. (2013). Genetic and Genomic Resources for Grain Cereals Improvement. *Plant Biotechnology Journal*.
- Suharyanto, Haryanto, & Saptana. (2021). Kapasitas petani dalam adopsi teknologi pertanian. *Jurnal Penyuluhan Pertanian*, 16(2).
- Suprpta, D. (2019). *Biofertilizer and Soil Health*. Udayana University Press.
- Syahyuti, 2016. Modernisasi Penyuluhan Pertanian Di Indonesia: Dukungan Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014 terhadap Eksistensi Kelembagaan Penyuluhan Pertanian di Daerah. Analisis Kebijakan Pertanian, Vol. 14 No. 2, DOI:[10.21082/akp.v14n2.2016.83-96](https://doi.org/10.21082/akp.v14n2.2016.83-96)

- Thrän, D., Deprie, K., Dotzauer, M. *et al.* The potential contribution of biogas to the security of gas supply in Germany. *Energ Sustain Soc* **13**, 12 (2023). <https://doi.org/10.1186/s13705-023-00389-1>
- Tilman, D., et al. (2011). Global food demand and sustainable intensification. *PNAS*, 108(50).
- UN. (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. United Nations.
- UNIDO. (2020). *Agribusiness for Economic Growth*. <https://www.unido.org/sites/default/files/unido-publications/2023-03/UNIDO-AR2020-en.pdf>
- UN-WWDR. (2020). *United Nations World Water Development Report 2020: Water and Climate Change*.
- Van Ittersum M.K. and Cassman K.G, 2013. Yield Gap Analysis Rationale, Methods and Applications Introduction to The Special Issue. *Field Crops Research*. Vol. 143. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.12.012>
- Walhi. (2022). *Evaluasi Lingkungan Program Food Estate*. <https://www.walhi.or.id/category/laporan-tahunan>
- World Bank. (2020). *Enabling the Business of Agriculture 2020: Comparing Regulatory Good Practices*. Washington, DC: World Bank Group.
- World Bank. 2020. *Technology and Innovation for Agriculture*. Washington DC: The World Bank.
- World Economic Forum. (2019). *The Netherlands and Future of Food*. <https://www.weforum.org/stories/2019/11/netherlands-dutch-farming-agriculture-sustainable/>
- World Economic Forum. (2025). Data and Digital Readiness in Food Systems Food Innovators Network. [https://reports.weforum.org/docs/WEF\\_Data\\_Digital\\_Readiness\\_Food\\_Systems\\_2025.pdf](https://reports.weforum.org/docs/WEF_Data_Digital_Readiness_Food_Systems_2025.pdf)
- World Meteorological Organization. (2022). State of the Global Climate 2021. <https://wmo.int/publication-series/state-of-global-climate-2021>

## PROFIL PENULIS



### **Dr. Marten Luter Lano, STP, MP.**

Penulis dilahirkan di Bogor Jawa Barat pada tanggal 13 Oktober 1968. Penulis menyelesaikan studi S1 di Fakultas Pertanian Universitas Kristen Artha Wacana pada Program Studi Mekanisasi Pertanian pada Tahun 1993. Ketertarikan pada bidang pangan, sumberdaya alam pertanian dan lingkungan memungkinkan penulis menyelesaikan pendidikan magister (S2) pada Tahun 2000 di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta dalam bidang Teknik Pertanian Program Studi Teknik Sumberdaya Alam Pertanian. Pendidikan doktoral di selesaikan pada Tahun 2024, pada Program Doktor Ilmu Peternakan Universitas Nusa Cendana, dengan konsentrasi kajian penyediaan air bagi wilayah semi arid untuk budidaya tanaman pangan dan pakan. Penulis aktif sebagai dosen pada Fakultas Teknologi Pertanian, Program studi Mekanisasi Pertanian sejak Tahun 1994 dan menjalankan tri dharma dengan baik. Penulis aktif dalam kegiatan penelitian dengan berbagai skim Dikti, dana internal PT juga aktif dalam kegiatan pengabdian pada masyarakat yang bersumber dari dana Dirjen Dikti untuk berbagai skim, dana NGO, dana CSR Pertamina dan dana internal UKAW. Penulis juga aktif menulis buku ajar, jurnal baik jurnal penelitian maupun pengabdian. [lano.marten@gmail.com](mailto:lano.marten@gmail.com)

# **BAB 2 PERTANIAN BERKELANJUTAN DAN KETAHANAN PANGAN**

**Dr. Ir. Suryawati, M.Si**

**Politeknik Pertanian Negeri Kupang**

## **A. PENDAHULUAN**

Pertanian berkelanjutan merupakan pendekatan sistem produksi yang menekankan pentingnya pemanfaatan sumber daya alam secara efisien, ramah lingkungan, dan mampu mendukung kesejahteraan petani secara jangka panjang. Pada wilayah beriklim kering dengan kondisi lahan berbatu—seperti banyak dijumpai di kawasan Nusa Tenggara—tantangan utama dalam bercocok tanam adalah keterbatasan unsur hara, kedalaman tanah yang dangkal, kemampuan menahan air yang rendah, serta tingkat erosi yang tinggi. Kondisi tersebut menyebabkan produktivitas pertanian sering berada pada kategori rendah hingga sangat rendah, sehingga berdampak langsung terhadap ketahanan pangan rumah tangga petani.

Ketahanan pangan berhubungan dengan pemilihan komoditas yang adaptif sebagai langkah strategis untuk membangun sistem pertanian berkelanjutan. Jagung merupakan salah satu tanaman pangan yang memiliki daya adaptasi tinggi terhadap cekaman lingkungan, termasuk kekeringan, panas, dan kesuburan tanah yang rendah. Sistem perakaran jagung yang relatif kuat mampu memanfaatkan celah-celah tanah berbatu untuk mencari air dan nutrisi, sehingga cocok dikembangkan pada lahan marginal yang sulit diolah. Selain itu, jagung merupakan bahan pangan pokok kedua setelah padi di banyak wilayah Indonesia, khususnya di daerah-daerah kering, sehingga keberhasilannya berperan langsung dalam peningkatan ketahanan pangan masyarakat.

Upaya budidaya jagung di lahan berbatu dapat menjadi pendorong penting tercapainya pertanian berkelanjutan apabila diintegrasikan dengan praktik konservasi tanah dan air, penggunaan bahan organik lokal, dan teknologi

budidaya tepat guna. Penerapan pupuk organik seperti kompos—termasuk kompos sabut buah lontar yang banyak tersedia di daerah kering—dapat meningkatkan struktur tanah, kapasitas menahan air, dan ketersediaan unsur hara. Perbaikan kualitas lahan berbatu melalui input organik berkelanjutan memberikan manfaat ganda, yaitu meningkatkan produktivitas tanaman dan menjaga kesehatan ekosistem tanah.

Dengan demikian, pengembangan budidaya jagung di lahan berbatu bukan hanya sekadar aktivitas produksi, tetapi merupakan bagian dari strategi besar dalam membangun sistem pertanian yang resilien, efisien, dan berkelanjutan. Pendekatan ini tidak hanya membantu petani memenuhi kebutuhan pangan mereka sendiri, tetapi juga memperkuat ketahanan pangan komunitas secara lebih luas melalui optimalisasi potensi lahan marginal yang selama ini dianggap kurang produktif. Integrasi antara pengelolaan sumber daya alam berbasis ekologi, pemanfaatan komoditas adaptif seperti jagung, dan pemanfaatan input organik lokal menjadi kunci untuk menciptakan sistem pertanian yang tangguh dan berkelanjutan bagi masyarakat di wilayah lahan berbatu.

## **B. PERTANIAN BERKELANJUTAN**

### **1. Definisi inti**

- a. Pertanian berkelanjutan: Sistem produksi yang seimbang antara produktivitas agronomi, konservasi sumber daya, keadilan sosial, dan profitabilitas ekonomi.
- b. Agroekologi: Pendekatan ilmiah dan praktik yang menerapkan prinsip-prinsip ekologi pada desain dan pengelolaan sistem pangan.
- c. Pertanian regeneratif: Praktik yang fokus pada pemulihan kesehatan tanah, peningkatan kandungan karbon organik tanah, dan peningkatan jasa ekosistem.
- d. Climate-Smart Agriculture (CSA): Strategi yang mengintegrasikan peningkatan produktivitas, adaptasi terhadap perubahan iklim, dan mitigasi emisi gas rumah kaca.
- e. Sustainable Intensification (SI): Meningkatkan produksi per unit lahan sambil mengurangi dampak lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik (BPS). (2025). *Produksi Jagung Nasional*. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MjIwNCMy/luas-panen--produksi--dan-produktivitas-jagung-menurut-provinsi.html>
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2024). Addressing Food System Transformation and Food Security. *FAO Reports*. <https://openknowledge.fao.org/items/6ec10260-780e-4114-aa7e-64ad5c78a100>
- IPCC. (2019). *Climate Change and Land*. An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/11/SRCCL-Full-Report-Compiled-191128.pdf> and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems
- Kenneth G. Cassman & Patricio Grassini. FAO. (2020). *Sustainable Crop Production Intensification*. <https://www.nature.com/articles/s41893-020-0507-8>
- Ritung, S. Nugroho, K. (2015). Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk Komoditas Pertanian. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Suryawati (2019). Aplikasi Pemupukan Kompos Sabut Buah Lontar pada Budidaya Jagung di Lahan Kering Berbatu. Prosiding Seminar Nasional Universitas Nusa Cendana.
- Yiren Liu, Xianjin Lan, Hongqian Hou, Jianhua Ji. (2024). Multifaceted Ability of Organic Fertilizers to Improve Crop Productivity and Abiotic Stress Tolerance: Review and Perspectives. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. <https://www.mdpi.com/2073-4395/14/6/1141>

## PROFIL PENULIS



### **Dr. Ir. Suryawati, M.Si**

Penulis merupakan Dosen pada Program Studi Teknologi Industri Hortikultura, Jurusan Tanaman Pangan dan Hortikultura di Politeknik Pertanian Negeri Kupang sejak Tahun 1994. Sebagai seorang yang sepenuhnya mengabdikan dirinya sebagai dosen, selain pendidikan formal yang telah ditempuhnya penulis juga mengikuti berbagai pelatihan untuk meningkatkan kinerja dosen, khususnya di bidang pengajaran, penelitian dan pengabdian. Beberapa buku yang penulis telah hasilkan, di antaranya Statistika Terapan, Pemuliaan Tanaman dan Botani. Selain itu, penulis juga aktif melakukan penelitian yang diterbitkan di berbagai jurnal nasional maupun internasional. Penulis juga aktif menjadi pemakalah di berbagai kegiatan dan menjadi narasumber pada workshop/seminar/lokakarya tertentu.

Email: [suryawatigusma@ymail.com](mailto:suryawatigusma@ymail.com)

# **BAB 3 DASAR FISILOGI FOTOSINTESIS C3, C4 DAN CAM**

**Heny Mathelda Cornelia Sine, S.T.P, M.Si**  
**Politeknik Pertanian Negeri Kupang**

## **A. PENDAHULUAN**

Fotosintesis merupakan proses fisiologis fundamental yang menjadi dasar kehidupan hampir seluruh organisme di biosfer. Pada tumbuhan hijau, fotosintesis berfungsi sebagai mekanisme utama konversi energi cahaya matahari menjadi energi kimia dalam bentuk senyawa organik, terutama karbohidrat. Dalam konteks agroekofisiologi, fotosintesis tidak hanya dipandang sebagai reaksi biokimia, tetapi sebagai penentu utama produktivitas tanaman, efisiensi penggunaan sumber daya, dan keberlanjutan sistem pertanian.

Produktivitas primer tanaman yang tercermin dalam akumulasi biomassa dan hasil panen sangat ditentukan oleh laju fotosintesis bersih. Hampir seluruh bahan kering tanaman ( $\pm 90\%$ ) berasal dari karbon dioksida atmosfer yang difiksasi melalui fotosintesis. Oleh karena itu, variasi laju fotosintesis akibat perbedaan genotipe, lingkungan, maupun sistem budidaya akan secara langsung memengaruhi potensi hasil tanaman.

Pada skala ekosistem, fotosintesis berperan sebagai pintu masuk utama karbon ke dalam siklus biogeokimia. Agroekosistem pertanian, seperti sawah, ladang jagung, atau kebun tanaman CAM (misalnya nanas), merupakan komponen penting dalam neraca karbon regional. Dengan demikian, pemahaman fotosintesis menjadi kunci untuk: 1) meningkatkan produktivitas tanaman, 2) mengelola efisiensi air dan nitrogen, 3) merespons tantangan perubahan iklim global.

Fotosintesis adalah proses kompleks yang melibatkan interaksi mekanisme biofisik dan biokimia secara terpadu. Secara umum, fotosintesis dapat dibagi menjadi dua tahapan besar:

1. Reaksi terang (reaksi fotokimia)  
Terjadi di membran tilakoid kloroplas dan melibatkan penyerapan energi cahaya oleh pigmen fotosintetik (klorofil dan karotenoid). Energi cahaya digunakan untuk:
  - a. memicu aliran elektron,
  - b. menghasilkan ATP dan NADPH, yang selanjutnya digunakan sebagai sumber energi dan reduktan.
2. Reaksi gelap (fiksasi karbon)  
Berlangsung di stroma kloroplas, terutama melalui Siklus Calvin–Benson, yang mengasimilasi CO<sub>2</sub> menjadi triose fosfat. Tahapan ini bersifat biokimia dan sangat dipengaruhi oleh aktivitas enzim, khususnya Rubisco.

Dari sudut pandang agroekofisiologi, fotosintesis juga mencakup proses biofisik seperti:

1. difusi CO<sub>2</sub> dari atmosfer ke kloroplas,
2. pembukaan dan penutupan stomata,
3. transport energi dan metabolit.

Oleh karena itu, fotosintesis tidak dapat dipahami hanya sebagai reaksi kimia, tetapi sebagai sistem terintegrasi yang responsif terhadap lingkungan (cahaya, suhu, CO<sub>2</sub>, air). Berdasarkan jalur awal fiksasi karbon dan strategi adaptasinya, tumbuhan dibedakan menjadi tiga kelompok fotosintetik utama, yaitu C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, dan CAM.

1. Tumbuhan C<sub>3</sub>  
Merupakan kelompok paling luas, di mana CO<sub>2</sub> difiksasi langsung oleh enzim Rubisco dalam Siklus Calvin. Produk stabil pertama adalah senyawa beratom karbon tiga (3-PGA). Namun, kelompok ini rentan terhadap fotorespirasi, terutama pada suhu tinggi dan CO<sub>2</sub> rendah.
2. Tumbuhan C<sub>4</sub>  
Mengembangkan mekanisme konsentrasi CO<sub>2</sub> secara spasial, dengan pemisahan lokasi fiksasi awal CO<sub>2</sub> (oleh PEPC di sel mesofil) dan Siklus Calvin (di sel bundle sheath). Strategi ini menekan fotorespirasi dan meningkatkan efisiensi fotosintesis pada kondisi panas dan cahaya tinggi.
3. Tumbuhan CAM (Crassulacean Acid Metabolism)  
Menggunakan strategi konsentrasi CO<sub>2</sub> secara temporal, dengan fiksasi CO<sub>2</sub> pada malam hari dan asimilasi karbon pada siang hari. Mekanisme

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Z., & Suwasono, R. A. (2018). Pengaruh intensitas cahaya terhadap laju fotosintesis dan pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Agroteknologi*, 12(2), 85–93.
- Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. (2016). *Pengelolaan lahan kering berkelanjutan*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Balai Penelitian Tanaman Pangan. (2018). *Adaptasi tanaman pangan terhadap perubahan iklim*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Budiastuti, M. S. (2013). Pengaruh cekaman air terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 18(1), 9–16.
- Efendi, E., & Wulandari, R. (2017). Respon fisiologis tanaman terhadap stres kekeringan. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 45(3), 233–240. <https://doi.org/10.24831/jai.v45i3.13567>
- Gardner, F. P., Pearce, R. B., & Mitchell, R. L. (1991). *Fisiologi tanaman budidaya* (Terjemahan H. Susilo). UI Press.
- Haryanti, S., & Meirina, T. (2009). Optimasi fotosintesis tanaman melalui pengelolaan lingkungan tumbuh. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 17(2), 1–9.
- Hopkins, W. G., & Hüner, N. P. A. (2009). *Introduction to plant physiology* (4th ed.). John Wiley & Sons.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2020). *Teknologi budidaya tanaman hortikultura adaptif iklim*. Direktorat Jenderal Hortikultura.
- Lakitan, B. (2011). *Dasar-dasar fisiologi tumbuhan*. RajaGrafindo Persada.
- Lambers, H., Chapin, F. S., III, & Pons, T. L. (2008). *Plant physiological ecology* (2nd ed.). Springer.

- Rahardjo, M., & Darwati, I. (2011). Adaptasi fisiologis tanaman terhadap cekaman lingkungan. *Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri*, 17(2), 45–52.
- Raven, P. H., Evert, R. F., & Eichhorn, S. E. (2013). *Biology of plants* (8th ed.). W. H. Freeman and Company.
- Sage, R. F., & Kubien, D. S. (2007). The temperature response of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> photosynthesis. *Plant, Cell & Environment*, 30(9), 1086–1106. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2007.01682.x>
- Salisbury, F. B., & Ross, C. W. (1995). *Fisiologi tumbuhan* (Terjemahan D. R. Lukman). ITB Press.
- Sitompul, S. M., & Guritno, B. (1995). *Analisis pertumbuhan tanaman*. Gadjah Mada University Press.
- Sudarsono, & Melati, M. (2015). Efisiensi fotosintesis tanaman C<sub>3</sub> dan C<sub>4</sub> pada berbagai kondisi lingkungan. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 43(1), 1–8.
- Sutoro. (2012). *Pengantar fisiologi tanaman*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi.
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2018). *Fundamentals of plant physiology*. Oxford University Press.
- Widodo, W. (2010). *Fisiologi tanaman*. Universitas Negeri Malang Press.

## PROFIL PENULIS



### **Heny Mathelda Cornelia Sine, STP, M.Si**

Penulis adalah dosen pada Program Studi Teknologi Industri Hortikultura, Jurusan Tanaman Pangan dan Hortikultura, Politeknik Pertanian Negeri Kupang, dan telah mengabdikan diri dalam dunia pendidikan tinggi sejak tahun 2008. Dedikasinya sebagai pendidik tercermin tidak hanya melalui pengajaran, tetapi juga melalui komitmen berkelanjutan dalam pengembangan kapasitas profesional. Selain menempuh pendidikan formal, penulis secara aktif mengikuti berbagai pelatihan, workshop, dan pengembangan kompetensi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat. Minat akademik utama penulis terfokus pada Pertanian Lahan Kering, yang menjadi landasan dalam pengembangan materi ajar, riset terapan, serta kegiatan pengabdian yang berorientasi pada pemecahan masalah nyata di lapangan. Dalam bidang akademik, penulis aktif menulis buku, bookchapter, dan bahan ajar, serta melakukan penelitian yang hasilnya telah dipublikasikan pada berbagai jurnal ilmiah nasional dan internasional. Selain itu, penulis juga kerap berperan sebagai pemakalah dalam seminar dan konferensi ilmiah, serta menjadi narasumber pada berbagai kegiatan yang berkaitan dengan pengembangan pertanian berkelanjutan. Melalui integrasi pengajaran, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat, penulis terus berupaya berkontribusi dalam pengembangan pertanian berkelanjutan dan peningkatan kapasitas sumber daya manusia pertanian, khususnya di wilayah semi arid. Dalam bidang akademik, penulis aktif menulis buku, bookchapter, dan bahan ajar, serta melakukan penelitian yang hasilnya telah dipublikasikan pada berbagai jurnal ilmiah nasional dan internasional. Selain itu, penulis juga kerap berperan sebagai pemakalah dalam seminar dan konferensi ilmiah, serta menjadi narasumber pada berbagai kegiatan yang berkaitan dengan pengembangan pertanian berkelanjutan. Melalui integrasi pengajaran, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat, penulis terus berupaya berkontribusi dalam pengembangan pertanian berkelanjutan dan peningkatan kapasitas sumber daya manusia pertanian, khususnya di wilayah semi arid.

Email: [henysine2019@gmail.com](mailto:henysine2019@gmail.com). Sinta ID: 6150431, ORCID ID :  
<https://orcid.org/0009-0001-9480-9008>

# **BAB 4 PERANAN PEMULIAAN TANAMAN DALAM PENINGKATAN PRODUKSI PERTANIAN**

**Ir. Eko Harry Agustin Juwaningsih, M.Si  
Politeknik Pertanian Negeri Kupang**

## **A. PENDAHULUAN**

Morfologi tumbuhan merupakan cabang ilmu botani yang mempelajari bentuk luar, struktur, serta susunan organ penyusun tubuh tumbuhan. Kajian dari morfologi mencakup pengamatan dan deskripsi organ vegetative dan generative, termasuk akar, batang, daun, bunga, buah, dan biji, sebagai unit structural yang memiliki peran fungsional dalam kehidupan tumbuhan. Dalam ilmu pertanian, morfologi tumbuhan menjadi landasan penting untuk memahami keragaman tanaman budidaya maupun tanaman liar, serta sebagai dasar dalam kegiatan identifikasi, kalsifikasi, dan pengelolaan sumber daya hayati (Universitas Lambung Mangkurat, 2020).

Secara tradisional, morfologi tumbuhan berkembang sebagai ilmu deskriptif yang bertujuan untuk mengenali dan membedakan jenis tumbuhan berdasarkan karakter bentuk luar organ. Pendekatan ini sangat berperan dalam perkembangan secara sistematis untuk tumbuhan klasik, di mana karakter morfologi digunakan sebagai dasar utama dalam penentuan kekerabatan antar takson. Meskipun demikian, perkembangan ilmu pengetahuan menunjukkan bahwa bentuk dan struktur organ tumbuhan tidak dapat dipahami secara utuh hanya melalui pengamatan visual, melakukan harus dikaitkan dengan proses perkembangan, struktur anatomi, dan factor lingkungan yang mempengaruhinya (Endress, 2023).

Bentuk organ tumbuhan dipahami sebagai hasil interaksi kompleks antara factor genetika dan lingkungan, yang termanifestasi melalui proses ontogeny dan adaptasi evolusioner. Pendekatan ini memungkinkan penafsiran morfologi tumbuhan tidak hanya sebagai ciri pembeda, tetapi juga sebagai indikator fungsi dan adaptasi terhadap kondisi lingkungan tertentu (Umsu Press, 2024).

Bagi ilmu pertanian, pemahaman morfologi dan organ tanaman memiliki implikasi praktis yang sangat luas. Karakter morfologi sering digunakan sebagai dasar dalam identifikasi varietas tanaman, seleksi bahan tanam, serta evaluasi adaptasi tanaman terhadap lingkungan tumbuh. Selain itu, variasi morfologi organ vegetatif dan generatif juga berperan penting dalam kegiatan pemuliaan tanaman, terutama dalam penentuan sifat unggul yang berkaitan dengan produktivitas dan ketahanan terhadap cekaman lingkungan (Setiadi & Lestari, 2023).

## **B. KONSEP DASAR MORFOLOGI TUMBUHAN**

### **1. Pengertian dan Ruang Lingkup Morfologi Tumbuhan**

Morfologi tumbuhan secara umum didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari bentuk luar dan susunan organ tumbuhan beserta variasinya. Kajian ini mencakup bentuk luar dan susunan organ tumbuhan beserta variasinya. Kajian ini mencakup pengamatan terhadap ukuran, bentuk, posisi, dan hubungan antar organ, serta perubahan morfologi yang terjadi selama siklus hidup tumbuhan. Dalam pengertian yang lebih luas, morfologi tumbuhan juga mencakup kajian komparatif antar spesies untuk mengungkapkan persamaan dan perbedaan karakter organ sebagai dasar sistematika dan klasifikasi (Umsu Press, 2024).

Ruang lingkup morfologi tumbuhan meliputi dua kelompok utama organ, yaitu organ vegetatif dan organ generatif. Organ vegetatif terdiri atas akar, batang, dan daun yang berfungsi dalam pertumbuhan dan pemeliharaan individu tumbuhan. Sementara itu, organ generatif meliputi bunga, buah, biji yang berperan dalam reproduksi dan keberlanjutan spesies. Masing-masing organ tersebut menunjukkan variasi morfologi yang sangat luas, baik antar spesies maupun dalam

## DAFTAR PUSTAKA

- Diaz, S., et al. (2024). Morphological and anatomical integration in plant adaptive strategies. *Plants*, 12(1), 118.
- Endress, P. K. (2023). Systematic plant morphology and anatomy: 50 years of progress. *Taxon*, 72(1), 1–24.
- F. (2025). Exploring flower morphology and pollen types of various Angiospermae families from Huluduotamo Village, Gorontalo. *Jurnal Pembelajaran dan Biologi Nukleus*, 11(1), 268–278. <https://doi.org/10.36987/jpbn.v11i1.6792>
- Kenrick, P. (2025). Transfer cells in Horneophyton lignieri illuminate the origin of vascular tissues in early land plants. *New Phytologist*.
- Morphology of Flowers1.pdf. (2018). Morphology of flower: Floral characteristics and whorl anatomy. St. Teresa's College. Retrieved from <https://teresas.ac.in/wp-content/uploads/2018/10/Morphology-of-Flowers1.pdf>
- Nguyen, T. T., et al. (2023). Morphological and anatomical characteristics of some Lauraceae species from inland sandy areas.
- Rahayu, S., Indriyanto, & Budiadi. (2014). Karakter morfologi dan anatomi organ vegetatif beberapa jenis pohon hutan tropis. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 20(2), 65–74. <https://journal.ipb.ac.id/jmht/article/view/4769>
- S. L. P., Mantali, M. F., Djafar, N. H., Bano, N. S., Ahmad, J., & Febriyanti, Setiadi, A., et al. (2023). Fruit and seed morphology variation of clove (*Syzygium aromaticum* L.) from various regions in Indonesia. ResearchGate.
- Thalib, M. R. P. P., Lamante, N. S., Tandililing, I., Ibrahim, R., Mahluk, L. K., Ishak,
- University of Minnesota. (2023). Fruit morphology. Open Textbook Library. <https://open.lib.umn.edu/horticulture/chapter/8-1-fruit-morphology/>
- Xu, J., Lee, J., & Gan, X. (2026). High-density field-based 3D reconstruction of rice architecture across diverse cultivars for genome-wide

association studies. *Plant Methods*. Advance online publication.  
<https://doi.org/10.1186/s13007-026-01499-5>

## PROFIL PENULIS



Ir. Eko H. Agustin Juwaningsih, M.Si.

Penulis merupakan Dosen pada Program Studi Tanaman Pangan dan Hortikultura, Jurusan Tanaman Pangan dan Hortikultura, Politeknik Pertanian Negeri Kupang. sejak tahun 1997. Sebagai seorang yang sepenuhnya mengabdikan dirinya sebagai dosen, selain pendidikan formal yang telah ditempuhnya penulis juga mengikuti berbagai pelatihan untuk meningkatkan kinerja dosen. Penulis menaruh minat yang besar pada bidang bioteknologi pertanian. Oleh karena itu pengembangan pengajaran, penelitian dan pengabdian yang dilakukan difokuskan pada bidang tersebut. Selain aktif menulis buku dan bahan ajar, penulis juga aktif melakukan penelitian yang diterbitkan di berbagai jurnal nasional maupun internasional. Penulis juga sering menjadi pemakalah diberbagai kegiatan dan menjadi narasumber pada workshop/seminar/lokakarya tertentu.

Email: [yuniwsly@gmail.com](mailto:yuniwsly@gmail.com)

# **BAB 5 PERTUMBUHAN TANAMAN & FAKTOR LINGKUNGAN**

**Euis Bayu Risbarkah, S.P., M.P.**

**Politeknik Pertanian Negeri Kupang**

## **A. PENDAHULUAN**

Pertumbuhan tanaman adalah proses biologis kompleks yang terjadi karena adanya ketergantungan antara faktor genetik dari dalam tubuh tanaman dan kondisi lingkungan di sekitarnya. Pertumbuhan ini bisa dilihat dari peningkatan ukuran, volume, tinggi, berat kering, jumlah sel, serta perbedaan jaringan dalam tanaman. Tanaman tidak bisa berkembang sendirian, karena semua proses seperti metabolisme, pembentukan bagian-bagian tanaman, kecepatan fotosintesis, hingga hasil panen sangat tergantung pada lingkungan tempat tanaman tersebut tumbuh.

Memahami pertumbuhan tanaman merupakan salah satu kunci utama keberhasilan dalam kegiatan budidaya. Sehingga setiap tahap pertumbuhan membutuhkan kondisi lingkungan, unsur hara, serta perlakuan yang berbeda salah satu faktor utama yang memengaruhi tumbuhnya tanaman adalah proses fotosintesis. Fotosintesis berperan penting dalam pertumbuhan tanaman karena terjadi di daun, dimana tanaman menangkap cahaya menggunakan pigmen yang ada di kloroplas. Proses ini mengubah karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan air (H<sub>2</sub>O) menjadi glukosa yang memiliki energi tinggi serta oksigen (O<sub>2</sub>) (Song *et al.*, 2021).

Melalui proses fotosintesis, terlihat bahwa pertumbuhan tanaman bergantung pada jumlah nutrisi dan unsur hara yang diberikan serta kondisi lingkungan yang mendukung. Jika kandungan nutrisi dan unsur hara tidak cukup, maka pertumbuhan tanaman akan terganggu (Song *et al.*, 2021). Dengan memahami cara tanaman tumbuh, para petani bisa mengatur pemberian nutrisi sesuai dengan tahap pertumbuhan tanaman tersebut.

Lingkungan memiliki peran sangat penting dalam menentukan keberhasilan produksi tanaman, karena setiap tanaman membutuhkan kondisi tertentu agar dapat tumbuh optimal. Faktor lingkungan mikro seperti kelembaban tanah, suhu, cahaya, dan pH tanah mempengaruhi pertumbuhan tanaman (Enim *et al.*, 2024). Ketika faktor-faktor ini berada dalam kondisi ideal, tanaman akan tumbuh dengan baik dan menghasilkan produksi tinggi. Sebaliknya, kondisi lingkungan yang tidak sesuai dapat menurunkan kualitas maupun kuantitas hasil panen.

Selain itu, ketersediaan air dan tingkat kelembaban memengaruhi cara tubuh tumbuhan bekerja, pembentukan jaringan, serta cara tumbuhan mengambil nutrisi. Jika tidak cukup air, tanaman akan layu dan tidak bisa berproduksi. Tetapi jika terlalu banyak air, akar bisa busuk dan menyebabkan penyakit. Tanah tempat tanaman tumbuh juga sangat penting, kondisi struktur tanah, tingkat keasaman, kandungan nutrisi, serta kemampuan tanah mengalirkan udara mempengaruhi kemampuan akar dalam menyerap nutrisi.

Selain faktor abiotik, faktor biotik seperti hama, penyakit, dan persaingan gulma turut memengaruhi keberhasilan produksi. Tanaman yang berada pada lingkungan yang tidak ideal cenderung lebih lemah dan lebih mudah terserang organisme pengganggu. Dengan memahami dan mengelola faktor-faktor lingkungan tersebut, petani dapat menciptakan kondisi tumbuh yang optimal sehingga produksi dapat mencapai hasil maksimal. Lingkungan yang sesuai menjadi fondasi utama dalam keberhasilan budidaya yang berkelanjutan.

## **B. METABOLISME TANAMAN**

Metabolisme tumbuhan adalah serangkaian reaksi kimia di dalam sel yang membantu tumbuhan mengubah bahan-bahan menjadi energi dan membangun bagian-bagian tubuhnya. Selain itu Metabolisme pada tanaman sangat penting untuk bertahan hidup, tumbuh, dan beradaptasi. Metabolisme ini membantu mengubah energi melalui proses seperti fotosintesis dan respirasi, serta membangun molekul penting seperti karbohidrat, protein, dan lemak. Selain itu, metabolisme dapat menghasilkan senyawa sekunder yang berperan dalam mempertahankan diri, memberi warna, serta mengirim sinyal, dan mengatur semua fungsi seluler mulai dari membuat energi hingga merespons tekanan dari lingkungan sekitar. Metabolisme ini dibagi menjadi dua jenis yaitu metabolisme primer dan metabolisme sekunder.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfarisy, D. A., Arif, C., & Purwanto, A. (2024). *Pengembangan Model Jaringan Saraf Tiruan ( JST ) untuk Identifikasi Air - Lingkungan - Tanaman pada Budidaya Padi Sawah dengan Perlakuan Fine Bubble Technology*. 09(02), 231–240. <https://doi.org/10.29244/jsil.9.2.231-240>
- Enim, T., Maghzarini, N. R., Setyawan, D., Hanum, H., Tanah, J. I., Pertanian, F., Sriwijaya, U., Ilir, O., Selatan, S., Sriwijaya, U., Ilir, O., & Selatan, S. (2024). *Analisis Komponen Utama untuk Menilai Faktor Lingkungan Mikro dan Pertumbuhan Angsana pada Lahan Percobaan FABA di Banko Barat , Tanjung Enim*. 6051, 543–555.
- Jurnal, F., Ilmu, K., Saputri, A., Prayogo, M. S., & Ni, F. (2025). *Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Laju Fotosintesis pada Tanaman Bayam ( Amaranthus Sp .) Universitas Islam Negeri Kiai Haji Achmad Siddiq Jember , Indonesia*. 2.
- Korth, D. C., Kawasan, D. I., & Adat, H. (2021). *KOMPONEN FAKTOR ABIOTIK LINGKUNGAN TEMPAT TUMBUH PUSPA*. 5(2).
- Muell, L. (n.d.). *Kombinasi Pengaruh Media Tanam Akar Pakis dan Arang Sekam Terhadap Perkecambahan dan Pertumbuhan Bibit Eucalyptus*. 9–17.
- Rukmana, S., & Mutiati, E. (2025). *Monitoring Variasi Genetik Warna Bunga pada Tanaman Hibrida Anggrek Dendrobium untuk Pemuliaan Tanaman di Batu Malang*. 5(2), 117–122.
- Saad Handika, Bembah Irwan, & Arsyad Karlena. (2024). *Adaptasi Dampak Perubahan Iklim Melalui Adopsi Pertanian Berkelanjutan*. *Jurnal Penyuluhan Pertanian*, 19(1), 1–11.
- Sari, E. V. I. K., Biologi, J., Matematika, F., Ilmu, D. A. N., Alam, P., & Lampung, U. (2014). *Metabolisme hewan dan tumbuhan*.
- Song, N., Angel, J., Sri, P., Laurita, P. S., Peter, D., Ludong, M., Biologi, B. P., Matematika, F., Alam, P., Pertanian, T., Teknik, P., Pertanian, F., & Ratulangi, U. S. (2021). *Potensi Metode Sonic Pertumbuhan Tanaman Bloom untuk Meningkatkan*. 10(2), 76–80.
- Taufiq, A. (2012). *LINGKUNGAN TUMBUH*. 26(23), 13–26.

- Umami, P., & Anggriani, D. O. (2025). *Pertumbuhan dan perkembangan benih tumbuhan growth and cevelopment of plant seeds*. 3(5), 1011–1022.
- Widiarta, I., Hendayana, R., & Harnowo, D. (2019). Perbenihan Pertanian: Mendukung Peningkatan Mutu Benih dan Adopsi Varietas Unggul Spesifik Lokasi untuk Ketahanan Pangan Nasional. *Repository.Pertanian.Go.Id*.  
<http://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/8458>

## PROFIL PENULIS



### **EUIS BAYU RISBARKAH, S.P., M.P.**

Penulis merupakan Dosen Pertanian pada Program Studi Manajemen Pertanian Lahan Kering Prodi Penyuluhan Pertanian Lahan Kering sejak tahun 2025. Sebagai seorang yang sepenuhnya mengabdikan dirinya sebagai dosen, selain pendidikan formal yang telah ditempuhnya penulis juga mengikuti berbagai pelatihan untuk meningkatkan kinerja dosen, khususnya di bidang pengajaran, penelitian dan pengabdian. Penulis juga

merupakan praktisi di organisasi Kompas mahasiswa. Selain itu, penulis juga aktif melakukan penelitian yang diterbitkan di berbagai jurnal nasional. Penulis juga aktif menjadi panitia diberbagai kegiatan workshop/seminar/lokakarya tertentu.

Email: [euis23risbarkah@gmail.com](mailto:euis23risbarkah@gmail.com)

# **BAB 6 TEKNIK PERBANYAKAN TANAMAN (VEGETATIF DAN GENERATIF)**

**Dr. Laurensius Lehar, S.P., M.P.**

**Politeknik Pertanian Negeri Kupang**

## **A. PENDAHULUAN**

Perbanyakan tanaman merupakan aspek penting dalam ilmu agronomi dan hortikultura, karena berkaitan langsung dengan upaya mempertahankan keberlanjutan produksi, meningkatkan kualitas varietas, serta menjaga kelestarian sumber daya genetik tanaman. Dalam praktik budidaya modern, keberhasilan perbanyakan tidak hanya menentukan ketersediaan bahan tanam, tetapi juga memengaruhi produktivitas serta stabilitas sifat varietas yang dikembangkan. Oleh sebab itu, pemahaman mendalam mengenai metode perbanyakan tanaman menjadi hal yang sangat krusial bagi petani, peneliti, maupun praktisi hortikultura.

Secara umum, perbanyakan tanaman dapat dilakukan melalui dua pendekatan utama, yaitu perbanyakan generatif dan perbanyakan vegetatif. Perbanyakan generatif merupakan proses reproduksi seksual yang menggunakan biji sebagai propagul utama. Proses ini melibatkan penggabungan materi genetik dari sel jantan dan betina sehingga menghasilkan tingkat keragaman genetik yang relatif tinggi. Metode generatif banyak digunakan dalam produksi tanaman pangan, kehutanan, serta program pemuliaan tanaman karena kemampuannya menghasilkan kombinasi sifat baru yang berpotensi unggul. Selain itu, teknik ini dinilai lebih ekonomis, mudah dilakukan, dan mampu menghasilkan tanaman dengan sistem perakaran yang kuat. Namun demikian, variasi genetik yang muncul dapat menyebabkan ketidakseragaman sifat pada generasi berikutnya, terutama pada komoditas hortikultura yang mengutamakan keseragaman fenotipe.

Sebaliknya, perbanyakan vegetatif merupakan metode reproduksi aseksual yang memanfaatkan bagian tubuh tanaman seperti batang, daun, akar, atau tunas. Metode ini menghasilkan tanaman yang secara genetik identik dengan induknya (klonal), sehingga sangat ideal untuk mempertahankan sifat unggul yang telah stabil. Teknik perbanyakan vegetatif meliputi stek, cangkok, sambung, okulasi, serta teknik yang lebih modern seperti kultur jaringan (micropropagation). Keunggulan utama perbanyakan vegetatif adalah percepatan waktu berproduksi, tingkat keseragaman tanaman yang tinggi, serta kemampuan memperbanyak tanaman yang sulit dikembangkan melalui biji. Namun, metode ini cenderung memerlukan keterampilan khusus, biaya lebih tinggi, serta berpotensi menularkan penyakit yang berasal dari tanaman induk.

Dalam konteks pengembangan sektor pertanian yang berkelanjutan, pemilihan metode perbanyakan yang tepat merupakan langkah strategis untuk mencapai efisiensi produksi, peningkatan mutu hasil, serta pelestarian varietas lokal. Pemahaman komprehensif mengenai kedua metode ini akan membantu peneliti dan praktisi pertanian dalam menentukan teknik propagasi yang paling sesuai berdasarkan karakter fisiologis tanaman, tujuan budidaya, dan kondisi lingkungan tumbuh.

## **B. PERBANYAKAN TANAMAN SECARA GENERATIF**

Perbanyakan tanaman secara generatif adalah metode perbanyakan yang dilakukan melalui biji sebagai hasil dari proses reproduksi seksual tanaman. Proses ini melibatkan penggabungan gamet jantan pada serbuk sari (pollen) dengan gamet betina pada ovulum sehingga membentuk zigot yang berkembang menjadi embrio dan akhirnya menjadi biji. Metode generatif merupakan salah satu cara reproduksi alami yang paling umum terjadi pada tumbuhan berbiji (Spermatophyta), mencakup tumbuhan berbunga (Angiospermae) maupun tumbuhan berbiji terbuka (Gymnospermae).

Secara teoritis, perbanyakan generatif menghasilkan individu baru dengan komposisi genetik yang bervariasi karena adanya segregasi dan rekombinasi genetik dalam proses meiosis. Keragaman genetik ini dapat menjadi keuntungan dalam program pemuliaan tanaman karena berpotensi menghasilkan fenotipe unggul baru, namun sekaligus juga dapat menimbulkan ketidakseragaman pada populasi tanaman budidaya. Oleh sebab

## DAFTAR PUSTAKA

- Alsanie, I. (2025). Insights on *Mesembryanthemum forsskalii* phenotype and the effects of plant growth regulators via tissue culture. *BMC Plant Biology*, 25, 1–12.
- Becker, A. (2025). Sexual reproduction in land plants: An evolutionary developmental perspective. *Plant Reproduction*.
- Bollati, S. A., et al. (2025). Optimization of culture media and environmental conditions for embryogenic callus development in olive. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 160, 223–239. <https://doi.org/10.1007/s44447-025-00037-4>
- Clarissa, G. I., Kelana, H. W., & Hamdani, S. (2025). Media kultur jaringan tanaman untuk produksi kuersetin: Sebuah tinjauan literatur. *Jurnal Ners Universitas Pahlawan*, 9(4), 7846–7854.
- Edmond, J. B., Senn, T. L., Andrews, F. S., & Halfacre, R. G. (2009). *Fundamentals of horticulture*. New Delhi, India: Biotech Books.
- Gardner, F. P., Pearce, R. B., & Mitchell, R. L. (1991). *Physiology of crop plants*. Ames, IA: Iowa State University Press.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., & Geneve, R. L. (2018). *Plant propagation: Principles and practices* (9th ed.). New York, NY: Prentice Hall.
- Hegde, R. B., Shobha, D., & Patil, R. (2025). Advanced techniques for seed quality assessment and computer-aided germination monitoring. *SN Applied Sciences*, 7, 7284.
- Helmanto, H., & Wahyudi, A. (2024). Effects of seed storage duration and several germination media on the growth of *Pinanga javana* Blume. *Borneo Journal of Tropical Studies*, 2(1), 10–21.
- Huang, X., et al. (2025). Cell fate determination during sexual plant reproduction. *New Phytologist*, 236(2), 489–507.
- Jayusman, J. (2021). Vegetative propagation techniques and their role in modern fruit crop production. *AgroScience Journal*, 18(1), 55–67. (ditambahkan sesuai permintaan)

- Kocot, D., et al. (2022). The effectiveness of sexual reproduction in selected clonal plant species. *Plants*, 11(3), 343.
- Krumbe, F., et al. (2025). The vital role of pollination services in seed production. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 368, 109613.
- Kusman, H., & Sari, I. (2025). Potential use of invigoration techniques to improve soybean seed quality. *Jurnal Biologi Tropis*, 25(2), 150–162.
- Lee, J., et al. (2024). Improving seed germination: Effect of stratification and dormancy-release priming in *Lonicera insularis*. *Frontiers in Plant Science*, 15, 1484114.
- Lehar., L. (2025). *Revolusi Sunyi: Membongkar Rasia Perbanyak Vegetative Tanaman*. Yogyakarta, Indonesia: CV. Selfietera Indonesia.
- Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15(3), 473–497. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>
- Pasternak, T. P. (2024). Plant growth regulation in cell and tissue culture in vitro. *Plants*, 13(2), 327.
- Rahardi, F., & Hartono, S. (2004). *Pengantar hortikultura*. Jakarta, Indonesia: Penebar Swadaya.
- Sartika, R. (2025). Faktor-faktor yang memengaruhi proses kultur jaringan pada tanaman hortikultura. *Jurnal Agro*, 12(1), 200–207.
- Šerá, B., Žarnovičan, H., Hodálová, I., & Litavský, J. (2024). Reproductive capacity and seed germination after various storage of the invasive alien plant *Amorpha fruticosa* L.: A case study from Bratislava. *Biologia*, 79, 1421–1433.
- Sidik, N. J., Agha, H. M., Alkamil, A. A., & Alsayadi, M. M. S. (2024). A mini review of plant tissue culture: The role of media optimization, growth regulators, callus induction, and modern applications. *AUIQ Complementary Biological Systems*, 1(2), 96–109.
- Song, G., et al. (2024). Seasonal dynamics of seed dormancy and germination in a cold desert annual. *PeerJ*, 12, e17987.
- Surya, M. I., & Yuliana, R. (2021). Effects of planting medium on the propagation of loquat (*Eriobotrya japonica*) through seeds. *Jurnal Hutan Tropis*, 9(2), 120–128.

- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2018). *Plant physiology and development* (6th ed.). Sunderland, MA: Sinauer Associates.
- Tel, A., et al. (2021). Seed propagation, adaptation to cultivation conditions, and ex-situ conservation of *Centaurea hermannii*. *BioResources*.
- Varsamis, G., et al. (2025). Seed germination ecology and dormancy release in Mediterranean annuals. *Agriculture*, 15(20), 2139.
- Verhoeven, M. R., et al. (2024). Effects of seed traits and dormancy-break treatments on germination in grassland species. *Plant Science*, 335, 111792.
- Walingkas, S., et al. (2025). Seed germination variability and its association with species persistence in tropical native trees. *Jurnal Agroekoteknologi Terapan*, 8(3), 200–214.
- Wang, J. Y., et al. (2024). Seed dormancy types and germination response of 15 temperate species. *Ecology and Evolution*, 14(4), e11671.
- Yuniarti, L., & Putri, D. (2024). Germination of nutmeg (*Myristica argentea*) seeds under different growth media and seed coat scarification. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 26(2), 95–105.
- Yusnita, L., Putri, R. A., & Rahmawati, N. (2024). Recent advances in vegetative propagation and its impact on horticultural productivity. *Journal of Horticultural Research*, 12(2), 145–158.

## PROFIL PENULIS



Dr. Laurensius Lehar, S.P., M.P. lahir di Loyobohor, Lembata, 16 Juli 1974. Penulis merupakan akademisi pada Politeknik Pertanian Negeri Kupang dengan jabatan Lektor Kepala, dan telah lama mengabdikan diri pada bidang hortikultura melalui kegiatan pengajaran, penelitian, serta pengabdian kepada masyarakat. Latar belakang pendidikan penulis meliputi Diploma III Pertanian, Sarjana Agronomi, Magister Hortikultura, hingga Doktor Ilmu Pertanian (Agronomi dan Hortikultura) dari Universitas Brawijaya, Malang. Dalam pengajaran, penulis membina sejumlah mata kuliah seperti Dasar-dasar Hortikultura, Perbanyakan Vegetatif, Teknologi Industri Hortikultura, Manajemen Industri Hortikultura, Biologi, serta Kewirausahaan. Fokus penelitiannya mencakup pertumbuhan tanaman hortikultura, pemanfaatan pupuk organik cair, dan pengembangan agens hayati bagi pertanian berkelanjutan di lahan kering Nusa Tenggara Timur. Selain berkiprah sebagai pendidik dan peneliti, penulis juga dipercaya sebagai Koordinator Teaching Factory (TEFA) Green House Politeknik Pertanian Negeri Kupang sejak 2024, serta Wakil Pemimpin Redaksi Ranaka News sejak 2025. Berbagai karya tulisnya—termasuk buku *Revolusi Sunyi: Membongkar Rahasia Perbanyakan Vegetatif Tanaman*—menjadi rujukan penting bagi mahasiswa, peneliti, penyuluh, dan praktisi pertanian.

Email: [laurensiusl@yahoo.co.id](mailto:laurensiusl@yahoo.co.id)

# **BAB 7 PENGOLAHAN TANAH DAN MANAJEMEN PEMUPUKAN**

**Dr. Marthen Makaborang, STP., M.Sc**  
**Universitas Kristen Artha Wacana**

## **A. PENDAHULUAN**

### **1. Latar Belakang Pengolahan Tanah dan Pemupukan**

Tanah merupakan media tumbuh utama bagi tanaman yang menyediakan unsur hara, air, dan penyangga fisik untuk pertumbuhan akar tanaman serta mikroorganisme pendukung proses biokimia dalam tanah. Pengolahan tanah yang efektif dapat meningkatkan struktur fisik tanah, memperbaiki aerasi dan infiltrasi air, serta membantu distribusi akar tanaman secara optimal. Pemupukan, pada sisi lain, bertujuan menyediakan unsur hara yang diperlukan tanaman karena ketersediaannya di dalam tanah seringkali tidak mencukupi untuk pertumbuhan optimal tanaman (Salikin, 2003; Astiningrum, 2005).

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan pangan dan produktivitas tanaman, praktik pengolahan tanah dan pemupukan telah menjadi bagian integral dalam budidaya tanaman modern. Hal ini mencakup manipulasi tanah melalui olah fisik dan penambahan nutrisi melalui aplikasi pupuk, baik anorganik maupun organik, untuk menjamin pasokan hara yang tepat bagi tanaman serta menjaga sifat fisik, kimia, biologi tanah agar tetap mendukung pertumbuhan tanaman.

### **2. Peran Pengolahan Tanah dan Pemupukan dalam Produktivitas Tanaman**

Pengolahan tanah dan pemupukan merupakan praktik dasar yang secara langsung memengaruhi produktivitas tanaman. Pengolahan tanah yang baik meningkatkan struktur tanah, sirkulasi udara, dan kemampuan tanah menyimpan air, sehingga akar tanaman dapat tumbuh lebih efektif dan mengambil hara secara optimal. Tanah yang diolah dengan benar

memiliki kondisi yang mendukung pertumbuhan tanaman dan mendorong mikroorganisme tanah yang bermanfaat.

Pemupukan, selain menambah unsur hara esensial, juga berdampak pada peningkatan hasil tanaman dengan memastikan bahwa kebutuhan nutrisi tanaman terpenuhi sesuai fase pertumbuhannya. Misalnya, penerapan pemupukan berimbang telah dilaporkan meningkatkan hasil tanaman jagung dan padi dibandingkan dengan praktik pemupukan konvensional yang tidak terukur atau tidak berdasarkan kebutuhan tanah dan tanaman (Jamilah et al., 2018). Hal ini menunjukkan bahwa manajemen hara yang tepat merupakan kunci untuk mencapai produktivitas pertanian yang tinggi.

### 3. Tantangan Degradasi Tanah dan Ketergantungan Pupuk Anorganik

Seiring dengan intensifikasi praktik pertanian modern, sering terjadi degradasi tanah akibat olah tanah yang berlebihan dan penggunaan pupuk anorganik tanpa pertimbangan kondisi tanah jangka panjang. Penggunaan pupuk kimia secara terus-menerus tanpa penambahan bahan organik dapat menurunkan kualitas tanah melalui hilangnya bahan organik tanah, menurunnya aktivitas mikroba tanah, serta penurunan struktur tanah yang pada akhirnya mengurangi produktivitasnya (Salikin, 2003; Astiningrum, 2005). Ketergantungan yang tinggi pada pupuk anorganik untuk mendapatkan hasil tinggi juga berkontribusi terhadap masalah lingkungan dan kesehatan tanah dalam jangka panjang, termasuk akumulasi residu bahan kimia dan peningkatan biaya produksi bagi petani (Sumarno et al., 2009).

### 4. Relevansi Pengelolaan Tanah dan Hara dalam Pertanian Berkelanjutan

Dalam kerangka pertanian berkelanjutan, pengelolaan tanah dan hara bertujuan tidak hanya pada peningkatan hasil tanaman, tetapi juga menjaga kesehatan tanah dan lingkungan untuk dipertahankan dari generasi ke generasi. Model pengelolaan seperti Integrated Soil Fertility Management (ISFM) menekankan penggunaan yang bijak dari sumber daya tanah dan pupuk melalui kombinasi pupuk mineral, sumber organik, varietas tanaman responsif, dan praktik agronomi yang sesuai untuk meningkatkan efisiensi penggunaan hara sekaligus menjaga kesuburan tanah jangka panjang (Vanlauwe et al., 2017). Pendekatan ini relevan mengingat tantangan degradasi tanah dan perubahan iklim yang dapat mengancam ketahanan pangan global. Dengan menjaga keseimbangan

## DAFTAR PUSTAKA

- Amsyah Natalia Zai, W., & Kristiani Lase, N. (2025). Peran mikroorganisme dalam peningkatan kesuburan tanah dan produktivitas pertanian: Kajian literatur. *Hidroponik : Jurnal Ilmu Pertanian Dan Teknologi Dalam Ilmu Tanaman*, 2(1), 19–28
- ANTARA News. (2024). *Suharso: Pertanian regeneratif jadi solusi atasi krisis lingkungan*. Antaranews.com.
- Astiningrum, S. (2005). Dampak penggunaan pupuk kimia pada kualitas tanah. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*.
- Bhattacharyya, P. N., & Jha, D. K. (2012). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): Emergence in agriculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28(4), 1327–1350. <https://doi.org/10.1007/s11274-011-0979-9>
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2017). *The nature and properties of soils* (15th ed.). Pearson Education.
- Busari, M. A. (2015). *Conservation tillage impacts on soil, crop and the environment*.
- Busari, M. A., Kukal, S. S., Kaur, A., Bhatt, R., & Dulazi, A. A. (2015). Conservation tillage impacts on soil, crop and the environment. *International Soil and Water Conservation Research*, 3(2), 119–129. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2015.05.002>
- Chen, Q. et al. (2024). *Soil microorganisms: Their role in enhancing crop ...* MDPI.
- Derpsch, R., Friedrich, T., Kassam, A., & Li, H. (2010). Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 3(1), 1–25.
- Dobermann, A., Witt, C., Dawe, D., Gines, G. C., Nagarajan, R., Satawathananont, S., ... Adviento, M. A. A. (2004). Site-specific nutrient management for intensive rice cropping systems in Asia.

*Field Crops Research*, 74(1), 37–66. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(01\)00197-6](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(01)00197-6)

- Dohare, K. S., Lahagu, M. P., & Waruwu, P. N. K. (2025). Peran mikroorganisme tanah dalam meningkatkan kesehatan tanah dan hasil pertanian organik. *Hidroponik : Jurnal Ilmu Pertanian Dan Teknologi Dalam Ilmu Tanaman*, 2(1), 166–178.
- FAO. (2017). *Conservation agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2019). *International code of conduct for the sustainable use and management of fertilizers*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fixen, P. E., Brentrup, F., Bruulsema, T. W., Garcia, F., Norton, R., & Zingore, S. (2015). Nutrient/fertilizer use efficiency: Measurement, current situation and trends. *Managing Water and Fertilizer for Sustainable Agricultural Intensification*, 8, 1–30.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2025). *How to practice integrated plant nutrient management*. FAO. Retrieved from [www.fao.org](http://www.fao.org)
- Havlin, J. L., Tisdale, S. L., Nelson, W. L., & Beaton, J. D. (2014). *Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management* (8th ed.). Pearson Education.
- Hobbs, P. R., Sayre, K., & Gupta, R. (2008). The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 363(1491), 543–555. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2169>
- IHumico. (2025). *Methods of applying fertilizer: Best practices & techniques*. IHumico. Retrieved from [www.ihumico.com](http://www.ihumico.com)
- Institute for Environmental Research and Education. (2025). *What is the properties of soil?* IERE.
- UPT Perpustakaan Instiper Yogyakarta. (2026). *Ilmu tanah*. Vedantu.
- (2024). *Soil properties explained*. Wikipedia. (2025). *Physical properties of soil*.

- Journal Minfo Polgan. (2025). Mikroba, tanaman dan teknologi sebagai integrasi bioteknologi mikrobial dalam pertanian modern.
- Lal, R. (2015). Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *Sustainability*, 7(5), 5875–5895. <https://doi.org/10.3390/su7055875>
- Liputan6. (2025). Tujuan pengolahan lahan: Meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan pertanian.
- Liputan6.com. PennState Extension. (2026). *Managing soil health: Concepts and practices*. PennState Extension.
- Marschner, P. (2012). *Marschner's mineral nutrition of higher plants* (3rd ed.). Academic Press.
- Nature Biotechnology Review. (2025). *Review of research and innovation on novel fertilizers for crop nutrition*. Nature.
- PSP Pertanian. (2023). Pertanian presisi 4.0: Konsep dan implementasi. PSP Pertanian Indonesia.
- Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian. (2021). Pemupukan berimbang untuk pertanian lebih baik. PUSTAKA.
- RZXZ Fert. (2025). Tren baru teknologi pupuk lepas terkendali dalam pertanian berkelanjutan. RZXZ Fert Blog.
- Salikin, A. (2003). Pemupukan dan pertumbuhan tanaman. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*.
- ScienceDirect Topics. (2013). *Soil-Plant Interactions*.
- ScienceDirect Topics. (2022). *Tillage management exerts stronger controls on soil microbial community structure and organic matter*. Agriculture, Ecosystems & Environment
- ScienceDirect Topics. (2024). *Tillage and land use management effects on soil organic matter and soil microbial biomass*. Applied Soil Ecology.
- ScienceDirect.Jug, D. (2025). *Conservation soil tillage: Bridging science and farmer...* MDPI.

- Smart Agriculture Research Center UGM. (2025). *Enabling precision agriculture through a web-based fertilization management system for Nawungan Selopamioro Fruit Orchards*. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 12(2).
- Sumarno, S., Kartasasmita, U. G., & Pasaribu, D. (2009). Pengayaan kandungan bahan organik tanah mendukung keberlanjutan sistem produksi padi sawah. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2015). *Plant physiology and development* (6th ed.). Sinauer Associates.
- Vanlauwe, B., et al. (2017). Integrated Soil Fertility and Plant Nutrient Management in Tropical Agro-Ecosystems: A Review. *Pedosphere*, 27(4).
- Vedantu. (2024). *Soil properties explained*
- Vessey, J. K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil*, 255, 571–586.  
<https://doi.org/10.1023/A:102603721689>
- Wikipedia. (2025). *Cation-exchange capacity*.
- Wikipedia. (2025). *Vertical tillage & Minimum tillage*.
- Wikipedia. Bappenas. (2025). *Knowledge management: konservasi tanah dan air*. Kementerian PPN/Bappenas.
- Zaini, Z. (2012). Pupuk majemuk dan pemupukan hara spesifik lokasi pada padi sawah. Repository Pertanian RI.
- .

## PROFIL PENULIS



Dr. Marthen Makaborang, STP., M.Sc lahir di Kananggar Kabupaten Sumba Timur pada tanggal 12 Desember 1970 dari Ayah Drs. John Hina Makambombu (Alm) dan Ibu Bernadethe Djanggadewa. Penulis menempuh Pendidikan Formal, SD Inpres Kalumbang lulus Tahun 1984, SMP Kristen Payeti lulus Tahun 1987, dan SMA Negeri 1 Waingapu lulus Tahun 1990. Pada Tahun 1990 diterima sebagai mahasiswa pada Program Studi Mekanisasi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Kristen Artha Wacana dan lulus Tahun 1995. Kemudian Tahun 2007 melanjutkan program magister pada Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada dan lulus Tahun 2009. Selanjutnya pada Tahun 2017 melanjutkan studi Doktoral pada Program Studi Ilmu Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Nusa Cendana dan tamat Tahun 2023. Penulis juga menempuh pendidikan non formal di Moriyama Giken Aichi Ken Nagoya Jepang pada Tahun 1997-1999. Penulis diangkat sebagai dosen oleh Yayasan Universitas Kristen Artha Wacana dan ditempatkan pada Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Kristen Artha Wacana sejak Tahun 2000 sampai sekarang. Sehari-harinya bekerja sebagai dosen pengampu mata kuliah dalam bidang keteknikan pertanian. Email: [marthen89gp@gmail.com](mailto:marthen89gp@gmail.com).

# **BAB 8 SISTEM PERTANAMAN DAN PENGENDALIAN OPT**

**Dr. Jacqueline Arriani Bunga, SP., M.Si**  
**Politeknik Pertanian Negeri Kupang**

## **A. PENDAHULUAN**

Organisme pengganggu tanaman (OPT) seperti hama, penyakit dan gulma, merupakan tantangan yang sering dihadapi petani dalam praktik budidaya tanaman. Karena itu pengelolaan OPT harus dapat diadopsi oleh petani untuk keberlanjutan produksi tanaman. Sistem pertanaman dan pengendalian OPT adalah pendekatan terpadu untuk mengelola OPT melalui kombinasi beberapa teknik pengendalian. Sistem ini dalam penerapannya menggunakan beberapa teknik pengendalian yang kompatibel di lapangan, dan dalam pelaksanaannya merupakan tanggung-jawab bersama pemerintah dan masyarakat petani untuk lebih mengutamakan skala prioritas pengendalian OPT pada lahan budidaya tanaman. Tujuan sistem ini adalah untuk menekan populasi OPT secara ekonomi dan ramah lingkungan, melalui suatu perencanaan yang matang, pemantauan rutin, dan penerapan strategi pencegahan dan pengendalian, seperti penggunaan varietas tahan, rotasi tanaman, sanitasi kebun, pengendalian fisik (misalnya, perangkap), biologi (musuh alami, biopestisida), dan penggunaan pestisida kimiawi secara bijaksana jika diperlukan.

## **B. TUJUAN DAN PRINSIP UMUM SISTEM PERTANAMAN DAN PENGENDALIAN OPT**

Sistem pertanaman dan pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) bertujuan menjaga produktivitas tanaman dengan menekan populasi OPT hingga berada pada ambang batas ekonomis, mencegah kerugian hasil, dan menjamin keamanan pangan secara berkelanjutan dengan pendekatan

terpadu (PHT) yang ramah lingkungan. Prinsip utamanya adalah pencegahan lebih baik dari pengobatan, memprioritaskan metode ekologis (seperti penggunaan musuh alami/agens hayati, tanaman refugia, penanaman serempak) dan hanya menggunakan pestisida secara selektif dan tepat sasaran saat diperlukan, dengan meminimalkan dampak negatif pada lingkungan dan kesehatan manusia. Pengendalian OPT dapat melindungi produksi pertanian dari kerusakan, meningkatkan pendapatan petani, dan menjaga keberlanjutan lingkungan dengan menekan populasi OPT di bawah ambang ekonomi.

Prinsip utama pengendalian OPT adalah meliputi budidaya tanaman sehat, pelestarian musuh alami, pengamatan rutin, petani sebagai ahli PHT, dan penggunaan pestisida kimia sebagai alternatif terakhir. Budidaya tanaman sehat dengan memperhatikan penggunaan benih unggul, pemupukan yang seimbang, dan pengolahan tanah yang baik agar tanaman budidaya mampu bertahan dari serangan OPT. Pemanfaatan musuh alami dengan cara melestarikan dan memanfaatkan agen hayati (predator, parasitoid, patogen) untuk mengendalikan OPT secara alami. Pengamatan rutin (Monitoring) dilakukan dengan cara pengamatan mingguan untuk memantau populasi OPT, musuh alami, dan perkembangan tanaman. Petani sebagai ahli PHT yaitu petani dilatih untuk mengambil keputusan pengendalian yang tepat. Penggunaan pestisida secara bijaksana, yaitu pestisida kimia hanya digunakan jika populasi OPT mencapai ambang ekonomi, dengan memperhatikan jenis, dosis, dan waktu aplikasi yang tepat.

## **C. SISTEM PERTANAMAN**

### **1. Pola Tanam**

Pola tanam adalah usaha penanaman pada sebidang lahan dengan mengatur tata letak dan urutan tanaman selama periode waktu tertentu untuk memaksimalkan hasil dan efisiensi sumber daya. Sistem ini bertujuan meningkatkan produktivitas, menjaga kesuburan tanah, dan mengurangi risiko kegagalan panen serta hama/penyakit. Mengatur pola tanam, seperti rotasi tanaman, penanaman serempak, atau pengaturan waktu tanam, untuk mengganggu siklus hidup OPT. Jenis-jenis utama pola tanam meliputi pola tanam monokultur, polikultur, dan rotasi tanaman.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Perakitan dan Modernisasi Pertanian. (2024). Deteksi Dini Serangan OPT dengan Monitoring dan Pengamatan. Balai Penerapan Modernisasi Pertanian Sulawesi Tengah. <https://sulteng.brmp.pertanian.go.id/berita/deteksi-dini-serangan-opt-dengan-monitoring-dan-pengamatan#>
- CFANS (2026). Economic Threshold and Economic Injury Levels. Radcliffe IPM World Textbook. Department of Entomology Iowa State University. Pedigo, L.P (1996). Entomology and Pest Management. Second Edition. Prentice-Hall Pub., Englewood Cliffs.
- Da Lopez, Y. F, Lapinangga N. J., & Bunga, J.A. (2020). Konsep Aras Ekonomi. Bahan Ajar Perlindungan Tanaman Jurusan MPLK, Politeknik Pertanian Negeri Kupang. <https://mplk.politanikoe.ac.id/index.php/konsep-aras-ekonomi>
- Da Lopez, Y. F, Lapinangga N. J., & Bunga, J.A. (2023). Pengendalian secara Kultur Teknis. Bahan Ajar Perlindungan Tanaman Jurusan MPLK, Politeknik Pertanian Negeri Kupang. <https://mplk.politanikoe.ac.id/index.php/teknik-pengendalian-opt/pengendalian-opt-secara-kultur-teknis>
- Da Lopez, Y. F, Lapinangga N. J., & Bunga, J.A. (2024). Teknik Pengamatan Populasi Organisme Pengganggu Tanaman dan Musuh alami serta analisis Kerusakan. Modul 10. Bahan Ajar Perlindungan Tanaman Jurusan MPLK, Politeknik Pertanian Negeri Kupang. <https://mplk.politanikoe.ac.id/index.php/perlindungan-tanaman/142-perlindungan/praktek-perlindungan/406-teknik-pengamatan-populasi-organisme-pengganggu-tanaman-dan-musuh-alami-serta-analisis-kerusakan#>
- Direktorat Perlindungan Hortikultura (2015). Pedoman Teknis Kegiatan Pengembangan Sistem Perlindungan Hortikultura Tahun 2014. Direktorat Hortikultura Kementerian Pertanian <https://hortikultura.pertanian.go.id/content/uploads/2015/06/PedomanTeknisPerlindungan2014.pdf>
- Soma, I. K. (2023). Pengenalan dan Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) dengan Agensia Pengendali Hayat (APH). Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Provinsi Bali.

- Susanto, H., Hariri, A. M., & Prasetyo, D. (2022). Pengelolaan OPT secara Terpadu untuk Keberlanjutan Produksi Tanaman. Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. <https://fp.unila.ac.id/pengelolaan-opt-secara-terpadu-untuk-keberlanjutan-produksi-tanaman/#>
- Susetyo, H. P. (2023). Pengendalian OPT Ramah Lingkungan dengan Menggunakan Faktor Fisik. Direktorat Perlindungan Hortikultura. Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Hortikultura. <https://hortikultura.pertanian.go.id/pengendalian-opt-ramah-lingkungan-dengan-menggunakan-faktor-fisik/>
- Syahputra, N., Mawardati., & Suryadi. (2017). Analisis Faktor yang Mempengaruhi Petani Memilih Pola Tanam pada Tanaman Perkebunan di Desa Paya Palas Kecamatan Ranto Peureulak, Kabupaten Aceh Timur. Jurnal Agrifo. Vol 2 (1).
- Zulfahmi, R., Taisa, R., Marveldani, Yusanto, Fersiana, Hidayat H., Maulida D., Elvandari H., Jumawati, R., Lestari M. A., Sari H. P., & Putranti D.A. (2024). Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman Hortikultura secara Terpadu di Pekon Sidokaton, Kecamatan Disting, Kabupaten Tanggamus. Jurnal Pengabdian Kepada masyarakat Nasional. Program Studi Hortikultura. Politeknik Negeri Lampung.

## PROFIL PENULIS



### **Dr. Jacqueline A. Bunga, SP., M.Si**

Penulis merupakan Dosen di Jurusan Tanaman Pangan dan Hortikultura, Politeknik Pertanian Negeri Kupang, sejak tahun 1997. Penulis aktif dalam melaksanakan Tri Dharma (Pendidikan dan Pengajaran, Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat), dan menjadi pemakalah pada seminar/workshop/lokakarya. Mata Kuliah yang diampu adalah Perlindungan Tanaman, Pengelolaan Hama Terpadu, dan Penyuluhan Pertanian. Buku yang pernah ditulis yaitu “Keong Mas Hama Padi Tantangan dan Peluang, Studi Kasus di Kabupaten Malaka Provinsi Nusa Tenggara Timur”. Petunjuk teknis yaitu “Berburu dan Membuat Tepung Keong Mas”. Botani Farmasi (Book Chapter: Anatomi dan Morfologi Buah). Dasar-Dasar Agronomi (Book Chapter: Perbanyak Tanaman Secara Aseksual). Penyuluhan Pertanian untuk Meningkatkan Ketahanan Pangan (Book Chapter: Tantangan dan Peluang dalam Penyuluhan Pertanian). Fisiologi Tanaman Hortikultura (Book Chapter: Reproduksi Tanaman dan Pembuahan). Penulis juga aktif melakukan penelitian dan menerbitkannya di jurnal dan prosiding Nasional maupun Internasional. Email: [jacquelinebunga@gmail.com](mailto:jacquelinebunga@gmail.com).

# **BAB 9 PANEN DAN TEKNIK PENANGANAN PASCAPANEN**

**Dr. Yohannis Harry Dimu Heo, S.P., M.Sc**  
**Politeknik Pertanian Negeri Kupang**

## **A. PENDAHULUAN**

Dalam sistem agroteknologi, panen dan pascapanen merupakan bagian integral dari sistem agroindustri dan rantai nilai (*value chain*). Pada tahap ini, hasil pertanian yang telah diproduksi melalui serangkaian input budidaya (seperti benih, pupuk, air, tenaga kerja, dan energi) mengalami transisi dari produk biologis di lapangan menjadi komoditas yang siap dikonsumsi atau diperdagangkan. Kesalahan dalam penentuan waktu panen maupun ketidaktepatan penanganan pascapanen dapat menyebabkan kehilangan hasil yang signifikan, baik secara kuantitatif maupun kualitatif.

Dalam konteks pembangunan pertanian berkelanjutan, pengurangan kehilangan hasil pertanian memiliki arti strategis karena mampu meningkatkan ketersediaan pangan. Oleh karena itu, panen dan pascapanen tidak dapat dipandang sebagai kegiatan teknis semata, melainkan sebagai bagian integral dari sistem agribisnis dan rantai nilai pertanian. Dengan pemahaman yang baik tentang panen dan pascapanen, mutu hasil panen dapat dipertahankan melalui optimalisasi proses fisiologis, efisiensi energi, mencegah kehilangan hasil (*postharvest losses*) guna menjamin keamanan dan kelayakan konsumsi produk hingga sampai ke konsumen. Sejalan dengan itu, Jarman et al. (2023) mengemukakan bahwa panen merupakan kegiatan awal yang menentukan kualitas awal hasil pertanian setelah masa produksi tanaman. Penanganan pascapanen mencakup seluruh serangkaian tindakan yang dilakukan setelah panen sampai hasil siap dikonsumsi atau diproses, agar mutu dan nilai ekonominya tetap optimal. Selanjutnya Cardoso (2025) mengemukakan bahwa *postharvest losses* merupakan salah satu tantangan

utama dalam agribisnis pertanian, terutama pada komoditas hortikultura yang mudah rusak (*perishable*).

Secara global, kerugian pascapanen masih tinggi akibat kombinasi faktor fisiologis, biotik, dan penanganan manusia yang kurang tepat. Secara global, kehilangan hasil pascapanen pada komoditas pertanian dapat mencapai 20 - 40%, yang sebagian besar disebabkan oleh ketidaktepatan waktu panen, kerusakan mekanis, respirasi dan transpirasi tinggi, serangan mikroorganisme, keterbatasan teknologi penyimpanan. Dalam perspektif ketahanan pangan, pengurangan kehilangan pascapanen memiliki dampak yang setara dengan peningkatan produktivitas lahan, namun dengan biaya dan risiko lingkungan yang lebih rendah (Verma et al., 2025). Dengan demikian, panen dan pascapanen tidak dapat dipisahkan, melainkan merupakan satu kesatuan sistem yang menentukan keberhasilan produksi pertanian secara keseluruhan.

## **B. PANEN**

### **1. Pengertian dan tujuan panen**

Panen didefinisikan sebagai kegiatan pengambilan hasil tanaman pada saat telah mencapai kematangan fisiologis atau kondisi panen optimum sesuai tujuan pemanfaatannya (konsumsi, bahan baku industri, atau benih). Kematangan fisiologis adalah kondisi ketika organ panen telah mencapai akumulasi bahan kering maksimum dan tidak lagi bergantung pada suplai fotosintat dari tanaman induk. Hal ini menunjukkan bahwa kematangan fisiologis sangat erat kaitannya dengan *sink-source relationship*, translokasi fotosintat, serta telah terbentuknya stabilitas komponen biokimia pada organ yang dipanen. Tujuan utama panen adalah memperoleh hasil dengan kuantitas maksimal dan mutu yang sesuai dengan tujuan penggunaan, baik untuk konsumsi segar, penyimpanan, maupun pengolahan lanjutan. Kesalahan dalam pemanenan dapat menyebabkan kerusakan yang bersifat *irreversibel* dan berdampak langsung pada mutu produk (FAO, 2022).

### **2. Prinsip dasar panen**

Untuk menjamin tercapainya tujuan utama panen, beberapa prinsip panen yang perlu diperhatikan yaitu kriteria kematangan panen, waktu panen yang tepat, dan metode/teknik panen.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, L., Kusriani, N., & Maswadi. (2024). Losses in each stage of rice harvest and postharvest. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 30(1), 85–98.
- Bisht, A., & Singh, S. P. (2024). Postharvest losses and management of horticultural produce: A review. *Journal of Scientific Research and Reports*, 30(3), 305–320.
- Cardoso, I. (2025). Post-harvest losses and their management in horticultural crops. *International Journal of Agriculture Sustainable Farming*.
- Dimu Heo, Y.H. et al. Sifat Fisiologis dan Agronomis Tanaman Jagung (*Zea mays* L) dalam Pola Pertanaman Tumpangsari Sen (Disertasi). Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia.
- FAO. (2022). *Global food losses and food waste: Extent, causes and prevention*. FAO.
- Idin, I. (2024). Panen dan pascapanen padi (*Oryza sativa* L.) di BPP Kecamatan Tukdana. *Journal of Sustainable Agribusiness*, 3(1), 33–37.
- Jarman, A. et al. (2023). Postharvest technologies for small-scale farmers in low- and middle-income countries. *Postharvest Biology and Technology*.
- Kader, A. A., & Rolle, R. S. (2021). The role of postharvest management in assuring food security. *Horticulturae*, 7(9), 291.
- Kitinoja, L., & Kader, A. A. (2021). *Small-scale postharvest handling practices: A manual for horticultural crops* (5th ed.). University of California, Davis.
- Oge, L., Panga, L., & Salsabila, W. (2025). The role of farmer groups in increasing the efficiency of post-harvest handling of chilies. *Agrones*, 1(3), 457–467. <https://doi.org/10.64690/agrones.v1i3.457>
- Paul, R., Sanyal, D., Malik, A., & Sarkar, T. (2024). Emerging postharvest technologies to enhance the shelf-life of horticultural crops: An overview. *International Journal of Advanced Biochemistry Research*, 8(4), 49–54.

Verma, S. et al. (2025). Recent advancements and innovations in post-harvest handling, storage, and technology for vegetables: A review. Archives of Current Research International.

## PROFIL PENULIS



### **Dr. Yohannis Harry Dimu Heo, S.P., M.Sc**

Penulis merupakan Dosen Agronomi pada Program Studi Tanaman Pangan dan Hortikultura Politeknik Pertanian Negeri Kupang sejak tahun 2002. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 Agronomi tahun 1999 pada Fakultas pertanian Universitas Nusa Cendana Kupang, sedangkan Pendidikan S2 Agronomi dan S3 Ilmu Pertanian masing-masing pada tahun 2012 dan 2024, keduanya pada pada Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Sebagai seorang yang sepenuhnya mengabdikan dirinya sebagai dosen, selain pendidikan formal yang telah ditempuhnya penulis juga mengikuti berbagai pelatihan untuk meningkatkan kinerja dosen, khususnya di bidang pengajaran, penelitian dan pengabdian. Selain itu, penulis juga aktif melakukan penelitian yang diterbitkan di berbagai jurnal nasional maupun internasional. Penulis juga aktif menjadi pemakalah diberbagai kegiatan dan menjadi narasumber pada pelatihan/workshop/seminar/lokakarya.

Email: [yharryd@gmail.com](mailto:yharryd@gmail.com)

# **BAB 10 MASA DEPAN AGROTEKNOLOGI DAN INOVASI PERTANIAN**

**Nina Jeny Lapinangga, S.P, M.Si**  
**Politeknik Pertanian Negeri Kupang**

## **A. PENDAHULUAN**

Pertanian pada abad ke-21 menghadapi dinamika perubahan yang semakin kompleks dan multidimensional. Di satu sisi, sektor pertanian dituntut untuk meningkatkan produktivitas guna memenuhi kebutuhan pangan populasi dunia yang terus bertambah. Di sisi lain, pertanian juga harus mampu menjaga keberlanjutan sumber daya alam, menekan dampak lingkungan, serta beradaptasi terhadap perubahan iklim yang semakin nyata. Kondisi ini menempatkan pertanian pada persimpangan penting antara kebutuhan peningkatan produksi dan tuntutan keberlanjutan ekosistem.

Selama beberapa dekade terakhir, pendekatan pertanian konvensional yang sangat bergantung pada input eksternal—seperti pupuk sintetis, pestisida kimia, dan eksploitasi sumber daya alam—telah menunjukkan keterbatasannya. Praktik tersebut tidak hanya berkontribusi terhadap degradasi tanah, pencemaran air, dan penurunan keanekaragaman hayati, tetapi juga meningkatkan kerentanan sistem produksi terhadap fluktuasi iklim dan krisis lingkungan. Oleh karena itu, transformasi sistem pertanian menjadi suatu keniscayaan, bukan lagi pilihan.

Dalam konteks inilah, agroteknologi muncul sebagai pilar strategis dalam pembangunan pertanian modern. Agroteknologi tidak sekadar dimaknai sebagai penerapan alat atau mesin pertanian, melainkan sebagai integrasi ilmu agronomi, biologi, teknologi informasi, rekayasa sistem, dan ilmu lingkungan untuk menciptakan sistem produksi pertanian yang efisien, adaptif, dan berkelanjutan. Perkembangan pesat teknologi digital, kecerdasan buatan

(*Artificial Intelligence*), *Internet of Things* (IoT), robotika, serta bioteknologi telah memperluas cakupan dan potensi agroteknologi dalam menjawab tantangan pertanian masa depan.

Inovasi pertanian saat ini bergerak menuju paradigma pertanian cerdas (*smart agriculture*) dan pertanian presisi, di mana pengambilan keputusan tidak lagi semata berbasis pengalaman, tetapi didukung oleh data real-time, analitik prediktif, dan sistem pendukung keputusan. Pendekatan ini memungkinkan pengelolaan lahan, air, nutrisi, dan perlindungan tanaman secara spesifik lokasi dan waktu, sehingga efisiensi penggunaan input meningkat dan dampak lingkungan dapat diminimalkan.

Lebih jauh, masa depan agroteknologi tidak hanya ditentukan oleh kecanggihan teknologi, tetapi juga oleh bagaimana teknologi tersebut diintegrasikan ke dalam sistem sosial, ekonomi, dan kebijakan pertanian. Kesenjangan akses teknologi antara petani skala besar dan petani kecil, keterbatasan infrastruktur digital di wilayah pedesaan, serta rendahnya literasi teknologi menjadi tantangan nyata dalam proses adopsi inovasi. Oleh karena itu, inovasi pertanian masa depan harus bersifat inklusif, adaptif terhadap kondisi lokal, dan didukung oleh kebijakan publik yang berpihak pada keberlanjutan dan keadilan sosial.

Bab ini membahas secara komprehensif masa depan agroteknologi dan inovasi pertanian, dengan menyoroti tren global, perkembangan teknologi kunci, serta implikasinya terhadap sistem pertanian berkelanjutan. Pembahasan mencakup peran kecerdasan buatan, *Internet of Things*, robotika, pertanian presisi, bioteknologi, hingga transformasi model bisnis dan kebijakan pertanian. Dengan pendekatan ini, diharapkan bab ini dapat memberikan landasan konseptual dan praktis bagi pengembangan sistem pertanian yang produktif, resilien, dan berkelanjutan di masa mendatang.

## **B. TANTANGAN GLOBAL YANG MENGERAKKAN INOVASI**

Perkembangan agroteknologi dan inovasi pertanian tidak terjadi dalam ruang hampa, melainkan dipicu oleh berbagai tantangan global yang semakin kompleks dan saling terkait. Tantangan-tantangan ini mendorong transformasi sistem pertanian dari pendekatan konvensional menuju sistem yang lebih cerdas, efisien, dan berkelanjutan. Empat tantangan utama yang secara signifikan mempercepat inovasi agroteknologi dibahas sebagai berikut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dias S., Wahida M., & Axellina Setyanti. (2025). *Digital Agricultural Technology for Smallholder Farmers: Barriers and Opportunities in Indonesia*. SOCA: Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian, 18(3), 267–281.
- FAO. (2017). *The Future of Food and Agriculture – Trends and Challenges*. Rome: FAO.
- FAO. (2020). *State of the World's Soil Resources*. Rome: FAO.
- FAO. (2021). *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture*. Rome: FAO.
- FAO. (2022). *Digital Agriculture and Sustainable Food Systems*. Rome: FAO.
- FAO. (2023). *Responsible Data Governance in Agriculture*. FAO Rome.
- FAO. (2024). *Digital Agriculture and Rural Transformation*. FAO Policy Brief.
- Gebbers, R., & Adamchuk, V. I. (2015). Precision agriculture and food security. *Science*, 327(5967), 828–831.
- Godfray, H. C. J., et al. (2015). Food security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science*, 327(5967), 812–818.
- IPCC. (2019). *Climate Change and Land*. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge University Press.
- IPCC. (2023). *AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Klerkx, L., Jakku, E., & Labarthe, P. (2019). A review of social science on digital agriculture. *Agricultural Systems*, 172, 1–8.
- Lipper, L., et al. (2018). Climate-smart agriculture for food security. *Nature Climate Change*, 8, 106–114.
- OECD. (2021). *Digital Opportunities for Better Agricultural Policies*. OECD Publishing.
- OECD. (2021). *Making Better Policies for Food Systems*. OECD Publishing.

- Rosegrant, M. W., et al. (2022). Climate change, food security, and sustainable agriculture. *Global Food Security*, 32, 100600.
- Trendov, N. M., Varas, S., & Zeng, M. (2019). *Digital Technologies in Agriculture and Rural Areas*. Rome: FAO.
- UN DESA. (2019). *World Population Prospects 2019*. United Nations.
- UNEP. (2023). *Nature-Positive Agriculture and Food Systems*. United Nations Environment Programme.
- World Bank. (2021). *What's Cooking: Digital Transformation of the Agrifood System*. Washington, DC.
- World Bank. (2023). *Digital Development for Agriculture: Building Inclusive Food Systems*. World Bank Group.
- World Economic Forum. (2023). *Transforming Food Systems with Digital Innovation*.
- Zhang, N., Wang, M., & Wang, N. (2020). Precision agriculture—A worldwide overview. *Computers and Electronics in Agriculture*, 36, 113–132.

## PROFIL PENULIS



### **Nina Jeny Lapinangga, SP, M.Si**

Penulis adalah dosen pada Program Studi Tanaman Pangan dan Hortikultura, Jurusan Tanaman Pangan dan Hortikultura, Politeknik Pertanian Negeri Kupang, dan telah mengabdikan diri dalam dunia pendidikan tinggi sejak tahun 2004. Dedikasinya sebagai pendidik tercermin tidak hanya melalui pengajaran, tetapi juga melalui komitmen berkelanjutan dalam pengembangan kapasitas profesional. Selain menempuh pendidikan formal, penulis secara aktif mengikuti berbagai pelatihan, workshop, dan pengembangan kompetensi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat. Minat akademik utama penulis terfokus pada pengendalian hama dan penyakit tanaman, yang menjadi landasan dalam pengembangan materi ajar, riset terapan, serta kegiatan pengabdian yang berorientasi pada pemecahan masalah nyata di lapangan. Dalam bidang akademik, penulis aktif menulis buku, book chapter, dan bahan ajar, serta melakukan penelitian yang hasilnya telah dipublikasikan pada berbagai jurnal ilmiah nasional dan internasional. Selain itu, penulis juga kerap berperan sebagai pemakalah dalam seminar dan konferensi ilmiah, serta menjadi narasumber pada berbagai kegiatan yang berkaitan dengan pengembangan pertanian dan perlindungan tanaman. Melalui integrasi pengajaran, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat, penulis terus berupaya berkontribusi dalam pengembangan pertanian berkelanjutan dan peningkatan kapasitas sumber daya manusia pertanian, khususnya di wilayah semi arid. Email: [ninalapinangga@yahoo.co.id](mailto:ninalapinangga@yahoo.co.id). Google Scholar IDE: zYVmaqwAAAAJ, Scopus ID: 58949578900, Sinta ID: 6150431, ORCID ID : <https://orcid.org/0000-0001-5602-8019>

# AGROTEKNOLOGI TERAPAN

KONSEP, TEKNIK BUDIDAYA,  
DAN INOVASI PERTANIAN BERKELANJUTAN



**Sektor pertanian saat ini dihadapkan pada berbagai tantangan global, seperti peningkatan kebutuhan pangan, perubahan iklim, degradasi sumber daya alam, serta tuntutan efisiensi dan keberlanjutan produksi. Dalam konteks tersebut, agroteknologi memegang peranan strategis sebagai jembatan antara kemajuan ilmu pengetahuan dan kebutuhan praktis di lapangan. Penerapan teknologi budidaya, bioteknologi pertanian, mekanisasi, pertanian presisi, hingga digital agriculture menjadi kunci dalam mewujudkan sistem pertanian yang produktif, adaptif, dan ramah lingkungan.**

**Buku ini disusun secara kolaboratif oleh para akademisi dan praktisi yang memiliki kepakaran di bidang pertanian dan agroteknologi. Materi dalam buku ini disajikan secara sistematis dan komprehensif, mencakup konsep dasar agroteknologi, teknik budidaya tanaman, pemanfaatan inovasi teknologi pertanian, serta relevansinya dengan pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs). Dengan pendekatan teoritis dan aplikatif, buku ini diharapkan mampu menjadi rujukan bagi mahasiswa, dosen, peneliti, praktisi pertanian, serta pemangku kebijakan dalam memahami dan mengembangkan pertanian berkelanjutan.**



CV. Tahta Media Group  
Surakarta, Jawa Tengah  
Web : [www.tahtamedia.com](http://www.tahtamedia.com)  
Ig : tahtamedigroup  
Telp/WA : +62 896-5427-3996

