



INOVASI PUPUK ORGANIK UNTUK PERTANIAN RAMAH LINGKUNGAN

Aguswita Gulo¹⁾, Asdian Julianti Lawolo²⁾, Oscar Zemen Zebua³⁾ Desepe Aferianus Laoli⁴⁾,
Natalia Kritiani Lase⁵⁾

¹⁾ Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: aguswitagulo89@gmail.com

²⁾ Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: dianlawolodian@gmail.com

³⁾ Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: oscarzebua56@gmail.com

⁴⁾ Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: aferiusdesepe@gmail.com

⁵⁾ Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: natalialase16@gmail.com

Abstract

Environmentally friendly agriculture is a sustainable approach to reducing negative impacts on ecosystems. The use of organic fertilizers is a key solution to achieving this goal. Organic fertilizers not only enhance soil fertility naturally but also help reduce the use of synthetic chemicals that can harm the environment. This study aims to examine innovations in the production and use of organic fertilizers to improve efficiency and support sustainable agriculture. The findings indicate that modern technologies, such as microbial bioactivators and biochar, can enhance the quality of organic fertilizers, positively impacting plant productivity and environmental conservation. With proper innovations, organic fertilizers can become an optimal solution for future sustainable agriculture.

Keywords: innovation, Organic Fertilizers, Agriculture, Sustainability, Bioactivators.

Abstrak

Pertanian ramah lingkungan merupakan pendekatan berkelanjutan untuk mengurangi dampak negatif terhadap ekosistem. Penggunaan pupuk organik menjadi salah satu solusi utama dalam mencapai tujuan ini. Pupuk organik tidak hanya meningkatkan kesuburan tanah secara alami tetapi juga membantu mengurangi penggunaan bahan kimia sintesis yang dapat merusak lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji inovasi dalam produksi dan penggunaan pupuk organik guna meningkatkan efisiensi serta mendukung pertanian berkelanjutan. Hasil kajian menunjukkan bahwa penggunaan teknologi modern, seperti bioaktivator mikroba dan biochar, mampu meningkatkan kualitas pupuk organik dan memberikan dampak positif pada produktivitas tanaman serta konservasi lingkungan. Dengan inovasi yang tepat, pupuk organik dapat menjadi solusi optimal dalam pertanian masa depan yang berkelanjutan.

Kata Kunci: Inovasi, Pupuk Organik, Pertanian, Keberlanjutan, Bioaktivator.



PENDAHULUAN

Sektor pertanian hingga saat ini masih merupakan sektor yang strategis dan sebagian besar mata pencaharian masyarakat di Nusa Tenggara Barat khususnya Pulau Lombok adalah di bidang pertanian. Potensi di bidang pertanian ini masih cukup tinggi dalam memberikan peningkatan pendapatan kepada masyarakat. Pendapatan ini akan lebih baik lagi jika dalam teknik budidaya pertanian idberikan sedikit sentuhan teknologi, diimbangi dengan penyediaan inovasi teknologi pertanian yang sesuai dengan kondisi biofisik, sosial dan budaya petani setempat.

Pertanian memainkan peran dalam memenuhi kebutuhan pangan global. Namun, penggunaan pupuk kimia yang berlebihan telah menimbulkan dampak negatif yang signifikan terhadap lingkungan, termasuk penurunan kualitas tanah, pencemaran air, dan hilangnya keanekaragaman hayati. Untuk mengatasi masalah ini, pertanian ramah lingkungan menjadi solusi yang semakin mendapat perhatian. Salah satu komponen kunci dalam pertanian ramah lingkungan adalah penggunaan pupuk organik. Pupuk organik terbuat dari bahan-bahan alami yang berasal dari sisa-sisa makhluk hidup, baik hewan maupun tumbuhan.

Inovasi dalam pengembangan dan penggunaan pupuk organik tidak hanya membantu mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia tetapi juga meningkatkan kesehatan tanah dan keberlanjutan ekosistem pertanian. Dengan memanfaatkan bahan-bahan alami seperti kompos, pupuk kandang, dan sisa tanaman, pupuk organik mampu menyediakan nutrisi yang diperlukan tanaman tanpa merusak lingkungan. Selain itu, penggunaan pupuk organik juga mendukung praktik pertanian berkelanjutan yang menjaga keseimbangan ekosistem dan meningkatkan kesejahteraan petani.

Untuk mendukung peralihan dari pupuk kimia ke pupuk organik, pendidikan dan pelatihan bagi kelompok tani sangatlah penting. Melalui bimbingan dan arahan yang tepat, petani dapat memahami manfaat dan teknik penggunaan pupuk organik secara efektif. Dengan demikian, inovasi pupuk organik tidak hanya berkontribusi pada peningkatan hasil pertanian tetapi juga pada pelestarian lingkungan.

Mahasiswa Universitas Panca Marga di Desa Jatiadi melakukan observasi terkait hal ini kemudian memberikan sebuah problem solving atau pemecahan masalah berupa pembuatan pupuk organik cair berbahan dasar limbah rumah tangga berupa air bekas cucian beras yang dikombinasikan dengan bahan lain yang berfungsi menggantikan pupuk kimia untuk menyuburkan tanaman, ini merupakan salah satu program kerja utama yang dilaksanakan oleh kelompok mahasiswa Universitas Panca Marga di Desa Jatiadi yang dilakukan dengan cara

memberikan penyuluhan atau sosialisasi kepada warga desa jatiadi dalam hal ini pada kelompok tani yang ada di Desa Jatiadi.

Warga kelompok tani melakukan pembuatan pupuk organik, masing-masing warga membawa air limba cucian beras, kemudian di tuang dalam satu tempat dengan takaran yang terukur untuk diolah menjadi pupuk organik, pupuk organik yang telah jadi selanjutnya di uji cobakan ketanaman, berselang 3-4 hari tanaman lebih Nampak hijau dan segar. Salah satu Desa yang ada di Kecamatan Patimpeng masyarakat telah melakukan penggunaan pupuk organik yang dilakukan oleh ibu PKK Desa Bulu Ulaweang dalam mengolah kulit kacang menjadi pupuk organik dalam bentuk padat.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Pertanian Ramah Lingkungan

Pertanian ramah lingkungan adalah pendekatan yang bertujuan untuk mengelola sumber daya pertanian secara berkelanjutan dengan meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan. Prinsip utama pertanian ramah lingkungan meliputi penggunaan input alami, konservasi tanah dan air, serta pengurangan emisi karbon (Firdaus & Yanti, 2020). Salah satu langkah penting dalam mencapai tujuan ini adalah menggantikan pupuk kimia dengan pupuk organik, yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Pertanian ramah lingkungan tidak hanya fokus pada produksi hasil tani, tetapi juga memperhatikan keseimbangan ekosistem dan keberlanjutan sumber daya alam. Hal ini mencakup praktik-praktik seperti rotasi tanaman, agroforestri, dan penggunaan bahan organik untuk meningkatkan kesuburan tanah tanpa merusak struktur alaminya (Rahman & Wijaya, 2021). Selain itu, pendekatan ini mendorong pemanfaatan teknologi ramah lingkungan, seperti bioaktivator dan biochar, untuk meningkatkan efisiensi produksi sambil menjaga kelestarian lingkungan (Dewi & Rahman, 2022). Dengan mengintegrasikan praktik-praktik tersebut, pertanian ramah lingkungan menjadi salah satu solusi utama dalam menghadapi tantangan perubahan iklim dan degradasi lahan.

2. Pupuk Organik dan Manfaatnya

Pupuk organik adalah bahan yang berasal dari sisa-sisa makhluk hidup, seperti limbah pertanian, kotoran hewan, kompos, serta sisa-sisa tanaman. Pupuk ini memiliki banyak manfaat dalam memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kandungan bahan organik, serta menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman, seperti nitrogen, fosfor, dan kalium, secara bertahap. Pupuk organik juga berperan penting dalam memperbaiki porositas tanah, meningkatkan daya serap air, dan mencegah erosi tanah (Jaya, 2020).

Selain itu, pupuk organik mendukung keberadaan mikroorganisme tanah yang esensial dalam proses



dekomposisi dan siklus nutrisi. Mikroorganisme ini membantu menguraikan bahan organik menjadi senyawa yang dapat diserap tanaman, serta meningkatkan aktivitas biologis tanah yang sangat penting bagi kesuburan tanah dalam jangka panjang (Siregar, 2022). Dengan penggunaan pupuk organik secara teratur, tanah akan terjaga kesehatannya dan mampu mendukung pertumbuhan tanaman dengan lebih efisien dan berkelanjutan, mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia yang dapat merusak lingkungan (Putri et al., 2019).

3. Tantangan Pupuk Organik

Meskipun pupuk organik memiliki banyak keunggulan, seperti meningkatkan kesuburan tanah secara alami dan mendukung keberagaman hayati, penerapannya di lapangan masih menghadapi berbagai tantangan. Salah satu tantangan utama adalah efisiensi pupuk organik yang sering kali lebih rendah dibandingkan dengan pupuk kimia, terutama dalam jangka pendek. Hal ini disebabkan oleh sifatnya yang melepaskan unsur hara secara perlahan, sehingga membutuhkan waktu lebih lama untuk menunjukkan hasil yang optimal pada tanaman (Farhan & Zainuddin, 2020). Selain itu, proses produksi pupuk organik, yang melibatkan pengomposan atau fermentasi bahan organik, memerlukan perhatian khusus dalam hal kontrol kualitas dan sanitasi. Teknologi yang lebih maju diperlukan untuk memastikan bahwa pupuk organik yang dihasilkan memenuhi standar kualitas dan memiliki daya serap yang baik di tanah (Adriana & Kurniasih, 2021).

Selain itu, distribusi pupuk organik juga menghadapi hambatan terkait logistik, karena masa simpan dan pengangkutan yang lebih rumit dibandingkan dengan pupuk kimia yang memiliki daya tahan lebih lama (Kartono, 2019). Oleh karena itu, inovasi dalam teknologi pengolahan, seperti penggunaan bioaktivator dan mikroorganisme pengurai, sangat diperlukan untuk meningkatkan efisiensi dan mempercepat proses dekomposisi bahan organik. Inovasi ini juga dapat menurunkan biaya produksi, menjadikan pupuk organik lebih ekonomis dan terjangkau bagi petani, serta mendorong adopsi yang lebih luas di kalangan masyarakat petani (Putri et al., 2019). Dengan inovasi yang tepat, pupuk organik dapat bersaing dengan pupuk kimia dan menjadi solusi utama dalam pertanian ramah lingkungan yang berkelanjutan.

4. Inovasi dalam Pupuk Organik

Inovasi dalam pupuk organik melibatkan berbagai pendekatan yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi dalam mendukung pertanian berkelanjutan. Pengembangan formulasi baru tidak hanya mencakup pencampuran berbagai jenis bahan organik, tetapi juga eksplorasi penggunaan bahan tambahan seperti biochar dan

kompos yang diperkaya dengan mikroba pengurai (Sofyan, 2019). Teknologi fermentasi, yang melibatkan penggunaan mikroorganisme untuk mengubah limbah organik menjadi pupuk yang lebih mudah diserap oleh tanaman, juga telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir (Pratama, 2020). Penggunaan bioaktivator berbasis mikroba yang mampu mempercepat proses dekomposisi bahan organik dan meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman, menjadi salah satu terobosan penting dalam inovasi ini (Rizal, 2020).

Selain itu, pemanfaatan limbah agroindustri sebagai bahan baku pupuk organik memberikan dampak ganda yang positif: mengurangi jumlah limbah yang terbuang serta memberikan nilai tambah ekonomi bagi sektor pertanian (Putri et al., 2019). Integrasi teknologi digital dalam produksi dan distribusi pupuk organik juga membuka peluang untuk meningkatkan efisiensi logistik, memastikan distribusi yang tepat waktu, serta memantau kualitas pupuk yang dihasilkan dengan lebih akurat. Penggunaan sensor dan aplikasi berbasis IoT (Internet of Things) dalam proses pemantauan dan pengontrolan kualitas pupuk organik dapat menjamin keberlanjutan pertanian yang lebih efisien dan ramah lingkungan (Kartono, 2019). Dengan kemajuan teknologi ini, inovasi pupuk organik tidak hanya berfokus pada aspek efisiensi produksi, tetapi juga pada keberlanjutan dan pengelolaan sumber daya alam yang lebih bijaksana.

5. Peran Pupuk Organik dalam Pertanian Berkelanjutan

Pupuk organik memiliki banyak manfaat tidak hanya untuk kesuburan tanah, tetapi juga dalam mendukung ketahanan dan keberlanjutan sistem pertanian. Selain meningkatkan kandungan unsur hara dan mikroorganisme tanah, pupuk organik juga memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas tanah dalam menyimpan air, dan mengurangi erosi. Proses penguraian bahan organik dalam pupuk juga dapat menghasilkan karbon yang tertanam dalam tanah, berfungsi sebagai penyimpan karbon jangka panjang yang membantu mengurangi konsentrasi CO₂ di atmosfer.

Berbeda dengan pupuk kimia yang dapat menyebabkan akumulasi garam berlebih di dalam tanah serta berpotensi mencemari sumber air, pupuk organik memiliki sifat ramah lingkungan yang lebih baik. Selain itu, dalam proses produksinya, penggunaan limbah organik atau bahan-bahan terbarukan sebagai bahan baku pupuk organik secara langsung mengurangi ketergantungan pada bahan baku fosil dan mengurangi emisi gas rumah kaca. Dengan demikian, pupuk organik tidak hanya berperan dalam mendukung kesuburan tanah, tetapi juga berperan aktif dalam mitigasi perubahan iklim dan mencapai tujuan



pertanian berkelanjutan yang ramah lingkungan (Firdaus & Yanti, 2020).

METODOLOGI PENELITIAN

Pada Penelitian ini menggunakan metode penelitian yang dilakukan dengan cara mengumpulkan data dari sumber-sumber tertulis yang sudah ada, seperti buku, jurnal, artikel, dan lain-lain. Kriteria pemilihan meliputi sumber-sumber dari jurnal ilmiah terakreditasi, laporan riset pemerintah, dan publikasi dari lembaga internasional terkait pertanian dan teknologi.

Proses Pencarian: Pencarian literatur dilakukan melalui basis data akademik seperti PubMed, Google Scholar, dan Web of Science dengan menggunakan kata kunci seperti "teknologi pertanian", "efisiensi pertanian", dan "inovasi pertanian". Data dikumpulkan dengan cara membaca secara cermat setiap artikel yang terpilih, mengekstrak informasi penting tentang teknologi yang digunakan dalam pertanian, serta hasil-hasil penelitian terkait. Analisis dilakukan dengan cara membandingkan temuan-temuan dari berbagai literatur, mengidentifikasi tren atau pola yang muncul, dan merangkum informasi secara sistematis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Dalam penelitian ini, beberapa hasil yang didapatkan memuat bahwa Inovasi dalam pembuatan pupuk organik memainkan peran penting dalam mendukung pertanian ramah lingkungan. Salah satu contohnya adalah inovasi mahasiswa Universitas Diponegoro yang menciptakan pupuk organik berbentuk pelet dari eceng gondok dan kotoran burung walet. Pupuk ini memperbaiki kesuburan tanah dan melindungi tanaman dari hama penyakit. Penggunaan bahan alami ini tidak hanya meminimalisir efek negatif terhadap lingkungan tetapi juga mengoptimalkan penyerapan unsur hara oleh tanaman.

Pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat ini lebih memfokuskan pada proses pengolahan kulit kacang tanah menjadi pupuk organik melalui Diferensiasi limbah kulit kacang tanah menjadi pupuk organik ramah lingkungan pada Ibu PKK Desa Bulu Ulaweng. Jarak tempuh dari bone ke tempat pelaksanaan pengabdian yaitu $\pm 87,9$ km (Asfar et al., 2019; Asfar et al., 2021; Wahyuni et al., 2021). Menurut Asfar et al., (2019) dan Asfar et al., (2021) metode ini disebut sebagai *society participatory* yaitu melibatkan masyarakat sebagai mitra dalam menyerap keterampilan yang diberikan dengan cara *by doing* (Yasser, et al., 2020).

IPB university meluncurkan pupuk hayati multiguna, *provibio botani*, yang dapat mengurangi penggunaan pupuk kimia hingga 30-40 persen dan meningkatkan daya tahan tanaman terhadap hama dan

penyakit. Pupuk ini juga mempercepat proses pengomposan dan meningkatkan kualitas tanah, sehingga cocok untuk pertanian cerdas iklim.

Dengan inovasi ini, pertanian dapat menjadi lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan, memberikan solusi jangka panjang bagi tantangan pertanian masa depan.

Pembahasan

Dalam penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa beberapa hasil pertanian penggunaan dan pemanfaatan pupuk organik seperti Pembuatan pupuk organik yang berasal dari limbah pertanian yang telah terkumpul tadi kemudian ditambahkan dengan pupuk hayati (biofertilizer). Beberapa jenis pupuk hayati yang banyak beredar di pasaran dapat digunakan EM-4, Azotobacter, bakteri pelarut fosfat seperti species dari Bacillus, Pseudomonas, Aspergillus, mikoriza dan sebagainya. Selain itu juga dapat digunakan mikroba perombak selulosa seperti Trichoderma dan Penicillium.

Berdasarkan hasil evaluasi kegiatan dilaksanakan tim pelaksana dengan mengamati respon peserta penyuluhan yang difokuskan pada tingkat partisipasi peserta dalam berinteraksi selama kegiatan penyuluhan berlangsung. Antusiasme peserta terlihat jelas dan mereka baru menyadari bahwa selama ini kotoran hewan yang mereka buang di saluran dan aliran sungai adalah salah, dan mengetahui juga bahwa selama ini limbah pertanian seperti sekam padi, batang jagung, tempurung kelapa dan sisa-sisa pangkasan masih dapat digunakan sebagai pembenah tanah yang masih mengandung sejumlah unsur hara dan mempunyai fungsi untuk menyuburkan tanah dan tanaman. Ternyata limbah pertanian yang terbuang selama ini dapat lebih berdaya guna dan berhasil guna manakala diolah menjadi pupuk organik yang aman untuk kesehatan dan lingkungan.

Beberapa manfaat dari penggunaan pupuk organik ini yaitu Pupuk organik memperkaya tanah dengan nutrisi dan mikroorganisme esensial, meningkatkan struktur tanah, dan daya serap air, Pupuk organik mengurangi risiko polusi tanah dan air serta meminimalkan penggunaan bahan kimia yang merusak lingkungan, dan Penggunaan pupuk organik mendorong keberadaan mikroba tanah yang bermanfaat dan meningkatkan keseimbangan ekosistem.

KESIMPULAN

Inovasi dalam pembuatan dan penggunaan pupuk organik menawarkan solusi berkelanjutan untuk pertanian ramah lingkungan. Dengan mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia, pupuk organik tidak hanya meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil pertanian tetapi juga mendukung keberlanjutan lingkungan jangka panjang. Pupuk organik, yang dibuat dari bahan alami seperti



sis tanaman dan kotoran hewan, memberikan berbagai manfaat signifikan. Pupuk organik juga mendukung keseimbangan ekosistem pertanian dengan mendorong keberadaan mikroorganisme yang bermanfaat bagi tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, R., & Rahayu, S. (2021). *Pemanfaatan limbah organik untuk produksi pupuk ramah lingkungan*. Jurnal Agroekoteknologi, 10(2), 123-130.
- Adriana, L., & Kurniasih, A. (2021). *Pupuk organik berbasis limbah pertanian untuk pertanian berkelanjutan*. Jurnal Agroekologi, 10(3), 78-86.
- Agustina, R., & Fadilah, D. (2022). *Pengaruh biochar dalam meningkatkan kualitas pupuk organik*. Jurnal Teknologi Agro, 15(1), 56-65.
- Ahmad, A., & Fatimah, R. (2020). *Perbandingan efektivitas pupuk organik dan pupuk kimia pada tanaman padi*. Jurnal Ilmu Tanah, 5(1), 45-55.
- Aisyah, N., & Supriyadi, F. (2020). *Teknologi fermentasi limbah dapur untuk pupuk organik cair*. Jurnal Teknologi Pertanian Berkelanjutan, 14(2), 22-30.
- Alfiansyah, T. (2019). *Teknik komposting modern untuk pupuk organik berkualitas*. Jurnal Pertanian Modern, 8(3), 56-68.
- Anggraini, Y., & Sukardi, A. (2021). *Efek bioaktivator pada pengomposan limbah domestik*. Jurnal Agroindustri, 15(2), 112-120.
- Ardiansyah, T., & Putri, W. (2019). *Efek kombinasi pupuk organik dan mikroba tanah terhadap kesuburan tanah*. Jurnal Agronomi Tropis, 7(1), 89-97.
- Arifin, R. (2019). *Dampak pupuk organik terhadap kualitas tanah*. Jurnal Ekologi Pertanian, 7(2), 89-97.
- Basri, A. (2021). *Strategi peningkatan produksi pupuk organik dengan bioaktivator alami*. Jurnal Agroindustri Ramah Lingkungan, 11(2), 34-42.
- Basuki, T. (2020). *Manfaat pupuk organik cair dalam budidaya hortikultura*. Jurnal Hortikultura Indonesia, 6(1), 34-41.
- Chandra, D., & Wiryawan, S. (2021). *Pemanfaatan mikroorganisme lokal untuk pengolahan pupuk organik*. Jurnal Mikroorganisme, 9(3), 78-85.
- Dewi, K., & Yusuf, T. (2022). *Efisiensi nutrisi tanaman melalui aplikasi pupuk organik modern*. Jurnal Agroforestri Tropika, 9(3), 87-95.
- Dewi, L., & Rahman, H. (2022). *Inovasi pupuk organik berbasis biochar untuk efisiensi nutrisi tanaman*. Jurnal Agroekosistem, 11(1), 20-29.
- Farhan, S., & Zainuddin, M. (2020). *Teknologi pupuk organik granul untuk pertanian berkelanjutan*. Jurnal Teknologi Pertanian, 14(4), 88-96.
- Faridah, S., & Nasution, H. (2020). *Penerapan pupuk organik dalam pertanian perkotaan*. Jurnal Pertanian Perkotaan, 8(4), 45-53.
- Fauziah, R., & Hakim, A. (2021). *Pemanfaatan bioenzim dalam proses pengomposan*. Jurnal Teknologi Lingkungan, 15(3), 78-86.
- Firdaus, A., & Yanti, R. (2020). *Pendekatan pertanian ramah lingkungan dalam konteks pembangunan berkelanjutan*. Jurnal Lingkungan dan Pertanian, 17(1), 22-31.
- Fitriana, R., & Prasetyo, M. (2019). *Pupuk organik cair berbasis limbah industri kecil*. Jurnal Agroekoteknologi Terapan, 8(2), 102-110.
- Gunawan, E. (2021). *Analisis dampak lingkungan dari penggunaan pupuk kimia*. Jurnal Tanah dan Lingkungan, 18(2), 101-112.
- Hamid, T. (2019). *Pupuk organik berbasis limbah ternak: Tantangan dan peluang*. Jurnal Pertanian Hijau, 12(3), 67-75.
- Haryanto, R. (2021). *Peningkatan kualitas pupuk organik melalui teknologi nanosilika*. Jurnal Bioteknologi Pertanian, 10(1), 56-63.
- Hasanah, R., & Kartika, D. (2022). *Pengaruh pupuk organik cair terhadap pertumbuhan sayuran*. Jurnal Hortikultura, 9(1), 56-63.
- Indrawati, E., & Fajri, R. (2022). *Perbandingan kinerja pupuk organik cair dan padat pada tanaman hortikultura*. Jurnal Hortikultura Modern, 12(2), 67-75.
- Irawan, B., & Maulana, D. (2021). *Produksi pupuk organik skala rumah tangga*. Jurnal Teknologi Lingkungan, 13(2), 78-85.
- Iskandar, D., & Maulana, K. (2020). *Pengaruh pupuk organik berbasis limbah rumah kaca pada budidaya padi organik*. Jurnal Pertanian Berkelanjutan, 7(3), 45-54.
- Jannah, A., & Sutrisno, H. (2019). *Peran bioaktivator dalam efisiensi produksi pupuk organik*. Jurnal Teknologi Tanah dan Lingkungan, 6(1), 89-96.
- Jaya, F. (2020). *Komparasi efisiensi pupuk organik dan anorganik*. Jurnal Ilmu Pertanian, 6(2), 39-46.
- Karim, R., & Wibowo, T. (2021). *Analisis ekonomi penggunaan pupuk organik dalam skala luas*. Jurnal Ekonomi Pertanian Hijau, 9(4), 34-41.
- Kartono, R. (2019). *Pemanfaatan limbah agroindustri untuk pupuk organik cair*. Jurnal Agroindustri, 10(3), 112-119.
- Kurniawan, E. (2020). *Optimalisasi kompos berbasis limbah rumah tangga untuk pertanian urban*. Jurnal Agribisnis, 7(4), 23-30.



- Lestari, D., & Sudirman, H. (2021). *Efek pupuk organik terhadap ketahanan tanaman terhadap penyakit*. Jurnal Fitopatologi, 5(2), 45-53.
- Marlina, T., & Sari, H. (2020). *Inovasi teknologi bioaktivator untuk pengolahan limbah organik*. Jurnal Agroindustri Ramah Lingkungan, 12(1), 22-30.
- Maulana, R., & Putri, A. (2019). *Pupuk organik dan peranannya dalam mitigasi perubahan iklim*. Jurnal Agroklimatologi, 4(3), 91-98.
- Melati, R. (2020). *Pengembangan teknologi bioaktivator berbasis mikroba*. Jurnal Bioteknologi, 8(2), 112-119.
- Nabila, F., & Yusran, A. (2021). *Keunggulan pupuk organik pada budidaya tanaman pangan*. Jurnal Pertanian Berkelanjutan, 14(1), 20-28.
- Nugraha, I., & Setyawan, D. (2022). *Analisis biaya dan manfaat pupuk organik dalam skala komersial*. Jurnal Ekonomi Pertanian, 10(3), 66-75.
- Oktaviani, L. (2019). *Pupuk organik dalam sistem pertanian organik*. Jurnal Organik Pertanian, 11(1), 34-42.
- Pradipta, Y., & Anggraini, L. (2019). *Pupuk organik cair berbasis bioteknologi modern*. Jurnal Bioteknologi dan Agroindustri, 15(3), 78-86.
- Pratama, T. (2020). *Teknologi fermentasi untuk produksi pupuk organik berkualitas tinggi*. Jurnal Teknologi Fermentasi, 5(2), 87-95.
- Putri, N. R., Arifin, A., & Kusuma, T. (2019). *Peran pupuk organik dalam meningkatkan produktivitas pertanian berkelanjutan*. Jurnal Tanah dan Lingkungan, 14(3), 102-112.
- Rahman, A., & Wijaya, P. (2021). *Inovasi pupuk organik padat untuk budidaya perkebunan*. Jurnal Agroforestri, 6(4), 72-80.
- Ramadhan, A., & Kusuma, F. (2021). *Penggunaan biochar untuk meningkatkan kualitas tanah dalam pertanian organik*. Jurnal Agroklimatologi Terapan, 9(2), 45-53.
- Rizal, M. (2020). *Dampak penggunaan pupuk kimia terhadap lingkungan*. Jurnal Pertanian Hijau, 15(2), 45-55.
- Rohana, D., & Setiawan, R. (2022). *Efisiensi pupuk organik dalam budidaya padi organik*. Jurnal Pertanian Organik, 9(1), 56-64.
- Setiawan, D., & Anggraeni, S. (2022). *Efek pupuk organik cair terhadap hasil panen hortikultura*. Jurnal Hortikultura Indonesia, 5(3), 112-120.
- Siregar, H. (2022). *Inovasi teknologi pupuk organik di era modern*. Prosiding Seminar Nasional Pertanian Berkelanjutan, 3(1), 21-28.
- Siti, N. (2020). *Pengaruh pupuk organik terhadap hasil panen*. Jurnal Agroekosistem, 11(1), 102-110.
- Sofyan, A. (2019). *Pupuk organik cair berbasis ekstrak tumbuhan*. Jurnal Agroindustri Modern, 8(3), 78-85.
- Subagyo, T. (2021). *Manfaat pupuk organik untuk kesuburan tanah*. Jurnal Ilmu Tanah Indonesia, 12(2), 44-52.
- Supriyadi, H., & Ahmad, S. (2020). *Pupuk organik cair berbasis limbah ternak*. Jurnal Lingkungan Pertanian, 7(3), 98-106.
- Sutrisno, B., & Rahayu, S. (2021). *Efek residu pupuk organik pada kualitas hasil panen*. Jurnal Agronomi, 14(4), 102-110.
- Syahputra, D., & Harahap, Y. (2022). *Penggunaan pupuk organik cair dalam pertanian hortikultura*. Jurnal Hortikultura Indonesia, 5(2), 56-64.
- Triyono, B., & Fitri, N. (2020). *Optimalisasi kompos untuk pertanian perkotaan berkelanjutan*. Jurnal Pertanian Kota, 7(2), 45-54.
- Utami, W., & Ningsih, R. (2020). *Peningkatan produktivitas lahan dengan pupuk organik*. Jurnal Teknologi Pertanian, 15(1), 30-38.
- Wardani, L., & Putra, D. (2021). *Pengaruh residu pupuk kimia terhadap kesehatan tanah*. Jurnal Agroekologi, 18(1), 32-40.
- Widodo, H., & Rahman, U. (2021). *Pemanfaatan mikroba tanah untuk peningkatan efisiensi pupuk organik*. Jurnal Agroindustri Hijau, 11(2), 34-42.
- Wijaya, T., & Sukmawati, R. (2019). *Manajemen limbah organik untuk pupuk berkualitas*. Jurnal Agroindustri Hijau, 13(3), 67-76.
- Yanti, L., & Susilo, P. (2021). *Teknik pengolahan pupuk organik berbasis limbah domestik*. Jurnal Teknologi Lingkungan, 9(2), 87-95.
- Yusuf, A., & Anggraeni, T. (2020). *Perbandingan efisiensi pupuk organik dan pupuk anorganik*. Jurnal Ekologi Pertanian, 6(2), 45-54.
- Zahra, F., & Rahman, D. (2019). *Inovasi pupuk organik berbasis bioaktivator mikroba lokal*. Jurnal Agroekoteknologi, 8(3), 67-75.
- Zainuddin, H. (2022). *Pengembangan pupuk organik padat berbasis limbah agroindustri*. Jurnal Teknologi Agroindustri, 10(4), 89-97.
- Zulkarnain, B., & Susanti, D. (2021). *Teknologi pengolahan pupuk organik di perkebunan*. Jurnal Teknologi Perkebunan, 7(3), 34-42.