

Penggunaan Pembenh Tanah untuk Pertanian Padi Organik di Kabupaten Blora

Wihatmoko Waskitoaji^{1*}, Muh Yasir², Zainuri Iksan³

^{1,2,3}Badan Riset dan Inovasi Nasional, Gedung BJ Habibie, Jl. M.H. Thamrin No.8, RW.1, Kb. Sirih, Kec. Menteng, Kota Jakarta Pusat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta

E-mail: wiha002@brin.go.id

* Corresponding Author

 <https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i2.3593>

ARTICLE INFO

Article history

Received: 31 Oct 2025

Revised: 09 Nov 2025

Accepted: 24 Nov 2025

Kata Kunci:

Pertanian Padi Organik;
Pembenh Tanah; Blora;
Pembenh Tanah.

Keywords:

Organic Rice Farming;
Soil Amendment; Blora;
Soil Amandment.

ABSTRACT

Kabupaten Blora merupakan salah satu lumbung padi nasional di Provinsi Jawa tengah. Sejarah pertanian padi ini sudah melegenda sejak kerajaan mataran dan berlanjut hingga zaman kemerdekaan. Pada masa pemerintahan orde baru, di galakan penggunaan pupuk kimia untuk meningkatkan produktivitas. Namun belakangan ini disadari bahwa penggunaan pupuk kimia yang terus menerus dalam jangka panjang telah mengakibatkan hilangnya kesuburan tanah, dan menurunkan produktivitas. Untuk mempertahankan produktivitas diperlukan semakin banyak pupuk kimia dari tahun ke tahun. Menyadari lingkaran setan ini, kelompok petani di kabupaten Blora mulai mencoba meninggalkan pupuk kimia dan beralih ke pertanian organik. Untuk membantu proses perbaikan tanah dan meningkatkan produktivitas sawah organik, badan riset dan inovasi Nasional memperkenalkan pembenh tanah berbasis mikroba. Hasilnya sawah menjadi lebih sehat dibuktikan dengan produksi gabah yang mencapai 9 ton per hektar, tanpa menggunakan pupuk kimia. Dengan pertanian organik dan dibantu dengan pembenh tanah berbasis mikroba, maka biaya produksi menjadi berkurang secara signifikan dan beras organik dapat di jual dengan harga yang lebih tinggi. Hal ini dapat meningkatkan kesejahteraan petani.

Blora Regency is one of the national rice production centers in Central Java Province. The history of rice farming in this region has been well established since the era of the Mataram Kingdom and continued through the period of Indonesian independence. During the New Order government, the use of chemical fertilizers was heavily promoted to increase agricultural productivity. However, it has recently been recognized that the continuous and long-term use of chemical fertilizers has led to soil fertility degradation and a decline in productivity. Over time, maintaining productivity has required increasing amounts of chemical fertilizers each year. Aware of this vicious cycle, farmer groups in Blora Regency have started to move away from chemical fertilizers and transition toward organic farming practices. To support soil restoration efforts and improve the productivity of organic rice fields, the National Research and Innovation Agency introduced a microbe-based soil ameliorant. As a result, the health of rice fields improved, as evidenced by rice yields reaching 9 tons per hectare without the use of chemical fertilizers. Through organic farming practices supported by microbe-based soil ameliorants, production costs were significantly reduced, while organic rice could be sold at a higher price. This has the potential to enhance the welfare of farmers in the region.



This is an open access article under the CC-BY-SA license.

How to Cite: Wihatmoko Waskitoaji, et al (2025). Penggunaan Pembenh Tanah untuk Pertanian Padi Organik di Kabupaten Blora, 4 (2) 10734-10742. <https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i2.3593>

PENDAHULUAN

Budidaya padi di daerah Blora dapat di telusuri hingga jauh masa lampau. Nama Blora sendiri secara etimologis berasal dari kata yang berarti "tanah rendah berair" atau "tanah berlumpur", yang

sangat erat kaitannya dengan karakteristik lahan persawahan dan aktivitas pertanian (Kusuma, 2009). Hal ini memperkuat dugaan bahwa wilayah Blora sejak lama telah menjadi kawasan yang mendukung pertanian, khususnya padi. Sejarah perlawanan rakyat Blora pada akhir abad ke-19 dan awal abad ke-20 juga didominasi oleh petani, menandakan bahwa pertanian telah menjadi basis kehidupan masyarakat Blora selama berabad-abad (Kusuma, 2009).

Penelitian sosiologis di Desa Japah, Kecamatan Japah, Kabupaten Blora, mendokumentasikan bahwa mayoritas masyarakat setempat bekerja sebagai petani, dengan lahan persawahan yang luas dan padi sebagai tanaman utama. Petani di Blora mampu menanam dan memanen padi dua kali dalam setahun, menyesuaikan dengan pola musim hujan dan kemarau. Praktik pertanian ini telah berlangsung lama dan menjadi bagian dari struktur sosial-ekonomi masyarakat Blora (Sulistyowati, 2022).

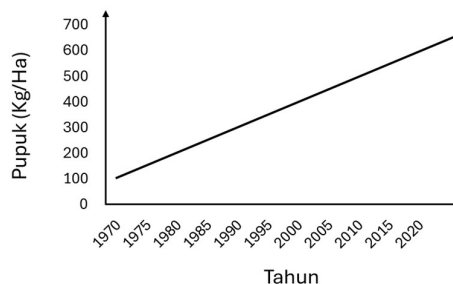
Tradisi Grebeg Gunung di Blora juga menjadi bukti sejarah lokal yang kuat. Ritual tahunan ini melibatkan gunung hasil bumi, terutama padi, yang diarak dan dibagikan kepada masyarakat sebagai simbol rasa syukur atas panen melimpah. Tradisi ini mencerminkan akar budaya agraris dan pentingnya pertanian padi dalam kehidupan masyarakat Blora sejak masa lampau (<https://www.persdigi.com>).

Sebagai lumbung padi nasional di Jawa Tengah, produksi padi di Kabupaten Blora selalu menjadi perhatian. Pada tahun 2023 diketahui ada 108.000 hektar lahan panen yang merupakan terluas ketiga se-Jawa Tengah dengan sentra produksi padi berada di kecamatan Kedung Tuban. Produksi padi yang dihasilkan Kabupaten Blora mencapai 660 ribu ton, di mana hanya sekitar 30 persen dikonsumsi penduduk Blora. Sementara sisanya 70 persen untuk disalurkan ke kabupaten sekitar dan provinsi di luar Jateng termasuk ke Papua. Di kecamatan yang menjadi sentra produksi ini, juga sebelumnya telah dilakukan panen raya padi organik dari lahan seluas 23 hektar (<https://infopublik.id>, 02/06/2025).

Adanya pertanian organik yang ditonjolkan memantik pertanyaan tentang urgensi dan latar belakang sehingga timbul pertanian organik, seperti diketahui biasanya pertanian organik dianggap merepotkan oleh petani karena mereka sudah terbiasa menggunakan pupuk dan pestisida kimia. Petani beranggapan tanpa input kimia, usaha tani mereka tidak akan berhasil. Selain itu, lahan organik lebih rawan hama dan penyakit, pengendalian organik hanya mampu mengusir hama, tidak membunuhnya, sehingga risiko gagal panen lebih tinggi. Petani juga menginginkan sesuatu yang mudah dan cepat, sedangkan pertanian organik membutuhkan lebih banyak tenaga dan waktu (Lesmana & Margareta, 2017).

Dari hasil wawancara langsung kepada kelompok petani yang tergabung dalam Gapoktan Desa Ngraho, Kecamatan Kedung Tuban, diketahui bahwa pertanian padi organik menjadi alternatif setelah arena pertanian yang selama ini mengandalkan pupuk kimia, telah mengalami degradasi kesuburan lahan, ditandai dengan tingginya jumlah pupuk kimia yang di butuhkan untuk mempertahankan jumlah produksi yang stabil. Hal ini mengakibatkan biaya produksi yang terus meningkat dan mengurangi penghasilan petani.

Dari ilustrasi Gambar 1 di bawah dapat di ceritakan bahwa, pada masa awal introduksi pupuk kimia pada tahun 1970 sampai dengan 1980, hanya diperlukan 100 kg pupuk untuk 1 hektar sawah, dan dapat menghasilkan gabah sekurangnya 9 ton GKP per hektar. Namun lama-lama di sadari oleh petani bawah untuk mempertahankan produktivitas tersebut, jumlah pupuk yang diperlukan mencapai 600 kg per hektar sawah pada tahun 2015. Dikhawatirkan bahwa telah terjadi kerusakan lahan, dimana saat ini pun masih dapat di temui adanya lahan persawahan yang mengalami kondisi rusak akibat kesuburan tanah telah berkurang. Akibatnya skala ke ekonomian pertanian padi menjadi semakin mengecil dan petani memperoleh keuntungan yang semakin hari semakin berkurang. Gambar 2 memperlihatkan foto lahan yang mengalami kerusakan.



Gambar 1. Ilustrasi Grafik Perubahan Kebutuhan Pupuk Kimia

Untuk memproduksi setara 9 ton GKP per hektar sejak introduksi pupuk kimia pada tahun 1970 hingga saat ini. (sumber: Kelompok Petani di Desa Ngraho, Kecamatan Kedung Tuban, Kabupaten Blora)



Gambar 2. Foto Lahan Sawah Yang Kurang Sehat

Terlihat pada latar depan padi tumbuh secara kurang sehat di banding yang ada di latar belakang. Atas kesadaran tersebut kelompok petani mencari alternatif baru yaitu dengan pertanian organik. Sebenarnya petani di daerah ini telah sejak lama melakukan pertanian organik mandiri hanya untuk keperluan konsumsi, sedangkan petak sawah lainnya digunakan untuk proses produksi secara konvensional guna menghasilkan pemasukan. Pada tahun 2017, beberapa petani pelopor mulai melakukan transformasi dari pertanian konvensional menjadi pertanian organik dalam skala yang lebih luas. Mulai saat itu berbagai pelatihan tentang pertanian organik berbasis pengetahuan modern telah dilakukan oleh berbagai pihak.

Masih ditemukannya lahan rusak di kawasan kecamatan ini, BRIN berinisiatif untuk memperkenalkan teknologi pembenah tanah berbasis sianobakteria yang berasal dari modifikasi mikoroalga biru-hijau. Teknologi ini dikembangkan oleh peneliti BRIN yang lahir dan tumbuh di Desa Ngraho di kecamatan ini sendiri sehingga lebih mudah di terima oleh masyarakat petani yang sebagiannya adalah teman masa kecil peneliti sendiri. Pelatihan dilaksanakan pada tahun 2023 di Desa Bajo dan Desa Ngraho, Kecamatan Kedung Tuban, dimana BRIN ikut berperan dalam memberikan pemahaman tambahan tentang pertanian organik di tambah dengan pengetahuan tentang proses perbaikan tanah yang selama ini telah rusak akibat penggunaan pupuk kimia yang berlebihan dalam jangka panjang. Sejak itu petani mulai mempraktekan penggunaan sianobakteria sebagai pembenah dan penyubur tanah, dan pada kunjungan tahun 2025, petani setempat melaporkan telah merasakan manfaatnya dari penggunaan sianobakteria sebagai penambah kesuburan karena padi dapat tumbuh lebih sehat dan menghasilkan produk lebih banyak.

METODE

Mikroalga Biru-Hijau

Indonesia memiliki anugerah alam berupa cahaya matahari yang bersinar sepanjang tahun, dan menjadi sumber energi bagi tumbuhnya berbagai spesies tumbuhan (Mubiyn & Ilminnafik, 2024). Termasuk diantaranya adalah mikroalga (Natasha et al., 2024). Termasuk dalam Kingdom Protista (bukan tumbuhan, hewan, atau bakteri), dengan ciri utama :

1. Memiliki klorofil untuk fotosintesis (produsen oksigen).
2. Ukuran mikroskopis (hanya terlihat di bawah mikroskop).
3. Hidup di air tawar, laut, tanah basah, atau permukaan batang pohon.

(Nazwari et al., 2024)

Jenis-jenis mikroalga ditampilkan pada tabel 1

Tabel 1. Jenis-jenis Mikroalga

Jenis	Contoh Spesies	Ciri Khas	Habitat di Indonesia
Mikroalga Hijau (<i>Chlorophyta</i>)	<i>Chlorella</i> , <i>Dunaliella</i>	Pigmen hijau dominan	Tambak garam (contoh: Madura)
Diatom (<i>Bacillariophyta</i>)	<i>Navicula</i> , <i>Cyclotella</i>	Cangkang silika	Perairan laut (Lombok, Raja Ampat)
Mikroalga Merah (<i>Rhodophyta</i>)	<i>Porphyridium</i>	Pigmen fikoeritrin (merah)	Laut dalam

Cyanobacteria (" <i>Mikroalga</i> " <i>Biru-Hijau</i>)	<i>Spirulina, Nostoc</i>	Prokariotik, fikosianin	Sawah, danau (contoh: Danau Toba)
--	--------------------------	----------------------------	--------------------------------------

Sumber : Ferreira de Oliveira & Bragotto, 2022

Meskipun sering dikategorikan sebagai mikroalga, khusus Mikroalga Biru-Hijau, sebenarnya bukan alga, melainkan bakteri fotosintetik yang disebut dengan nama ilmiah sebagai sianobakteria (*Cyanobacteria*, pada referensi masa lalu disebut sebagai "Ganggang Biru-Hijau") (Palinska & Surosz, 2014).

Mereka disebut "biru-hijau" karena memiliki pigmen khusus yang memberi warna khas. Di Indonesia, Sianobakterian dapat ditemukan di berbagai habitat, baik alami maupun buatan, karena kondisi tropis yang hangat dan lembap sangat mendukung pertumbuhannya (Adam, 2022).

Sianobakteria termasuk kedalam Kingdom Bakteri (bukan tumbuhan/alga), di alam Sianobakteria berperan sebagai:

1. Produsen Oksigen: Kontributor besar siklus oksigen Bumi sejak masa purba.
2. Fiksasi Nitrogen: Spesies seperti *Nostoc* dan *Anabaena* mengubah N_2 udara menjadi amonium (NH_4^+), menyuburkan tanah (Allifa Khoerurrahmah et al., 2024).
3. Dasar Rantai Makanan: Sumber makanan bagi plankton dan organisme akuatik (Suikkanen et al., 2021).
4. Biofertilizer: Dipakai di pertanian (misal: simbiosis *Azolla-Anabaena* di sawah) (Vaishampayan et al., 2001).

Sehingga sering disebut sebagai pionir ekosistem di lahan kritis dan perairan (Etesami, 2025). Sianobakteria dapat dimanfaatkan sebagai agen untuk memperbaiki tanah marginal dan mendukung pertanian organik, sehingga berperan sebagai pembenah tanah. Mikroorganisme ini membantu meningkatkan kesuburan tanah melalui fiksasi nitrogen, penambahan bahan organik, dan stimulasi aktivitas biologis tanah, yang mendukung keberlanjutan sistem pertanian organik (Chittora et al., 2020)

Pembuatan Sianobakteria sebagai Pembenah Tanah

Bahan & Alat yang Dibutuhkan

1. Bibit Cyanobacteria: Spesies unggul seperti *Nostoc*, *Anabaena*, atau *Oscillatoria*.
2. Media Pertumbuhan: air bersih (sumur/air hujan) – 5 liter, pupuk NPK organik (1 sdm) atau urea (0,5 sdm) + tepung ikan (1 sdm), molase/tetes tebu (1 sdm) sebagai sumber karbon.
3. Wadah: Ember/botol plastik transparan (untuk fotosintesis).
4. Alat Tambahan: aerator (opsional, untuk oksigenasi), kain kasa.

Langkah Pembuatan

1. Persiapan Media Kultur: Campurkan 5 liter air dengan pupuk organik/molase dalam ember, Aduk hingga homogen (nutrisi untuk pertumbuhan cyanobacteria).
2. Inokulasi Bibit: masukkan bibit cyanobacteria (10–20% volume media), jika menggunakan kultur alami: ambil lumpur hijau dari sawah/tambak, saring dengan kain halus, tambahkan ke media.

Inkubasi

1. Tutup wadah dengan kain kasa (cegah kontaminasi, tapi tetap ada pertukaran udara).
2. Simpan di tempat terkena sinar matahari tidak langsung (cyanobacteria butuh fotosintesis).
3. Suhu ideal: 25–30°C (suhu ruang tropis Indonesia cocok).
4. Lama inkubasi: 7–14 hari (akan muncul lapisan hijau kebiruan di permukaan).

Monitoring & Perawatan

1. Ciri Berhasil: Media berwarna hijau kebiruan dan berbau seperti tanah basah.
2. Jika muncul jamur/kontaminan: Tambahkan 1 sendok teh cuka apel untuk menurunkan pH.
3. Aerasi: Jika menggunakan aerator, nyalakan 2 jam/hari untuk percepat pertumbuhan.

Cara Aplikasi ke Tanah

1. Penyiraman Langsung: campur 1 liter kultur cyanobacteria dengan 10 liter air, siram merata di lahan sebelum tanam (khususnya untuk sawah atau kebun sayur).
2. Pembuatan Pupuk Hayati:
 - a. Campur kultur dengan pupuk kandang (1:1), diamkan 3 hari sebelum diaplikasikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sianobakteria sebagai pembenh tanah, telah diterapkan pada lahan sawah organik di Desa Ngraho dan Wajo, Kecamatan Kedungtuban, Kabupaten Blora bersamaan dengan sosialisasi metoda pertanian sawah organik sejak tahun 2023 oleh tim BRIN. Gambar 3 adalah beberapa rekaman kegiatannya.



Gambar 3. Pelatihan Pembenh Tanah di Blora

1. Suasana foto bersama setelah pelatihan di dalam kelas (2023),
2. Suasana pelatihan di lapangan (2023),
3. Kolam pertumbuhan sianobakteria dan botol penyimpanan sebelum aplikasi ke lahan pertanian (2025),
4. Beras organik yang dipasarkan (2025).

Produktivitas dan Ketahanan Padi Organik dengan Aplikasi Sianobakteria: Analisis Komparatif terhadap Sistem Konvensional

Hasil aplikasi menunjukkan bahwa penerapan sianobakteria pada sistem pertanian organik mampu menghasilkan produktivitas setara 9 ton gabah kering panen (GKP) per hektar, tidak berbeda nyata dengan sistem konvensional di wilayah sama yang menghasilkan rata-rata 9 ton GKP/hektar. Namun demikian, analisis ekonomi mengungkapkan bahwa biaya produksi pertanian organik hanya mencapai 60% dari total biaya sistem konvensional. Lebih lanjut, beras organik mampu mencapai harga jual Rp20.000/kg, dua kali lipat lebih tinggi dibandingkan beras konvensional (Rp10.000/kg), sehingga memberikan keuntungan ekonomi yang signifikan bagi petani meskipun aspek ini seringkali kurang terungkap dalam wawancara langsung.

Ketahanan terhadap Hama Penggerek Batang dan Karakteristik Anatomi

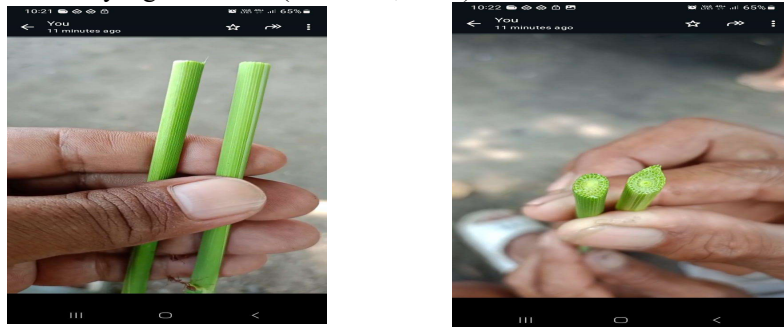
Selain padi organik yang dapat menghasilkan setara pertanian konvensional, padi juga tahan terhadap serangan hama terutama hama penggerek batang. Menurut pengamatan petani, padi organik memiliki batang yang lebih kuat sehingga hama kurang menyukai. Terutama terkait dengan hama penggerek batang padi. Untuk diketahui Sampai saat ini belum ada varietas padi yang tahan terhadap hama penggerek batang. Di lapangan sering ditemukan 3 spesies hama penggerek padi yaitu penggerek batang padi kuning (*Scirpophaga incertulas*), penggerek batang putih (*S. innotata*) dan penggerek batang bergaris (*Chilo suppressalis*). Ketiga jenis hama tersebut memiliki ciri-ciri dan sifat yang berbeda dalam penyebaran dan bioekologinya. Akan tetapi ketiga jenis hama tersebut memiliki kesamaan dalam hal menyerang tanaman serta akibat yang ditimbulkannya. Semua spesies hama penggerek batang padi dalam siklus hidupnya memiliki masa metamorfosis sempurna mulai dari fase telur, larva, pupa dan ngengat (Maes, 2007).

Pada fase larva yang berperan menjadi hama, karena dalam hidupnya memperoleh makanannya dengan cara menggerak tanaman padi dan menimbulkan kerusakan (Sriningsih et al., 2020). Adapun gejala serangan hama penggerek batang padi adalah; (1) pada tanaman fase vegetatif, larva memotong bagian tengah anakan menyebabkan pucuk layu, mengering dan pada akhirnya mati, (2) pada fase generatif, menyebabkan malai muncul putih (<https://diperpa.badungkab.go.id/Artikel/18080-hama-penggerek-batang-padi-dan-strategi-pengendaliannya>) (Ghifari Aditya Maulana et al., 2024)

Analisis anatomi batang varietas Mentik Susu mengungkap perbedaan signifikan antara sistem organik dan konvensional (Gambar 4). Batang padi organik menunjukkan:

1. Warna hijau yang lebih muda
2. Distribusi pori-pori yang lebih rapat dengan diameter lebih kecil
3. Struktur jaringan yang lebih padat

Karakteristik ini berbanding terbalik dengan batang konvensional yang memiliki pori-pori lebih besar namun jumlahnya lebih sedikit. Temuan ini konsisten dengan literatur yang menyatakan bahwa pori-pori besar memfasilitasi penetrasi larva penggerek batang, menjelaskan mengapa sistem organik menunjukkan ketahanan yang lebih baik (Zhu et al., 2002).



Gambar 4. Perbedaan Batang Padi Pada Pertanian Konvensional dan Organik Pada Usia Pertumbuhan Yang Sama (Varietas Mentik Susu)

Analisis Komparatif Pertanian Padi Organik vs Konvensional: Aspek Lingkungan, Ekonomi, dan Keberlanjutan

Aspek Lingkungan

Pertanian organik memiliki keunggulan:

1. Mengurangi polusi agrokimia (pupuk sintetis dan pestisida) yang mencemari air tanah dan ekosistem (Reganold & Wachter, 2016).
2. Meningkatkan biodiversitas tanah melalui mikroorganisme (seperti sianobakteria) dan fauna tanah (Bengtsson et al., 2005).
3. Memperbaiki struktur tanah dalam jangka panjang karena penggunaan bahan organik (Mendrofa & Gulo, 2024).

Sedangkan tantangannya adalah produktivitas awal mungkin lebih rendah di beberapa lokasi sebelum tanah sepenuhnya pulih (Seufert et al., 2012).

Pertanian Konvensional memiliki Risiko Lingkungan:

1. Degradasi tanah akibat pemupukan berlebihan dan akumulasi residu pestisida. (Roensis Sinambela, 2024)
2. Emisi gas rumah kaca (mis. N₂O dari pupuk nitrogen) yang lebih tinggi (IPCC, 2019) (lim & Hengky, 2025).

Aspek Ekonomi

Pertanian organik memiliki keunggulan:

1. Biaya produksi lebih rendah (60% dari konvensional dalam studi kasus) karena minim input kimia (Syariful Jamil et al., 2018).
2. Harga jual beras organik lebih tinggi (Rp20.000/kg vs Rp10.000/kg), meningkatkan pendapatan petani (Sholihah et al., 2024)
3. Pasar global untuk produk organik tumbuh 15% per tahun (FiBL & IFOAM, 2021) (Muljaningsih, 2011).

Sedangkan tantangannya adalah:

1. Sertifikasi label organik memerlukan biaya yang relatif mahal, terutama bagi petani berskala kecil (Kirana & Nugraha, 2019).
2. Periode transisi (3–5 tahun) seringkali kurang menguntungkan (Shaumy Lestari et al., 2021).
3. Pertanian Konvensional memiliki keunggulan Produktivitas stabil dan cepat, cocok untuk ketahanan pangan jangka pendek namun memiliki Risiko Ekonomi berupa Ketergantungan pada harga input kimia yang fluktuatif (mis. pupuk urea). (Hutahaean & Pratiwi, 2024)

Aspek Keberlanjutan

Pertanian Organik memiliki keunggulan

1. Sistem lebih resilien terhadap perubahan iklim karena ketahanan tanah yang baik (Davis et al., 2023).
2. Mengurangi resistensi hama terhadap pestisida melalui pengendalian alami (mis. batang padi organik lebih tahan penggerek) (Baruah et al., 2023).

Sedangkan Tantangannya adalah memerlukan pengetahuan teknis yang lebih kompleks bagi petani. Dilain pihak pertanian Konvensional memiliki Risiko Jangka Panjang Ketidakberlanjutan akibat degradasi lahan dan ketergantungan input eksternal (Ismunandar Bahari et al., 2024).

SIMPULAN

Berikut kesimpulan dari kegiatan yang telah dilakukan: 1) Lingkungan & Berkelanjutan: Organik unggul dalam mengurangi dampak negatif ekologis dan membangun sistem tahan iklim, 2) Ekonomi: Organik lebih menguntungkan jika pasar premium tersedia, meski butuh investasi awal, 3) Produktivitas: Konvensional masih dominan untuk skala besar, tetapi organik bisa setara dengan teknologi tepat (misalnya sianobakteria).

Rekomendasi dari kegiatan yang telah dilakukan: 1) Integrasi sistem agroekologi (gabungan prinsip organik dan inovasi teknologi) mungkin menjadi solusi optimal (Altieri et al., 2015), 2) Kebijakan pemerintah perlu mendukung transisi menuju pertanian organik dengan memberikan subsidi untuk sertifikasi dan menyediakan pelatihan serta pendampingan bagi petani (Rafsanjani et al., 2025).

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang terlibat, atas dukungan penuh yang diberikan selama kegiatan dan implementasi teknologi pembenah tanah ini terlaksana dengan baik. Serta dukungan kelembagaan dari BRIN menjadi fondasi penting dalam mengembangkan riset terapan yang bermanfaat langsung bagi sektor pertanian masyarakat.

Kami juga mengucapkan terima kasih kepada kelompok tani Desa Ngraho dan Desa Bajo, Kecamatan Kedungtuban, yang telah menjadi mitra strategis dalam penelitian ini. Antusiasme, keterbukaan, serta kerja sama yang diberikan oleh para petani selama kegiatan pelatihan, penerapan teknologi pembenah tanah berbasis mikroba, dan pemantauan hasil produksi telah memberikan banyak masukan praktis dan wawasan empiris yang sangat berharga bagi penelitian ini.

REFERENSI

- Abdillah, M. H., & Budi, I. S. (2021). Pembuatan Dan Aplikasi Bahan Pembenah Tanah Pada Pertanian Di Lahan Basah Sub-Optimal. *Buletin Profesi Insinyur*, 4(1), 23–28. <https://doi.org/10.20527/Bpi.V4i1.94>
- Adam, C. (2022). Preliminary Exploration Of Cyanobacteria In Peat Waters, Palangka Raya, Central Kalimantan, Indonesia. In *Journal Of Peat Science And Innovation* (Vol. 1).
- Allifa Khoerurrahmah, Alvi Arumi Fadila, Lindiyani Lindiyani, & Muhimatul Umami. (2024). Peran Cyanobacteria Terhadap Oksigenasi Bumi Dan Evolusi Kloroplas. *Flora : Jurnal Kajian Ilmu Pertanian Dan Perkebunan*, 2(1), 30–43. <https://doi.org/10.62951/Flora.V2i1.212>
- Baruah, M., Dutta, B. C., Borah, S. R., & Bharali, A. (2023). Organic Management Approaches Of Stem Borer In Rice Ecosystem Of Assam. *Environment And Ecology*, 41(3b), 1680–1685. <https://doi.org/10.60151/Envec/Igps1731>
- Bengtsson, S. L., Nagy, Z., Skare, S., Forsman, L., Forssberg, H., & Ullén, F. (2005). Extensive Piano Practicing Has Regionally Specific Effects On White Matter Development. *Nature Neuroscience*, 8(9), 1148–1150. <https://doi.org/10.1038/Nn1516>

- Chittora, D., Meena, M., Barupal, T., Swapnil, P., & Sharma, K. (2020). Cyanobacteria As A Source Of Biofertilizers For Sustainable Agriculture. *Biochemistry And Biophysics Reports*, 22, 100737. <https://doi.org/10.1016/j.bbrep.2020.100737>
- Davis, A. G., Huggins, D. R., & Reganold, J. P. (2023). Linking Soil Health And Ecological Resilience To Achieve Agricultural Sustainability. In *Frontiers In Ecology And The Environment* (Vol. 21, Issue 3, Pp. 131–139). John Wiley And Sons Inc. <https://doi.org/10.1002/fee.2594>
- Eginarta, W. S., Nuraini, Y., & Purwani, J. (2021). Efektivitas Berbagai Bahan Formula Pupuk Hayati Sianobakteri Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Padi Gogo Varietas Situ Bagendit. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 8(2), 415–426. <https://doi.org/10.21776/Ub.Jtsl.2021.008.2.13>
- Etesami, H. (2025). Resilient Pioneers: The Ecological Role Of Cyanobacteria In Desert Ecosystems. *Applied Soil Ecology*, 212, 106173. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2025.106173>
- Farni, Y., Mechram, S., & Wulan, C. (2024). Pemanfaatan Biochar Sebagai Bahan Pembena Tanah Untuk Memperbaiki Kesuburan Tanah Ultisol Dan Pengaruhnya Terhadap Hasil Kedelai. <http://e-journalppmunsa.ac.id/index.php/jrktl>
- Ferreira De Oliveira, A. P., & Bragotto, A. P. A. (2022). Microalgae-Based Products: Food And Public Health. *Future Foods*, 6, 100157. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100157>
- Ghifari Aditya Maulana, Hermanu Triwidodo, & Abdul Munif. (2024). Sebaran Kelompok Telur Penggerek Batang Padi Kuning (*Scirpophaga Incertulas Walker*) Dan Parasitoidnya Pada Persemaian Padi Di Kabupaten Garut. *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan Dan Pendidikan Vokasi Pertanian*, 5(1), 865–885. <https://doi.org/10.47687/Snppvp.V5i1.1165>
- Hendrayanti, D., Rusmana, I., Santosa, D. A., & Hamim, H. (2020). Application Of Biological Nitrogen Fixation Cyanobacteria To Paddy Plant Cultivated Under Deep-Water Culture System. *Jurnal Biodjati*, 5(2), 164–173. <https://doi.org/10.15575/Biodjati.V5i2.8510>
- Hutahaean, R. N., & Pratiwi, D. (2024). Perbandingan Pendapatan Petani Yang Menggunakan Metode Pertanian Konvensional Dan Organisasi Petani Padi. <https://www.persdigi.com/2024/12/tradisi-grebeg-gunungan-dan-potensi-investasi-blora.html>
<https://infopublik.id/kategori/nusantara/833429/lambung-pangan-jawa-tengah-blora-panen-roya-padi-organik>. Diakses pada 2 Juni 2025 pukul 13.00
<https://diperpa.badungkab.go.id/Artikel/18080-hama-penggerek-batang-padi-dan-strategi-pengendaliannya>)
- Ismunandar Bahari, D., Lubis, M. M., Apriyanti, E., Affandi, M. R., & Perlambang, R. (2024). Analisis Pengaruh Pertanian Berkelanjutan Terhadap Ketahanan Pangan Di Daerah Perdesaan. *Jurnal Kolaboratif Sains*, 8(2), 1231–1238. <https://doi.org/10.56338/Jks.V8i2.7073>
- Jakiyah, U., & Nurhidayah, S. (2019). Efisiensi Ekonomis Usahatani Padi Organik Di Kabupaten Tasikmalaya. *Jurnal Hexagro*, 3(1). <https://doi.org/10.36423/Hexagro.V3i1.307>
- Kirana, F., & Nugraha, A. (2019). Dialektika Sistem Sertifikasi Pertanian Organik Dan Gaya Bertani (Farming Styles) Petani Organik (Studi Kasus Semai Organik Dan Eco Camp). 4(2).
- Kusuma, R. C. (2009). Kawasan Permukiman Suku Samin Sebagai Objek Wisata Budaya Minat Khusus Di Blora. www.pemkabblora.com
- Lesmana, D., & Margareta, M. (2017). Tingkat Pengetahuan Petani Padi Sawah (*Oryza Sativa L.*) Terhadap Pertanian Organik Di Desa Manunggal Jaya Kecamatan Tenggarong Seberang. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 5, 18–33. <https://doi.org/10.36084/Jpt.V5i2.124>
- Lim, G., & Hengky. (2025). Dampak Pencemaran Tanah Terhadap Produktivitas Pertanian. *Nusantara: Jurnal Pendidikan, Seni, Sains Dan Sosial Humaniora*, 3(01). <https://journal.forikami.com/index.php/nusantara/article/view/874>
- Maes, K. (2007). Chilo Suppressalis (Striped Rice Stem Borer). *Cabi Compendium*. <https://doi.org/10.1079/Cabicompendium.12855>
- Marihot Sianipar, E., Pratiwi Aritonang, S., Sihombing, P., Studi Agroteknologi, P., Pertanian, F., Kunci, K., & Tanah, K. (2024). Peranan Bahan Organik Untuk Mitigasi Kesehatan Tanah Dalam Pertanian Modern. 10(1).
- Mendrofa, M. T., & Gulo, D. (2024). Penarik: Jurnal Ilmu Pertanian Dan Perikanan Pengaruh Pupuk Organik Terhadap Perbaikan Struktur Dan Stabilitas Tanah.

- Mubiyn, S. N., & Ilminnafik, N. (2024). Pengukuran Intensitas Radiasi Matahari Di Wilayah Kabupaten Nganjuk Tahun 2016. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 5(1), 20–26. <https://doi.org/10.14710/Jebt.2024.21580>
- Muljaningsih, S. (2011). Preferensi Konsumen Dan Produsen Produk Organik Di Indonesia. 14(4).
- Natasha, F., Hutajulu, E. S., & Pardi, H. (2024). Prospek Potensial Mikroalga Sebagai Biofuel Di Kepulauan Riau Guna Mewujudkan Net Zero Emission. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 5(2), 102–114. <https://doi.org/10.14710/Jebt.2024.23299>
- Nazwari, A., Pasaribu, F., Aritonang, M. S., Sinulingga, M. K., Sitompul, N. Z., Adenan, N. H., Anwar, S., & Khalisyah, Z. (2024). Studi Literatur Keanekaragaman Spesies Makroalga Di Ekosistem Pantai Indonesia Dan Tingkat Pemahaman Tentang Protista Mirip Tumbuhan Tingkat Sma/Ma. *Algoritma: Jurnal Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, Kebumihan Dan Angkasa*, 2(5), 21–31.
- Palinska, K. A., & Surosz, W. (2014). Taxonomy Of Cyanobacteria: A Contribution To Consensus Approach. *Hydrobiologia*, 740(1), 1–11. <https://doi.org/10.1007/S10750-014-1971-9>
- Purwantini, T. B., & Sunarsih, N. (2020). Pertanian Organik: Konsep, Kinerja, Prospek, Dan Kendala. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 37(2), 127. <https://doi.org/10.21082/Fac.V37n2.2019.127-142>
- Rafsanjani, M. Z., Fatimatuzzahro, S., Azizah, W. N., Arifin, S., Lestari, U. P., Hariani, M., & Putra, A. R. (2025). Pendampingan Dan Pembuatan Pupuk Organik Dalam Mengurangi Biaya Pupuk Petani Desa Rowo Gempol. *Aspirasi : Publikasi Hasil Pengabdian Dan Kegiatan Masyarakat*, 3(1), 254–265. <https://doi.org/10.61132/Aspirasi.V3i1.1452>
- Reganold, J. P., & Wachter, J. M. (2016). Organic Agriculture In The Twenty-First Century. In *Nature Plants* (Vol. 2, Issue 2). *Nature Research*. <https://doi.org/10.1038/Nplants.2015.221>
- Roensis Sinambela, B. (2024). Dampak Penggunaan Pestisida Dalam Kegiatan Pertanian Terhadap Lingkungan Hidup Dan Kesehatan. In *Kesehatan Jurnal Agrotek* (Vol. 8, Issue 2).
- Seufert, V., Ramankutty, N., & Foley, J. A. (2012). Comparing The Yields Of Organic And Conventional Agriculture. *Nature*, 485(7397), 229–232. <https://doi.org/10.1038/Nature11069>
- Shaumy Lestari, G., Hermita Sadel, A., Pardian, P., & Fatimah, S. (2021). Pengaruh Pengetahuan Produk, Label Organik Komunitas, Dan Perilaku Pencarian Informasi Terhadap Minat Beli Produk Organik Di Komunitas Organik Indonesia (Vol. 7, Issue 2).
- Sholihah, E. N., Saputro, A. S., & Nisa', H. U. (2024). Analisis Kelayakan Usahatani Padi Organik Dan Konvensional Di Kecamatan Mojogedang Kabupaten Karanganyar. *Agribios*, 22(1), 63. <https://doi.org/10.36841/Agribios.V22i1.4569>
- Sriningsih, N. A., Yunus, Moh., & Toana, Moh. (2020). Populasi Larva Penggerek Batang Padi Putih Scirpophaga Innotata Wlk. (Lepidoptera : Pyralidae) Serta Produksi Pada Dua Varietas Padi Di Kecamatan Balinggi. *Agrotekbis : Jurnal Ilmu Pertanian (E-Journal)*, 8(2). <http://jurnal.faperta.untad.ac.id/index.php/agrotekbis/article/view/655>
- Suikkanen, S., Uusitalo, L., Lehtinen, S., Lehtiniemi, M., Kauppila, P., Mäkinen, K., & Kuosa, H. (2021). Diazotrophic Cyanobacteria In Planktonic Food Webs. *Food Webs*, 28, E00202. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/J.Fooweb.2021.E00202>
- Sulistyowati, W. (2022). Perilaku Petani Sawah Dalam Menghadapi Modernisasi Pertanian (Studi Pada Petani Padi Desa Japah Kecamatan Japah Kabupaten Blora).
- Syariful Jamil, A., Saleh, I., Sungkawa, I., & Mardhatilla, F. (2018). Analisis Perbandingan Kelayakan Usahatani Padi Organik Dan Konvensional (Studi Kasus: Kecamatan Cigugur Kabupaten Kuningan Jawa Barat).
- Vaishampayan, A., Sinha, R. P., Hader, D.-P., Dey, T., Gupta, A. K., Bhan, U., & Rao, A. L. (2001). Cyanobacterial Biofertilizers In Rice Agriculture. *The Botanical Review*, 67(4), 453–516. <https://doi.org/10.1007/Bf02857893>
- Wihardjaka, A. (2021). Dukungan Pupuk Organik Untuk Memperbaiki Kualitas Tanah Pada Pengelolaan Padi Sawah Ramah Lingkungan. *Jurnal Pangan*, 30, 53–64. <https://doi.org/10.33964/Jp.V30i1.496>
- Zhu, Z.-R., Romena, A. M., & Cohen, M. B. (2002). Comparison Of Stem Borer Damage And Resistance In Semidwarf Indica Rice Varieties And Prototype Lines Of A New Plant Type. *Field Crops Research*, 75(1), 37–45. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(02\)00004-7](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0378-4290(02)00004-7)