

PEMBUATAN PUPUK PREMIUM ORGANIK CAIR BERBASIS ECO ENZIM

Nur Yaqin

Program Studi D3 Analis Kesehatan Akademi Analis Kesehatan Delima Husada
nuryaqin13@gmail.com

Info Artikel

Sejarah artikel:

Diterima 24, 11, 2025

Direvisi 12, 12, 2025

Diterima 24, 12, 2025

Kata kunci:

Eco Enzim

Pupuk

Pertumbuhan Tanaman

ABSTRAK

Penggunaan pupuk kimia berlebihan dapat mengubah struktur tanah, menurunkan kesuburan, dan meningkatkan keasaman. Pupuk kimia dapat larut dalam air tanah dan permukaan, menyebabkan pencemaran dan kerusakan ekosistem. Pembangunan pertanian yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan menjadi prioritas dalam meningkatkan produksi dan kualitas hasil pertanian. Salah satu upaya untuk mencapai tujuan tersebut adalah penggunaan pupuk organik cair. Pupuk organik cair merupakan alternatif yang ramah lingkungan dan efektif untuk meningkatkan kesuburan tanah serta kualitas hasil pertanian. Eco-enzyme adalah larutan yang dihasilkan dari proses fermentasi limbah organik, seperti kulit buah atau sayuran yang memiliki manfaat seperti : Pembersih alami, pupuk tanaman, sekaligus mengurangi jumlah sampah. Eco enzim dapat dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan pupuk premium organik cair mengingat kandungan dan komposisi yang ada dalam eco enzim sangat lengkap untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Dari aplikasi pupuk premium organik cair berbasis eco enzim di beberapa tempat menunjukkan ada pengaruh pertumbuhan yang positif, menguntungkan atau meningkatkan hasil panen.

1. PENDAHULUAN

Pencemaran air tanah dan permukaan terjadi ketika zat-zat berbahaya seperti kimia, bakteri, dan virus masuk ke dalam sumber air. Hal ini dapat menyebabkan kerusakan lingkungan, mengancam kesehatan manusia dan hewan.

Penggunaan pupuk kimia berlebihan dapat mengubah struktur tanah, menurunkan kesuburan, dan meningkatkan keasaman. Pupuk kimia dapat larut dalam air tanah dan permukaan, menyebabkan pencemaran dan kerusakan ekosistem akuatik. Pembakaran pupuk kimia dapat menghasilkan gas-gas berbahaya seperti amonia dan nitrogen oksida. Pupuk kimia dapat membunuh mikroorganisme tanah dan mengganggu keseimbangan ekosistem. Masalah pencemaran lingkungan yang dapat diidentifikasi akibat penggunaan pupuk kimia, terutama bila dilakukan secara berlebihan dan dalam jangka panjang. Masalah-masalah tersebut memengaruhi tanah diantaranya:

1. Kerusakan struktur tanah.
2. Penurunan kesuburan jangka panjang.
3. Penurunan pH (pengasaman tanah).
4. Kematian mikroorganisme tanah.
5. Mencemari air tanah.
6. Akumulasi logam berat.

Pembangunan pertanian yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan menjadi prioritas dalam meningkatkan produksi dan kualitas hasil pertanian. Salah satu upaya untuk mencapai tujuan tersebut adalah penggunaan pupuk organik cair. Pupuk organik cair merupakan alternatif yang ramah lingkungan dan efektif untuk meningkatkan kesuburan tanah serta kualitas hasil pertanian.

Eco-enzyme adalah larutan yang dihasilkan dari proses fermentasi limbah organik, seperti kulit buah atau sayuran, dengan gula dan air. Proses fermentasi ini menghasilkan enzim. Manfaat Eco-Enzim : Pembersih alami, pupuk tanaman, membantu memecah limbah organik, mengurangi jumlah sampah dan lain lain.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan **metode eksperimen** dengan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Metode eksperimen akan digunakan untuk membuat Pupuk Organik Cair berbasis Eco Enzim dengan variasi bahan dan perbandingan tertentu, sementara pendekatan kualitatif akan digunakan untuk mengukur pertumbuhan tanaman setelah diberikan pupuk berbasis Eco Enzim.

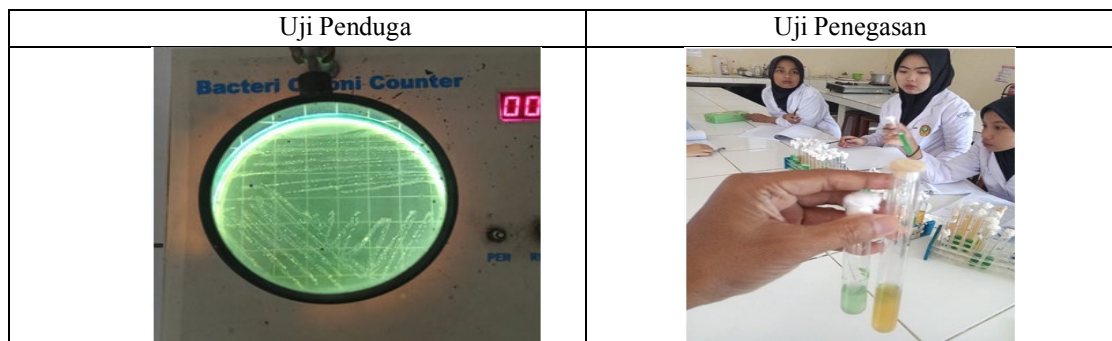
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil sebagai berikut :

Hasil Pemeriksaan Mikroorganisme Eco Enzim Secara Kualitatif :

a. Hasil pemeriksaan bakteriologi pada eco enzim

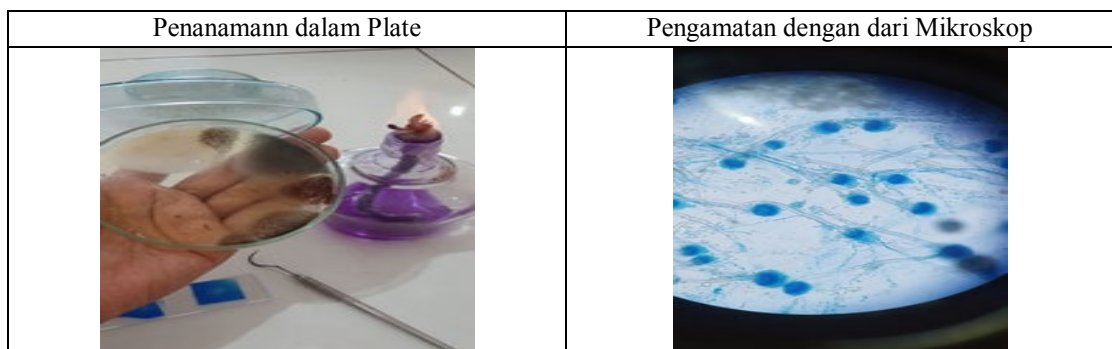
Dari hasil pemeriksaan mikrobiologi dari tanggal 6 Maret 2025 sampai dengan tanggal 14 Maret 2025 yang dilakukan di laboratorium Bakteriologi Akademi Analis Kesehatan delima Husada Gresik teridentifikasi bahwa eco enzim terdapat bakteri *Pseudomonas*.



Gambar. 4.1.1 Bakteri *Pseudomonas*

b. Hasil pemeriksaan jamur pada eco enzim

Dari hasil pemeriksaan mikrobiologi dari tanggal 17 Maret 2025 sampai dengan tanggal 21 Maret 2025 yang dilakukan di laboratorium Mikologi Akademi Analis Kesehatan delima Husada Gresik teridentifikasi bahwa eco enzim terdapat Jamur *Aspergillus* SP



Gambar. 4.1.2 Jamur *Aspergillus* SP

c. Hasil Pemeriksaan Kandungan Kimia Pupuk Premium Organik Cair Berbasis Eco Enzim

LAPORAN HASIL UJI
TESTING REPORT

Nomor Analisa : 2025P06517
 Tanggal pengujian : 04 – 17 November 2025
 Hasil uji :

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji
1.	Nitrogen	%	0.14	Kjeldahl
2.	P ₂ O ₅	%	0.01	Spektrometri
3.	Kalium oksida (K ₂ O)	%	0.83	AAS
4.	Kalsium (Ca)	mg/kg	4165.1	AAS

Uraian sampel : 1 liter sampel berbentuk cair dalam kemasan jerigen plastik.

Catatan :

1. Parameter uji sesuai permintaan

Laboratorium
 Kimia dan Lingkungan



Ardhaningtyas Riza Utami, ST, MT
 NIP. 197808232005022001

d. Hasil Aplikasi Pupuk Premium Organik Cair Bebasis Eco Enzim Pada Tanaman

Dari hasil aplikasi pupuk premium organic cair dengan menggunakan Indikator pertumbuhan tanaman didapatkan data sebagai berikut :

Tabel : 4.3

No	Indikator Yang di lihat	Hasil	Keterangan
1	Indikator Fisik		
	Pertumbuhan tinggi tanaman yang optimal.	Positif	Tanaman bertambah tinggi
	Peningkatan jumlah daun dan ukuran daun.	Positif	Jumlah daun dan lebar daun bertambah lebar
	Perkembangan akar yang kuat dan sehat.	Positif	Akar bertambah banyak dan kuat
	Warna daun yang hijau dan sehat.	Positif	Warna daun lebih hijau
	Bentuk buah yang normal dan sehat.	Positif	Buah lebih berisi dan sehat (cabe)

2	Indikator Hasil		
	Peningkatan hasil panen.	Positif	Padi lebih banyak anakannya
	Kualitas buah yang baik.	Positif	Cabe lebih berisi / keras
	Ukuran buah yang optimal.	Positif	Cabe ukuran lebih besar
	Jumlah buah yang meningkat.	Positif	Cabe lebih banyak
	Bobot buah yang meningkat.	Positif	Cabe lebih berat
3	Indikator Kesehatan Tanaman		
	Tanaman bebas dari hama dan penyakit.	Tidak diamati	Tidak ada wabah penyakit
	Tanaman memiliki ketahanan terhadap stres lingkungan.	Positif	Tanaman terlihat tetap hijau dan aman
	Tanaman memiliki kemampuan absorpsi nutrisi yang baik.	Positif	Ditandai warna daun lebih hijau dan daun lebih lebar
	Tanaman memiliki sistem imun yang kuat.	Positif	Tidak terserang hama (Padi dan buah)
4	Indikator Kimia		
	Kadar nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K) yang optimal.	Positif	Dilihat dari pertumbuhan tanaman lebih cepat dan hijau
	Kadar pH tanah yang stabil.	Positif	Stabil
	Kadar nutrisi mikro yang cukup.	Positif	Kalsium cukup
	Kadar bahan organik yang tinggi.	Positif	Tanah lebih gembur
5	Indikator Tambahan		
	Pengurangan dampak lingkungan.	Positif	Tanah lebih gembur
	Peningkatan keberlanjutan usaha RDEE	Positif	Pemanfaatan produk Eco Enzim
	Pengurangan polusi tanah dan air.	Positif	Menurunya penggunaan pupuk Kimia
	Peningkatan kualitas tanah.	Positif	Warna terlihat lebih tua dan lembab

Sumber Indikator:

1. Kementerian Pertanian RI.
2. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
3. Jurnal Ilmiah Pertanian.
4. Organisasi Pangan dan Pertanian Dunia (FAO)

Pada bagian ini dijelaskan hasil penelitian dan sekaligus diberikan pembahasan yang komprehensif. Hasil dapat disajikan dalam bentuk gambar, grafik, tabel dan lain-lain yang membuat pembaca mudah memahami [14],[15]. Pembahasan dapat dilakukan dalam beberapa sub-bab.

Pembahasan

- a. Kandungan Mikroorganisme Pupuk Premium Organik Cair Berbasis Eco Enzim**
Dilihat dari hasil pemeriksaan secara laboratorium, kandungan Mikroorganisme yang ada dalam bahan dasar pembuatan pupuk premium organik cair berbasis eco enzim semuanya bermanfaat bagi tanaman dan lingkungan diantaranya bakteri pseudomonas dan jamur aspergillus sp. hal inilah yang menjadi keunggulan dari pupuk premium organik cair berbasis eco enzim.

b. Bakteri pseudomonas

Bakteri Pseudomonas adalah genus bakteri yang terdiri dari lebih dari 100 spesies. Bakteri ini dapat ditemukan di berbagai lingkungan, termasuk tanah, air, dan udara.

Berikut manfaat Bakteri Pseudomonas :

1. Pengendalian hama: Beberapa spesies Pseudomonas dapat digunakan sebagai agen pengendalian hama alami, seperti Pseudomonas fluorescens yang dapat mengendalikan populasi hama tanaman.
2. Pengurai polutan: Pseudomonas dapat menguraikan polutan seperti minyak, pestisida, dan logam berat, sehingga membantu membersihkan lingkungan.
3. Produksi antibiotik: Beberapa spesies Pseudomonas dapat memproduksi antibiotik, seperti Pseudomonas aeruginosa yang dapat memproduksi antibiotik seperti pyocyanin sehingga dapat menekan pertumbuhan bakteri patogen yang mengganggu dalam pertanian.
4. Pengembangan bioteknologi: Pseudomonas telah digunakan dalam pengembangan bioteknologi, seperti produksi enzim, asam amino, dan lain-lain termasuk dalam pertanian untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman.

c. Jamur aspergillus sp

Jamur Aspergillus sp adalah jenis jamur yang memiliki beberapa manfaat dan dampak. Berikut adalah beberapa di antaranya:

1. Pembuatan Antibiotik: Aspergillus sp dapat digunakan untuk memproduksi antibiotik, seperti penicillin yang berguna untuk menekan pertumbuhan bakteri dan jamur yang merugikan.
2. Pembuatan Enzim: Aspergillus sp dapat digunakan untuk memproduksi enzim, seperti amilase, glukosa oksidase, dan lipase. Dalam hal ini Enzim akan mempercepat penguraian bahan-bahan yang ada di dalam tanah menjadi unsur-unsur yang dibutuhkan oleh tanaman.
3. Pengolahan Limbah: Aspergillus sp dapat digunakan untuk mengolah limbah organik dan mengurangi polusi lingkungan.
4. Pembuatan Makanan: Aspergillus sp dapat digunakan untuk memproduksi makanan, seperti kecap dan sake.

d. Kandungan Kimia Pupuk Premium Organik Cair

Dilihat dari hasil pemeriksaan kandungan kimia yang terkandung dalam pupuk premium organik cair berbasis Eco Enzim sangat bermanfaat bagi tanaman dan lingkungan diantaranya nitrogen sebesar (0.14%), fosfor sebesar (0.01%), kalium (0.83 %) dan unsur kalsium (4165,1ppm).

e. Nitrogen

Nitrogen bermanfaat untuk merangsang pertumbuhan vegetatif tanaman, memproduksi klorofil untuk fotosintesis, membentuk protein dan asam amino, serta meningkatkan kualitas dan hasil panen. Selain itu, nitrogen juga berperan dalam pembentukan batang, daun, dan akar yang sehat serta meningkatkan daya tahan tanaman terhadap hama dan penyakit. Manfaat utama nitrogen bagi tanaman :

Pertumbuhan vegetatif: Mempercepat pertumbuhan batang, daun, dan akar secara keseluruhan.

1. Fotosintesis: Merupakan komponen kunci dalam pembentukan klorofil, pigmen hijau yang menyerap cahaya matahari untuk fotosintesis.
2. Sintesis protein: Berperan penting sebagai bahan dasar pembentukan asam amino dan protein, yang vital untuk sel dan pertumbuhan tanaman.
3. Produksi hasil panen: Meningkatkan kualitas, ukuran, dan jumlah buah atau hasil panen lainnya.
4. Daya tahan tanaman: Membantu meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit.
5. Kesehatan akar: Mendukung pertumbuhan sistem perakaran yang sehat sehingga penyerapan air dan nutrisi lebih efisien.

e. Phospor

Fosfor sangat penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman karena berperan dalam proses vital seperti fotosintesis dan respirasi, membantu pembentukan akar dan bunga, memperkuat batang, serta meningkatkan kualitas dan kematangan hasil panen. Fosfor juga merupakan komponen penting untuk sintesis protein, asam nukleat (DNA/RNA), dan membran sel, sehingga mendukung kesehatan keseluruhan tanaman dan ketahanan terhadap penyakit. Manfaat Fosfor pada tanaman:

1. Mendukung fungsi metabolisme: Fosfor merupakan bagian dari ATP (Adenosin Trifosfat), molekul energi utama sel. ATP dibutuhkan untuk menjalankan proses fotosintesis dan respirasi, yang menghasilkan energi untuk pertumbuhan tanaman.
2. Memperkuat sistem perakaran: Fosfor merangsang perkembangan akar yang kuat, memungkinkan tanaman menyerap nutrisi dan air dari tanah secara lebih efisien, serta membuatnya lebih tahan kekeringan.
3. Mendorong pembungaan dan pembentukan buah: Fosfor berperan penting dalam pembentukan bunga, buah, dan biji, yang dapat meningkatkan hasil dan kualitas panen.
4. Memperkuat batang dan tangkai: Unsur ini membantu memperkuat batang dan tangkai, membuat tanaman lebih kokoh dan tidak mudah rebah.
5. Meningkatkan kualitas hasil panen: Dengan pertumbuhan yang optimal, fosfor berkontribusi pada kematangan tanaman yang lebih seragam dan awal, serta meningkatkan kualitas tanaman secara keseluruhan.
6. Mendukung struktur sel dan genetik: Fosfor adalah komponen vital dalam penyusunan asam nukleat (DNA dan RNA) dan fosfolipid yang menjadi bagian dari membran sel, penting untuk transfer informasi genetik dan komunikasi antar sel.
7. Meningkatkan ketahanan terhadap penyakit: Kebutuhan fosfor yang tercukupi akan meningkatkan daya tahan tanaman terhadap serangan penyakit.

f. Kalium

Kalium penting untuk tanaman karena berfungsi mengatur pembukaan dan penutupan stomata, membantu proses fotosintesis dan pembentukan pati serta protein, meningkatkan penyerapan air, dan memperkuat struktur tanaman. Manfaat utamanya adalah meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil panen, serta meningkatkan daya tahan tanaman terhadap kekeringan, penyakit, dan hama. Fungsi utama kalium pada tanaman:

1. Mengatur Transpirasi dan Fotosintesis: Kalium mengontrol pembukaan dan penutupan stomata, yang penting untuk pertukaran gas (CO_2 dan H_2O) serta laju fotosintesis.
2. Membentuk Gula, Pati, dan Protein: Kalium terlibat aktif dalam sintesis pati dan protein, serta membantu transportasi karbohidrat dari daun ke organ lain seperti buah dan umbi.
3. Meningkatkan Ketahanan Tanaman: Membantu tanaman lebih tahan terhadap penyakit, hama, kekeringan, dan suhu rendah karena berperan dalam mengatur status air dan meningkatkan konsentrasi gula dalam sel.
4. Memperkuat Struktur Tanaman: Berkontribusi pada pembentukan selulosa dan lignin, yang menghasilkan batang dan tangkai yang lebih kuat, mengurangi risiko rebah.
5. Meningkatkan Kualitas Hasil Panen: Memengaruhi pembentukan bunga, buah, dan biji, sehingga dapat menghasilkan buah yang lebih manis, besar, dan berat.
6. Membantu Aktivasi Enzim: Kalium mengaktifkan berbagai enzim penting dalam proses metabolisme dan fisiologi tanaman.

g. Kalsium

Manfaat utama kalsium pada tanaman adalah untuk pembentukan dinding sel yang kuat, meningkatkan transportasi air dan nutrisi, serta memperkuat batang dan akar. Unsur ini juga meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit dan stres lingkungan, membantu menetralkan asam di dalam tanah, dan penting untuk aktivitas enzim serta pembentukan biji dan buah. Manfaat kalsium bagi tanaman:

1. Pembentukan dinding sel yang kokoh: Kalsium berperan sebagai komponen struktural utama dalam dinding sel, menjadikannya kuat, kaku, dan tahan terhadap kerusakan fisik.
2. Peningkatan daya tahan: Dinding sel dan membran yang kuat membantu tanaman menahan serangan penyakit dan kerusakan akibat stres lingkungan.
3. Transportasi nutrisi dan air: Kalsium membantu mengangkut air dan nutrisi lain dari akar ke seluruh bagian tanaman dengan efisien.
4. Pertumbuhan akar dan batang: Kalsium mendorong pertumbuhan akar yang lebih awal dan mempercepat pertumbuhan batang yang lebih cepat.
5. Penetralkan asam: Kalsium membantu menetralkan asam-asam organik yang bisa meracuni tanaman, khususnya pada tanah yang cenderung asam.
6. Pembentukan biji dan buah: Unsur ini penting untuk proses pembentukan biji dan buah.
7. Peningkatan kualitas hasil panen: Tanaman yang cukup kalsium akan menghasilkan buah berkualitas, lebih tahan selama pengangkutan, dan memiliki masa simpan yang lebih lama.
8. Aktivitas enzim: Kalsium diperlukan agar banyak enzim dalam tanaman dapat berfungsi dengan baik, yang krusial untuk proses metabolisme.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan latar belakang, tujuan dan hasil penelitian diatas dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Eco enzim dapat dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan pupuk premium organic cair mengingat kandungan dan komposisi yang ada dalam eco enzim sangat baik untuk dijadikan bahan dasar pembuatan pupuk yang dapat pembentu pertumbuhan tanaman dengan kelebihan dari mikrobiologi yang terkandung dalam eco enzim yaitu bakteri *Pseudomonas* dan jamur *aspergilus SP*.
2. Pupuk premium organic cair dapat diaplikasikan dalam tanaman dan dan tidak mengalami gannguan pada tanaman.
3. Dari aplikasi pupuk premium organic cair di beberapa tempat menunjukkan ada pengaruh pertumbuhan yang lebih baik, menguntungkan atau meningkatkan hasil panen.

REFERENSI

- Agrios, G. N. (2005). *Plant Pathology* (5th ed.). Elsevier Academic Press. (Buku teks standar tentang patologi tumbuhan yang mencakup peran mikroorganisme baik yang merugikan maupun yang bermanfaat).
- Agustina, R., Wira, T., & Endah, G. (2020). *Modul kelas belajar eco-enzyme*.
- Ahemad, M., & Kibret, M. (2014). Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: Current perspective. *Journal of King Saud University - Science*, 26(1), 1-20. (Jurnal spesifik tentang peran *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*).
- Altieri, M. A. (1995). *Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture* (2nd ed.). Westview Press. (Buku teks fundamental mengenai agroekologi dan pertanian berkelanjutan).
- Anis Mugitsah. *E-book Eco-Enzyme*. PubHTML5.
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (BAPPENAS). (Tahun publikasi relevan, misal: 2020). *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) Bidang Pertanian*. Jakarta: BAPPENAS. (Dokumen kebijakan resmi Indonesia yang memuat arahan pembangunan pertanian berkelanjutan).
- 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.

- Brady, N. C., & Weil, R. R. edisi ke-15, 2016. *The Nature and Properties of Soils*. Pearson Prentice Hall.
- "Effect of Chemical Fertilizers on Soil Compaction and Degradation" (Pengaruh Pupuk Kimia terhadap Pemadatan dan Degradasi Tanah), oleh Barzegar et al. (dipublikasikan sekitar 2015-2016).
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2018). *Sustainable agriculture and rural development (SARD)*. Rome: FAO. (Publikasi resmi FAO mengenai panduan pembangunan pertanian berkelanjutan).
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (Tahun publikasi relevan, misal: 2019). *Pedoman Umum Pertanian Ramah Lingkungan (PRL)*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pertanian. (Panduan teknis resmi dari pemerintah Indonesia).
- Lugtenberg, B., & Kamilova, F. (2009). Plant-growth-promoting rhizobacteria: mechanisms and applications. *Current Opinion in Microbiology*, 12(6), 589-595.
- Pretty, J. N. (2002). *Agri-culture: Reconnecting people, nature and farming*. Earthscan Publications. (Buku yang membahas aspek sosial dan lingkungan pertanian).
- Suryana, A. (2005). *Kebijakan Pembangunan Pertanian Berkelanjutan*. PT Penebar Swadaya. (Buku yang sering dirujuk dalam konteks kebijakan pertanian di Indonesia).
- Sutedjo, M.M. (2002). *Pupuk dan Cara Pemupukan Edisi Revisi*. Jakarta: Rineka
- Syahrudin, A., & Putri, M. (2022). *Kupas Inovasi Kemandirian Masyarakat Panggungharjo Melalui Pengelolaan Sampah*. Pandiva Buku.
- Sylvia, D. M., Fuhrmann, J. J., Hartel, P. G., & Zuberer, D. A. (2005). *Principles and Applications of Soil Microbiology* (2nd ed.). Prentice Hall. (Sumber mendalam tentang mikrobiologi tanah dan aplikasinya dalam pertanian).
- "The Excessive Use of Chemical Fertilizers, Dynamic Soil pH on Agricultural Land: The GIS-Based Inverse Distance Weighting (IDW)" (Penggunaan Pupuk Kimia Berlebihan, pH Tanah Dinamis pada Lahan Pertanian: IDW Berbasis GIS), oleh Kadir et al. (2021).
- Tilman, D. (1999). *Global environmental impacts of agricultural expansion: The need for sustainable and efficient practices*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 96(11), 5995-6000. (Jurnal ilmiah penting tentang dampak lingkungan pertanian).
- Wardhana, W. A. (2001). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi.
- Wijaya, K. A. (2008). *Nutrisi Tanaman*. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Win, Y. (2011). *Ecoenzyme activating the earths self-healing power*. (Alih Bahasa: Gan Chiu Har). Malaysia: Summit Print SDN.BHD.
- Winarso, S. (2005). *Kesuburan Tanah Dasar (Kesehatan dan Kualitas tanah)*. Yogyakarta: Gava Media.
- World Bank. (2007). *Sustainable land management sourcebook*. Washington, DC:
- Zulkarnain. (2013). *Budidaya sayuran tropis*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.