



Efektivitas Pupuk Organik Cair Urine Kambing dan Kotoran Sapi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Putih (*Allium sativum* L.)

Berry Limbong¹, Najla Lubis^{2*}, Desi Sri Pasca Sari Sembiring³

¹Agroneknologi, Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan, Indonesia

^{2,3} Magister Ilmu Pertanian, Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan, Indonesia

Email: berrylimbong0240@gmail.com¹, najlalubis@dosen.pancabudi.ac.id²,
desisripascasari@dosen.pancabudi.ac.id³

*Penulis Korespondensi: najlalubis@dosen.pancabudi.ac.id

Abstract. Garlic (*Allium sativum* L.) is a strategically important horticultural commodity in Indonesia; however, its domestic production has yet to meet national demand. This study aimed to examine the effect of solid organic fertilizer from cow manure and liquid organic fertilizer (LOF) from goat urine, as well as their interaction, on the growth and yield of garlic plants. A factorial Randomized Block Design (RBD) with two treatment factors was employed. The first factor was cow manure at four dosage levels: P0 = 0 kg/plot (control), P1 = 1 kg/plot, P2 = 2 kg/plot, and P3 = 3 kg/plot. The second factor was goat urine LOF at four concentration levels: U0 = 0 ml/L water (control), U1 = 100 ml/L water, U2 = 200 ml/L water, and U3 = 300 ml/L water. Observed variables included plant height, number of leaves, bulb diameter, fresh bulb weight per sample, fresh bulb weight per plot, and dry bulb weight per plot. Results indicated that both treatments independently had a significant effect on most growth and yield parameters, with optimal doses at 2 kg/plot of cow manure and 200–300 ml/L of goat urine. However, their interaction showed no significant effect on most observed variables.

Keywords: Bulb Yield; Cow Manure; Garlic; Plant Growth; Solid And Liquid Organic Fertilizers.

Abstrak. Bawang putih (*Allium sativum* L.) merupakan komoditas hortikultura strategis di Indonesia, namun produksinya belum mampu memenuhi kebutuhan nasional. Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh pupuk organik padat kotoran sapi dan pupuk organik cair (POC) urine kambing serta interaksinya terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bawang putih. Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama adalah pupuk kotoran sapi dengan empat taraf dosis: P0 = 0 kg/plot (kontrol), P1 = 1 kg/plot, P2 = 2 kg/plot, dan P3 = 3 kg/plot. Faktor kedua adalah POC urine kambing dengan empat taraf konsentrasi: U0 = 0 ml/L air (kontrol), U1 = 100 ml/L air, U2 = 200 ml/L air, dan U3 = 300 ml/L air. Variabel pengamatan meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, diameter umbi, bobot umbi basah per sampel, bobot umbi basah per plot, dan bobot umbi kering per plot. Analisis hasil menunjukkan bahwa dua percobaan independen memiliki dampak signifikan pada sejumlah parameter yang berkaitan dengan pertumbuhan dan hasil, dengan dosis terbaik pada 2 kg/plot kotoran sapi dan konsentrasi 200–300 ml/L urine kambing. Namun, interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap sebagian besar variabel yang diamati.

Kata Kunci: Bawang Putih; Pupuk Organik Cair; Pupuk Kandang Sapi; Pertumbuhan Tanaman; Produksi Umbi.

1. LATAR BELAKANG

Bawang putih (*Allium sativum* L.) merupakan komoditas pertanian penting di Indonesia yang banyak digunakan sebagai bumbu masakan, bahan industri makanan, serta bahan obat-obatan. Kebutuhan bawang putih setiap tahun terus meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk, namun produksi dalam negeri belum mampu memenuhi kebutuhan tersebut sehingga pemerintah masih melakukan impor dari negara lain. Peningkatan produksi dapat dilakukan melalui penggunaan varietas unggul serta penerapan teknik budidaya yang tepat, termasuk pengaturan pemupukan sesuai kebutuhan tanaman (Metuah *et al.*, 2021).

Bawang putih juga merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan memberikan keuntungan bagi petani. Namun demikian, peningkatan kebutuhan konsumsi bawang putih belum mampu diimbangi oleh produksi nasional akibat

berbagai kendala, di antaranya rendahnya kesuburan tanah, serangan organisme pengganggu tanaman (OPT), serta penggunaan pupuk yang belum optimal. Dalam konteks persaingan pasar global yang semakin ketat, sektor pertanian dihadapkan pada tuntutan untuk mampu menghasilkan produk yang memenuhi standar keamanan pangan, memiliki kualitas yang tinggi, serta tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan (Mardiyanto & Prastuti, 2016).

Menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS), produksi putih nasional masih terhambat dan tidak dapat memenuhi kebutuhan negara, diperkirakan mencapai 45.092 ton dan mengalami penurunan dibandingkan tahun - tahun sebelumnya. Sementara itu, produksi bawang putih di Provinsi Sumatera Utara juga masih tergolong rendah, bahkan pada tahun 2023 hanya mencapai sekitar 15 ton. Kondisi ini menunjukkan perlunya upaya peningkatan produktivitas melalui penerapan teknologi budidaya dan pemupukan yang tepat (BPS, 2023).

Kehadiran gulma di sekitar tanaman bawang putih berpotensi menghambat pertumbuhannya akibat terjadinya kompetisi dalam pemanfaatan sumber daya esensial, seperti unsur hara, udara, cahaya matahari, dan ruang tumbuh. Apabila populasi gulma tidak dikendalikan secara tepat, kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara yang berasal dari pupuk yang diaplikasikan akan mengalami penurunan, sehingga pertumbuhan vegetatif maupun produktivitas tanaman tidak dapat mencapai hasil yang optimal. Oleh karena itu, pengelolaan budidaya yang baik, termasuk pemupukan organik dan pengendalian gulma, perlu dilakukan untuk mendukung pertumbuhan dan produksi bawang putih secara maksimal (Sembiring & Sebayang, 2019).

2. KAJIAN TEORITIS

Berdasarkan pernyataan Lubis *et al.* (2024), pupuk organik cair (POC) didefinisikan sebagai pupuk organik dalam wujud cair yang diperoleh melalui serangkaian proses fermentasi anaerob terhadap berbagai bahan organik, termasuk di antaranya limbah pertanian maupun hasil-hasil pertanian lainnya. Pupuk organik cair (POC) memiliki berbagai keunggulan, antara lain mudah diserap oleh tanah, mampu membantu mengatasi kekurangan unsur hara, serta mengandung mikroorganisme yang berperan positif dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Berdasarkan hal tersebut, pemanfaatan pupuk organik dapat menjadi salah satu solusi alternatif yang efektif dalam upaya peningkatan pertumbuhan dan produktivitas tanaman bawang putih. Penggunaan pupuk organik dinilai lebih aman dan ramah lingkungan dibandingkan dengan pupuk kimia sintetis, mengingat kemampuannya dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah secara berkelanjutan. Pupuk organik cair (POC) yang bersumber dari urine

kambing diketahui mengandung unsur hara makro esensial, meliputi nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), yang memegang peranan penting dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Di samping itu, POC memiliki keunggulan berupa kemudahan penyerapan oleh tanaman serta kemampuannya dalam meningkatkan aktivitas mikroorganisme di dalam tanah (Kurniawan, 2022). Hal ini diperkuat oleh pernyataan Wasito *et al.* (2025) yang mengungkapkan bahwa urine kambing mengandung unsur hara nitrogen, fosfor, dan kalium, serta zat pengatur tumbuh alami seperti IAA, giberelin, dan sitokinin dalam kadar yang lebih tinggi dibandingkan dengan ternak lainnya, sehingga berpotensi besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan pendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Pupuk organik cair dapat menyediakan unsur hara dalam bentuk terlarut sehingga lebih cepat tersedia bagi tanaman dan mampu mendukung pertumbuhan vegetatif seperti tinggi tanaman, jumlah daun, panjang tunas, serta perkembangan akar. Unsur hara dan berbagai senyawa organik yang terkandung di dalam pupuk organik cair (POC) memegang peran yang signifikan dalam menunjang peningkatan metabolisme tanaman, memperkuat efektivitas penyerapan nutrisi, serta mengaktifkan proses fotosintesis secara lebih maksimal. Sejumlah temuan dari penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan pupuk organik cair memberikan pengaruh yang berarti terhadap perkembangan tanaman, yang mana hal tersebut berkaitan erat dengan kondisi unsur hara yang tersedia dalam wujud lebih sederhana dan mudah diakses oleh akar tanaman, sehingga keseluruhan proses pertumbuhan dapat berjalan dengan tingkat efisiensi dan optimalitas yang lebih tinggi.

Di samping pupuk organik cair, pupuk organik padat yang bersumber dari kotoran sapi juga menyimpan potensi yang cukup besar dalam upaya peningkatan kesuburan tanah sekaligus produktivitas tanaman. Pupuk kandang sapi diketahui mengandung bahan organik yang mampu memperbaiki struktur fisik tanah, meningkatkan kapasitas tukar kation, serta menyediakan ketersediaan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Pemanfaatan pupuk organik padat secara berkelanjutan diyakini dapat meningkatkan produktivitas lahan pertanian sekaligus mempertahankan kesuburan tanah dalam rentang waktu yang panjang (Nurmegawati *et al.*, 2020). Pupuk kotoran sapi turut mengandung unsur hara makro esensial, meliputi nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), yang masing-masing memiliki fungsi vital dalam mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman, khususnya dalam proses pembentukan daun, penambahan tinggi tanaman, serta perkembangan sistem perakaran. Kandungan bahan organik yang terdapat dalam pupuk kotoran sapi juga berkontribusi dalam meningkatkan porositas dan aerasi tanah, serta mendorong aktivitas mikroorganisme tanah, sehingga secara keseluruhan mendukung perkembangan akar dan kemampuan tanaman dalam menyerap air secara lebih baik. Terpenuhinya kebutuhan unsur hara tanaman secara memadai memungkinkan proses

fotosintesis berlangsung dengan lebih efisien dan efektif, yang pada gilirannya memberikan dampak yang nyata terhadap peningkatan pertumbuhan vegetatif maupun hasil produksi tanaman secara keseluruhan (Putra *et al.*, 2024).

Penerapan kombinasi pupuk organik cair berbahan dasar urine kambing dan pupuk organik padat yang bersumber dari kotoran sapi diyakini berpotensi menghasilkan dampak yang lebih signifikan terhadap pertumbuhan serta produktivitas tanaman bawang putih. Pupuk organik padat dari kotoran sapi berkontribusi dalam memperbaiki sifat fisik tanah, mencakup peningkatan porositas dan aerasi, sekaligus menyediakan unsur hara secara perlahan dan berkelanjutan. Sementara itu, pupuk organik cair dari urine kambing memiliki keunggulan dalam hal kecepatan absorpsi oleh tanaman, sehingga kebutuhan nutrisi dapat dipenuhi secara lebih efektif dan optimal. Penggunaan kedua jenis pupuk organik ini secara bersamaan terbukti mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara makro esensial, meliputi nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), yang memegang peranan krusial dalam menunjang fase pertumbuhan vegetatif maupun generatif tanaman. Di samping itu, urine kambing yang telah melalui proses fermentasi diketahui mengandung senyawa zat pengatur tumbuh alami, antara lain sitokinin, asam indolasetat (IAA), dan giberelin, yang secara fisiologis mampu menstimulasi pertumbuhan tanaman secara lebih optimal. Interaksi sinergis antara pupuk kotoran sapi dan pupuk organik cair urine kambing terbukti memberikan pengaruh yang nyata terhadap berbagai parameter pertumbuhan dan hasil produksi tanaman, di antaranya tinggi tanaman, diameter batang, jumlah cabang produktif, jumlah polong yang terbentuk, serta bobot total hasil panen. Bahan organik yang terkandung dalam pupuk kotoran sapi terbukti mampu mendorong peningkatan aktivitas mikroorganisme di dalam tanah sekaligus memperkuat efisiensi penyerapan unsur hara oleh tanaman. Di sisi lain, pemberian POC urine kambing berperan dalam mempercepat ketersediaan unsur hara sehingga dapat segera dimanfaatkan oleh tanaman. Kombinasi kedua jenis pupuk organik tersebut pada akhirnya berkontribusi terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman yang lebih baik apabila dibandingkan dengan kondisi tanpa pemberian pupuk organik sama sekali (Alif *et al.*, 2025). Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas pemberian pupuk organik cair urin kambing dan pupuk kotoran sapi serta interaksinya terhadap pertumbuhan dan hasil bawang putih (*Allium sativum L.*).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dalam rentang waktu dari bulan Januari hingga Mei 2026, bertempat di lahan pertanian yang berlokasi di Kelurahan Simpang Selayang, Kecamatan Medan Tuntungan, Kota Medan. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi benih bawang putih varietas lumbu kuning, top soil, arang sekam, pupuk organik padat kotoran sapi, pupuk organik cair urine kambing, air bersih, polybag, dan kertas label. Adapun peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini meliputi cangkul, parang, meteran, tali, timbangan, gelas ukur, jangka sorong, gembor, dan kamera.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial yang terdiri atas dua faktor perlakuan. Faktor pertama adalah pemberian pupuk organik cair urine kambing (U) yang terdiri dari empat taraf, yaitu $U_0 = 0$ ml/L air (kontrol), $U_1 = 100$ ml/L air, $U_2 = 200$ ml/L air, dan $U_3 = 300$ ml/L air. Faktor kedua adalah pemberian pupuk organik padat kotoran sapi (P) yang terdiri dari empat taraf, yaitu $P_0 = 0$ g/polybag (kontrol), $P_1 = 1$ kg/plot, $P_2 = 2$ kg/plot, dan $P_3 = 3$ kg/plot. Kedua faktor tersebut dikombinasikan sehingga diperoleh 16 kombinasi perlakuan yang masing-masing diulang sebanyak tiga kali, sehingga diperoleh total 48 satuan percobaan.

Pelaksanaan penelitian diawali dengan persiapan media tanam berupa campuran top soil dan arang sekam yang telah dibersihkan dari kotoran, kemudian dimasukkan ke dalam polybag. Pupuk organik padat yang berasal dari kotoran sapi diaplikasikan satu minggu sebelum pelaksanaan penanaman sesuai dengan taraf dosis perlakuan yang telah ditetapkan, kemudian dicampurkan secara homogen ke dalam media tanam. Penanaman dilakukan menggunakan satu siung bawang putih per polybag. Sebelum ditanam, bagian ujung siung dipotong sekitar sepertiga bagian untuk mempercepat pertumbuhan tunas.

Pemberian pupuk organik cair urine kambing dilakukan sebanyak tiga kali, yaitu pada umur 2 minggu, 6 minggu, dan 10 minggu setelah tanam dengan cara disiramkan di sekitar perakaran tanaman sesuai dosis perlakuan. Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman yang dilakukan dua kali sehari sesuai kondisi cuaca, penyiangan gulma secara manual, serta pengendalian hama dan penyakit apabila terdapat gejala serangan di lahan penelitian.

Variabel pengamatan yang diukur dalam penelitian ini mencakup tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), diameter umbi (mm), berat umbi basah per sampel (g), berat umbi basah per plot (g), dan berat umbi kering per plot (g). Data hasil pengamatan dianalisis dengan menggunakan analisis varians atau Analysis of Variance (ANOVA). Apabila hasil analisis menunjukkan adanya pengaruh yang nyata antarperlakuan, kemudian pengujian dilanjutkan

dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada tingkat signifikansi 5% untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan secara lebih lanjut.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman (cm)

Intervensi pupuk organik berbasis urine kambing dan kotoran sapi padat terbukti menstimulasi tinggi tanaman secara signifikan pada fase 3 hingga 9 MST. Namun, berdasarkan analisis ragam, efektivitas tunggal kedua pupuk tersebut memudar pada umur 12 MST. Data juga mengonfirmasi bahwa tidak ada korelasi interaktif yang nyata antara kedua jenis pupuk organik tersebut dalam memengaruhi tinggi tanaman.

Tabel 1. Rata-rata Tinggi Tanaman (cm) Bawang Putih sebagai Respons terhadap Pemberian Pupuk Organik Padat Kotoran Sapi dan Pupuk Organik Cair Urine Kambing pada Umur 3, 6, 9, dan 12 Minggu Setelah Tanam (MST).

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)			
	3 MST	6 MST	9 MST	12 MST
Pupuk Organik Padat Sapi (P)				
P ₀ = 0 kg/Plot	16,50 abA	39,95 aA	42,83 aA	41,83 aA
P ₁ = 1 kg/Plot	10,87 aA	38,54 aA	44,66 abA	42,16 aA
P ₂ = 2 kg/Plot	13,00 abA	42,70 abAB	48,83 bA	44,41 aA
P ₃ = 3 kg/Plot	19,75 bA	46,54 bB	46,41 abA	43,58 aA
Pupuk Organik Cair Urine Kambing (U)				
U ₀ = 0 ml/L air/Plot	12,12 aA	39,87 aA	40,75 aA	42,50 aA
U ₁ = 100 ml/L air/Plot	17,33 aA	41,58 aA	47,33 bB	44,00 aA
U ₂ = 200 ml/L air/Plot	14,70 aA	42,58 aA	46,66 bB	41,00 aA
U ₃ = 300 ml/L air/Plot	15,95 aA	43,70 aA	48,00 bB	44,50 aA

Keterangan: Menurut Uji DMRT angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada taraf 5 % (huruf kecil) dan taraf 1 % (huruf besar).

Tabel 1 dapat dilihat bahwa pemberian pupuk organik padat sapi pada perlakuan P₃ = 3 kg/plot menghasilkan rata-rata tinggi tanaman tertinggi pada umur 6 MST yaitu 46,54 cm dan terendah pada perlakuan P₁ = 1 kg/plot yaitu 38,54 cm. Pada umur 9 MST, perlakuan P₂ = 2 kg/plot menghasilkan rata-rata tinggi tanaman tertinggi yaitu 48,83 cm dan terendah pada perlakuan P₀ = 0 kg/plot yaitu 42,83 cm.

Pemberian pupuk organik padat kotoran sapi dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman bawang putih karena mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah sehingga ketersediaan unsur hara bagi tanaman menjadi lebih baik. Kandungan nitrogen yang terdapat pada pupuk kandang sapi berperan penting dalam mendukung pertumbuhan vegetatif, khususnya pada pembentukan batang dan daun tanaman. Astuti et al. (2022) mengungkapkan bahwa pemberian Trichokompos dan pupuk kandang sapi memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman bawang putih, karena dapat meningkatkan tingkat kesuburan tanah

serta ketersediaan unsur hara yang dibutuhkan tanaman, sehingga pertumbuhan tanaman berlangsung lebih optimal.

Data pada Tabel 1 mengonfirmasi bahwa stimulasi POC urine kambing dengan konsentrasi 300 ml/L air/plot (U3) mampu menghasilkan rerata tinggi tanaman paling maksimal pada fase 9 MST, yaitu mencapai 48,00 cm. Angka tersebut berbeda signifikan dengan kelompok tanaman tanpa intervensi urine kambing (U0) yang menjadi kontrol dengan tinggi minimum sebesar 40,75 cm. Kondisi ini diduga erat kaitannya dengan kandungan unsur hara makro dalam urine kambing, yang meliputi nitrogen, fosfor, dan kalium, serta keberadaan zat pengatur tumbuh alami yang mampu merangsang proses pertumbuhan vegetatif tanaman secara lebih efektif. Secara khusus, unsur nitrogen berperan dalam pembentukan jaringan tanaman serta mempercepat elongasi batang, sehingga berdampak langsung pada peningkatan tinggi tanaman. Hal ini sejalan dengan pernyataan Choudhary *et al.* (2024) yang menegaskan bahwa pemberian pupuk organik dan pupuk organik cair dapat meningkatkan berbagai parameter pertumbuhan tanaman bawang putih, karena unsur hara yang diberikan dalam bentuk cair lebih mudah diserap oleh tanaman sehingga mampu mengoptimalkan pertumbuhan vegetatif, yang ditunjukkan melalui peningkatan pembentukan daun, pertambahan tinggi tanaman, serta kandungan klorofil tanaman.

Jumlah Daun (helai)

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik padat kotoran sapi memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah daun tanaman bawang putih pada umur 9 MST. Sementara itu, pemberian POC urine kambing maupun interaksi antara kedua faktor perlakuan tidak memperlihatkan pengaruh yang signifikan pada seluruh umur pengamatan. Adapun pada umur 3 MST, 6 MST, dan 12 MST, perlakuan pupuk organik padat kotoran sapi juga belum menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap jumlah daun tanaman bawang putih.

Tabel 2. Rata rata Jumlah Daun (helai) Bawang Putih Akibat Pemberian Pupuk Organik Padat Sapi dan Urine Kambing Pada Umur 3, 6, 9, dan 12 MST.

Perlakuan	Jumlah Daun (helai)			
	3 MST	6 MST	9 MST	12 MST
Pupuk Organik Padat Sapi (P)				
P ₀ = 0 kg/Plot	3,25 aA	5,58 aA	5,25 aA	5,66 aA
P ₁ = 1 kg/Plot	2,58 aA	5,50 aA	6,16 bA	6,33 abA
P ₂ = 2 kg/Plot	2,75 aA	5,41 aA	6,16 bA	5,91 abA
P ₃ = 3 kg/Plot	3,58 aA	5,75 aA	5,75 abA	6,41 bA
Pupuk Organik Cair Urine Kambing (U)				
U ₀ = 0 ml/L air/Plot	2,66 aA	5,08 aA	5,50 aA	5,83 aA
U ₁ = 100 ml/L air/Plot	3,41 aA	5,75 aA	5,75 aA	6,08 aA
U ₂ = 200 ml/L air/Plot	2,83 aA	5,58 aA	6,00 aA	5,91 aA
U ₃ = 300 ml/L air/Plot	3,25 aA	5,83 aA	6,08 aA	6,50 aA

Keterangan: Menurut Uji DMRT angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukan berbeda tidak nyata pada taraf 5 % (huruf kecil) dan taraf 1 % (huruf besar).

Tabel 2 dapat dilihat bahwa pemberian pupuk organik padat sapi pada perlakuan P1 = 1 kg/plot dan P2 = 2 kg/plot menghasilkan rerata jumlah daun terbanyak diumur 9 MST yaitu 6,16 helai, sedangkan jumlah daun lebih sedikit diperoleh pada perlakuan P0 = 0 kg/plot yaitu 5,25 helai. Pada umur 12 MST, perlakuan P3 = 3 kg/plot menghasilkan rerata jumlah daun terbanyak yaitu 6,41 helai dan lebih sedikit pada perlakuan P0 = 0 kg/plot yaitu 5,66 helai.

Peningkatan jumlah daun tanaman bawang putih akibat pemberian pupuk organik padat kotoran sapi diduga berkaitan erat dengan kandungan unsur nitrogen yang terdapat di dalamnya, di mana nitrogen diketahui memiliki peranan yang sangat penting dalam mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman, khususnya dalam proses pembentukan daun. Di samping itu, kandungan bahan organik dalam pupuk tersebut turut berkontribusi dalam memperbaiki struktur tanah, sehingga kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara dapat berlangsung secara lebih optimal. Hal tersebut diperkuat oleh pernyataan Kumar *et al.* (2024) yang mengungkapkan bahwa penggunaan pupuk organik, pupuk sintetis, maupun pupuk organik cair pada tanaman bawang putih terbukti berpengaruh terhadap peningkatan pertumbuhan vegetatif tanaman, terutama dalam hal penambahan jumlah daun dan perkembangan tanaman secara keseluruhan, sebab ketersediaan unsur hara yang mencukupi mampu menunjang proses fotosintesis serta perkembangan jaringan tanaman secara lebih efektif dan optimal.

Berdasarkan Tabel 2, diketahui bahwa aplikasi pupuk organik cair urine kambing pada perlakuan U3 dengan konsentrasi 300 ml/L air/plot menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya, menghasilkan rata-rata jumlah daun tertinggi pada umur 9 MST yaitu 6,08 helai dan umur 12 MST yaitu 6,50 helai, Sementara itu, jumlah daun terendah diperoleh pada perlakuan U0 tanpa pemberian POC urine kambing (0 ml/L air/plot), yakni sebesar 5,50 helai pada umur 9 MST dan 5,83 helai pada umur 12 MST. Kondisi tersebut diduga berkaitan dengan kandungan unsur hara dalam urine kambing yang meliputi nitrogen, fosfor, dan kalium, yang secara bersama-sama berperan dalam mendukung proses pembentukan daun serta meningkatkan intensitas aktivitas fotosintesis tanaman. Secara spesifik, unsur nitrogen diketahui berfungsi dalam pembentukan klorofil dan sekaligus merangsang pertumbuhan vegetatif tanaman, sehingga berdampak langsung pada peningkatan jumlah daun yang dihasilkan. Hasil penelitian Badal *et al.* (2019) menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik dan pupuk anorganik pada tanaman bawang putih mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif seperti jumlah daun, tinggi tanaman, dan hasil tanaman karena tersedianya unsur hara yang cukup selama fase pertumbuhan tanaman.

Diameter umbi per sampel (mm)

Ukuran diameter umbi bawang putih terbukti dipengaruhi secara signifikan oleh aplikasi pupuk organik padat sapi serta pupuk organik cair (POC) urine kambing berdasarkan uji anova. Terdapat korelasi positif di mana peningkatan dosis kedua jenis pupuk organik tersebut menghasilkan diameter umbi yang lebih optimal. Sebaliknya, pertumbuhan diameter umbi pada tanaman tanpa perlakuan (kontrol) menunjukkan hasil yang lebih kecil.

Tabel 3. Rata-rata Diameter Umbi Per Sampel (g) Tanaman Bawang Putih yang Dihasilkan Akibat Aplikasi Pupuk Organik Padat Kotoran Sapi dan Pupuk Organik Cair Urine Kambing.

Perlakuan	Diameter Umbi Per Sampel (mm)
Pupuk Organik Padat Sapi (P)	
P ₀ = 0 kg/Plot	31,25 aA
P ₁ = 1 kg/Plot	33,41 abA
P ₂ = 2 kg/Plot	37,58 bB
P ₃ = 3 kg/Plot	36,91 bB
Pupuk Organik Cair Urine Kambing (U)	
U ₀ = 0 ml/L air/Plot	30,91 aA
U ₁ = 100 ml/L air/Plot	34,16 abA
U ₂ = 200 ml/L air/Plot	35,83 bB
U ₃ = 300 ml/L air/Plot	38,25 bB

Keterangan: Menurut Uji DMRT angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada taraf 5 % (huruf kecil) dan taraf 1 % (huruf besar).

Tabel 3 dapat dilihat bahwa pemberian pupuk organik padat sapi pada perlakuan P₂ = 2 kg/plot menghasilkan rata-rata diameter umbi tertinggi yaitu 37,58 mm dan terendah pada perlakuan P₀ = 0 kg/plot yaitu 31,25 mm. Perlakuan P₃ = 3 kg/plot juga menunjukkan diameter umbi yang tinggi yaitu 36,91 mm.

Pemberian pupuk organik padat kotoran sapi dapat meningkatkan diameter umbi bawang putih karena mampu memperbaiki kondisi fisik, kimia, dan biologi tanah, sehingga ketersediaan unsur hara bagi tanaman menjadi lebih optimal. Unsur fosfor dan kalium yang terkandung dalam pupuk organik berperan penting dalam proses pembentukan dan pembesaran umbi bawang putih. Di samping itu, kondisi tanah yang semakin gembur akibat penambahan bahan organik turut mendukung perkembangan sistem perakaran tanaman, sehingga proses penyerapan unsur hara dapat berlangsung secara lebih efisien dan optimal. Hal tersebut sesuai dengan temuan Astuti *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa Pemberian pupuk kandang sapi pada tanaman bawang putih menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan dan hasil produksi tanaman, hal ini dikarenakan perlakuan tersebut efektif dalam mengoptimalkan kondisi kesuburan lahan serta memastikan ketersediaan unsur hara yang memadai untuk menyokong fase pertumbuhan vegetatif tanaman.

Berdasarkan data pada Tabel 3, diketahui bahwa pemberian pupuk organik cair urine kambing pada perlakuan U3 dengan konsentrasi 300 ml/L air/plot menghasilkan rata-rata diameter umbi tertinggi, yaitu sebesar 38,25 mm, sementara ukuran diameter umbi paling minimum dijumpai pada kelompok kontrol (U0) yang tidak mendapatkan aplikasi POC urine kambing (0 ml/L air/plot), yaitu sebesar 30,91 mm. Kondisi ini diduga berkaitan erat dengan kandungan unsur hara makro dalam urine kambing yang meliputi nitrogen, fosfor, dan kalium, yang secara sinergis berperan dalam meningkatkan aktivitas metabolisme tanaman serta mendukung proses pembentukan dan pembesaran umbi secara lebih optimal. Distribusi dan mobilisasi hasil asimilasi karbon ke jaringan umbi didorong secara optimal oleh ketersediaan hara kalium, sehingga memicu pertumbuhan diameter umbi yang lebih maksimal. Menurut Kumar *et al.* (2024), pemberian pupuk organik cair pada tanaman bawang putih mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman karena unsur hara yang tersedia lebih mudah diserap tanaman dan mendukung proses pembentukan umbi secara optimal.

Berat Umbi Basah Per Sampel (g)

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik padat kotoran sapi maupun pupuk organik cair urine kambing masing-masing memberikan pengaruh nyata hingga sangat nyata terhadap parameter berat umbi basah per sampel tanaman bawang putih. Sementara itu, interaksi antara kedua faktor perlakuan tersebut tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap parameter berat umbi basah per sampel.

Tabel 4. Rata rata Berat Umbi Basah Per Sampel (g) Tanaman Bawang Putih Akibat Pemberian Pupuk Organik Padat Sapi dan Urine Kambing.

Perlakuan	Berat Umbi Basah Per Sampel (g)
Pupuk Organik Padat Sapi (P)	
P ₀ = 0 kg/Plot	22.45 aA
P ₁ = 1 kg/Plot	28.09 bB
P ₂ = 2 kg/Plot	30.69 cB
P ₃ = 3 kg/Plot	30.45 bcB
Pupuk Organik Cair Urine Kambing (U)	
U ₀ = 0 ml/L air/Plot	22.79 aA
U ₁ = 100 ml/L air/Plot	26.66 bB
U ₂ = 200 ml/L air/Plot	30.16 cC
U ₃ = 300 ml/L air/Plot	32.08 cC

Keterangan: Menurut Uji DMRT angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada taraf 5 % (huruf kecil) dan taraf 1 % (huruf besar).

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 4, diketahui bahwa aplikasi pupuk organik padat kotoran sapi pada perlakuan P2 dengan dosis 2 kg/plot menghasilkan rerata berat umbi basah per sampel tertinggi, yaitu sebesar 30,69 g. Hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan perlakuan P3 pada dosis 3 kg/plot yang menghasilkan rerata sebesar 30,45 g, namun berbeda

nyata dibandingkan perlakuan P0 dan P1. Perlakuan P0 tanpa pemberian pupuk menghasilkan rerata berat umbi basah per sampel terendah, yaitu sebesar 22,45 g. Peningkatan berat umbi basah per sampel pada perlakuan pupuk organik padat kotoran sapi menunjukkan bahwa pupuk kandang sapi mampu meningkatkan kesuburan tanah melalui penambahan bahan organik serta penyediaan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Kondisi tersebut menyebabkan pertumbuhan akar menjadi lebih baik sehingga penyerapan unsur hara dan air berlangsung lebih optimal. Ketersediaan unsur hara yang cukup akan meningkatkan proses fotosintesis dan akumulasi fotosintat yang selanjutnya ditranslokasikan ke umbi sehingga bobot umbi yang dihasilkan menjadi lebih tinggi. Hasil penelitian ini sejalan dengan Astuti *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa pemberian pupuk kandang sapi berpengaruh nyata terhadap peningkatan bobot umbi bawang putih. Pupuk kandang sapi mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah sehingga mendukung pertumbuhan tanaman dan pembentukan hasil yang lebih optimal.

Berdasarkan data pada Tabel 4, diketahui bahwa pemberian pupuk organik cair urine kambing pada perlakuan U3 dengan konsentrasi 300 ml/L air/plot menghasilkan rerata berat umbi basah per sampel tertinggi, yaitu sebesar 32,08 g. Hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan perlakuan U2 pada konsentrasi 200 ml/L air/plot yang menghasilkan rerata sebesar 30,16 g, namun keduanya berbeda nyata dibandingkan perlakuan U0 dan U1. Perlakuan U0 tanpa pemberian urine kambing menghasilkan rerata berat umbi basah per sampel terendah, yaitu sebesar 22,79 g. Peningkatan berat umbi basah per sampel akibat pemberian pupuk organik cair urine kambing menunjukkan bahwa kandungan unsur hara makro seperti nitrogen, fosfor, dan kalium yang terdapat dalam urine kambing mampu mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara optimal. Unsur nitrogen berperan dalam pembentukan jaringan vegetatif, fosfor mendukung perkembangan akar dan pembentukan umbi, sedangkan kalium berfungsi dalam proses translokasi hasil fotosintesis menuju organ penyimpanan. Ketersediaan unsur-unsur tersebut dalam jumlah yang cukup menyebabkan proses pembentukan dan pembesaran umbi berlangsung lebih baik sehingga berat umbi yang dihasilkan meningkat. Hasil penelitian ini sejalan dengan Sularmi *et al.* (2023) yang melaporkan bahwa penggunaan pupuk organik berbahan limbah ternak mampu meningkatkan kesuburan tanah dan ketersediaan unsur hara sehingga berpengaruh positif terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman umbi.

Berat Umbi Basah Per Plot (g)

Data analisis ragam menunjukkan adanya pengaruh yang sangat signifikan dari masing-masing perlakuan pupuk padat sapi dan urine kambing terhadap fluktuasi berat umbi basah bawang putih per plot. Hasil uji lanjut DMRT memperlihatkan bahwa pada perlakuan pupuk

kotoran sapi seluruh taraf perlakuan berbeda sangat nyata satu sama lain, sedangkan pada perlakuan urine kambing terdapat dua kelompok yang berbeda sangat nyata, yaitu kelompok U0 dan U1 dengan kelompok U2 dan U3. Interaksi kedua perlakuan menunjukkan pengaruh tidak nyata terhadap berat umbi basah per plot bawang putih.

Tabel 5. Rata rata Berat Umbi Basah Per Plot (g) Bawang Putih Akibat Pemberian Pupuk Kotoran Sapi dan Pupuk Organik Cair Urine Kambing.

Perlakuan	Berat Umbi Basah Per Plot (g)
Pupuk Organik Padat Sapi (P)	
P ₀ = 0 kg/Plot	83.67 aA
P ₁ = 1 kg/Plot	111.38 bB
P ₂ = 2 kg/Plot	128.58 dD
P ₃ = 3 kg/Plot	120.50 cBC
Pupuk Organik Cair Urine Kambing (U)	
U ₀ = 0 ml/L air/Plot	96.75 aA
U ₁ = 100 ml/L air/Plot	103.04 aA
U ₂ = 200 ml/L air/Plot	118.50 bB
U ₃ = 300 ml/L air/Plot	125.83 bB

Keterangan: Menurut Uji DMRT angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada taraf 5 % (huruf kecil) dan taraf 1 % (huruf besar).

Merujuk pada data Tabel 5, pencapaian rata-rata berat umbi basah per plot paling optimal dibukukan oleh perlakuan P2 (2 kg pupuk padat/plot) dengan bobot mencapai 128,58 g. Secara statistik, hasil dari dosis ini memperlihatkan perbedaan yang sangat signifikan dibandingkan dengan seluruh variabel perlakuan lainnya. Sebaliknya, hasil panen paling minimum terdeteksi pada plot kontrol atau tanpa pemupukan (P0), yang hanya menghasilkan bobot umbi rata-rata sebesar 83,67 g. Tren ini membuktikan bahwa intervensi pupuk kotoran sapi berperan penting dalam merangsang fase inisiasi serta ekspansi volume umbi bawang putih. Peningkatan produktivitas ini terjadi karena pupuk kandang sapi kaya akan materi organik dan nutrisi makro yang efektif merekayasa karakteristik fisik, kimia, beserta biologi tanah, sehingga menstimulasi efisiensi absorpsi hara oleh perakaran. Fenomena ini selaras dengan studi yang dipublikasikan oleh Astuti *et al.* (2022), yang mengonfirmasi adanya dampak nyata dari aplikasi pupuk kotoran sapi padat terhadap peningkatan bobot umbi bawang putih. Dalam laporan tersebut dijelaskan bahwa suplai pupuk organik ini mampu mendongkrak status bahan organik tanah sekaligus membenahi arsitektur akar, sehingga penyerapan nutrisi berjalan lebih progresif dan bermuara pada peningkatan berat umbi.

Tabel 5 juga menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair urine kambing pada perlakuan U3 = 300 ml/plot menghasilkan rata – rata berat umbi basah per plot tertinggi yaitu 125,83 g, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan U2 = 200 ml/plot yaitu 118,50 g. Kedua perlakuan tersebut berbeda sangat nyata dengan perlakuan U0 = tanpa urine kambing dan U1

= 100 ml/plot. Perlakuan U0 menghasilkan berat umbi basah per plot terendah yaitu 96,75 g dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan U1 yaitu 103,04 g. Data tersebut mempertegas bahwa efektivitas perkembangan fisiologis umbi bawang putih, baik dalam hal pembentukan maupun pembelahan sel umbi, sangat dipengaruhi oleh kecukupan kuantitas urine kambing yang diberikan. Kandungan unsur hara nitrogen, fosfor, dan kalium yang terdapat dalam urine kambing berperan dalam mendukung kelancaran proses fotosintesis serta mendorong translokasi hasil asimilat menuju bagian umbi tanaman, sehingga secara langsung berkontribusi terhadap peningkatan bobot umbi yang dihasilkan.

Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian Hafiza *et al.* (2023), yang menyatakan bahwa pemberian pupuk organik urine kambing memberikan pengaruh terhadap peningkatan hasil tanaman bawang putih. Pada penelitian tersebut dijelaskan bahwa unsur hara yang terkandung dalam pupuk organik kambing mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman dan mendukung proses pembentukan umbi sehingga produksi tanaman menjadi lebih tinggi.

Berat Umbi Kering Per Plot (g)

Hasil analisis ragam mengonfirmasi bahwa pertumbuhan bobot umbi kering per plot bawang putih distimulasi secara sangat nyata oleh pupuk padat kotoran sapi, serta secara nyata hingga sangat nyata oleh POC urine kambing. Sebaliknya, tidak ditemukan adanya efek interaksi yang signifikan antara perlakuan pupuk padat sapi dan urine kambing terhadap variabel yang diamati tersebut.

Tabel 6. Rata rata Berat Umbi Kering Per Plot (g) Bawang Putih Akibat Pemberian Pupuk Kotoran Sapi dan Pupuk Organik Cair Urine Kambing.

Perlakuan	Berat Umbi Kering Per Plot (g)
Pupuk Organik Padat Sapi (P)	
P ₀ = 0 kg/Plot	55.99 aA
P ₁ = 1 kg/Plot	80.25 bB
P ₂ = 2 kg/Plot	83.91 bB
P ₃ = 3 kg/Plot	81.33 bB
Pupuk Organik Cair Urine Kambing (U)	
U ₀ = 0 ml/L air/Plot	68.95 aA
U ₁ = 100 ml/L air/Plot	75.00 abAB
U ₂ = 200 ml/L air/Plot	82.00 bB
U ₃ = 300 ml/L air/Plot	75.54 abAB

Keterangan: Menurut Uji DMRT angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada taraf 5 % (huruf kecil) dan taraf 1 % (huruf besar).

Data pada Tabel 6 memperlihatkan bahwa bobot umbi kering per plot paling tinggi dicapai oleh perlakuan P2 (2 kg/plot) dengan rerata 83,91 g. Secara statistik, capaian ini homogen atau tidak berbeda nyata dengan perlakuan P1 (1 kg/plot) yang menghasilkan 80,25 g, maupun perlakuan P3 (3 kg/plot) sebesar 81,33 g. Kendati demikian, ketiga dosis tersebut

memperlihatkan perbedaan yang signifikan jika dikomparasikan dengan plot tanpa pemupukan (P0), yang mencatatkan bobot kering terendah sebesar 55,99 g. Fenomena ini mengonfirmasi bahwa intervensi kotoran sapi padat sangat efektif dalam merangsang fase inisiasi serta akumulasi materi kering pada jaringan umbi bawang putih. Optimalnya proses pembentukan dan pengisian umbi ini didorong oleh materi organik serta nutrisi esensial dalam pupuk sapi yang mampu merekayasa struktur fisik tanah sekaligus meningkatkan kapasitas tukar hara media tanam. Hasil ini memperkuat studi terdahulu oleh Indriyana *et al.* (2020) pada komoditas bawang merah, yang menyatakan bahwa aplikasi pupuk feses sapi secara signifikan mendongkrak performa vegetatif dan hasil panen umbi. Laporan tersebut menjelaskan bahwa peningkatan berat umbi berkolerasi langsung dengan perbaikan kualitas arsitektur akar dan pengayaan bahan organik tanah, yang memicu efisiensi absorpsi hara oleh tanaman.

Merujuk pada visualisasi data Tabel 6, perlakuan U2 (konsentrasi 200 ml/plot) sukses membukukan rerata bobot umbi kering per plot paling maksimal dengan angka 82,00 g. Capaian dari dosis tersebut terbukti memperlihatkan perbedaan yang signifikan jika dikomparasikan dengan perlakuan kontrol tanpa urine kambing (U0) yang mencatatkan bobot minimum sebesar 68,95 g. Di sisi lain, tanaman pada plot U1 (100 ml/plot) dengan rata-rata 75,00 g serta plot U3 (300 ml/plot) dengan rata-rata 75,54 g menunjukkan performa yang homogen. Akibat berada dalam kelompok klasifikasi yang sama, hasil dari U1 dan U3 secara statistik tidak berbeda nyata baik terhadap plot U0 maupun U2. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa pemberian POC urine kambing pada konsentrasi 200 ml/plot merupakan dosis yang paling optimal dalam meningkatkan bobot umbi kering tanaman bawang putih, dibandingkan dengan taraf konsentrasi perlakuan lainnya yang diujikan dalam penelitian ini. Kandungan nitrogen, fosfor, dan kalium di dalam urine kambing mendukung proses fotosintesis dan translokasi hasil asimilat menuju umbi sehingga pembentukan bahan kering umbi menjadi lebih optimal. Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian pada Sitepu (2019), yang menyatakan bahwa pemberian pupuk cair urin kambing Etawa mampu meningkatkan pertumbuhan dan bobot umbi bawang merah. Pada penelitian tersebut dijelaskan bahwa kandungan unsur hara dalam urin kambing dapat meningkatkan aktivitas fisiologis tanaman serta efisiensi penyerapan hara, sehingga proses pembentukan dan pengisian umbi berlangsung lebih optimal. Kondisi tersebut diduga juga terjadi pada tanaman bawang putih, di mana ketersediaan unsur hara yang cukup mampu mendukung pembentukan bahan kering umbi, sehingga berat umbi kering per plot meningkat.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai efektivitas pemberian pupuk organik cair urine kambing dan pupuk organik padat kotoran sapi terhadap pertumbuhan dan hasil bawang putih (*Allium sativum* L.), dapat disimpulkan bahwa pemberian pupuk organik padat kotoran sapi mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman bawang putih, yang ditunjukkan melalui peningkatan tinggi tanaman, jumlah daun, diameter umbi, berat umbi basah per sampel, berat umbi basah per plot, serta berat umbi kering per plot. Dosis 2 kg/plot cenderung memberikan hasil terbaik pada sebagian besar parameter pengamatan, terutama terhadap komponen hasil tanaman. Pemberian pupuk organik cair urine kambing juga memberikan pengaruh positif terhadap beberapa parameter pertumbuhan dan hasil, terutama tinggi tanaman, diameter umbi, berat umbi basah per sampel, berat umbi basah per plot, dan berat umbi kering per plot, meskipun tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap jumlah daun. Perlakuan dengan konsentrasi 200–300 ml/L air/plot menunjukkan respons yang cenderung lebih unggul apabila dibandingkan dengan taraf perlakuan lainnya yang diujikan dalam penelitian ini. Sementara itu, interaksi antara pupuk organik padat kotoran sapi dan pupuk organik cair urine kambing belum menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap sebagian besar parameter yang diamati, sehingga kombinasi kedua perlakuan tersebut belum mampu menghasilkan efek sinergis yang konsisten dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi bawang putih pada kondisi penelitian ini.

Berdasarkan temuan yang diperoleh dalam penelitian ini, aplikasi pupuk organik padat kotoran sapi pada dosis 2 kg/plot dapat direkomendasikan sebagai salah satu pilihan pemupukan organik yang tepat dalam kegiatan budidaya tanaman bawang putih, mengingat kemampuannya dalam memberikan respons pertumbuhan vegetatif maupun hasil panen yang lebih optimal dibandingkan dengan taraf dosis lainnya. Penggunaan pupuk organik cair urine kambing pada konsentrasi 200–300 ml/L air/plot juga dapat dipertimbangkan untuk mendukung peningkatan produktivitas tanaman. Namun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan, terutama pada ruang lingkup pengamatan yang hanya dilakukan dalam satu musim tanam dan pada kondisi lingkungan tertentu, sehingga hasil penelitian belum dapat digeneralisasikan secara luas. Formulasi pemupukan organik yang lebih optimal dan efisien bagi komoditas bawang putih masih memerlukan pengkajian lebih mendalam. Oleh sebab itu, agenda riset berikutnya disarankan untuk memperluas gradasi dosis perlakuan, menerapkan kombinasi interaksi yang berbeda, serta melibatkan diversifikasi kondisi lingkungan atau agroekosistem pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Alif, M. I., Wasito, M., & Sajar, S. (2025). Efektivitas pemberian pupuk kotoran sapi dan POC urine kambing fermentasi terhadap pertumbuhan dan produksi kacang kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). *Jurnal Universitas Dharmawangsa*, 19(2), 809–824. <https://doi.org/10.46576/wdw.v19i2.6118>
- Astuti, A. A. R., Nuraini, Y., & Baswarsiaty. (2022). Pemanfaatan trichokompos dan pupuk kandang sapi untuk perbaikan sifat kimia tanah, pertumbuhan, dan produksi tanaman bawang putih (*Allium sativum* L.). *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 9(2), 243–253. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2022.009.2.5>
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Produksi bawang putih menurut provinsi (ton), 2023*. Badan Pusat Statistik Republik Indonesia.
- Badal, D. S., Dwivedi, A. K., Kumar, V., Singh, S., Prakash, A., Verma, S., & Kumar, J. (2019). Effect of organic manures and inorganic fertilizers on growth, yield and its attributing traits in garlic (*Allium sativum* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(3), 587–590.
- Choudhary, A., Yadav, D. K., Choudhary, R., Choudhary, M. R., Achra, R., & Dadrwal, B. K. (2024). Effect of integrated organic and inorganic fertilizer on growth of garlic (*Allium sativum* L.). *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 27(10), 807–812. <https://doi.org/10.9734/jabb/2024/v27i101503>
- Indriyana, A., Yafizham, & Sumarsono. (2020). Pertumbuhan dan produksi bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) akibat pemberian pupuk kandang sapi dan pupuk hayati. *Jurnal Agro Complex*, 4(1), 7–15.
- Kumar, S., Singh, S. S., Patel, V. K., Singh, V. K., Patle, U., Kumar, H., & Pandre, E. (2024). Growth and yield attributes of garlic as influenced by application of organic manure, synthetic fertilizers and liquid manure in Bundelkhand region of India. *Asian Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 10(1), 347–353. <https://doi.org/10.9734/ajsspn/2024/v10i1240>
- Kurniawan, A. (2022). Potensi pupuk organik cair dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman hortikultura. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(1), 34–42.
- Lubis, N., Wasito, M., Damayanti, R., & Hayati, D. (2024). Pupuk organik cair berbahan dasar ekoenzim dari hasil dan limbah pertanian sebagai nutrisi pada sistem hidroponik. *BIOFARM: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 20(1), 123–129.
- Mardiyanto, E., & Prastuti, D. (2016). Strategi peningkatan daya saing bawang putih di era MEA. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 4(3), 112–120.
- Metuah, J., Samosir, L., & Simbolon, T. (2021). Analisis produktivitas dan faktor pembatas pertumbuhan tanaman bawang putih (*Allium sativum* L.). *Jurnal Pertanian Lestari*, 15(2), 98–107.
- Nurmegawati, D., Rahmawati, N., & Putri, S. (2020). Pupuk organik padat: Peran dan pengaruhnya terhadap kesuburan tanah serta produktivitas lahan pertanian. *Jurnal Tanah dan Pupuk Indonesia*, 8(2), 66–75.
- Putra, I., Sembiring, D. S. P. S., & Amrul, H. M. Z. N. (2024). Efektivitas pupuk hayati dan pupuk kotoran sapi terhadap pertumbuhan serta produksi tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Jurnal Agroplasma*, 11(2), 516–529. <https://doi.org/10.36987/agroplasma.v11i2.6189>

- Sembiring, D. S. P. S., & Sebayang, N. S. (2019). Uji efikasi dua herbisida pada pengendalian gulma di lahan sederhana. *Jurnal Pertanian*, 10(2), 61–70.
- Sitepu, N. (2019). Pengaruh pemberian pupuk cair urin kambing etawa terhadap pertumbuhan bawang merah. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 2(1), 40–47. <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v2i1.616>
- Sularmi, Utami, R. S., Harunyi, & Fransisko, E. (2023). Efektifitas pemberian dosis pupuk kandang kambing dan pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah. *PUCUK: Jurnal Ilmu Tanaman*, 3(2), 41–44. <https://doi.org/10.58222/pucuk.v3i2.179>
- Wasito, M., Lubis, N., Tarigan, M. S., & Enanda, G. E. (2025). Socialization of the utilization of goat urine liquid waste as organic fertilizer in Klambir V Kebun Village. *Proceedings of the 2nd International Conference on Islamic Community Studies (ICICS)*, 1069–1077.