Analisis Kadar C-Organik Pupuk Organik Padat dari Limbah Bayam

Anisah Fitri Rahmi Pratiwi[1], Nanda Sofa Imamah[2], Gian Firdaus Putra Suryadi[3], Fitriari Izzatunnisa Muhaimin[4]

Fakultas MIPA, Universitas Negeri Surabaya[1]
Fakultas MIPA, Universitas Negeri Surabaya[2]
Fakultas MIPA, Universitas Negeri Surabaya[3,4]
*e-mail: anisahfitri.21046@mhs.unesa.ac.id

ABSTRAK

Pengomposan adalah salah satu pembuatan limbah organik menjadi produk baru berupa humus yang terbuat dari limbah organik dari tumbuhan dan kotoran hewan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli-November 2023 di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) di Desa Pucuk, Mojokerto. Tujuan dari penelitian ini, yakni untuk menganalisis manfaat dan kandungan C-Organik pada pupuk organik padat dari limbah bayam. Metode penelitian dilakukan dengan cara mengukur dan menganalisis kandungan C-Organik dalam pupuk menggunakan spektrofotometer Uv-Vis. Hasil yang diperoleh dari penelitian uji kadar C-Organik sebesar 6,5% yang tergolong masih rendah, serta belum memenuhi standar baku mutu SNI 7763:2018 dan Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 yang menyatakan bahwa kandungan C-organik minimal 15%.

Kata kunci : *pupuk organik, limbah bayam, C-Organik, spektrofotometer*

ABSTRACT

Composting is one way of making organic waste into a new product in the form of humus made from organic waste from plant and animal waste. This research was carried out in July-November 2023 at the final disposal site (TPA) in Pucuk Village, Mojokerto. The aim of this research is to analyze the benefits and content of C-Organic in solid organic fertilizer from spinach waste. The research method was carried out by measuring and analyzing the C-Organic content in fertilizer using a UV-Vis spectrophotometer. The results obtained from research testing the C-Organic content of 6.5% are still relatively low, and do not meet the quality standards of SNI 7763:2018 and Decree of the Minister of Agriculture of the Republic of Indonesia Number 261/KPTS/ SR.310/M/4/2019 which states C-organic content of at least 15%.

Keywords **:** *organic fertilizer, spinach waste, C-Organic, spectrophotometer*

PENDAHULUAN

Sampah menjadi masalah besar yang dihadapi oleh masyarakat dan pemerintah karena tingginya tingkat kepadatan penduduk di Indonesia. Akan tetapi, sistem pengelolaan sampah belum terbentuk dengan yang baik dan efisien. Dikutip dari Brunner (2021) hal ini ditunjukkan hanya 68.05% sampah yang dikelola dari jumlah total timbunan sampah nasional mencapai 36,74 juta ton/tahun. Jumlah tersebut didominasi oleh sisa makanan dan limbah biomassa mencapai 54% secara nasional bahkan di beberapa daerah mencapai 60%. Fakta dari SIPSN tersebut memberikan pandangan mengenai tingkat pengelolaan sampah yang masih rendah.

Sampah organik bila mendapatkan perlakuan tepat dapat mendatangkan keuntungan yang besar bagi pengelolanya. Limbah sampah organik dapat diolah menjadi pupuk kompos. Kompos adalah bahan yang dapat mengubah struktur dan komposisi tanah yang menyamai karakteristik humus (Utomo and Nurdiana, 2018). Menurut Suwatanti & Widiyaningrum (2017), pengomposan adalah salah satu pembuatan limbah organik menjadi produk baru berupa humus dan biasanya kompos terbuat dari limbah organik yang berasal dari tumbuhan dan kotoran hewan, yang sengaja ditambahkan supaya terjadi keseimbangan unsur nitrogen dan karbon sehingga mempercepat proses pembusukan dan menghasilkan rasio N/C yang ideal.

Peneliti menemukan sampah organik utamanya limbah pertanian jerami bayam di Desa Pucuk Kecamatan Dawarblandong Kabupaten Mojokerto yang jumlahnya berlimpah. Namun, limbah bayam tersebut tidak mendapatkan perlakuan yang tepat oleh masyarakat maupun pihak-pihak yang berwenang. Sampah-sampah tersebut biasanya berserakan dan ditumpuk di pinggir jalan sampai kering kemudian di bakar oleh masyarakat setempat. Hal tersebut juga didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh Puger (2018) di Kecamatan Seririt, sampah organik setiap hari sangat berlimpah jumlahnya. sampah-sampah tersebut biasanya dikumpulkan dalam bak penampung sampah yang akan dibuang pada tempat penampungan akhir (TPA).

Pupuk anorganik (kimia) secara terus menerus tanpa kombinasi pupuk organik dapat menjadikan tanah menjadi masam dan kurus. Jalan lain pengganti pupuk anorganik adalah dengan pemberian pupuk organik karena bahan pupuk

tersedia melimpah, belum banyak digunakan karena tidak mengetahui manfaatnya, dan memberikan manfaat dalam jangka waktu yang lama (Ariyanti, 2018). Pupuk organik merupakan suatu strategi dalam pengembangan konsep pertanian berkelanjutan. hal tersebut karena pupuk organik dapat mempertahankan sifat dan struktur tanah serta meningkatkan efisiensi pemanfaatan unsur hara (Dadi, 2021). Selain itu, Yuriansyah dkk. (2020) juga mengungkapkan bahan organik menjadi pilihan dalam pengembangan pertanian berkelanjutan karena organik dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah, menambah beberapa unsur hara tanah, dan memperbaiki sifat tanah. Berdasarkan uraian diatas maka penelitian ini merupakan inovasi untuk menganalisis manfaat dan kandungan pada pupuk organik dari limbah bayam di Desa Pucuk.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data hasil observasi dan eksperimen yang dilakukan secara langsung oleh peneliti pada bulan Juli-November 2023 di Desa Pucuk, Kecamatan Dawarblandong, Kabupaten Mojokerto. Berbagai literatur yang berkaitan dengan pengolahan sampah menjadi pupuk organik padat juga digunakan dalam penelitian. Desa Pucuk dipilih sebagai lokasi penelitian karena pengelolaan sampah di sana masih belum optimal. Banyak penduduk yang kurang memahami cara memilah sampah dengan benar, sehingga mayoritas sampah di Desa Pucuk akhirnya dibakar. Penelitian dilakukan dengan menggali informasi yang mendalam mengenai pembuatan pupuk organik padat dari limbah bayam. Selain itu, penelitian juga dilakukan dengan cara mengukur dan menganalisis kandungan C-Organik dalam pupuk, serta menjelaskan secara rinci kandungan C-organik dalam pupuk organik padat dari limbah bayam tersebut.

Langkah awal penelitian melibatkan studi literatur untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang bahan baku yang akan digunakan, yaitu limbah bayam dan jerami. Selanjutnya, proses produksi pupuk organik padat mulai dilakukan dengan mengikuti prosedur yang telah ditentukan sebagai berikut.



Gambar 1 Prosedur Produksi Pupuk

Setelah pupuk organik padat selesai dibuat, analisis kandungan nutrisi dilakukan dengan menggunakan metode laboratorium. Data hasil analisis ini kemudian dianalisis secara kuantitatif untuk menentukan kandungan nutrisi pupuk organik padat, yaitu kadar C-Organik menggunakan spektrofotometer Uv-Vis. Spektrofotometer UV-Vis tersebut berperan penting dikarenakan beberapa manfaat sebagai berikut.

1. Mengukur absorpsi cahaya pada berbagai panjang gelombang dalam rentang UV-Vis oleh senyawa organik dalam pupuk organik padat.
2. Mengetahui kualitas pupuk organik dengan mengamati perubahan dalam pola absorbansi cahaya pada panjang gelombang tertentu. Ini dapat memberikan informasi tentang stabilitas dan komposisi pupuk organik.
3. Memverifikasi efisiensi proses pembuatan pupuk organik, terutama pada tahap fermentasi atau dekomposisi bahan organik dikarenakan perubahan dalam serapan cahaya dapat mencerminkan transformasi senyawa-senyawa organik selama proses tersebut (Darmawan dkk., 2023).

Spektrofotometer UV-Vis dalam uji kadar C-organik pada pupuk organik padat memberikan keunggulan dalam akurasi dan kecepatan analisis dengan cara memahami pola absorbansi cahaya pada panjang gelombang tertentu (Tanti dkk., 2020). Melalui keunggulan tersebut, peneliti dapat mendapatkan informasi yang lebih rinci tentang komposisi dan kualitas organik dalam pupuk organik tersebut. Hasil uji ini akan memberikan gambaran yang komprehensif tentang kualitas pupuk organik yang dihasilkan. Melalui pendekatan ini, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengembangan metode pembuatan pupuk organik padat yang efisien dan berkualitas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pupuk organik padat merupakan inovasi penting dalam mengelola sampah organik yang seringkali menumpuk dan tidak dimanfaatkan secara optimal (Anastasia dkk., 2014). Dalam upaya mendaur ulang limbah organik, bahan baku yang digunakan untuk memproduksi pupuk organik padat dapat diperoleh dari limbah bayam. Kombinasi kedua bahan ini memberikan keberagaman nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman secara alami. Limbah bayam dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik karena limbah bayam kaya akan nutrisi atau unsur-unsur esensial untuk pertumbuhan tanaman, membantu meningkatkan kualitas tanah karena berasal dari bahan organik alami, mendukung prinsip pengelolaan sampah yang ramah lingkungan, mudah didapatkan dari petani bayam yang hanya memperjualbelikan biji bayamnya saja, serta limbah bayam yang mudah dicampur dengan bahan lain untuk menghasilkan campuran pupuk organik yang seimbang dalam kandungan nutrisi (Elfayetti dkk., 2017).

Dalam proses produksi pupuk organik padat, abu sekam dimanfaatkan sebagai salah satu bahan pembuatan pupuk organik karena mengandung mineral-mineral penting untuk pertumbuhan tanaman. Sifatnya yang basa dapat membantu mengatur pH tanaman, membantu meningkatkan struktur tanah yang memungkinkan pertukaran udara, air, dan nutrisi dengan lebih efisien. Abu sekam mengandung silika yang dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama penyakit, serta mudah terdekomposisi oleh mikroorganisme tanah, sehingga membantu mempercepat proses pembentukan pupuk organik (Andayani dkk., 2021).

Bahan lain yang dapat dicampurkan untuk membuat pupuk organik padat adalah *Effective Microorganism 4* (EM4) yang mengandung berbagai jenis bakteri, jamur, dan mikroorganisme lain yang bermanfaat dalam proses pembuatan pupuk organik. EM4 mengandung mikroorganisme yang berperan sebagai bioaktivator karena meningkatkan aktivitas biologis dalam tanah, membantu dalam penguraian bahan organik, dan meningkatkan kesuburan tanah. Mikroorganisme tersebut juga dapat mengurangi resiko penyakit tanaman karena beberapa stain mikroorganisme memiliki sifat antagonis terhadap patogen tanaman (Kurniawan dkk., 2017).

Selain itu, terdapat molase yang dapat mendukung proses produksi pupuk organik padat. Molase ini dapat memberikan energi yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mempercepat proses dekomposisi, serta membantu mengubah senyawa-senyawa kompleks menjadi senyawa-senyawa lebih sederhana dan mudah diserap oleh tanaman. Molase juga digunakan sebagai sumber energi untuk mikroorganisme yang terkandung dalam EM4 (Irawan dkk., 2021). Secara tidak langsung, molase dapat dikatakan dapat mendukung aktivitas biologis dalam suatu sistem pertanian organik atau pengolahan limbah organik, meskipun molase sendiri bukanlah bioaktivator (Karomi dkk., 2021). Oleh karena itu, dapat diartikan bahwa EM4 mengandung bioaktivator dalam bentuk mikroorganisme, sedangkan molase dapat digunakan sebagai sumber energi untuk mendukung aktivitas mikroorganisme tersebut, sehingga keduanya dapat digunakan secara bersama-sama dalam pengolahan limbah organik dengan formulasi yang cocok untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi hasil pupuk organik padat dari limbah bayam. Melalui pengelolaan sampah ini, tidak hanya sampah organik yang terbuang bisa diminimalkan, tetapi juga menciptakan produk pupuk organik berkualitas tinggi. Keberlanjutan lingkungan terjaga, dan petani dapat memperoleh pupuk yang ramah lingkungan untuk meningkatkan hasil pertanian mereka.

Dalam bidang pertanian, komposisi tanah dapat diartikan sebagai media pertumbuhan tanaman yang optimal jika terdiri dari 25% udara, 25% air, 45% mineral dan 5% bahan organik. Meskipun kebutuhan tanah terhadap bahan

organik terlihat kecil berdasarkan perbandingan tersebut, keberadaan bahan organik dalam tanah tetap sangat penting (Zuhaida, 2018). Kandungan bahan organik berperan sangat penting karena bahan tersebut memiliki kemampuan mengatur berbagai karakteristik tanah. Bahan organik juga memiliki dampak signifikan terhadap struktur tanah sekaligus sebagai penyedia unsur hara bagi tanaman. Selain itu, bahan organik berperan sebagai komponen utama dalam pembentukan jaringan tubuh tanaman yang dapat ditemukan dalam bentuk air (H_2O), asam karbonat (H_2CO_3), dan karbon dioksida (CO_2) di udara. Kualitas bahan organik ini memiliki pengaruh penting terhadap kecepatan proses dekomposisi dan mineralisasi (Purnomo dkk., 2017).

Badan Standardisasi Nasional (BSN) telah menetapkan persyaratan baru terkait pupuk organik padat dalam SNI 7763:2018 dan Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenah Tanah menyatakan standar mutu C-Organik dalam pupuk organik padat minimal harus mencapai angka 15%, baik murni atau diperkaya mikroba. Terdapat beberapa faktor penting lainnya yang perlu diperhatikan untuk menghasilkan pupuk organik padat, mulai dari bahan baku, suhu, rasio C/N, tingkat kelembaban, sirkulasi udara (aerasi), dan nilai pH. Berikut ini merupakan standar kualitas pupuk organik padat sesuai dengan SNI 7763:2018 (Badan Standardisasi Nasional) (Shobib, A., 2020).

Tabel 1 Persyaratan Mutu Pupuk Organik Padat

	Parameter	**Satuan**	**Persyaratan**
	C-Organik	%	minimal 15
	C/N rasio	%	maksimal 25
	Bahan ikutan (plastik, kaca, kerikil)	%	maksimal 2
	Kasar air	%	8 - 25
	Hara makro (N + P2O5 + K2O)	%	minimal 2

Sumber: Shobib, A., 2020

Tanah yang berkualitas adalah tanah yang memiliki kandungan unsur hara penting, termasuk kandungan C-Organik yang dapat mendukung tingkat kesuburan tanah. Kandungan C-Organik dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme. Semakin tinggi aktivitas mikroorganisme, semakin besar potensi peningkatan kandungan C-Organik (Antonius dkk., 2018). Adapun kadar C-Organik yang terdapat dalam sampel pupuk organik padat berbahan baku limbah bayam yang telah diproduksi adalah sebagai berikut.

Tabel 2 Hasil Penelitian C-Organik Pupuk Organik Limbah Bayam

Sampel	**Kadar C-Organik (%)**	**Metode**
Pupuk organik padat berbahan baku limbah bayam	6.5	Spektrofotometri Uv-Vis

Berdasarkan tabel 2 di atas, dapat diketahui nilai C-Organik dari pupuk organik padat yang telah diproduksi dari penelitian. Pengukuran kadar C-Organik tersebut memanfaatkan spektrofotometri Uv-Vis yang merupakan salah satu metode dalam kimia analisis untuk menentukan komposisi suatu sampel baik secara kuantitatif maupun kualitatif yang didasarkan pada interaksi antara materi dengan cahaya. Dari hasil pengukuran tersebut, diperoleh kadar C-Organik pupuk padat sebesar 6.5%, sedangkan nilai minimal C-Organik menurut SNI 7763:2018 sebesar 15%. Dengan demikian, nilai C-organik pada pupuk padat berbahan baku limbah bayam yang dihasilkan masih dalam kategori rendah dan belum memenuhi standar minimal kriteria pupuk organik padat pada SNI 7763:2018. Hal ini dikarenakan takaran bahan-bahan dalam pembuatan pupuk belum optimal. Menurut (Ramdan dkk., 2021), EM4 perlu ditambahkan dalam pupuk untuk meningkatkan kadar C-Organik. EM4 mengandung mikroorganisme yang aktif dalam mendekomposisi bahan organik, termasuk limbah bayam, dan mempercepat pembentukan C-Organik dalam pupuk padat. Sebaliknya, molase tidak secara langsung meningkatkan kadar C-Organik, tetapi dapat berperan sebagai sumber energi bagi mikroorganisme dalam proses dekomposisi bahan organik (Irawan dkk., 2021). Artinya, pemberian EM4 dalam proses pembuatan pupuk sangat mempengaruhi kandungan C-Organik. Terlebih lagi, terdapat molase yang digunakan sebagai sumber energi dari aktivitas mikroorganisme. Oleh karena itu, pemberian EM4 dan molase dalam pembuatan pupuk dari limbah bayam ini harus tepat sesuai takarannya karena sangat mempengaruhi kadar C-Organik yang terdapat dalam pupuk organik padat.

Meskipun demikian, nilai C-Organik pada pupuk organik padat berbahan baku limbah bayam masih dapat diartikan baik sebagai pupuk tanaman. Menurut (Purnomo dkk., 2017), diperlukan kadar C-Organik lebih dari 2% untuk memperoleh produktivitas tanah yang optimal agar proses dekomposisi mineralisasi tidak menyebabkan kandungan bahan organik dalam tanah semakin menurun seiring dengan berjalannya waktu. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa kandungan bahan organik dalam bentuk C-Organik di dalam tanah harus dipertahankan setidaknya sebesar 2% untuk mencegah penurunan kandungan bahan organik akibat proses dekomposisi mineralisasi

seiring berjalannya waktu (Harahap dkk., 2020). Pemanfaatan dan penggunaan pupuk organik padat dengan kadar C-Organik yang seimbang tersebut memiliki implikasi positif terhadap pencapaian program pembangunan berkelanjutan (SDGs) pemerintah. Penggunaan pupuk organik padat dengan kadar C-Organik yang terkendali dapat menjadi salah satu cara mendukung prinsip-prinsip pertanian berkelanjutan.

Mengutip dari Lagiman (2020), pertanian berkelanjutan merupakan tindakan pertanian yang menggunakan prinsip ekologi dan mempelajari hubungan antara organisme dan lingkungannya. Tujuan utama dari pertanian berkelanjutan yaitu memenuhi kebutuhan pangan dan sumber daya alam tanpa merusak lingkungan. Dalam pertanian berkelanjutan pupuk organik merupakan salah satu implementasi yang dapat membantu meningkatkan kesuburan tanah dan kualitas hasil panen tanpa merusak lingkungan. Pupuk organik dapat membantu meningkatkan efisiensi penggunaan dan ketergantungan pada pupuk kimia. Selain itu dapat membantu meningkatkan kesehatan tanah dan mengurangi dampak negatif pertanian terhadap lingkungan (Indriana dkk., 2016).

Lain hal dari pertanian berkelanjutan, pupuk organik dari limbah bayam juga berkontribusi terhadap enam poin SDGs (*Sustainable Development Goals*) yang ditetapkan oleh PBB (Asngad, 2013). Masuk kedalam poin ke-2 yaitu *zero hunger*, pupuk organik dapat meningkatkan produktivitas pertanian dan kualitas tanaman, yang pada gilirannya dapat membantu mencapai ketahanan pangan dan mengurangi kelaparan pada masyarakat Indonesia. Kemudian, diikuti poin ke-3 yaitu *good health and well-being*, pupuk organik dapat membantu menghasilkan makanan yang lebih sehat dan bebas dari residu pestisida yang dapat berkontribusi terhadap kesehatan dan kesejahteraan masyarakat. Poin ke-6 yaitu *clear water and sanitation*, pupuk organik dapat membantu mengurangi pencemaran air karena tidak mengandung bahan kimia berbahaya yang dapat mencemari sumber mata air. Selain itu poin ke-12 yaitu *responsible consumption and production*, pemanfaatan dari limbah jerami bayam sebagai bahan baku pupuk organik dapat membantu mengurangi jumlah volume sampah dan mendorong praktek produksi yang berkelanjutan. Selanjutnya, poin ke-13 yaitu *climate action*, pupuk organik dapat membantu mengurangi emisi gas rumah kaca dan meningkatkan kualitas tanah yang dapat membantu mengatasi dan mengurangi perubahan iklim. Demikian poin ke-15 yaitu *life on land*, pupuk organik dapat membantu mempertahankan keanekaragaman hayati dan keseimbangan ekosistem tanah yang penting untuk kehidupan di darat.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, beberapa kesimpulan dapat ditarik. Pertama, produksi pupuk organik padat melibatkan beberapa bahan seperti abu sekam, EM4, dan molase, yang masing-masing memiliki peran penting. Abu sekam berkontribusi pada kandungan mineral untuk pertumbuhan tanaman dan meningkatkan struktur tanah, memfasilitasi pertukaran udara, air, dan nutrisi secara lebih efisien. EM4, yang mengandung mikroorganisme, berfungsi sebagai bioaktivator peningkat untuk aktivitas biologis dalam tanah. Molase memberikan energi yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mempercepat proses dekomposisi.

Kedua, produksi kompos dari limbah bayam menunjukkan bahwa kadar C-Organik belum memenuhi standar tertentu. Hasil uji menunjukkan kadar C-Organik sebesar 6,5%, yang masih di bawah ketentuan SNI 7763:2018 dan Keputusan Kementan-RI No. Kementan-RI. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019. Hal ini disebabkan oleh takaran bahan yang belum optimal dalam pembuatan pupuk. Oleh karena itu, penambahan EM4 disarankan untuk meningkatkan kadar C-organik. Meskipun demikian, nilai C-Organik pada pupuk organik padat berbahan baku limbah bayam masih dapat dianggap baik sebagai pupuk tanaman karena mencapai kadar C-Organik minimal sebesar 2%, yang bertujuan untuk mencegah penurunan dekomposisi mineralisasi.

Ketiga, keberadaan kadar C-Organik yang seimbang dapat menghasilkan produk pupuk organik padat yang efisien. Hal ini mendukung pertanian berkelanjutan dan berkesinambungan, sesuai dengan enam poin dalam pembangunan berkelanjutan (SDGs), antara lain zero hunger, good health and well-being, clear water and sanitation, responsible consumption and production, climate action, dan life on land. Dengan demikian, produksi pupuk organik padat dapat menjadi kontributor positif dalam mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan secara menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

Anastasia, I., Izatti, M. and Suedy, S.W.A. (2014) 'Pengaruh Pemberian Kombinasi Pupuk Organik Padat dan Organik Cair Terhadap Porositas Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Bayam (Amarantus tricolor L.)', *Jurnal Akademika Biologi*, 3(2), pp. 1–10.

Andayani, S., Hayat, E.S. and Hayati, R. (2021) 'Aplikasi Abu Sekam Padi dan Pupuk Hayati Terhadap Kesuburan Lahan Suboptimal dan Tanaman Padi Application of Rice Husk Ash and Biological Fertilizer on Fertility Suboptimal Land and Rice Plants', *Rawa Sains*, 11(1), pp. 1–10.

Antonius, S. *et al.* (2018) 'Manfaat Pupuk Organik Hayati, Kompos dan Biochar pada Pertumbuhan Bawang

Merah dan Pengaruhnya terhadap Biokimia Tanah Pada Percobaan Pot Menggunakan Tanah Ultisol', *Jurnal Biologi Indonesia*, 14(2), pp. 234–250. Available at: https://doi.org/10.47349/jbi/14022018/243.

Ariyanti, M. *et al.* (2018) 'Respon pertumbuhan bibit nilam aceh (Pogostemon cablin benth.) Klon sidikalang pada media tanam subsoil dengan pemberian pati beras dan pupuk hayati', *Kultivasi*, 16(3), pp. 394–401. Available at: https://doi.org/10.24198/kultivasi.v16i3.14429.

Asngad (2013) 'Chicken Manure and Water Hyacinth Organic Fertilizer Innovation Combined with Mycorrhizal Biotechnology in Granule Form', *Jurnal MIPA*, 36(1), pp. 1–7.

Dadi, D. (2021) 'Pembangunan Pertanian dan sistem Pertanian Organik: Bagaimana Proses Serta Strategi Demi Ketahanan Pangan Berkelanjutan Di Indonesia', *Jurnal Education and Development*, 9(3), pp. 566–572.

Darmawan, D.N. *et al.* (2023) 'Karakterisasi Kotoran Hewan Burung Puyuh : Potensinya Sebagai Pupuk Organik Berdasarkan Analisis Kadar C-organik Metode Spektrofotometri Characterization of Quail Manure : Potential As Organic Fertilizer Based on Analysis of C-Organic Content by Spectroph', pp. 78–86.

Elfayetti, E. *et al.* (2017) 'Analisis Kadar Hara Pupuk Organik Kascing Dari Limbah Kangkung Dan Bayam', *Jurnal Geografi*, 9(1), p. 1. Available at: https://doi.org/10.24114/jg.v9i1.6042.

Harahap, F., Harahap, D. and Harahap, P. (2020) 'Karakteristik Tanah dan Evaluasi Lahan pada Areal Penggunaan Lain untuk Pengembangan Tanaman Padi Sawah di Kecamatan Salak Kabupaten Pakpak Bharat', *Ziraa'Ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 45(2), pp. 195–204.

Indriana, H., Kinseng, R.A. and Adriana, G. (2016) 'The Dynamics of Organic Farming Institution Towards Sustainable Development', *Sodality: Jurnal Sosiologi …* [Preprint].

Irawan, S. *et al.* (2021) 'Pelatihan Pembuatan Pupuk Cair Organik dari Air Kelapa dan Molase, Nasi Basi, Kotoran KambingSerta Activator Jenis Produk EM4', *Journal Liaison Academia and Sociaty (J-LAS)*, 1(3), pp. 1–18.

Karomi, M.W., War, M. and Winarso, S. (2021) 'Daur Ulang Kombinasi Limbah Pertanian menjadi Kompos Berkualitas', *Multidisciplinary Journal*, 4(1), p. 1. Available at: https://doi.org/10.19184/multijournal.v4i1.27466.

Kurniawan, E., Ginting, Z. and Nurjannah, P. (2017) 'Pemanfaatan Urine Kambing Pada Pembuatan Pupuk Organik Cair Terhadap Kualitas Unsur Hara Makro (npk)', *Jurnal UMJ*, 1(2), pp. 1-10.

Lagiman (2020) 'Pertanian Berkelanjutan : Untuk Kedaulatan Pangan dan Kesejahteraan Petani', *Porsiding Seminar Nasional* , pp. 365–381.

Puger, I.G.N. (2018) 'Sampah Organik, Kompos, Pemanasan Global', *Agro Bali (Agricultural Journal)*, 1(2), pp. 127–136.

Purnomo, E.A., Sutrisno, E. and Sumiyati, S. (2017) 'Pengaruh variasi C/N rasio terhadap produksi kompos dan kandungan kalium (K), pospat (P) dari batang Pisang dengan kombinasi kotoran sapi dalam sistem vermicomposting', *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(2), pp. 1–15.

Ramdan, E.P. *et al.* (2021) 'Selection of Endophytic Bacteria from Root of Okra (Abelmoschus esculantus) as a Biocontrol of Fusarium oxysporum', *Gontor AGROTECH Science Journal*, 7(1), p. 1. Available at: https://doi.org/10.21111/agrotech.v7i1.4545.

Suwatanti, E. and Widiyaningrum, P. (2017) 'Dampak Analisa Vegetasi Pohon', *Jurnal MIPA*, 40(1), pp. 1–6.

Tanti, N., Nurjannah, N. and Kalla, R. (2020) 'Pembuatan Pupuk Organik Cair Dengan Cara Aerob', *ILTEK : Jurnal Teknologi*, 14(2), pp. 2053–2058. Available at: https://doi.org/10.47398/iltek.v14i2.415.

Utomo, P.B. and Nurdiana, J. (2018) 'Evaluasi Pembuatan Kompos Organik dengan Menggunakan Metode Hot Composting', *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 2(1), pp. 28–32.

Yuriansyah, Y. *et al.* (2020) 'Pertanian Organik sebagai Salah Satu Konsep Pertanian Berkelanjutan', *PengabdianMu: Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat*, 5(2), pp. 127–132. Available at: https://doi.org/10.33084/pengabdianmu.v5i2.1033.

Zuhaida, A. (2018) 'DESKRIPSI SAINTIFIK PENGARUH TANAH PADA PERTUMBUHAN TANAMAN: Studi Terhadap QS. Al A'raf Ayat 58', *Thabiea : Journal of Natural Science Teaching*, 1(2), p. 61. Available at: https://doi.org/10.21043/thabiea.v1i2.4055.