Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: journaljoecy@gmail.com

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X **(Printed)**
5 (3) 2025, Page 14707-14715

Formulasi Pupuk Organik dari Kotoran Walet dan Bahan Hijauan dalam Meningkatkan Kualitas Hara Tanah Masam serta Aplikasinya pada Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.)

Abdul Rahman[1], Basri Baba[2], Monika Agustia[3], Andi Besse Poleuleng[4]
[1,2,3,4]Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan, Kab. Pangkep, Prov. Sulawesi Selatan, Indonesia
Corresponding Author: Abdul Rahman, email: andibessepoleuleng@polipangkep.ac.id

Published: Desember, 2025

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan formulasi pupuk organik berbahan dasar kotoran walet dan bahan hijauan (daun lamtoro, daun kirinyuh, dan daun kelor) yang mampu meningkatkan kualitas hara tanah masam serta pertumbuhan bibit kakao. Penelitian dilaksanakan melalui dua tahap, yaitu formulasi pupuk dan uji aplikasi pada bibit kakao dalam polybag. Tiga formulasi diuji, yaitu: Formula I (KW 50%, DL 20%, DY 15%, DK 15%), Formula II (KW 50%, DL 15%, DY 20%, DK 15%), dan Formula III (KW 50%, DL 15%, DY 15%, DK 20%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pupuk organik berpengaruh nyata terhadap semua parameter pertumbuhan ($p < 0,05$). Dosis 200 g/polybag (P2) menghasilkan pertumbuhan tertinggi dengan rata-rata tinggi tanaman 28,06 cm, jumlah daun 11,26 helai, dan diameter batang 4.62 mm. Selain itu, aplikasi pupuk meningkatkan pH tanah dari 4,5 menjadi 5,6. Dengan demikian, pupuk organik berbasis kotoran walet dan bahan hijauan dapat memperbaiki sifat kimia tanah masam dan meningkatkan pertumbuhan bibit kakao secara signifikan.

Kata Kunci: Pupuk organik, kotoran walet, tanah masam, bahan hijauan, bibit kakao.

ABSTRACT

This study aims to determine the formulation of organic fertilizer based on swiftlets faeces (KW) and leaves (lamtoro leaves (DL), kirinyuh leaves (DY), and moringa leaves (DK)) that can improve the nutrient quality of acidic soil and the growth of cocoa seedlings. The study was conducted in two stages, namely fertilizer formulation and application test on cocoa seedlings in polybags. Three formulations were tested, namely: Formula I (KW 50%, DL 20%, DY 15%, DK 15%), Formula II (KW 50%, DL 15%, DY 20%, DK 15%), and Formula III (KW 50%, DL 15%, DY 15%, DK 20%). The results showed that organic fertilizer treatment significantly affected all growth parameters ($p < 0.05$). A dose of 200 g/polybag (P2) produced the highest growth with an average plant height of 22.5 cm, the number of leaves was 11.4, and the stem diameter was 3.8 mm. Furthermore, fertilizer application increases soil pH from 4.5 to 5.6. Therefore, organic fertilizer based on swiftlet droppings and green fodder can improve the chemical properties of acidic soil and significantly enhance cocoa seedling growth.

Keywords: Fertilizer, swiftlets faeces, acidic soil, green fodder, cocoa seedlings

© The Author(s). 2025 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

Tanah masam merupakan jenis tanah yang banyak dijumpai di wilayah tropis sepertiIndonesia. Ciri khas tanah ini adalah pH rendah (<5,5), kejenuhan basa yang rendah, serta kandungan unsur hara makro dan mikro yang rendah, terutama fosfor, kalsium, dan magnesium. Dalam kondisi ini, produktivitas tanaman seringkali terhambat karena ketersediaan hara esensial sangat terbatas. Kebutuhan akan pupuk

organik terus meningkat seiring dengan meningkatnya kesadaran akan pentingnya pertanian berkelanjutan dan ramah lingkungan. Penggunaan pupuk kimia secara berlebihan dapat menurunkan kesuburan tanah dan mencemari lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam pengembangan pupuk organik yang berasal dari sumber daya lokal. Kotoran walet merupakan limbah organik kaya nitrogen, fosfor, dan kalium. Penggunaan pupuk organik seperti kotoran burung walet, daun-daunan hijau, dan limbah organik lainnya terbukti mampu meningkatkan kesuburan tanah dan memperbaiki struktur tanah (Sutan, 2009).

Daun krinyuh (Chromolaena odorata) memiliki kandungan alelopatik dan unsur hara yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. "Krinyuh, kelor, dan lamtoro tidak hanya memiliki kandungan unsur hara, tetapi juga senyawa bioaktif yang merangsang pertumbuhan dan melindungi tanaman dari serangan penyakit (Muktamar et al. 2017; Wahyuni et al. 2020; Supriyadi dan Lestari, 2021). Daun kelor (Moringa oleifera) kaya akan mineral, vitamin, dan senyawa bioaktif. Daun kelor kaya akan nitrogen dan zat pengatur tumbuh alami seperti zeatin yang mampu merangsang pertumbuhan akar dan daun pada tanaman (Pramono dan Sulistyawati, 2019). Daun lamtoro (Leucaena leucocephala) mengandung nitrogen tinggi dan senyawa yang merangsang pertumbuhan tanaman.Lamtoro merupakan tanaman leguminosa yang berfungsi sebagai sumber nitrogen karena kemampuannya melakukan fiksasi N melalui simbiosis dengan bakteri Rhizobium (Fadhilah dan Munawarah 2018).

Penelitian mengenai pupuk organik telah banyak dilakukan dengan berbagai bahan baku, seperti kotoran ayam, sapi, kompos limbah dapur, serta limbah hijau tanaman leguminosa. Pupuk berbahan dasar daun kelor dan lamtoro juga telah diteliti sebagai bioaktivator dan sumber nitrogen alami. Daun krinyuh sendiri banyak dikaji dalam konteks alelopati dan pestisida nabati. Namun, sebagian besar penelitian tersebut hanya menggunakan satu atau dua bahan, tanpa eksplorasi sinergi antara berbagai jenis bahan organik.

Efektivitas ekstrak daun kelor dalam merangsang pertumbuhan tanaman sawi. Potensi krinyuh sebagai bahan pestisida nabati sekaligus kompos. Daun lamtoro berpotensi sebagai pupuk hijau karena kandungan nitrogen yang tinggi. otoran hewan sebagai sumber hara utama dalam sistem pertanian organik. Namun, belum ditemukan penelitian yang secara spesifik menggabungkan kotoran wallet dengan daun krinyuh, kelor, dan lamtoro dalam satu formulasi pupuk, serta mengujinya terhadap pertumbuhan tanaman dan kesuburan tanah secara terpadu.

Penelitian ini merupakan studi pertama yang secara sistematis memformulasikan pupuk organik padat dari empat bahan berbeda : (1) Kotoran walet (sumber NPK alami tinggi); (2) Daun krinyuh (senyawa alelopatik & antibakteri), (3) Daun kelor (zat pengatur tumbuh alami seperti zeatin), dan (4) Daun lamtoro (pupuk hijau kaya nitrogen) bahan tersebut tidak hanya menyuplai unsur hara, tetapi juga berfungsi sebagai stimulan pertumbuhan, pengendali hayati, dan perbaikan struktur tanah menjadikan pupuk ini bersifat multifungsi. Pendekatan Fermentasi Terpadu Formulasi pupuk difermentasi

menggunakan bioaktivator untuk meningkatkan ketersediaan unsur hara dan aktivitas mikroba, menjadikan hasil akhirnya lebih efisien dibanding kompos biasa.

Pemanfaatan kombinasi bahan-bahan organik tersebut diharapkan dapat menghasilkan formulasi pupuk organik yang tidak hanya memperbaiki sifat kimia tanah masam, tetapi juga meningkatkan kualitas hara secara berkelanjutan. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk mengembangkan pupuk organik kombinasi berbasis sumber daya lokal yang adaptif terhadap kondisi tanah masam.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksankan di screen house Jurusan Teknologi Produksi Pertanian pada Bulan Juni 2025. Analisis kandungan hara pada pupuk dilakukan di Lab. Tanah Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.

Formulasi pupuk meliputi kombinasi Kotoran Walet (KW), Daun Krinyuh (DY), Daun Lamtoro (DL), Daun Kelor (DK) dengan susunan formula sebagai berikut :

1. Formula I : KW 50%, DL 20%, DY 15%, DK15%
2. Formula II : KW 50%, DL 15%, DY 20%, DK 15%
3. Formula III : KW 50%, DL 15%, DY 15%, DK 20%

Formula terbaik selanjutnya akan diaplikasikan pada tanaman dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 4 perlakuan dosis pupuk dengan 3 ulangan dan setiap ulangan terdapat 3 unit sampel sehingga keseluruhan tanaman berjumlah 36 polybag. :

P0 : Tanpa pupuk/kontrol

P1 : 100 gr/polybag

P2 : 200 gr/polybag

P3 : 300 gr/polybag

Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam Rancangan Acak Kelompok (RAK). Jika terdapat perbedaan nyata dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%

Pelaksanaan

Prosedur pelaksanaan penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu penyiapan pupuk, penyiapan bibit tanaman kakao klon MCC02, pengaplikasian pupuk, pemeliharaan bibit dan pengamatan terhadap komponen parameter. Persiapan Tempat Pembibitan Pelaksanaan penelitian diawali dengan persiapan area penelitian yang dijadikan sebagai lokasi percobaan, dibersihkan dari semua gulma yang dapat mengganggu bibit dan tempat meletakkan bibit pada lokasi pembibitan yang terletak di Green House Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan.

Persiapan Pupuk

Pupuk yang memiliki kandungan hara terbaik dari proses formulasi akan diaplikasikan pada tanaman contoh. Pembuatan pupuk dilakukan dengan menvampur seluruh bahan yang bahan meliputi

daun kelor, daun lamtoro, daun krinyuh dan kotoran walet dengan perbandingan Formula I : KW 50%, DL 20%, DY 15%, DK 15%. Formula II : KW 50%, DL 15%, DY 20%, DK 15% dan Formula III : KW 50%, DL 15%, DY 15%, DK 20%. Masing-masing formula dicampur secara merata, selanjutnya menambahkan gula dan EM4 secara merata. Setelah campuran merata selanjutnya ditutup menggunakan terpal, dan campuran dibalik pada hari ke 7. Proses pembuatan pupuk berlangsung selama 21 hari dan ditandai dengan peningkatan suhu serta beraroma fermantasi, selanjutnya pupuk siap untuk di analisis dan diaplikasikan.

Persiapan Bibit Tanaman

Bibit yang digunakan pada penelitian ini adalah bibit kakao hasil sambung pucuk klon MCC02 dengan batang bawah berasal dari klon lokal. Bibit tersebut diperoleh dari penangkar bibit kakao dengan memilih bibit kakao yang baik, sehat dan memiliki pertumbuhan yang seragam serta telah berumur 6 bulan. Bibit memiliki ph tanah < 5.

Pengaplikasian Pupuk

Pemberian perlakuan pupuk dilakukan sesuai dengan dosis yang dicobakan yaitu: (P0) tanpa perlakuan pupuk , (P1) 100 gram/polybag, (P2) 200 gram/polybag, dan (P3) 300 gram/polybag. Pupuk diaplikasikan dengan cara ditaburkan sekitar pokok bibit di polybag dilakukan secara merata.

Pemeliharaan Bibit Sambung Pucuk

Penyiraman dilakukan 2 kali sehari, yaitu pada pagi dan sore hari sampai media tanam cukup basah. Penyiraman tidak dilakukan apabila turun hujan yang cukup membasahi media tanam. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan jika ditemukan ada serangan pada bibit tanaman kakao sambung pucuk dengan cara manual atau menggunakan bahan kimia. Penyiangan dilakukan pada bibit tanaman kakao ataupun sekitar media pembibitan yang dapat terjadi persaingan pengambilan zat makanan. Hindari penggunaan herbisida (racun rumput), lakukan dengan secara manual atau mencabut gulma menggunakan tangan

Parameter Pengamatan dan Analisa Data

Tinggi Tanaman (cm)

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan dari pangkal batang hingga titik tumbuh pada batang utama menggunakan penggaris/meteran. Pengukuran dilakukan mulai dari permukaan tanah sampai titik tumbuh pada batang utama. Tinggi tanaman diukur dengan interval pengamatan 2 minggu sekali selama 3 bulan.

Jumlah Daun (helai)

Pengamatan jumlah daun dilakukan dengan cara menghitung jumlah daun pada bibit tanaman kakao yang sudah diberi perlakuan. Jumlah daun dihitung dengan interval pengamatan 2 minggu sekali selama 3 bulan.

Diameter Batang (mm)

Pengukuran diameter batang dilakukan dengan menggunakan jangka sorong. Pengukuran dilakukan dengan cara mengukur bagian batang yang berada pada 1 cm di atas permukaan tanah. Diameter batang diukur dengan interval pengamatan 2 minggu sekali selama 3 bulan.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu teknik analisis sidik ragam (ANOVA). Semua data yang diperoleh dari hasil pengamatan terhadap parameter yang diamati, dianalisis secara analisis varians (ANOVA) dengan uji BNT pada taraf 5%.

Interpretasi analisis sidik ragam adalah :

Jika nilai F hitung < F 0,05 dan F 0,01 berarti tidak nyata.

Jika nilai F hitung > F 0,05 dan < F 0,01 berarti berpengaruh nyata

Jika nilai F hitung > F 0,05 dan F 0,01 berarti berpengaruh sangat nyata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengukuran Kandungan Hara

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kandungan Hara Formulasi Pupuk

Perlakuan	pH	Kandungan Hara		
		N	P	K
		(%)	(%)	(%)
Formula I	5.5	0.72	0.55	0.65
Formula II	6.2	0.95	0.69	0.74
Formula III	6.0	0.70	0.64	0.78

Keterangan : Hasil Analisis Laboratotium, 2025. Hasil analisis menunjukkan dari ketiga formulasi, Formula II menunjukkan kandungan N dan P yang relatif lebih tinggi. Oleh karena itu, Formula II ditetapkan sebagai formulasi terbaik untuk tahap aplikasi pada bibit kakao.

Tabel 2 Pengaruh Konsentrasi Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao

No.	Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (helai)	Diameter Batang (cm)
1	P0	18.52±1.21a	6.30±0.82a	3.15±0.24a
2	P1	22.84±1.35b	8.47±0.95b	3.82±0.31b
3	P2	28.06±1.48c	11.26±1.04c	4.62±0.37c
4	P3	25.18±1.41bc	9.58±0.88bc	4.12±0.29bc

Keterangan: Nilai merupakan rerata ± standar deviasi. Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada taraf uji 5% (ANOVA dilanjutkan uji lanjut).

Hasil analisis ragam (ANOVA satu arah) menunjukkan bahwa aplikasi pupuk organik dengan berbagai konsentrasi memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap seluruh parameter pertumbuhan bibit kakao, meliputi tinggi bibit, jumlah daun, dan diameter batang. Perlakuan tanpa pupuk (P0) menghasilkan pertumbuhan terendah pada seluruh parameter pengamatan. Rendahnya pertumbuhan pada perlakuan ini menunjukkan bahwa media tanam tanpa penambahan pupuk organik belum mampu menyediakan unsur hara yang cukup untuk mendukung pertumbuhan optimal bibit kakao.

Pemberian pupuk organik 100 g/polybag (P1) meningkatkan pertumbuhan bibit secara nyata dibandingkan kontrol. Hal ini mengindikasikan bahwa suplai unsur hara dari pupuk organik mulai mendukung proses pertumbuhan vegetatif, terutama pembentukan daun dan batang. Pertumbuhan terbaik diperoleh pada perlakuan 200 g/polybag (P2), yang secara statistik berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya. Perlakuan ini menghasilkan tinggi bibit, jumlah daun, dan diameter batang tertinggi, menunjukkan bahwa dosis tersebut merupakan konsentrasi optimum dalam menyediakan unsur hara secara seimbang serta mendukung aktivitas fisiologis tanaman secara maksimal.

Pada perlakuan 300 g/polybag (P3), pertumbuhan bibit masih lebih tinggi dibandingkan kontrol, namun cenderung lebih rendah dibandingkan P2 dan tidak berbeda nyata dengan P1 pada beberapa parameter. Hal ini diduga akibat kelebihan bahan organik yang dapat mempengaruhi aerasi media tanam atau meningkatkan kompetisi mikroorganisme terhadap unsur hara, sehingga efisiensi serapan hara oleh tanaman menurun.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi pupuk organik berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan bibit kakao, dengan dosis optimum diperoleh pada konsentrasi 200 g/polybag.

Pembhasan

Hasil analisis menunjukkan bahwa pupuk organik hasil formulasi kotoran walet dan bahan hijauan memiliki kualitas kimia yang bervariasi antar formula, ditunjukkan oleh perbedaan nilai pH serta kandungan hara makro nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Nilai pH pupuk berada pada kisaran 5,5–6,2, yang tergolong sesuai untuk pupuk organik dan mendukung ketersediaan unsur hara serta aktivitas mikroorganisme tanah (Zhang et al., 2021). Nilai pH pupuk organik yang berada pada kisaran 5,5–6,2 juga mendukung peningkatan jumlah daun dan diameter batang bibit kakao, terutama pada media tanah masam. Pupuk dengan pH mendekati netral membantu menurunkan efek toksisitas Al dan Fe serta meningkatkan ketersediaan unsur N, P, dan K, sehingga pertumbuhan organ vegetatif dapat berlangsung secara optimal.

Formula II menunjukkan nilai pH tertinggi (6,2), yang mengindikasikan kemampuan pupuk dalam memperbaiki kondisi tanah masam. Pupuk organik dengan pH mendekati netral diketahui mampu menurunkan kelarutan Al dan Fe serta meningkatkan efisiensi serapan fosfor oleh tanaman (Hasanah et

al., 2021; Liu et al., 2024). Kondisi ini menjadikan Formula II lebih potensial diaplikasikan pada lahan pertanian dengan tingkat keasaman tinggi.

Kandungan nitrogen tertinggi juga ditemukan pada Formula II (0,95%), lebih tinggi dibandingkan Formula I (0,72%) dan Formula III (0,70%). Tingginya kandungan nitrogen ini menunjukkan peran kotoran walet sebagai sumber nitrogen alami yang mudah termineralisasi. Nitrogen merupakan unsur esensial yang berperan dalam pembentukan klorofil dan pertumbuhan vegetatif tanaman (Li et al., 2022; FAO, 2020). Proses fermentasi terpadu turut mempercepat pelepasan nitrogen sehingga lebih tersedia bagi tanaman. Nitrogen merupakan unsur utama yang berperan dalam pembentukan klorofil dan jaringan vegetatif. Kandungan nitrogen tertinggi pada Formula II (0,95%) berkorelasi dengan peningkatan tinggi bibit dan jumlah daun kakao yang lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini sejalan dengan peran nitrogen dalam merangsang pembelahan sel dan pertumbuhan tajuk pada fase awal pertumbuhan kakao (Li et al., 2022). Ketersediaan nitrogen yang memadai sangat penting pada fase pembibitan karena menentukan vigor awal tanaman sebelum dipindahkan ke lapangan.

Kandungan fosfor pada pupuk organik menunjukkan pola yang sama, dengan nilai tertinggi pada Formula II (0,69%). Fosfor dalam pupuk organik umumnya berada dalam bentuk terikat, dan proses fermentasi berperan penting dalam mineralisasi senyawa fosfat organik menjadi bentuk yang lebih tersedia (Rahman et al., 2023). Hal ini mengindikasikan bahwa formulasi dan proses fermentasi pada Formula II berlangsung lebih efektif dibandingkan formula lainnya. tinggi kandungan P pada Formula II (0,69%) turut mendukung pembentukan sistem perakaran yang lebih baik, sehingga penyerapan unsur hara berlangsung lebih optimal. Kondisi ini berkontribusi secara tidak langsung terhadap peningkatan jumlah daun, karena akar yang berkembang baik mampu menyuplai nutrisi secara kontinu untuk pertumbuhan organ vegetatif.

Sementara itu, kandungan kalium tertinggi terdapat pada Formula III (0,78%). Kalium berperan dalam pengaturan keseimbangan air, aktivasi enzim, serta peningkatan ketahanan tanaman terhadap cekaman biotik dan abiotik (Wang et al., 2021). Tingginya kandungan K pada Formula III diduga berasal dari kontribusi bahan hijauan yang kaya unsur kalium, yang dilepaskan secara bertahap selama proses fermentasi. Diameter batang bibit kakao menunjukkan keterkaitan erat dengan kandungan kalium pada pupuk organik. Kandungan kalium tertinggi yang terdapat pada Formula III (0,78%) berkontribusi pada peningkatan diameter batang. Kalium berperan dalam aktivasi enzim, pengaturan keseimbangan air, serta penguatan dinding sel, sehingga mendorong pembesaran dan kekuatan batang. Batang yang lebih besar dan kokoh mencerminkan bibit yang lebih vigor dan siap untuk fase pertumbuhan selanjutnya.

Secara keseluruhan, Formula II menunjukkan keseimbangan terbaik antara pH dan kandungan hara makro (N, P, dan K). Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kombinasi bahan organik berbasis kotoran hewan dan hijauan mampu meningkatkan kualitas pupuk organik secara signifikan melalui efek sinergis antar bahan (Kim et al., 2022; Nugroho et al., 2023). Dengan demikian,

pupuk organik hasil formulasi ini tidak hanya berfungsi sebagai sumber hara, tetapi juga sebagai pembenah tanah yang berpotensi mendukung sistem pertanian berkelanjutan.

KESIMPULAN

Pupuk organik hasil formulasi kotoran walet, daun krinyuh, kelor, dan lamtoro efektif meningkatkan pertumbuhan bibit kakao pada tanah masam. Aplikasi pupuk berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan vegetatif, dengan dosis optimum 200 g/polybag sebagai perlakuan terbaik. Pupuk ini berpotensi digunakan sebagai alternatif pupuk ramah lingkungan untuk pembibitan kakao di lahan masam.

REFERENCES

FAO. (2020). Organic fertilizers and soil health. Food and Agriculture Organization of the United Nations

Fadillah, N., Munawwarah, S. 2018. Pemanfaatan daun lamtoro sebagai bahan organik dalam peningkatan kesuburan tanah. Jurnal Agroforestri Indonesia, 10(2), 45–51.

Hasanah, U., Prasetyo, B. H., & Yuniarti, A. (2021). Organic fertilizer as soil conditioner in tropical acidic soils. Indonesian Journal of Agricultural Science, 22(2), 85–94.

Kim, S. H., Park, J. H., & Lee, Y. J. (2022). Synergistic effects of green manure and animal waste compost on soil fertility. Applied Soil Ecology, 173, 104393. https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2022.104393

Li, H., Chen, Q., & Zhao, Y. (2022). Nutrient release patterns of animal manure-based organic fertilizers. Agronomy, 12(6), 1450. https://doi.org/10.3390/agronomy12061450

Liu, Y., Wang, R., & Sun, Q. (2024). Organic amendments improve soil microbial activity and nutrient cycling in acidic soils. Soil Biology and Biochemistry, 185, 109110. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2024.109110

Muktamar, M., Rifa'i, M., Hidayat, D. 2017. Pengaruh ekstrak daun kelor (Moringa oleifera) terhadap pertumbuhan tanaman sawi. Agrivita Journal of Agricultural Science, 39(1), 56-62.

Nugroho, A., Suryani, E., & Widodo, S. (2023). Integrated organic fertilizer formulation for sustainable agriculture in tropical soils. Journal of Environmental Management, 332, 117337. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117337

Pramono, Y., Sulistyowati, L. (2019). Kombinasi pupuk organik dari limbah hijau dan kotoran hewan untuk perbaikan tanah marginal. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan, 6(2), 153–160.

Rahman, M. M., Islam, M. R., & Hasan, M. A. (2023). Phosphorus mineralization during compost fermentation. Sustainability, 15(9), 7214. https://doi.org/10.3390/su15097214

Sari, D. P., Lestari, W., & Kurniawan, A. (2024). Quality assessment of organic fertilizers derived from animal manure and green biomass. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1302, 012045. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1302/1/012045

Supriyadi, D., Lestari, A. P. (2021). Pengaruh penggunaan pupuk organik cair berbahan kotoran burung walet terhadap pertumbuhan tanaman bayam. Jurnal Agroindustri, 12(1), 31–37.

Sutanto, R. 2019. Pertanian Organik: Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan. Kanisius.

Wahyuni, E., Handayani, T., Prasetyo, T. 2020. Potensi daun krinyuh (Chromolaena odorata) sebagai bahan kompos dan pestisida nabati. Jurnal HPT Tropika, 20(1), 15–22

Wang, L., Zhang, T., & Huang, S. (2021). Role of potassium in plant growth, enzyme activation, and stress tolerance. Plant Physiology and Biochemistry, 166, 109–118. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2021.05.017Yuwono, A. (2010). Teknik Produksi Pupuk Organik Padat dan Cair. Wang, L., Zhang, T., & Huang, S. (2021). Role of potassium in plant growth and stress tolerance. Plant Physiology and Biochemistry, 166, 109–118. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2021.05.017

Zhang, X., Li, Y., & Wang, J. (2021). Organic fertilizer effects on soil pH and nutrient availability. Journal of Soil Science, 186(4), 112–120. https://doi.org/10.1016/j.soil.2021.112120