

Pengaruh Pupuk Kascing sebagai Substitusi Pupuk NPK 16:16:16 terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.)

*¹Yehezkiel Carlos Lubis, ¹Ardyaningsih Puji Lestari, ¹Mukhsin,
¹Liz Yanti Andriyani, dan ²Yulistiati Nengsih

¹Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Jambi
Kampus Pinang Masak, Mendalo Darat Jambi. 36361 Telp. +620741-583051

²Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Batanghari
Jl. Slamet Riyadi-Broni, Jambi. 36122 Telp +620741-666473

*¹e-mail korespondensi: yehezkiellubis02@gmail.com

Abstract. Soybean (*Glycine max* L.) is an important commodity that supports food security in Indonesia and serves as a major source of plant-based protein. However, soybean productivity remains fluctuating. Therefore, soybean productivity in Jambi Province and Indonesia can still be improved through various approaches to achieve optimal yields. Soil fertility is one of the factors contributing to the low soybean productivity in Jambi Province. One effort to improve soil fertility is fertilization using either inorganic or organic fertilizers. Improper use of inorganic fertilizers, particularly excessive application, may cause environmental degradation. To reduce these negative impacts, inorganic fertilizers can be combined with organic fertilizers. One type of organic fertilizer that can be used is vermicompost. Vermicompost is produced through the decomposition of organic materials by earthworms and microorganisms. This study aimed to evaluate the effect of vermicompost as a substitute for inorganic fertilizer on the growth and yield of soybean (*Glycine max* L.) and to determine the optimum rate of vermicompost substitution that provides the best growth and yield. The experiment was conducted at the Teaching and Research Farm, Faculty of Agriculture, Universitas Jambi, from February to May 2026. The study employed a Randomized Complete Block Design with one factor consisting of combinations of inorganic fertilizer (NPK 16:16:16) and organic fertilizer (vermicompost), comprising six treatment levels: P1 = 100% NPK 16:16:16 (300 kg ha⁻¹) without vermicompost; P2 = 80% NPK 16:16:16 + 20% vermicompost; P3 = 60% NPK 16:16:16 + 40% vermicompost; P4 = 40% NPK 16:16:16 + 60% vermicompost; P5 = 20% NPK 16:16:16 + 80% vermicompost; and P6 = 100% vermicompost (12 t ha⁻¹) without NPK 16:16:16. Each treatment was replicated four times. The collected data were subjected to a normality test, analysis of variance (ANOVA), and Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at the 5% significance level. The results showed that: (1) the application of vermicompost as a substitute for NPK 16:16:16 fertilizer significantly affected plant height, number of primary branches per plant, number of pods per plant, number of filled pods, seed weight per plant, 100-seed weight, and yield per hectare, but had no significant effect on flowering time; and (2) the application of 100% vermicompost without NPK 16:16:16 was the best treatment for increasing plant height and produced similar results to the application of 100% NPK 16:16:16 without vermicompost in terms of flowering time, number of primary branches per plant, number of pods per plant, number of filled pods, seed weight per plant, 100-seed weight, and yield per hectare.

Keywords: soybean, vermicompost, NPK 16:16:16 fertilizer, inorganic fertilizer substitution, plant growth, crop yield.

Abstrak. Kedelai (*Glycine max* L.) merupakan komoditas yang menunjang ketahanan pangan di Indonesia dan memiliki sumber utama protein nabati. Namun, produktivitas kedelai masih berfluktuasi, sehingga dalam hal ini produktivitas kedelai di Provinsi Jambi dan Indonesia masih dapat ditingkatkan lagi dengan berbagai cara agar mencapai hasil yang optimal. Kesuburan tanah adalah salah satu faktor yang mempengaruhi rendahnya produktivitas kedelai di Provinsi Jambi. Salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam meningkatkan kesuburan tanah yaitu dengan cara pemupukan, baik dengan pupuk anorganik maupun organik. Penggunaan pupuk anorganik yang tidak tepat terutama dalam jumlah yang berlebihan dapat menyebabkan kerusakan pada lingkungan, untuk mengurangi dampak negatif tersebut, pupuk anorganik dapat dikombinasikan dengan penggunaan pupuk organik. Salah satu pupuk organik yang dapat dikombinasikan yaitu pupuk kascing. Pupuk kascing merupakan hasil dari penguraian bahan-bahan organik dengan bantuan cacing tanah dan mikroorganisme. Penelitian ini bertujuan mempelajari pengaruh pemberian pupuk kascing sebagai substitusi pupuk anorganik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine max* L.) dan mendapatkan dosis pupuk kascing sebagai substitusi pupuk anorganik yang dapat memberikan pertumbuhan dan hasil terbaik pada tanaman kedelai (*Glycine max* L.). Percobaan dilaksanakan di *Teaching and Research Farm* Fakultas Pertanian Universitas Jambi dari bulan Februari sampai bulan Mei 2026. Menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK), satu faktor yaitu kombinasi pupuk anorganik (NPK 16:16:16) dan pupuk organik (pupuk kascing), terdiri dari 6 taraf perlakuan yaitu, P1 = 100% NPK 16:16:16 (300 kg ha⁻¹) + tanpa pupuk Kascing, P2 = 80% NPK 16:16:16 + 20% pupuk Kascing, P3 = 60% NPK 16:16:16 + 40% pupuk Kascing, P4 = 40% NPK 16:16:16 + 60% pupuk Kascing, P5 = 20% NPK 16:16:16 + 80% pupuk Kascing, P6 = Tanpa pupuk NPK 16:16:16 + 100% pupuk Kascing (12 ton ha⁻¹). Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak 4 kali. Data yang diperoleh diuji normalitas, analisis sidik ragam (ANOVA), dan uji lanjut (DMRT) pada taraf $\alpha = 5\%$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 1) pemberian pupuk kascing sebagai substitusi pupuk NPK 16:16:16 pada tanaman kedelai memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang primer per tanaman, jumlah polong per tanaman, jumlah polong berisi, bobot biji per tanaman, bobot 100 biji dan hasil per hektar, tetapi berpengaruh tidak nyata terhadap umur berbunga dan 2) Pemberian 100 %

pupuk kascing tanpa pupuk NPK 16:16:16 merupakan dosis terbaik yang dapat memberikan peningkatan terhadap tinggi tanaman dan memberikan hasil yang sama terhadap umur berbunga, jumlah cabang primer per tanaman, jumlah polong per tanaman, jumlah polong berisi, bobot biji per tanaman, bobot 100 biji dan hasil per hektar dibandingkan pemberian 100 % pupuk NPK 16:16:16 tanpa pupuk kascing.

Kata Kunci: kedelai, pupuk kascing, pupuk NPK 16:16:16, substitusi pupuk anorganik, pertumbuhan tanaman, hasil tanaman

PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max* L.) adalah komoditas tanaman pangan terpenting di Indonesia setelah padi dan jagung yaitu merupakan tanaman sumber utama protein nabati yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan gizi masyarakat, dalam hal ini dimanfaatkan sebagai bahan baku utama makanan dan minuman seperti tempe, tahu, susu, dan kecap, sehingga kedelai ini menjadi konsumsi harian seluruh masyarakat Indonesia dari setiap kalangan karena rasanya yang enak. Kedelai kering mengandung 34% protein, 19% minyak, 34% karbohidrat (17% serat makanan), 5% mineral dan komponen lainnya termasuk vitamin, isoflavon (Yudiono, 2020).

Seiring dengan pertambahan jumlah penduduk yang terus meningkat, serta perkembangan industri olahan pangan yang memanfaatkan bahan baku kedelai seperti tempe, tahu, susu, kecap, tauco dan berbagai olahan lainnya, menyebabkan kedelai hingga saat ini masih tetap menjadi komoditas pangan strategis. Menurut Data Olahan Direktorat Jenderal Tanaman Pangan (2024) melaporkan bahwa produksi dan produktivitas kedelai di Jambi tidak selalu meningkat, meskipun pada tahun 2022 luas panen mengalami penurunan 2.843 ha, tetapi produksi kedelai mencapai 5.695 ton, dan produktivitas meningkat hingga 2,00 ton ha⁻¹, dibandingkan pada tahun 2023 luas panen mengalami peningkatan menjadi 3.190 ha, tetapi produksi menurun 4.512 ton, dan produktivitas menurun menjadi 1,41 ton ha⁻¹. Namun, pada tahun 2023 angka produktivitas kedelai di Jambi 1,41 ton ha⁻¹ masih sedikit jauh dari angka produktivitas Indonesia yakni 1,67 ton ha⁻¹. Potensi hasil masih rendah jika dibandingkan dari kedelai varietas Dering 3 yaitu 2,99 ton ha⁻¹, maka dari itu produktivitas kedelai di Provinsi Jambi dan Indonesia masih dapat ditingkatkan lagi dengan berbagai cara agar mencapai hasil yang optimal. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah melalui perbaikan kegiatan budidaya, seperti pengembalian kesuburan tanah, dan pemupukan.

Kesuburan tanah adalah salah satu faktor yang mempengaruhi rendahnya produktivitas kedelai di Provinsi Jambi. Jenis tanah yang ada di Provinsi Jambi adalah tanah ultisol. Tanah ultisol merupakan tanah yang memiliki masalah kemasaman tanah yaitu, miskin bahan organik, miskin kandungan unsur hara dan memiliki ketersediaan P yang sangat rendah (Idwar *et al.*, 2025). Kandungan P ultisol sangat rendah dikarenakan sebagian besar difiksasi oleh Al³⁺ sehingga P menjadi tidak tersedia untuk tanaman (Rajmi *et al.*, 2018). Lubis *et al.* (2023) menyatakan bahwa rendahnya kandungan hara pada tanah ultisol disebabkan karena hilangnya basa-basa akibat pencucian yang intensif, sedangkan rendahnya kandungan bahan organik disebabkan oleh proses dekomposisi yang berlangsung cepat dan sebagian terbawa erosi. Banyaknya kekurangan dari tanah ultisol ini, maka salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam meningkatkan kesuburan tanah untuk memenuhi kebutuhan unsur hara adalah dengan cara pemupukan.

Pupuk berdasarkan sumber bahannya dapat dibagi menjadi, pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk organik yaitu pupuk yang berasal dari materi makhluk hidup, sedangkan pupuk anorganik yaitu pupuk buatan yang dibuat oleh manusia secara kimia. Pupuk ini dapat dibedakan menjadi pupuk kimia tunggal dan majemuk. Salah satu pupuk anorganik yang sering digunakan oleh petani yaitu pupuk NPK majemuk. Pupuk NPK mutiara 16:16:16 adalah pupuk majemuk dengan komposisi unsur hara yang seimbang dan dapat larut secara perlahan (Gunawan dan Sabli, 2023). Menurut Yanto *et al.* (2023), dengan penggunaan pupuk majemuk NPK 16:16:16 ini dapat memberikan keuntungan dalam penghematan tenaga kerja dan biaya dengan memberikan tiga jenis unsur hara sekaligus dalam satu kali pemberian, yaitu nitrogen, fosfor, dan kalium. Menurut Reski *et al.* (2024) pemberian dosis pupuk NPK 300 kg ha⁻¹ secara tunggal memberikan hasil yang baik pada variabel jumlah polong per tanaman dan berat polong per tanaman kedelai edamame. Selanjutnya faktor tunggal pupuk NPK dengan dosis 300 kg ha⁻¹ pada tanaman kedelai dapat meningkatkan bobot biji per tanaman (Amandus *et al.*, 2023).

Saat ini petani mencukupi kebutuhan unsur hara N, P, dan K salah satunya menggunakan pupuk anorganik. Namun selama ini petani cenderung menggunakan pupuk anorganik secara terus menerus dengan alasan kepraktisannya. Penggunaan pupuk anorganik secara terus menerus terutama dalam jumlah yang berlebihan dapat menyebabkan kerusakan pada lingkungan, seperti menurunnya kandungan bahan organik tanah, rentannya tanah terhadap erosi, menurunnya permeabilitas tanah dan menurunnya populasi mikroba tanah (Herdiyantoro dan Setiawan, 2015). Untuk mengurangi dampak negatif tersebut, pupuk anorganik dapat dikombinasikan dengan penggunaan pupuk organik. Pupuk organik berperan dalam meningkatkan kesuburan fisik, kimia, dan biologi tanah serta mengefisienkan penggunaan pupuk anorganik (Hartatik *et al.*, 2015). Pupuk organik dapat digunakan untuk meningkatkan kesuburan tanah, memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas untuk menyimpan air dan menyediakan unsur hara yang lebih seimbang dan berkelanjutan untuk tanaman (Zebua *et al.*, 2025).

Salah satu pupuk organik yang dapat meningkatkan kualitas tanah yaitu pupuk kascing. Pupuk kascing merupakan hasil dari penguraian bahan-bahan organik dengan bantuan cacing tanah dan mikroorganisme. Kascing dapat memperbaiki struktur tanah dengan meningkatkan kandungan bahan organik tanah, meningkatkan kemampuan tanah untuk mempertahankan kandungan air tanah, membuat tanah menjadi remah dan mempermudah akar dalam mencari hara jauh ke dalam tanah (Sidik *et al.*, 2024). Kascing juga dapat meningkatkan kemampuan untuk menyerap kation sebagai sumber hara makro dan mikro serta meningkatkan pH pada tanah asam, dapat membantu aktivitas dan menambah populasi mikroorganisme yang bermanfaat (Sanda dan Netty, 2018). Pertanian dengan menggunakan kascing dapat dikategorikan pertanian ramah lingkungan dan berkelanjutan (Budiwan *et al.*, 2024).

Kascing mengandung C-organik sebesar 10,55%, nitrogen (N) sebesar 1,07%, fosfor (P) sebesar 0,22%, kalium (K) sebesar 0,30%, rasio karbon terhadap nitrogen (C/N) sebesar 9,85 dan pH sebesar 6,5 (Afsyah *et al.*, 2021). Kascing juga mengandung berbagai bahan yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman yaitu suatu hormon seperti giberelin, sitokinin dan auksin, serta *Azotobacter* sp yaitu bakteri penambat N non-simbiotik yang akan membantu memperkaya unsur N yang dibutuhkan oleh tanaman (Zahid dalam Oka, 2007).

Hasil penelitian Saputra *et al.* (2012) pada tanaman kedelai menunjukkan bahwa pemberian kascing dengan dosis 8 ton ha⁻¹ dapat meningkatkan tinggi tanaman, diameter batang, luas daun, indeks luas daun, laju pertumbuhan tanaman, laju asimilasi bersih, berat kering akar, tajuk dan hasil 2,11 ton ha⁻¹ pada varietas kedelai Hitam Malika serta 1,61 ton ha⁻¹ pada varietas Anjasmoro. Penelitian Yosefa *et al.* (2022) pemberian pupuk kascing dengan dosis 10 ton ha⁻¹ dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi kedelai terhadap parameter tinggi tanaman, umur berbunga, jumlah cabang primer, persentase bintil akar efektif, umur panen, jumlah polong per tanaman, persentase polong bernas, jumlah biji per tanaman, bobot biji kering per tanaman, bobot biji kering per plot dan bobot kering 100 biji.

Penggunaan pupuk kascing sebagai substitusi pupuk NPK 16:16:16 diharapkan dapat mengurangi penggunaan pupuk NPK 16:16:16, dalam hal ini dengan meningkatkan dosis penggunaan pupuk kascing. Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka penulis melakukan penelitian mensubstitusikan pupuk NPK 16:16:16 dengan pupuk kascing sebagai cara untuk meminimalisir penggunaan pupuk NPK 16:16:16. Penelitian ini bertujuan mempelajari pengaruh pemberian pupuk kascing sebagai substitusi pupuk anorganik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine max* L.) dan mendapatkan dosis pupuk kascing sebagai substitusi pupuk anorganik yang dapat memberikan pertumbuhan dan hasil terbaik pada tanaman kedelai (*Glycine max* L.).

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di *Teaching and Research Farm* Fakultas Pertanian Universitas Jambi di Desa Mendalo Indah, Kecamatan Jambi Luar Kota, Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi dengan ketinggian tempat 35 m dpl yang dilaksanakan mulai dari bulan Februari sampai dengan Mei 2026. Bahan penelitian yang digunakan adalah benih tanaman kedelai varietas Dering 3, pupuk kascing, pupuk anorganik NPK 16:16:16 Mutiara, insektisida Diazinon, air dan kertas label. Alat yang digunakan adalah traktor, cangkul, parang, bambu ajir, tali rafia, gunting, pisau, timbangan, meteran, papan label, gembor, alat tulis dan kamera.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan satu faktor yaitu kombinasi antara pupuk anorganik (NPK 16:16:16 Mutiara) dan pupuk organik (pupuk kascing) yang terdiri dari 6 taraf perlakuan, yaitu P1 = 100% NPK 16:16:16 (300 kg ha⁻¹) + tanpa pupuk Kascing, P2 = 80% NPK 16:16:16 (240 kg ha⁻¹) + 20% pupuk Kascing (2,4 ton ha⁻¹), P3 = 60% NPK 16:16:16 (180 kg ha⁻¹) + 40% pupuk Kascing (4,8 ton ha⁻¹), P4 = 40% NPK 16:16:16 (120 kg ha⁻¹) + 60% pupuk Kascing (7,2 ton ha⁻¹), P5 = 20% NPK 16:16:16 (60 kg ha⁻¹) + 80% pupuk Kascing (9,6 ton ha⁻¹), P6 = Tanpa pupuk NPK 16:16:16 + 100% pupuk Kascing (12 ton ha⁻¹). 100% pupuk anorganik (NPK 16:16:16 Mutiara) adalah 300 kg ha⁻¹ dan 100% pupuk organik (kascing) adalah 12 ton ha⁻¹. Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak 4 kali, sehingga dihasilkan 24 satuan percobaan, yang terdiri dari petakan yang berukuran 2 × 1,2 m. Jarak tanam dalam petakan adalah 40 × 20 cm, sehingga terdapat 30 tanaman dalam satu petak percobaan. Pada tiap petak percobaan terdapat 3 tanaman sampel, sehingga jumlah tanaman sampel seluruhnya adalah 72 tanaman.

Pelaksanaan penelitian meliputi persiapan lahan, pemberian perlakuan pupuk kascing dan pupuk NPK 16:16:16, penanaman, pemeliharaan dan pemanenan. Variabel pengamatan meliputi tinggi tanaman (cm), jumlah cabang primer per tanaman (cabang), umur berbunga (HST), jumlah polong per tanaman (buah), jumlah polong berisi per tanaman (buah), bobot biji per tanaman (g), bobot 100 biji (g) dan hasil per hektar (ton ha⁻¹).

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan uji normalitas, dilanjutkan dengan *Analysis Of Variance* (ANOVA) pada taraf 5%, dan apabila terdapat perlakuan yang berpengaruh nyata maka dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5% yang ditujukan untuk melihat perbedaan antar perlakuan. Data penunjang yang digunakan pada penelitian ini yaitu data cuaca yang meliputi suhu, curah hujan, dan kelembaban udara yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kabupaten Muaro Jambi. Data penunjang lainnya meliputi analisis kandungan tanah awal dan akhir (pH, N, P, K, C-organik), serta analisis kandungan pupuk kascing (pH, N, P, K, C-organik).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Tanah Awal, Tanah Akhir dan Pupuk Kascing

Berdasarkan hasil analisis tanah awal yang dilakukan di laboratorium, karakteristik tanah disajikan pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Analisis tanah awal

Sampel	N-total (%)	P-total (mg kg ⁻¹)	K-total (mg kg ⁻¹)	C-Organik (%)	pH
Tanah Awal	0,16 r	213,15 s	171,16 r	1,25 r	5,62 am

Sumber: PT. Nusa Pusaka Kencana Analytical & QC Laboratory.

Berdasarkan hasil analisis tanah akhir yang dilakukan di laboratorium, karakteristik tanah disajikan pada Tabel 2 berikut :

Tabel 2. Analisis tanah akhir

Sampel	N-total (%)	P-total (mg/100g)	K-total (mg/100g)	C-Organik (%)	pH
P1	0,29 s	25,81 s	22,40 s	1,98 r	5,65 am
P2	0,30 s	27,95 s	24,98 s	2,76 s	5,73 am
P3	0,32 s	29,47 s	27,02 s	2,88 s	5,89 am
P4	0,35 s	31,60 s	29,81 s	2,94 s	6,05 am
P5	0,37 s	33,15 s	30,56 s	3,04 t	6,12 am
P6	0,40 s	35,28 s	32,19 s	3,30 t	6,20 am

Sumber: PT. Wiwiadi Bintang Sains.

Berdasarkan hasil analisis tanah awal dan akhir yang telah dilakukan, hasil karakteristik tanah dapat mengacu pada kriteria penilaian dan kategori analisis tanah yang disajikan pada Tabel 3 berikut :

Tabel 3. Kriteria penilaian hasil analisis tanah

Sifat Tanah	Nilai				
	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
N (%)	<0,10	0,10-0,20	0,21-0,50	0,51-0,75	>0,75
P ₂ O ₅ HCl 25% (mg/100g)	<10	10-20	21-40	41-60	>60
K ₂ O HCl 25% (mg/100g)	<10	10-20	21-40	41-60	>60
C-organik (%)	<1,00	1,00-2,00	2,01-3,00	3,01-5,00	>5,00

Kategori						
pH H ₂ O	Sangat Masam	Masam	Agak Masam	Netral	Agak Alkalis	Alkalis
	<4,5	4,5-5,5	5,6-6,5	6,6-7,5	7,6-8,5	>8,5

Sumber : Data Olahan Balai Pengujian Standar Instrumen Tanah dan Pupuk (2023).

Selain karakteristik tanah, pupuk kascing yang digunakan sebagai perlakuan juga dianalisis kandungannya. Hasil analisis kandungan pupuk kascing disajikan pada Tabel 4 berikut :

Tabel 4. Analisis kandungan pupuk kascing

Sampel	N (%)	P (%)	K (%)	C-Organik (%)	pH	Kadar air (%)	Fe (ppm)
Pupuk kascing	0,98	1,21	1,45	25,52	7,90	51,10	8155

Sumber: Lab. Kimia dan Kesuburan Tanah Ilmu Tanah Universitas Sebelas Maret.

Berdasarkan hasil analisis tanah awal terlihat bahwa pH tanah awal adalah 5,62 yang menunjukkan sifat tanah tersebut tergolong agak masam, memiliki kadar C-organik sebesar 1,25% yang tergolong rendah. Selain itu, tanah awal juga memiliki kandungan nitrogen (N) total sebesar 0,16% yang juga tergolong rendah, kemudian juga terkandung fosfor (P) total sebesar 213,15 mg kg⁻¹ yang tergolong sedang, serta kandungan kalium (K) total sebesar 171,15 mg kg⁻¹ yang tergolong rendah. Pada Tabel 2 disajikan data hasil analisis tanah akhir yang dilakukan setelah penelitian. Parameter analisis meliputi pH, C-organik, kadar unsur hara makro (N-total, P-total dan K-total). Secara umum, nilai-nilai hasil analisis tanah akhir menunjukkan pH tanah yang masih tergolong agak masam, namun cenderung

meningkat, kandungan hara N-total tergolong sedang, hara P-total yang masih tergolong sedang, namun cenderung meningkat, hara K-total tergolong sedang dan kadar C-organik yang termasuk kriteria tinggi. Pemberian pupuk kascing sebagai substitusi pupuk NPK 16:16:16 terbukti cenderung telah menaikkan pH tanah, walaupun masih tergolong agak masam tetapi terjadi peningkatan pH hingga sebesar 6,20 jika dibandingkan dengan hasil analisis tanah awal yaitu 5,62. Peningkatan kadar C-organik dari yang rendah menjadi sedang terjadi pada pemberian pupuk kascing 20%, 40%, 60%, kemudian tergolong menjadi tinggi pada pemberian pupuk kascing 80% dan 100%. Namun pada perlakuan yang tidak diberi pupuk kascing menunjukkan hasil bahwa kadar C-organik tetap tergolong rendah. Demikian pula halnya untuk kandungan hara N-total, P-total, K-total tanah setelah pemberian pupuk kascing dan pupuk anorganik memperlihatkan adanya peningkatan kandungan ketiga unsur tersebut, yakni unsur N dari rendah menjadi sedang, unsur P yang meningkat namun tetap tergolong sedang, serta kandungan hara K juga meningkat dari rendah menjadi sedang.

Berdasarkan hasil analisis pupuk kascing menunjukkan nilai pH 7.90, C-Organik 25,52%, kandungan N 0,98%, kandungan P 1,21 %, kandungan K 1,45% dan kandungan Fe 8155 ppm pada kascing sudah mencapai persyaratan atau sesuai dengan standar mutu pupuk organik padat, hanya saja kadar air pada pupuk kascing ini masih tergolong tinggi yaitu 51,10%. Berdasarkan data tersebut, aplikasi pupuk kascing pada penelitian ini tentu berpotensi dapat meningkatkan pH, kandungan N-total, P-total, K-total dan C-organik di dalam tanah. Pemberian kascing pada tanah dapat memperbaiki sifat tanah seperti memperbaiki struktur, porositas, permeabilitas, meningkatkan kemampuan untuk menahan air. Disamping itu kascing dapat memperbaiki sifat kimia tanah seperti meningkatkan kemampuan untuk menyerap kation sebagai sumber hara makro dan mikro serta meningkatkan pH pada tanah asam. Kascing juga dapat memperbaiki sifat biologi tanah karena kascing mengandung banyak mikroba, jumlah mikroba yang banyak dan aktivitasnya yang tinggi dapat mempercepat mineralisasi atau pelepasan unsur hara dari kotoran cacing menjadi bentuk yang tersedia bagi tanaman (Sanda dan Netty, 2018).

Tinggi Tanaman

Tabel 5. Tinggi tanaman kedelai dengan pemberian pupuk kascing sebagai substitusi pupuk NPK 16:16:16 pada umur 6 MST.

Pupuk NPK 16:16:16 dan Pupuk Kascing		Tinggi Tanaman (cm)
Pupuk NPK 16:16:16 (%)	Pupuk Kascing (%)	
100	0	55,92 b
80	20	60,29 ab
60	40	63,29 a
40	60	63,54 a
20	80	65,67 a
0	100	65,25 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha=5\%$.

Hasil uji DMRT tinggi tanaman menunjukkan bahwa pemberian 100% pupuk NPK 16:16:16 tanpa pupuk kascing menghasilkan tinggi tanaman kedelai 55,92 cm, apabila dilakukan pengurangan 20% pupuk NPK 16:16:16 yang digantikan dengan pemberian 20% pupuk kascing ditambah 80% pupuk NPK 16:16:16 menghasilkan tinggi tanaman yang tidak berbeda. Selanjutnya bila pengurangan pupuk NPK 16:16:16 ditingkatkan sebesar 40%, 60%, 80% dan 100% yang digantikan dengan pupuk kascing 40%, 60%, 80% hingga 100% menyamai tinggi tanaman kedelai yang dipupuk dengan 20% pupuk kascing + 80% pupuk NPK 16:16:16, namun tinggi tanamannya mengalami peningkatan dalam hal ini menunjukkan perbedaan tinggi pada tanaman kedelai yang dipupuk dengan 100% pupuk NPK 16:16:16.

Meningkatnya tinggi tanaman disetiap perlakuan yang diberikan pupuk kascing sangat erat kaitannya dengan unsur hara yang terpenuhi didalam pupuk kascing untuk pertumbuhan tanaman kedelai tersebut. Unsur hara yang dibutuhkan tanaman kedelai melalui pemberian pupuk kascing dapat menggantikan pupuk anorganik. Kemampuan pupuk kascing sebagai substitutor pupuk anorganik disebabkan karena kelebihan yang dimiliki oleh pupuk kascing dalam memperbaiki sifat fisik, biologi, dan kimia tanah dalam menyediakan unsur hara. Pemberian pupuk kascing 20%, 40%, 60%, 80% hingga 100% diduga dapat mentranslokasikan kebutuhan N (nitrogen) pada akar di dalam tanah pada tanaman kedelai. Peranan nitrogen pada tanaman sangat dibutuhkan yaitu untuk sintesa asam-asam amino dan protein, terutama pada titik-titik tumbuh tanaman sehingga mempercepat proses pertumbuhan tanaman seperti pembelahan sel dan perpanjangan sel sehingga meningkatkan tinggi tanaman (Dhani *et al.*, 2014). Selain itu, pupuk Kascing memiliki kandungan hormon auksin, Apabila unsur hara N tercukupi, maka hormon auksin akan terpacu untuk bekerja, sehingga akan mempengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman (Sinuraya *et al.*, 2023). Selanjutnya ditambahkan

oleh Anjani *et al.* (2022) pada pupuk Kascing juga terdapat fitohormon (auksin, sitokinin dan giberelin) yang dapat mendorong tanaman menjadi lebih tinggi karena terjadinya pembelahan sel yang lebih banyak dan pengembangan jaringan meristem pada ujung batang.

Jumlah Cabang Primer Per Tanaman

Tabel 6. Jumlah cabang primer per tanaman kedelai dengan pemberian pupuk kascing sebagai substitusi pupuk NPK 16:16:16.

Pupuk NPK 16:16:16 dan Pupuk Kascing		Jumlah Cabang
Pupuk NPK 16:16:16 (%)	Pupuk Kascing (%)	
100	0	4,67 b
80	20	4,92 b
60	40	5,58 ab
40	60	6,25 a
20	80	5,50 ab
0	100	5,33 ab

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha=5\%$.

Tabel 6 menunjukkan bahwa pemberian 100% pupuk NPK 16:16:16 tanpa pupuk kascing menghasilkan cabang primer per tanaman terendah yaitu 4,67 cabang, apabila dilakukan pengurangan 20%, 40%, 80%, dan 100% pupuk NPK 16:16:16 yang digantikan dengan 20%, 40%, 80% dan 100% pupuk kascing menghasilkan jumlah cabang primer per tanaman yang tidak berbeda. Hal yang sama juga terjadi bila dilakukan pengurangan pupuk NPK 16:16:16 sebesar 60%, dimana pada pemberian 60% pupuk kascing ditambah 40% pupuk NPK 16:16:16 menghasilkan jumlah cabang primer per tanaman yang tidak berbeda, namun menunjukkan perbedaan jumlah cabang primer per tanaman pada pemberian 100% pupuk NPK 16:16:16.

Peranan pupuk kascing dapat memperbaiki sifat fisik, biologi dan kimia tanah serta menyumbangkan unsur hara seperti N, demikian dengan pupuk Anorganik dalam hal ini juga sebagai penyuplai unsur hara N di dalam tanah sehingga dapat diserap dan digunakan oleh tanaman kedelai. Nitrogen adalah unsur pembentuk klorofil, semakin meningkat jumlah N yang dapat diserap oleh tanaman maka pembentukan klorofil akan meningkat pula, apabila klorofil meningkat maka laju fotosintesis akan semakin meningkat sehingga fotosintat yang dihasilkan dan didistribusikan untuk pertumbuhan termasuk pembentukan jumlah cabang primer juga akan meningkat (Sirait *et al.*, 2020). Menurut Winarto *dalam* Sa'diyah *et al.* (2011) jumlah cabang berpengaruh terhadap fotosintat yang dihasilkan. Semakin banyak jumlah cabang produktif yang terdapat pada suatu tanaman akan menyebabkan transportasi fotosintat dari daun ke bagian tanaman lainnya menjadi lebih baik, karena daun - daun yang berada di cabang yang sama akan memberikan hasil fotosintatnya pada polong yang terdapat di cabang tersebut.

Umur Berbunga

Tabel 7. Jumlah cabang primer per tanaman kedelai dengan pemberian pupuk kascing sebagai substitusi pupuk NPK 16:16:16.

Pupuk NPK 16:16:16 dan Pupuk Kascing		Umur Berbunga (HST)
Pupuk NPK 16:16:16 (%)	Pupuk Kascing (%)	
100	0	30,25 a
80	20	30,25 a
60	40	30,25 a
40	60	30 a
20	80	30,50 a
0	100	30,50 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha=5\%$.

Berdasarkan Tabel 5 menunjukkan bahwa secara statistik seluruh perlakuan pemberian pupuk kascing sebagai substitusi pupuk NPK 16:16:16 menunjukkan hasil umur berbunga yang tidak berbeda nyata. Hal ini disebabkan mekanisme yang terjadi di dalam organ tanaman ditentukan juga oleh faktor yang berada di dalam dan luar tanaman, yaitu faktor genetik dan faktor lingkungan dan faktor genetik (Anggraini *et al.*, 2017). Menurut Mamang *et al.* (2017) pembungaan tanaman kedelai lebih banyak dipengaruhi oleh keadaan lingkungan terutama kelembapan dan suhu udara. Saat pembungaan lebih dipengaruhi oleh suhu udara yang tinggi. Selain itu, tidak adanya pengaruh yang nyata terhadap variabel umur bunga diduga juga karena umur berbunga lebih dominan pada pengaruh genetik. Pada

hasil umur berbunga tiap perlakuan menunjukkan umur berbunga berkisar antara 30 hingga 30,50 HST yang mendekati umur berbunga deskripsi tanaman kedelai varietas Dering 3 yaitu 31 HST. Berbeda tidak nyata umur berbunga pada penelitian disebabkan penggunaan varietas yang sama (Soverda *et al.*, 2021). Selanjutnya ditambahkan oleh Anggraini *et al.* (2017) bahwa penggunaan varietas yang sama dan faktor lingkungan seperti intensitas cahaya dan suhu yang relatif homogen pada proses pembungaan tanaman kedelai cenderung menunjukkan umur berbunga yang sama.

Jumlah Polong Per Tanaman, Jumlah Polong Berisi, Bobot Biji Per Tanaman

Tabel 8. Jumlah polong per tanaman, jumlah polong berisi, bobot biji per tanaman kedelai dengan pemberian pupuk kascing sebagai substitusi pupuk NPK 16:16:16.

Pupuk NPK 16:16:16 dan Pupuk Kascing		Jumlah Polong Per Tanaman (buah)	Jumlah Polong Berisi (buah)	Bobot Biji Per Tanaman (g)
Pupuk NPK 16:16:16 (%)	Pupuk Kascing (%)			
100	0	73,00 bc	68,50 c	20,98 c
80	20	80,33 bc	75,83 bc	25,48 abc
60	40	87,67 ab	84,08 ab	28,08 ab
40	60	96,00 a	92,17 a	30,90 a
20	80	76,75 bc	73,50 bc	24,15 bc
0	100	70,5 c	66,67 c	20,58 c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha=5\%$.

Pada Tabel 8 memperlihatkan bahwa pemberian perlakuan 40% NPK 16:16:16 + 60% pupuk kascing adalah perlakuan yang terbaik dan menunjukkan bahwa pemberian pupuk kascing sebagai substitusi pupuk NPK 16:16:16 mampu meningkatkan jumlah polong per tanaman, jumlah polong berisi dan tidak berbeda nyata hanya pada perlakuan 60% NPK 16:16:16 + 40% pupuk kascing, tetapi berbeda nyata pada perlakuan lainnya, sementara itu juga meningkatkan bobot biji per tanaman kedelai yang tidak berbeda nyata pada perlakuan 80% NPK 16:16:16 + 20% pupuk kascing dan 60% NPK 16:16:16 + 40% pupuk kascing, namun berbeda nyata pada perlakuan lainnya.

Hal ini disebabkan pupuk kascing dapat membantu memperbaiki sifat fisik, biologi, dan kimia tanah dalam menyediakan unsur hara dan pupuk anorganik sebagai penyuplai hara sehingga dengan ketersediaan unsur hara yang seimbang akan memperlancar proses fotosintesis dan menyebabkan laju fotosintesis meningkat, sehingga fotosintat yang dihasilkan juga meningkat dan selanjutnya digunakan dalam pembentukan polong. Sumber hara P yang dibutuhkan tanaman diperoleh dari pupuk kascing dan pupuk anorganik yang diberikan. Selain dari pupuk kascing dan pupuk anorganik, sumber hara P juga dimanfaatkan tanaman dari unsur P yang terikat di dalam tanah. Upaya yang dilakukan untuk melepaskan unsur P yang terikat adalah dengan memanfaatkan mikroba dalam tanah yaitu dengan cara membuat mikroba dalam tanah tersedia makanan yang cukup yaitu bahan organik. Hasil penelitian Melati dalam Mayani *et al.* (2021) menunjukkan bahwa banyak bahan organik yang telah dirombak maka menjadikan unsur-unsur tersebut siap diserap oleh tanaman dalam hal ini juga termasuk unsur P yang sangat penting untuk pembentukan dan pengisian polong yang akhirnya untuk pembentukan biji.

Unsur P berperan dalam pembentukan energi yang besar, dimana energi akan berperan dalam metabolisme tanaman. Apabila metabolisme tanaman berjalan dengan optimal maka akan meningkatkan jumlah polong tanaman kedelai (Yosefa *et al.*, 2022). Selanjutnya, pada jumlah polong berisi dipengaruhi oleh jumlah hara yang tersedia di dalam tanah saat proses pengisian polong. Unsur fosfor sangat berperan dalam pembentukan protein dan pati yang berguna untuk penyusunan bagian sel dan organ tanaman sehingga dapat meningkatkan persentase polong berisi tanaman kedelai (Anggraini *et al.*, 2017). Unsur hara P berperan penting saat pengisian biji, hara P dapat berasal dari bahan organik, pupuk Kascing maupun Anorganik yang selanjutnya diserap oleh akar sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Selain itu, unsur hara K dapat meningkatkan komponen hasil kedelai seperti jumlah polong per tanaman dan polong berisi. Unsur Kalium (K) berfungsi meningkatkan hasil tanaman seperti jumlah cabang produktif, untuk merangsang kesuburan jumlah polong per tanaman, jumlah polong berisi, dan untuk menurunkan jumlah polong hampa (Cinta *et al.*, 2023). Tanaman dengan jumlah polong yang banyak akan menghasilkan bobot biji per tanaman yang berat (Sa'diyah *et al.*, 2011). Namun, dari jumlah polong berisi juga dapat menunjukkan bobot biji per tanaman kedelai. Octavia dan Hariyono (2018) menyampaikan bahwa bobot biji pertanaman dapat dipengaruhi oleh jumlah polong berisi, semakin banyak jumlah polong berisi pada tanaman maka akan dapat mempengaruhi bobot biji per tanaman.

Bobot 100 Biji

Tabel 9. Bobot 100 biji tanaman kedelai dengan pemberian pupuk kascing sebagai substitusi pupuk NPK 16:16:16.

Pupuk NPK 16:16:16 dan Pupuk Kascing		Bobot 100 Biji (g)
Pupuk NPK 16:16:16 (%)	Pupuk Kascing (%)	
100	0	15,15 b
80	20	16,08 ab
60	40	16,57 a
40	60	16,63 a
20	80	16,28 ab
0	100	15,29 b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha=5\%$.

Hasil uji DMRT bobot 100 biji menunjukkan bahwa pada pemberian 100% pupuk NPK 16:16:16 tanpa pupuk kascing menghasilkan bobot 100 biji sebesar 15,15 gram. Apabila dilakukan pengurangan pupuk NPK 16:16:16 sebesar 20%, 80%, dan 100% yang digantikan dengan 20%, 80% dan 100% pupuk kascing menghasilkan bobot 100 biji yang tidak berbeda. Bobot 100 biji akan meningkat ketika dilakukan pengurangan pupuk NPK 16:16:16 sebesar 40% dan 60% yang digantikan pupuk kascing dengan dosis 40% dan 60%.

Hal ini disebabkan pemberian pupuk kascing berperan efektif dalam membantu memperbaiki sifat fisik, biologi, dan kimia tanah serta menambah kandungan hara dan pupuk anorganik yang juga berperan sebagai penyuplai hara. Semakin baik pertumbuhan vegetatif tanaman kedelai maka proses fotosintesis akan berjalan dengan baik sehingga fotosintat yang dihasilkan makin banyak. Hasil fotosintesis dari fase vegetatif ke fase generatif akan disimpan sebagai cadangan makanan dalam bentuk karbohidrat yang berupa biji. Semakin tinggi fotosintat maka hasil biji juga akan semakin meningkat (Mayani *et al.*, 2021). Bobot 100 biji digunakan dalam menentukan ukuran benih kedelai, menurut Trirahmah *et al.* (2020) ukuran biji kedelai dikelompokkan ke dalam tiga kelompok ukuran yaitu, biji berukuran kecil (7-9 g/100 biji), biji berukuran sedang (10-13 g/100 biji), dan biji berukuran besar (>13 g/100 biji). Berdasarkan hal tersebut maka biji pada penelitian ini tergolong biji berukuran besar. Selanjutnya, jika dibandingkan dengan deskripsi bobot 100 biji kedelai varietas Dering 3 hanya 13,9 gram, maka bobot 100 biji kedelai pada penelitian ini telah melebihi deskripsi.

Hasil Per Hektar

Tabel 10. Hasil per hektar tanaman kedelai dengan pemberian pupuk kascing sebagai substitusi pupuk NPK 16:16:16.

Pupuk NPK 16:16:16 dan Pupuk Kascing		Hasil Per Hektar (ton ha ⁻¹)
Pupuk NPK 16:16:16 (%)	Pupuk Kascing (%)	
100	0	2,62 c
80	20	3,15 abc
60	40	3,46 ab
40	60	3,78 a
20	80	2,95 bc
0	100	2,56 c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha=5\%$.

Hasil uji DMRT hasil per hektar menunjukkan bahwa pada pemberian 100% pupuk NPK 16:16:16 tanpa pupuk kascing menghasilkan hasil per hektar sebesar 2,62 ton ha⁻¹. Ketika dilakukan pengurangan pupuk NPK 16:16:16 sebesar 20%, 80%, dan 100% yang digantikan dengan 20%, 80% dan 100% pupuk kascing, hasil per hektar tidak meningkat. Hasil per hektar akan meningkatkan ketika dilakukan pengurangan pupuk NPK 16:16:16 sebesar 40% dan 60% yang digantikan pupuk kascing dengan dosis 40% dan 60%. Hasil per hektar tersebut sudah melebihi potensi hasil yang tertera pada deskripsi untuk tanaman kedelai varietas Dering 3. Penggunaan pupuk kascing dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah yang nantinya akan membantu memudahkan akar dalam mengambil unsur hara yang berada di dalam tanah baik unsur hara yang terkandung di dalam pupuk kascing maupun unsur hara yang ditambahkan melalui pupuk anorganik akhirnya berdampak pada peningkatan produksi tanaman. Ketika tanah menjadi gembur akar tanaman akan lebih mudah menyerap unsur hara dan mentranslokasikan unsur hara untuk dilakukan fotosintesis kemudian akan ditranslokasikan kembali kebagian yang dibutuhkan tanaman dan akan dijadikan sebagai cadangan makanan.

Hal ini juga didukung oleh Sidik *et al.* (2024) kascing dapat memperbaiki struktur tanah dengan meningkatkan kandungan bahan organik tanah, meningkatkan kemampuan tanah untuk mempertahankan kandungan air tanah, membuat tanah menjadi remah dan mempermudah akar dalam mencari hara jauh ke dalam tanah. Kascing juga dapat meningkatkan kemampuan untuk menyerap kation sebagai sumber hara makro dan mikro serta meningkatkan pH pada tanah asam, dapat membantu aktivitas dan menambah populasi mikroorganisme yang bermanfaat (Sanda dan Netty, 2018). Selain itu faktor genetik dan lingkungan juga berpengaruh terhadap hasil per hektar tanaman. Peningkatan produksi tanaman kedelai sangat dipengaruhi oleh dua faktor utama yaitu faktor genetik dan lingkungan tumbuhnya. Faktor genetik merupakan identitas genetik benih yang murni, sedangkan faktor lingkungan tumbuh sangat berperan selama pembentukan dan pemasakan biji sehingga akan mempengaruhi produksi dan mutu (Laili, 2020).

KESIMPULAN

Pemberian pupuk kascing sebagai substitusi pupuk NPK 16:16:16 pada tanaman kedelai memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang primer per tanaman, jumlah polong per tanaman, jumlah polong berisi, bobot biji per tanaman, bobot 100 biji dan hasil per hektar, tetapi berpengaruh tidak nyata terhadap umur berbunga.

Pemberian 100 % pupuk kascing tanpa pupuk NPK 16:16:16 merupakan dosis terbaik yang dapat memberikan peningkatan terhadap tinggi tanaman dan memberikan hasil yang sama terhadap umur berbunga, jumlah cabang primer per tanaman, jumlah polong per tanaman, jumlah polong berisi, bobot biji per tanaman, bobot 100 biji dan hasil per hektar dibandingkan pemberian 100 % pupuk NPK 16:16:16 tanpa pupuk kascing.

DAFTAR PUSTAKA

- Afsyah S, H Walida, K Dorliana, Y Sepriani, & FS Harahap. (2021). Analisis Kualitas Kascing dari Campuran Kotoran Sapi, Pelepa Kelapa Sawit dan Limbah Sayuran. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 6(1), 10–12.
- Amandus, T Abdurrahman, & Radian. (2023). Pengaruh Pupuk Kandang Sapi dan NPK terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai pada Tanah Salin. *Jurnal Pertanian Agros*, 25(3), 2617–2625.
- Anggraini UD, Islan, & Syafrinal. (2017). Respon Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) terhadap Tinggi Muka Air Tanah dan Pemberian Dosis Pupuk Majemuk di Media Gambut. *JOM Faperta*, 4(2), 1–14.
- Anjani BPT, BB Santoso, & Sumarjan. (2022). Pertumbuhan dan Hasil Sawi Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Sistem Tanam Wadah pada Berbagai Dosis Pupuk Kascing. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokompak*, 1(1), 1–9.
- Budiwan A, R Syahril, & H Susanto. (2024). Pemanfaatan Kotoran Ayam sebagai Pupuk Kascing di Desa Jeruk Kecamatan Lakarsantri Surabaya. *Lingkungan Hidup dan Bencana*, 7, 1–9.
- Cinta ST, Widiwurjani, & KN Augustien. (2023). Respon Pupuk N, P, K dan Pupuk Organik Cair pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). *Jurnal Agrium*, 20(1), 42–50.
- Dhani H, Wardati, & Rosmimi. (2014). Pengaruh Pupuk Vermikompos pada Tanah Inceptisol terhadap Pertumbuhan dan Hasil Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Online Mahasiswa*, 1(1), 1–11.
- Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. (2024). Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Tanaman Pangan.
- Gunawan E, & E Sabli. (2023). Aplikasi Bokashi Batang Pisang dan NPK Mutiara 16:16:16 terhadap Pertumbuhan serta Produksi Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.). *Jurnal Agroteknologi Agribisnis dan Akuakultur*, 3(2), 1–15.
- Hartatik W, Husnain, & LR Widowati. (2015). Peranan Pupuk Organik dalam Peningkatan Produktivitas Tanah dan Tanaman. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 9(2), 107–120.
- Herdiantoro D, & A Setiawan. (2015). Upaya Peningkatan Kualitas Tanah Melalui Sosialisasi Pupuk Hayati, Pupuk Organik, dan Olah Tanah Konservasi di Desa Sukamanah dan Desa Nangerang Kecamatan Cigalontang Kabupaten Tasikmalaya. *Jurnal Aplikasi Ipteks Untuk Masyarakat*, 4(1), 47–53.
- Idwar, Nelvia, Irfandri, N Lubis, & S Veronica. (2025). Analisis Sifat Kimia Ultisol setelah Pemberian Kompos Solid dan Fly Ash Batubara. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 27(1), 1–6.
- Laili, M. (2022). Pemanfaatan Pupuk Organik dan Pupuk Anorganik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max*). *Agrosasepa: Jurnal Ilmu Pertanian*, 1(1), 16–20.
- Lubis FA, K Rizal, Y Sepriani, & FS Harahap. (2023). Karakteristik Sifat Kimia Tanah Ultisol yang ditanami Semangka (*Citrullus lanatus*) di Desa Gunung Selamat Kecamatan Bilah Hulu Kabupaten Labuhan Batu. *Jurnal Pertanian Agros*, 25(3), 2698–2704.
- Mamang KI, I Umarie, & H Hasbi. (2017). Pengaplikasian Berbagai Macam Pupuk Azolla (*Azolla microphylla*) dan Interval Waktu Aplikasi terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). *Jurnal Agritop*, 15(1), 25–43.
- Mayani N, Jumini, & MD Alvin. (2021). Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) pada Berbagai Dosis Pupuk Vermikompos dan Jarak Tanam. *Jurnal Agrium*, 18(2), 88–94.
- Octavia HS, & K Hariyono. (2018). Pendugaan Komponen Generatif dan Kandungan Protein pada Lima Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). *Berkala Ilmiah Pertanian*, 5(4), 250–255.

- Oka AA. (2007). Pengaruh Pemberian Pupuk Kascing terhadap Pertumbuhan Tanaman Kangkung Darat (*Ipomea reptans* Poir). *J. Sains MIPA*, 13(1), 26–28.
- Rajmi SL, Margarettha, & Refliaty. (2018). Peningkatan Ketersediaan P Ultisol dengan Pemberian Fungi Mikoriza Arbuskular. *J. Agroecotania*, 1(2), 42–48.
- Reski S, R Susana, & TH Ramadhan. (2024). Pengaruh Pupuk Vermikompos dan NPK terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai Edamame pada Tanah Podsolik Merah Kuning. *Perkebunan dan Lahan Tropika*, 14(2), 106–115.
- Sa'diyah N, CR Siagian, & M Barmawi. (2011). Korelasi dan Analisis Lintas Karakter Agronomi Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) Keturunan Persilangan Wilis X MLG 2521. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan Vol.*, 16(1), 45–53.
- Sanda N, & N Syam. (2018). Efektivitas Penggunaan Pupuk Organik Kascing dan Pupuk Organik Cair pada Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculantum* Mill). *Jurnal Agrotek*, 2(1), 16–27.
- Saputra RR, S Purwanti, & R Rogomulyo. (2012). Pengaruh Takaran Pupuk Kascing terhadap Pertumbuhan dan Hasil Dua Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). *Vegetalika*, 1(1), 83–96.
- Sidik I, H Syaf, S Leomo, T Hemon, S Alam, & Lo Rustam. (2024). Pengaruh Aplikasi Pupuk Kascing terhadap Beberapa Sifat Fisika Tanah Inceptisol dan Pertumbuhan Tanaman Rambutan. *Jurnal Agroteknologi*, 3(1), 73–80.
- Sinuraya R, J Soesatrijo, & Yuliyanto. (2023). Pemanfaatan Pupuk Kascing dengan Arang Serbuk Gergaji sebagai Media Tanam Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Pembibitan Kelapa Sawit. *Jurnal Berkala Penelitian Agronomi*, 11(1), 46–56.
- Sirait EE, Nelvia, & H Fauzana. (2020). Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) terhadap Pemberian Vermikompos dan Biochar di Tanah Ultisol. *Jurnal Solum*, 27(2), 29–41.
- Soverda N, Evita, & M Megawati. (2021). Pengaruh Clibadium Surinamense dan Rhizobium terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kedelai Edamame. *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi*, 5(2), 180–192.
- Trirahmah Z, F Podesta, & U Yasin. (2020). Pengaruh Tanah Bekas Macam Macam Bioaktivator dan Mikoriza serta Kombinasi Pupuk Anorganik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merrill). *Jurnal Agriculture*, 14(2), 1–19.
- Yanto FF., S Zahrah, & S Mulyani. (2023). Pengaruh Aplikasi Pupuk Hayati Petrobio dan Pupuk NPK Mutiara 16:16:16 terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kedelai (*Glycine max* L.). *Dinamika Pertanian*, 39(1), 11–20.
- Yosefa N, Armaini, Nurbaiti, & EN Daeli. (2022). Peningkatan Pertumbuhan dan Produksi Kedelai (*Glycine max* L) terhadap Aplikasi Pupuk Kascing dan NPK pada Tanah Inceptisol. *Agroekoteknologi Tropika*, 11(2), 74–85.
- Yudiono K. (2020). Peningkatan Daya Saing Kedelai Lokal terhadap Kedelai Impor sebagai Bahan Baku Tempe Melalui Pemetaan Fisiko-Kimia. *Agrointek*, 14(1), 57–66.
- Zebua T, SM Gulo, & SS Gulo. (2025). Pengaruh Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan Tanaman dan Kualitas Tanah. *Jurnal Kajian Ilmu Pertanian dan Perkebunan*, 2(1), 208–213.