

Effects of Doses Goat Manure and NPK Fertilizer on Growth and Yield of Pakcoy

Alifah Manda Alvita^{1*}, Andi Apriany Fatmawaty¹, Nur Iman Muztahidin¹, & Kartina A.M.¹

¹Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang, Banten, Indonesia;

Article History

Received : December 03th, 2023

Revised : December 26th, 2023

Accepted : January 15th, 2024

*Corresponding Author: **Alifah Manda Alvita**, Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Serang, Banten, Indonesia;
Email: alifahmanda06@gmail.com

Abstract: The research aimed to know influence giving doses of goat manure fertilizer and NPK 16:16:16 fertilizer on the growth and result of plant pakcoy. This research completed in the experiment land Faculty of Agriculture, University of Sultan Ageng Tirtayasa at Sindangsari village, Pabuaran district Serang regency Banten Province and Laboratory of Soil and Agroclimate Faculty of Agriculture, University of Sultan Ageng Tirtayasa. The research used a factorial Randomized Group Design consist two factors. The first factor was a dose of goat manure fertilizer (P) consists of four levels; 141 g/polybag, 212 g/polybag, and 283 g/polybag, and 354 g/polybag. The second factor was a NPK 16:16:16 fertilizer; 1.1 g/polybag, 2.1 g/polybag, 3.2 g/polybag, and 4.2 g/polybag. The results of research showed the giving goat manure fertilizer a dose of 354 g/polybag gave influence a real of the plant height parameter, number of leaves, root length, and fresh weight of plant. The results of research showed the giving NPK 16:16:16 fertilizer a dose of 3.2 g/polybag gave influence a real of all observation parameters.

Keywords: Anorganic fertilizer, organic fertilizer, vegetables plant.

Pendahuluan

Pakcoi adalah tanaman sayuran yang kalau dikonsumsi secara konsisten dapat meningkatkan kesejahteraan manusia secara keseluruhan dan meningkatkan kualitas hidup. Tanaman pakcoi banyak diminati terutama di Indonesia karena segudang manfaatnya. Hal ini mencakup komposisi mineralnya yang melimpah, serta peningkatan jumlah vitamin K, A, C, E, dan asam folat (Rizal, 2017). Lebih lanjut, seperti dilansir USDA (2019), 100 g porsi bok choi terdiri dari 1 g serat, 1,5 g protein, 13 kkal kalori, 95,32 g air, 105 mg kalsium, 27 mg fosfor, 252 mg potasium, 4468 IU vitamin A, 45 mg vitamin C, dan 66 µg folat. Jenis tanaman yang biasa disebut Pakcoi ini secara ilmiah dikenal dengan nama *Brassica rapa L.* Pakcoi termasuk sayuran yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi dan berpotensi sangat besar untuk dipasarkan menjadi pilihan menarik bagi petani untuk

ditanam dalam skala lebih besar.

Hasil panen tanaman pakcoi di Indonesia menunjukkan tren peningkatan yang stabil dari tahun 2019 hingga tahun 2021. Budidaya tanaman pakcoi menunjukkan tren peningkatan yang konsisten dari tahun ke tahun. Produksinya pada tahun 2019 mencapai 652.727 ton, kemudian meningkat pada tahun 2020 menjadi 667.473 ton, dan mengalami peningkatan kembali tahun 2021 menjadi 727.467 ton. Bersamaan dengan itu, budidaya tanaman pakcoi juga mengalami peningkatan. Populasi tanaman pakcoi mengamali penurunan yang sangat konsisten di Provinsi Banten dari tahun 2019 hingga tahun 2021. Tahun 2019 produksi tanaman pakcoi sebesar 7.403 ton, tahun 2020 mengalami penurunan menjadi 7,054 ton, dan tahun 2021 mengalami penurunan drastis menjadi 6.786 ton (BPS, 2021). Kondisi kesuburan tanah yang buruk dapat mengakibatkan berkurangnya produksi pakcoi. Oleh karena itu, sangat penting

menggunakan metode budidaya yang efisien untuk meningkatkan kesuburan tanah dan meningkatkan produksi pakcoi.

Permasalahan kesuburan tanah seringkali menjadi penghambat pengembangan tanaman di Indonesia. Pemanfaatan lahan secara terus-menerus untuk bercocok tanam akan menurunkan kematangan tanah baik dari segi sifat fisik, sintetik maupun alaminya. Solusi mengatasi kendala-kendala tersebut diperlukan perbaikan praktik budidaya melalui pemupukan. Untuk mengoptimalkan produktivitas tanaman dan meningkatkan kualitas tanaman, sangatlah penting untuk secara cermat memilih dan mengelola pupuk yang sesuai. Penggunaan pupuk organik diharapkan dapat memperbaiki kemampuan tanah menahan air dan sifat fisik tanah. Selain itu, merangsang aktivitas mikroba di dalam tanah sehingga meningkatkan kesuburan tanah (Kholidin *et al.*, 2016).

Pupuk organik adalah sejenis kotoran yang terdiri dari sisa-sisa tanaman, makhluk hidup, dan sisa-sisa manusia yang membusuk. Pupuk organik yang tersedia dalam struktur kuat atau cair, dimanfaatkan untuk memperbaiki sifat fisik, senyawa, dan alami tanah. Pupuk organik sejenis pupuk kandang berasal dari sumber alami, misalnya kotoran yang bertahan dari benda organik hidup seperti tumbuhan dan makhluk hidup. Unsur hara mikro dan makro terkandung dalam pupuk organik yang digunakan untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman. Pupuk terdiri dari beberapa bentuk termasuk pupuk organik (pupuk hijau, pupuk kandang, pupuk guano, dan kompos) (Handayani *et al.*, 2015).

Strategi alternatif untuk meningkatkan produksi pakcoi dan mengatasi permasalahan seperti menurunnya ketahanan tanaman, meningkatnya keracunan patogen dan unsur hara akibat penumpukan tanah, serta berkurangnya kesuburan tanah dari segi fisik, kimia, dan biologi adalah pemanfaatan kotoran hewan (pupuk kandang) sebagai bahan organik pupuk terhadap penyakit (Sanusi *et al.*, 2015). Kotoran kambing adalah pupuk organik yang bagus untuk menyuburkan tanaman pakcoi. Kotoran kambing mengandung berbagai senyawa

organik dan tidak berbahaya bagi ekosistem. Fungsinya untuk meningkatkan kualitas tanah, sumber daya yang melimpah dapat menurunkan biaya produksi dan meningkatkan hasil produksi.

Pemanfaatan kotoran kambing secara konsisten sangat mempengaruhi kekayaan tanah. Tanah subur akan mendukung perbaikan perakaran tanaman. Akar tanaman yang dibangun dengan baik mempunyai kemampuan lebih baik dalam menahan air dan nutrisi dari kotoran, sehingga menjamin pertumbuhan tanaman yang sempurna dan meningkatkan efisiensi. (Dinariani *et al.*, 2014). Penelitian Alvichir *et al.*, (2022), Pemanfaatan 50 ton kompos kambing per hektar berpengaruh nyata pada parameter pengamatan. Pemanfaatan pupuk organik baik alami maupun anorganik sangat penting untuk menjamin ketersediaan nutrisi yang cukup dan seimbang pada tanah. Umumnya, pupuk anorganik digunakan untuk menyediakan unsur hara penting seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), baik sebagai pupuk tunggal maupun majemuk. Pupuk majemuk NPK Mutiara (16:16:16) memiliki unsur hara esensial bagi tanaman.

Pemanfaatan pupuk majemuk NPK Mutiara (16:16:16) memberikan manfaat bagi tanaman karena menjamin kesesuaian pasokan dan keberhasilan penggunaan komponen nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) dalam senyawa NPK (Zein dan Zahrah, 2013). Pupuk majemuk NPK Mutiara 16:16:16 umum digunakan oleh petani (Kurniawati *et al.*, 2015). Pupuk ini mengandung 16% nitrogen (N), 16% kalium oksida (K₂O), dan 16% fosfor pentoksida (P₂O₅). Pupuk NPK Mutiara adalah perpaduan sinergis unsur hara makro penting yang memfasilitasi perkembangan tanaman secara optimal. Pemberian pupuk NPK 16:16:16 dengan takaran 450 kg per hektar memberikan hasil terbaik untuk beberapa matriks pengamatan (Sigit, 2020). Perlu dilakukan penelitian tambahan untuk mengkaji pengaruh pemberian pupuk kandang dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoi.

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat

Penelitian dilakukan dari Juni sampai Agustus 2023. Lokasi penelitian terletak di Desa Cikuya Karang Kitri, Desa Sindang Sari, Kecamatan Pabuaran, Kabupaten Serang. Ini merupakan lahan percobaan Fakultas Pertanian Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Lapangan bertempat pada ketinggian 117 meter di atas permukaan laut. Data yang terkumpul dianalisis lebih lanjut di Laboratorium Tanah dan Agroklimat, sebuah departemen di lingkungan Fakultas Pertanian Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Bahan penelitian

Bahan penelitian antara lain benih pakcoi hijau, pupuk NPK 16:16:16, kompos organik, pupuk kotoran kambing, dan insektisida Decis 25 ec.

Rancangan penelitian

Metode yang digunakan adalah rancangan acak kelompok (RAK) faktorial untuk mengetahui pengaruh 2 perlakuan yaitu kotoran kambing dan pupuk NPK 16:16:16. Variabel utama yang perlu dipertimbangkan adalah jumlah kotoran kambing (P), yang bervariasi pada empat tingkatan. P1 adalah 20 ton per hektar, dan setiap polibag berisi 141 gram. P2 sebanyak 30 ton per hektar dan setiap polibag berisi 212 gram. P3 sebanyak 40 ton per hektar dan setiap polibag berisi 283 gram. P4 adalah 50 ton per hektar, dan setiap polibag berisi 354 gram. Aspek kedua dengan pemberian dosis pupuk NPK mutiara 16:16:16 (C) pada empat taraf tertentu: Jumlah C1, C2, C3, dan C4 masing-masing 150 kg per hektar (1,1 gram per polibag), 300 kg per hektar (2,1 gram per polibag), 450 kg per hektar (3,2 gram per polibag), dan 600 kg per hektar (4,2 gram per polibag).

Persiapan tempat penelitian

Tempat dipersiapkan dimulai dengan perataan areal sekitar lahan dan pembersihan, lalu dengan penempatan untuk polibag harus dibersihkan dari semak belukar dan agar mempermudah kelancaran penelitiannya dan juga supaya tanaman mendapatkan asupan lebih dari sinar matahari.

Persiapan penyemaian benih

Benih pakcoy yang sudah dipersiapkan lalu direndam dengan air selama 3-5 menit lalu setelah itu benih disemai di tray semai sebanyak satu sampai dua benih per lubang.

Persiapan media tanam

Penggabungan kotoran kambing dengan bahan tanam selama 2 minggu sebelum tanam. Media tanam berupa tanah, pupuk kotoran kambing, dan pupuk NPK 16:16:16 sebagai perlakuan diaplikasikan sesuai dosis perlakuan. Kemudian tanah dan pupuk kotoran hewan kambing dicampur dengan rata, langkah selanjutnya memasukkan dalam *polybag* berdiameter 30 cm.

Penanaman atau pindah tanam

Perpindahan benih dilakukan apabila benih telah mencapai kematangan, kurang lebih 14 hari setelah tanam. Saat ini benih sudah siap untuk dipindahkan ke media tanam.

Aplikasi perlakuan

Kotoran kambing diaplikasikan 14 hari sebelum tanam. Pemupukan NPK 16:16:16 dilakukan dua kali secara berkala pada seluruh tanaman, tepatnya tujuh dan empat belas hari setelah tanam.

Parameter pengamatan

Pengamatan parameter pertumbuhan terdiri dari jumlah daun (helai), tinggi tanaman (cm), bobot basah tanaman (g), bobot kering tanaman (g), dan panjang akar (cm).

Analisis data

Semua data yang sudah diolah dilakukan proses analisis data dengan menggunakan sidik ragam 5% dengan uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf 5%.

Hasil dan Pembahasan

Tinggi tanaman

Ketinggian tanaman menjadi faktor penting dalam penentuan laju perkembangannya, yang terus meningkat seiring dengan pertumbuhan tanaman. Tabel 1 menyajikan data tinggi tanaman pakcoi (*Brassica rapa* L.) yang diberi dosis kotoran kambing dan pupuk NPK 16:16:16 yang berbeda.

Tabel 1. Rerata Tinggi Tanaman (cm) Pakcoi (*Brassica rapa* L.) Pemberian Pupuk Kotoran Hewan Kambing, Pupuk NPK 16:16:16

Umur Tanaman	Pupuk Kotoran Hewan Kambing (P)	Pupuk NPK 16: 16: 16(C)				Rata-rata
		C1	C2	C3	C4	
1 MST	P1	4,70	4,57	4,17	4,70	4,53 b
	P2	4,23	4,07	3,90	4,73	4,23 b
	P3	4,23	3,77	5,57	4,73	4,58 b
	P4	5,00	5,90	7,83	5,07	5,95 a
	Rata-rata	4,54	4,58	5,37	4,81	
2 MST	P1	3,93	5,70	6,00	6,30	5,48 d
	P2	6,80	6,67	7,23	7,30	7,00 c
	P3	8,23	8,63	9,57	9,53	8,99 b
	P4	10,17	10,30	11,37	10,53	10,59 a
	Rata-rata	7,28 b	7,83 ab	8,54 a	8,42 a	
3 MST	P1	10,87	14,17	17,00	4,93	14,24 b
	P2	13,50	14,33	15,50	14,53	14,47 b
	P3	11,73	13,10	15,67	16,37	14,22 b
	P4	14,50	13,60	19,23	16,77	16,03 a
	Rata-rata	12,65 c	13,80 c	16,85 a	15,65 b	
4 MST	P1	15,63	17,43	18,53	18,33	17,48 c
	P2	18,67	19,00	21,33	19,67	19,67 b
	P3	18,67	19,50	22,67	20,27	20,28 b
	P4	19,67	21,43	25,27	21,57	21,98 a
	Rata-rata	18,16 c	19,34 b	21,95 a	19,9 b	

Keterangan: Dari uji DMRT 5%, angka diikuti huruf sama kolom atau baris yang sama menyatakan perbedaan nyata.

Analisis ragam yang dilakukan pada umur 1 minggu setelah tanam (MST), 2 MST, 3 MST, dan 4 MST menunjukkan adanya pengaruh nyata kotoran kambing terhadap parameter tinggi tanaman. Hal ini disebabkan ketersediaan kotoran kambing yang cukup mencukupi kebutuhan unsur hara dan memudahkan pertumbuhan tanaman pakcoi. Penelitian yang dilakukan oleh Mukhtar *et al.* (2016) menurut temuan tersebut, penggunaan pupuk organik dapat menyebabkan peningkatan 0,08% kandungan nitrogen yang ada di dalam tanah. Pupuk organik mendorong pelepasan nitrogen secara bertahap ke dalam larutan tanah, sehingga tanaman sawi mudah menyerap dan memanfaatkannya. Proliferasi dan pemanjangan sel, terutama terjadi di dekat puncak pucuk, merupakan mekanisme utama yang bertanggung jawab terhadap pertumbuhan tinggi tanaman. Penambahan bahan organik yang mengandung nitrogen tinggi pada tanaman akan meningkatkan kadar nitrogen, merangsang aktivitas seluler, dan memperlancar fotosintesis. Alhasil, hal ini

berpotensi berdampak pada peningkatan tinggi tanaman.

Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan pemberian pupuk kandang kambing (P4) dengan dosis 354 g per polibag menghasilkan pengukuran tinggi tanaman paling nyata. Rata-rata tinggi tanaman mencapai 21,98 cm. Kotoran kambing sangat efektif dalam meningkatkan kadar unsur hara terutama dalam meningkatkan konsentrasi nitrogen (N) dari 0,17% menjadi 1,81%. Pemberian nitrogen berperan penting dalam merangsang pertumbuhan secara keseluruhan, yaitu perkembangan batang sehingga memudahkan peningkatan tinggi tanaman (Harahap *et al.*, 2021). Hasil analisis ragam menunjukkan tidak terdapat perubahan nyata secara statistik terhadap karakteristik tinggi tanaman tanaman pakcoi yang mendapat pupuk NPK 16:16:16 satu minggu setelah tanam (MST). Hipotesisnya adalah satu minggu setelah tanam (MST), pakcoi mungkin masih dalam tahap awal pertumbuhan dan

memerlukan waktu lebih lama untuk beradaptasi dengan lingkungannya. Selain itu, tanaman ini memiliki sistem perakaran yang terbatas, sehingga memudahkan penyerapan unsur hara dari tanah secara efisien. Tanaman muda memiliki kapasitas terbatas dalam menyerap unsur hara dari tanah secara efektif karena sistem perakarannya belum terbentuk sempurna (Jatsiyah *et al.*, 2020). Penyerapan unsur hara pada awal tanam belum ideal karena penggunaan pupuk yang konsisten dan jumlah yang tidak memadai pada setiap percobaan (Shofi, 2017).

Pemberian pupuk NPK 16:16:16 pada umur 2, 3, dan 4 minggu setelah tanam (MST) berpengaruh nyata terhadap matriks tinggi tanaman. Penggunaan pupuk yang mengandung komposisi 16% nitrogen, 16% fosfor, dan 16% kalium (NPK) meningkatkan kesuburan tanah dengan menyediakan unsur hara penting sehingga merangsang perkembangan tanaman. Bahri dan Waruwu (2020) menemukan bahwa penggunaan pupuk dengan proporsi yang tepat termasuk Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K) menyebabkan peningkatan pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Lebih lanjut, sebagaimana ditegaskan Mulyono (2014), nitrogen (N) berperan penting dalam mendorong perkembangan karakteristik vegetatif tanaman, seperti tinggi tanaman, diameter batang, dan produksi daun.

Penggunaan pupuk NPK 16:16:16 memberikan hasil yang paling menguntungkan, terutama bila menggunakan pupuk NPK 16:16:16 (C3) dengan takaran 3,2 g per polibag sehingga menghasilkan pertumbuhan sebesar 21,95 cm. Memberi tanaman nutrisi dalam jumlah yang tepat, khususnya nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), akan mendorong pertumbuhan tanaman ke atas. Peningkatan tinggi tanaman disebabkan oleh adanya unsur hara yang cukup dan seimbang, yaitu nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) (Sumarni *et al.*, 2012). Hal ini dikarenakan unsur hara tersebut merangsang pertumbuhan dan memperbanyak sel tumbuhan sehingga mengakibatkan bertambahnya tinggi tanaman.

Tidak terdapat hubungan nyata antara penggunaan pupuk kotoran kambing dan pupuk NPK 16:16:16 terhadap pertumbuhan tanaman pakcoi pada berbagai umur (1 MST, 2 MST, 3 MST, dan 4 MST). Fenomena ini disebabkan beberapa faktor, seperti pH tanah, ketersediaan air, dan intensitas sinar matahari, berpotensi mempengaruhi proses penyerapan unsur hara pada

tanaman. Tidak efektifnya pemberian kotoran kambing dalam meningkatkan tinggi tanaman, meskipun diberikan pupuk NPK 16:16:16, disebabkan kurangnya penyerapan unsur hara akibat kondisi lingkungan yang buruk. Penelitian Buntoro *et al.*, (2014) menunjukkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman pakcoi dipengaruhi faktor internal dan eksternal. Variabel internal mengacu pada unsur fisiologis dan genetik yang muncul dari dalam tanaman, sedangkan faktor eksternal meliputi pengaruh lingkungan disebabkan kekuatan eksternal yang bekerja pada tanaman. Pertumbuhan tanaman pakcoi sangat dipengaruhi faktor lingkungan khususnya suhu udara. Selama penelitian, tanaman pakcoi mendapat suhu udara berfluktuasi antara 23,89°C hingga 32,70°C, dan tingkat kelembapan 80,89. Kondisi yang ada menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman pakcoi dan aktivasi klorofil pada daunnya.

Jumlah daun

Jumlah daun merupakan parameter penting untuk menilai pertumbuhan tanaman selama fase vegetatif, karena daun memainkan peran penting dalam fotosintesis. Tabel 2 menyajikan jumlah rata-rata dedaunan. Terdapat hubungan statistik yang signifikan antara pemanfaatan kotoran kambing dengan matriks pengukuran jumlah daun pada saat penilaian varietas tanaman pakcoi yang dilakukan pada minggu ke-2, ke-3, dan ke-4 setelah tanam (MST). Namun dampaknya baru terlihat saat anak mencapai usia satu tahun. Kotoran kambing dapat memberikan nutrisi penting yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman pakcoi secara optimal. Menurut penelitian Suhesy dan Adriani (2014), tanaman memiliki kemampuan memperoleh semua nutrisi penting dari kotoran kambing.

Konsentrasi nitrogen (N) dalam pupuk mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap jumlah daun tanaman dan pertumbuhan struktur vegetatif. Nitrogen (N) merangsang perkembangan batang, akar, dan daun. Pemberian pupuk kandang kambing (P4) sebanyak 354 g per polibag (setara 11,42 lembar) memberikan pengaruh nyata terhadap hasil daun tanaman pakcoi. Hal ini dikarenakan kotoran kambing mengandung banyak unsur hara esensial, terutama nitrogen yang penting untuk pembentukan klorofil pada daun tanaman.

Hikmah (2015) menyatakan bahwa nitrogen mempunyai efek menguntungkan bagi tanaman, khususnya dalam merangsang pertumbuhan dan perkembangan daun. Selain itu, ia memainkan

peran penting dalam produksi klorofil, membantu proses fotosintesis, dan meningkatkan produktivitas daun tanaman secara keseluruhan..

Tabel 2. Rerata Jumlah Daun (helai) Pakcoi (*Brassica rapa* L.) pada Pemberian Pupuk Kotoran Hewan Kambing dan Pupuk NPK 16: 16: 16

Umur Tanaman	Pupuk Kotoran Hewan Kambing (P)	Pupuk NPK 16: 16: 16 (C)				Rata-rata
		C1	C2	C3	C4	
1 MST	P1	4,33	4,33	4,00	4,67	4,33 a
	P2	4,33	4,67	5,00	4,33	4,58 ab
	P3	4,33	4,00	4,33	4,67	4,33 a
	P4	4,33	4,67	7,00	5,00	5,25 a
	Rata-rata	4,33	4,42	5,08	4,67	
2 MST	P1	3,67 a	3,67 a	3,67 ab	3,67 ab	3,67 b
	P2	4,00 a	3,67 ab	4,33 ab	4,00 ab	4,00 b
	P3	3,67 ab	4,00 ab	4,67 a	4,00 ab	4,08 b
	P4	4,67 ab	6,00 ab	8,67 a	5,67 ab	6,25 a
	Rata-rata	4,00 b	4,33 b	5,33 a	4,33 b	
3 MST	P1	4,67	5,00	8,00	7,33	6,25 b
	P2	5,67	5,67	7,67	6,67	6,42 b
	P3	6,00	7,00	8,00	5,67	6,67 b
	P4	7,00	7,67	10,67	7,33	8,17 a
	Rata-rata	5,83 b	6,33 b	8,58 a	6,75 b	
4 MST	P1	5,67	8,33	11,33	10,00	8,83 b
	P2	8,00	8,67	11,67	10,33	9,67 b
	P3	8,33	9,67	11,00	10,33	9,83 b
	P4	9,67	10,00	14,00	12,00	11,42 a
	Rata-rata	7,92 c	9,17 b	12,00 a	10,67 b	

Keterangan: Dari uji DMRT 5%, angka diikuti huruf sama pada kolom yang sama menyatakan ketidaksamaan nyata.

Setelah dilakukan penelusuran menyeluruh terhadap beberapa varietas tanaman Pakcoi satu minggu setelah tanam (MST), diketahui bahwa pemberian pupuk NPK 16:16:16 tidak berpengaruh terhadap jumlah daun. Kemungkinan penjelasannya adalah tanaman Pakcoi saat ini sedang dalam tahap pengembangan pertama, tepatnya pada minggu ke-1 setelah tanam (WAP). Penelitian Mulyana (2021) mengungkapkan bahwa tanaman yang kurang berkembang memiliki sistem perakaran yang tidak efisien sehingga menghambat penyerapan unsur hara secara optimal melalui akar.

Penggunaan pupuk NPK 16:16:16 memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah daun yang diamati pada minggu ke-2, ke-3, dan ke-4 setelah tanam (MST). Ada anggapan luas bahwa penggunaan pupuk NPK 16:16:16 yang mengandung nitrogen konsentrasi tinggi berpotensi meningkatkan perkembangan

tanaman. Harahap (2019) menyatakan bahwa pupuk berbasis nitrogen meningkatkan perkembangan daun dan bertindak sebagai indikator pertumbuhan tanaman selama fotosintesis. Proses ini menghasilkan produksi asam amilat yang penting untuk pertumbuhan morfologi tanaman, terutama dalam pembentukan daun.

Pupuk NPK 16:16:16 menunjukkan efektivitas maksimal bila diaplikasikan pada perlakuan NPK 16:16:16 (C3), dengan dosis 3,2 gram per polibag (berisi 12 buah). Perlakuan tersebut berpengaruh besar terhadap jumlah daun yang diatur oleh konsentrasi fosfor (P) pada pupuk NPK 16:16:16. Fosfor sangat penting untuk sintesis ATP, molekul penting untuk proliferasi sel. Selain itu, penambahan kalium (K) pada pupuk berperan sebagai katalis enzim, mendorong produksi protein dan karbohidrat. Dalam penelitiannya, Manan dan Al Mahfudz (2015) menemukan bahwa

peningkatan penyerapan vitamin K oleh akar tanaman dapat menghasilkan kadar glukosa yang lebih tinggi sehingga merangsang perkembangan daun.

Berdasarkan analisis ragam, tidak terlihat adanya interaksi antara kedua sifat tersebut, kecuali pada umur 2 minggu setelah tanam. Fenomena yang diamati ini disebabkan oleh dampak sinergis dari kombinasi kotoran kambing dengan pupuk NPK 16:16:16, yang menghasilkan lingkungan pertumbuhan optimal yang mendorong pertumbuhan vegetatif yang kuat. Kotoran kambing meningkatkan pertumbuhan daun sehingga meningkatkan ketersediaan unsur hara. Menurut Septiana (2019), unsur hara nitrogen mempunyai peranan penting dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman, khususnya dengan mendorong perkembangan jaringan daun dan batang. Selain itu, jumlah daun juga dipengaruhi oleh faktor

genetik dan lingkungan.

Pertumbuhan tanaman pakcoi sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan khususnya sinar matahari. Selama penelitian, tanaman pakcoi mendapat paparan sinar matahari yang melimpah, suhu udara berfluktuasi antara 23,89°C hingga 32,70°C, dan tingkat kelembapan 80,89. Kondisi yang ada menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman pakcoi dan aktivasi klorofil pada daunnya.

Panjang akar

Panjang akar merupakan atribut terukur yang dievaluasi selama proses pemanenan. Ini digunakan untuk menilai respons akar terhadap keberadaan air dan nutrisi. Tabel 3 menampilkan rerata panjang akar tanaman pakcoi (*Brassica rapa* L.) bila diberi perlakuan kotoran kambing dan pupuk NPK 16:16:16 dengan jumlah yang bervariasi.

Tabel 3. Rerata Panjang Akar Tanaman (cm) Pakcoi (*Brassica rapa* L.) pada pemberian Pupuk Kotoran Hewan Kambing dan Pupuk NPK 16: 16: 16

Pupuk Kotoran Hewan Kambing (P)	Pupuk NPK 16: 16: 16:(C)				Rata-rata
	C1	C2	C3	C4	
P1	11,33 ab	11,22 ab	13,5 ab	10,67 bc	11,79 c
P2	11,50 ab	11,34 ab	11,83 ab	12,00 ab	11,71 c
P3	13,27 ab	13,00 ab	12,67 ab	13,17 ab	13,17 b
P4	13,67 a	14,00 ab	18,23 a	16,17 ab	15,74 a
Rata-rata	12,44 b	15,19 a	14,06 a	13,00 ab	

Keterangan: angka diikuti huruf sama pada kolom dan baris menunjukkan tidak berbeda nyata dari uji DMRT 5%.

Analisis ragam menunjukkan adanya pengaruh nyata kotoran kambing terhadap panjang matriks akar. Kepercayaan yang umum adalah bahwa keberadaan unsur hara memperbaiki sifat fisik tanah, memungkinkan akar tanaman mengakses unsur hara yang terletak lebih dalam di dalam tanah. Rahayu (2014) menekankan bahwa kotoran kambing berperan sebagai sumber pupuk bagi tanaman dan memperbaiki sifat fisik, biologi, dan kimia tanah sehingga mendorong pertumbuhan selada. Tingkat pH tanah berdampak pada pertumbuhan akar. PH yang terlalu rendah berdampak buruk pada akar dan berbahaya bagi tanaman. Tingkat pH di bawah 7, menunjukkan keasaman. Kisaran pH yang memberikan hasil terbaik adalah 6,5 hingga 7,5.

Penelitian terhadap tanah dan pupuk organik menunjukkan bahwa tanah asli

memiliki tingkat pH 5,25. Namun dengan pemberian pupuk organik atau kotoran kambing, kadar pH naik menjadi 7,90. Hal ini menggambarkan bahwa pemberian pupuk organik mempunyai kemampuan dalam memperbaiki pH tanah. Pupuk NPK 16:16:16 berpengaruh nyata terhadap karakteristik panjang akar, kemungkinan besar karena kemampuannya menyediakan unsur hara yang diperlukan untuk perkembangan akar tanaman. Menurut Utami *et al.*, (2019), unsur P pada tanaman terbukti meningkatkan pertumbuhan akar, mempercepat pembungaan, dan membantu pematangan benih dan buah. Interaksi yang terjadi jika feses kambing dan pupuk NPK 16:16:16 digabungkan sehingga berpengaruh pada pengukuran panjang akar.

Unsur hara yang terdapat pada kotoran kambing dan pupuk NPK dinilai cukup tersedia

dan seimbang untuk diserap oleh akar tanaman pakcoi. Kotoran kambing mengandung banyak unsur hara makro antara lain Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K), serta unsur hara mikro seperti Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Sulfur (S), Natrium (Na), Besi. (Fe), Tembaga (Cu), dan Molibdenum (Mo). Begitu pula dengan pupuk NPK yang terdiri dari unsur esensial nitrogen, fosfor, dan kalium. Baik kotoran kambing maupun pupuk NPK mengandung nitrogen dan fosfat, yang merangsang pertumbuhan akar.

Penelitian Sari *et al.*, (2018) menemukan bahwa unsur hara nitrogen dapat mendorong pertumbuhan organ vegetatif, khususnya pemanjangan akar. Ketersediaan nutrisi yang cukup meningkatkan pertumbuhan dan pemanjangan sel yang cepat, sehingga meningkatkan perkembangan akar. Suplementasi fosfor bermanfaat dalam merangsang pertumbuhan akar, membangun sistem akar yang kuat pada tanaman muda, dan

meningkatkan pertumbuhan vegetatif dan produktivitas tanaman. Selain itu, sebagaimana dikemukakan oleh Faizin *et al.* (2015), pemberian unsur hara fosfor pada akar tanaman mengakibatkan teraktivasi auksin, yaitu hormon yang memperlancar pertumbuhan akar.

Bobot basah tanaman

Berat basah tanaman merupakan faktor terukur yang didokumentasikan selama prosedur pemanenan. Matriks ini digunakan untuk menilai aktivitas metabolisme tanaman dan biomassa tanaman. Selain itu, terbukti bahwa kemampuan tanaman menyerap air dari media tanam berhubungan langsung dengan kesuburannya, sehingga menyebabkan peningkatan bobot basah secara signifikan. Tabel 4 menyajikan rata-rata berat segar tanaman *Brassica rapa* L. atau pakcoi setelah penggunaan pupuk kotoran kambing dan pupuk NPK 16:16:16.

Tabel 4. Rata-Rata Bobot Basah Tanaman (g) Pakcoi (*Brassica rapa* L.) pada Pemberian Pupuk Kotoran Hewan Kambing dan Pupuk NPK 16: 16: 16

Pupuk Kotoran Hewan Kambing (P)	Pupuk NPK 16: 16: 16:(C)				Rata-rata
	C1	C2	C3	C4	
P1	56,33	66,00	77,33	81,00	69,17 d
P2	88,00	87,33	93,67	102,67	92,42 c
P3	108,67	116,00	112,67	129,33	116,67 b
P4	139,00	146,67	171,67	159,00	154,08 a
Rata-rata	97,50 b	104,00 b	112,83 a	118,00 a	

Keterangan: angka diikuti huruf sama pada di sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%.

Bobot basah tanaman sangat dipengaruhi nyata oleh pemberian kotoran kambing, terbukti dari hasil analisis ragam. Hal ini disebabkan kebutuhan nutrisi tanaman terpenuhi. Menurut Yuliansyah *et al.* (2018), keberadaan dan keseimbangan unsur hara tanah mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap kadar air tanaman, yang pada akhirnya mempengaruhi produktivitasnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kotoran kambing memiliki kandungan karbon organik sebesar 39,58% dan terdiri dari nitrogen (1,81%), fosfor (1,29%), dan kalium (3,37%). Unsur hara tersebut cukup untuk memenuhi kebutuhan unsur hara tanah dan menjaga keseimbangan komposisi unsur hara. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penggunaan pupuk NPK 16:16:16 memberikan pengaruh nyata terhadap karakteristik berat air

tanaman.

Kemampuan tanaman pakcoi dalam mengasimilasi unsur hara dari tanah melalui akar menjadi penyebab tingginya kadar air. Selain itu, meningkatkan efisiensi fotosintesis pakcoi. Zulkifli *et al.*, (2022) menyatakan berat segar tanaman dipengaruhi penyerapan unsur hara melalui akar, dan selanjutnya disimpan di daun. Penerapan metode ini menghasilkan peningkatan massa biomassa daun yang signifikan. Selain itu, bobot tanaman juga dipengaruhi kapasitas akar dalam mengasimilasi unsur hara, suatu proses yang ditingkatkan dengan terbentuknya sistem perakaran yang kuat dan ekspansif. Lebih lanjut, sebagaimana disampaikan Hendri, (2015), pupuk NPK Mutiara 16:16:16 memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap berbagai jalur

metabolisme tanaman. Nitrogen mendorong pertumbuhan tanaman, sementara fosfor membantu transmisi energi di dalam sel tanaman, khususnya terkait dengan ADP dan ATP, dan juga mendukung pembentukan akar.

Selama tahap awal pertumbuhan, kalium berperan penting dalam meningkatkan kekuatan dan stabilitas jaringan tanaman, sehingga mencegah kerontokan daun dini. Selain itu, memfasilitasi transportasi protein karbohidrat ke berbagai bagian tanaman. Tidak ditemukan adanya hubungan nyata antara penggunaan kotoran kambing dan pupuk NPK 16:16:16 terhadap sifat fisik tanaman, khususnya bobot basah. Hasil ini merupakan konsekuensi dari ketidakmampuan kedua individu untuk berhasil berkolaborasi. Yulhasmir *et al.* (2021) menemukan bahwa pemrosesan beroperasi secara independen karena proses dekomposisi

progresif dan terbatasnya ketersediaan pemrosesan. Oleh karena itu, interaksi antar perlakuan tidak mempunyai dampak nyata terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Bobot kering tanaman

Berat kering tanaman merupakan faktor ukur yang diperoleh dengan cara menimbang tanaman setelah mengalami proses pengeringan setelah dipanen. Analisis berat kering tanaman dilakukan untuk menilai kondisi nutrisi tanaman dan berfungsi sebagai indikator pertumbuhan dan perkembangan terkait ketersediaan unsur hara esensial. Tabel 5 menyajikan rata-rata berat kering tanaman pakcoi (*Brassica rapa L.*) setelah diberi pupuk kotoran kambing dan NPK 16:16:16.

Tabel 5. Rata-Rata Bobot Kering Tanaman (g) Pakcoi (*Brassica rapa L.*) Pemberian Pupuk Kotoran Hewan Kambing dan Pupuk NPK 16: 16: 1

Pupuk Kotoran Hewan Kambing (P)	Pupuk NPK 16: 16: (C)				Rata-rata
	C1	C2	C3	C4	
P1	7,80 a	5,83 ab	7,37 ab	7,17 ab	7,04
P2	7,20 a	5,80 ab	5,90 ab	5,63 ab	6,13
P3	6,40 a	7,43 a	8,23 ab	7,17 ab	7,31
P4	5,77 a	4,17 bc	13,57 a	9,43 ab	8,23
Rata-rata	6,79 bc	5,81 c	8,77 a	7,35 b	

Keterangan: Angka diikuti oleh huruf sama pada kolom yang sama menyatakan berbeda tidak nyata dari uji DMRT taraf 5%.

Hasil analisis ragam memperlihatkan penggunaan kotoran kambing tidak memberikan pengaruh nyata secara statistik terhadap karakteristik berat kering tanaman. Fenomena ini dianggap disebabkan oleh degradasi kotoran kambing yang progresif. Nuro *et al.*, (2016) mengatakan bahwa pupuk organik menunjukkan sifat ketersediaan bertahap atau pelepasan bertahap akibat proses dekomposisi yang tertunda. Akibatnya, komponen pupuk organik dilepaskan secara perlahan dan konsisten dalam jangka waktu yang lama, sehingga membantu mengurangi hilangnya unsur hara akibat pencucian air.

Pemberian pupuk NPK 16:16:16 memberikan pengaruh nyata terhadap karakteristik berat kering tanaman yang ditunjukkan melalui analisis ragam data. Kehadiran unsur hara yang melimpah

meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman pakcoi, sehingga meningkatkan kemampuannya dalam mengasimilasi bahan kimia. Andri dan Wawan (2017) menemukan bahwa unsur hara yang diberikan berlimpah dan mampu dimanfaatkan untuk beberapa proses fisiologis tanaman, seperti tinggi tanaman, jumlah daun, berat air, berat kering, dan panjang akar. Arista *et al.* (2015) menegaskan bahwa nutrisi nitrogen (N), bersama dengan fosfor (P), digunakan dalam sintesis protein, karbohidrat, dan asam nukleat. Selain itu, kehadiran kalium (K) memfasilitasi pengiriman unsur hara penting ini, sehingga menghasilkan peningkatan signifikan pada biomassa tanaman secara keseluruhan. Komponen yang diperlukan adalah kalium (K), fosfor (P), dan nitrogen (N), yang mempunyai pengaruh nyata terhadap massa tanaman ketika dikeringkan.

Percobaan bertujuan untuk mengetahui perubahan karakteristik berat kering tanaman ketika diberi kombinasi pupuk kandang kambing dan pupuk NPK 16:16:16. Masuknya nitrogen dan fosfor dalam pupuk kandang kambing dan NPK merupakan faktor utama penyebab fenomena ini. Nitrogen dan fosfor termasuk unsur penting pada setiap sel hidup (Augustien dan Hadi, 2016). Fosfor berperan penting dalam membantu transmisi energi sel, yang menghasilkan peningkatan efisiensi kloroplas dan konversi glukosa lebih cepat. Fotosintesis berdampak langsung pada berat kering tanaman pakcoi. Berat kering merupakan ukuran kinerja pertumbuhan tanaman yang dapat diandalkan (Sarif et al., 2015). Pengukuran berat kering mencakup seluruh aktivitas metabolisme tanaman, termasuk proses penting seperti fotosintesis.

Kesimpulan

Penelitian menunjukkan bahwa kotoran kambing mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap berbagai karakteristik tanaman, termasuk kemampuannya menahan air, panjang akar, jumlah daun, dan tinggi tanaman. Begitu pula setiap variabel berpengaruh nyata pada penggunaan pupuk NPK 16:16:16. Kotoran kambing sebanyak 354 gram dan pupuk NPK 16:16:16 sebanyak 3,2 gram dicampur dalam polibag, terlihat adanya pengaruh nyata pada panjang akar, berat tanaman saat dikeringkan, dan jumlah tanaman daun dua minggu setelah tanam (MST).

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih peneliti ucapkan pada dosen pembimbing satu yaitu Andi Apriany Fatmawaty, Ir., M.P. dosen pembimbing dua yaitu Nur Iman Muztahidin, S.P., M.Sc. dosen penelaah yaitu Prof. Dr. Ir. Kartina A.M., M.P. telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis.

Referensi

Alvichri, F. Ani, N. Sofian, A. (2022). Uji pemberian Pupuk Kandang Kambing dan Konstruksi Pupuk Organik Cair (POC) Air Kelapa terhadap Pertumbuhan dan Hasil

Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Jurnal Agrofolium*, 2(1), 164-172. DOI: <https://doi.org/10.35329/ja.v2i1.3567>

Andri R.K., Wawan W. (2017). Pengaruh Pemberian Beberapa Dosis Pupuk Kompos (*Greenbotane*) Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis quineensis* Jacq) Di Pembibitan Utama. *JOM Faperta*, 4(2), 1–14.

Apriany, A. Ritawati, S. Noviyanti, L. (2015). Pengaruh Pemotongan Umbi Dan Pemberian Beberapa Dosis Pupuk NPK Majemuk terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium Ascolanicum* L.). *Jurnal Agrologia*, 4(2), 69-77. DOI: <http://dx.doi.org/10.30598/a.v4i2.201>

Arista D., Suryono & Sudadi. (2015). Efek Kombinasi Dari Pupuk N, P dan K Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Tanah pada Lahan Kering Alfisol. *Jurnal Agrosains*, 17(2), 49-52. DOI: <https://doi.org/10.20961/agsjpa.v17i2.18672>

Augustien, N. dan Hadi S. (2016). *Peranan Berbagai Komposisi Media Tanam Organik Terhadap Tanaman Sawi (Brassica juncea L.) Dipolibag*. [Skripsi]. UPN Veteran Jawa Timur.

Badan Pusat Statistik. (2021). *Produksi Tanaman Sayuran*. Badan Pusat Statistik. Jakarta.

Bahri S, Sutejo dan Waruwu S. (2020). Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Pakcoy (*Brassica rapa* L.) terhadap Jenis Media Tanam dan Dosis Pupuk NPK. *Jurnal Planta Simbiosis*, 2(1), 37-45. DOI: <https://doi.org/10.25181/jplantasimbiosa.v2i1.1614>

Barokah, R., Sumarsono dan A. Darmawati. (2017). Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Pakcoy (*Brassica Chinensis* L.) Akibat Pemberian Berbagai Jenis Pupuk Kandang. *Jurnal Agro Complex*, 1(3), 120-125. DOI: <https://doi.org/10.14710/joac.1.3.120-125>

Buntoro, B.H. Rogomulyo, R. Trisnowati, S. (2014). Pengaruh Takaran Pupuk Kandang dan Intensitas Cahaya Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Temu Putih (*Curcuma zedoaria* L.). *Jurnal Vegetalika*, 3(4), 29-39. DOI: <https://doi.org/10.22146/veg.5759>

- Damayanti, N.S. Widjanto, D.W., dan Sutarno. (2019). Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Akibat Dibudidayakan pada Berbagai Media Tanam dan Dosis Pupuk Organik. *Jurnal Agro Complex*, 3(3), 142-150. DOI: <https://doi.org/10.14710/joac.3.3.142-150>
- Dinariani, Y. B. Suwasono Heddy, dan Bambang Guritno. (2014). Kajian Penambahan Pupuk Kandang Kambing dan Kerapatan Tanaman yang Berbeda pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea Mays Saccharata* Sturt). *Jurnal Produksi Tanaman*, 2(2), 128-136.
- Faizin, N., Mardhiansyah, M., dan Yoza, D. (2015). *Respon Pemberian Beberapa Dosis Pupuk Fosfor Terhadap Pertumbuhan Semai Akasia (Acacia mangium Willd.) dan Ketersediaan Fosfordi Tanah*. [Doctoral dissertation]. Universitas Riau.
- Fiolita V., A Muin. dan Fahrizal. (2017). Penggunaan pupuk NPK Mutiara untuk Peningkatan Pertumbuhan Tanaman Gaharu (*Aquivalia spp*) pada Lahan Terbuka di Tanah Ultisol. *Jurnal Hutan Lestari*, 5(3), 850-857. DOI: <http://dx.doi.org/10.26418/jhl.v5i3.21839>
- Hadianto, W. Yusrizal. Resdiar, A. Marseta. A. (2020). Pengaruh Media Tanam dan Dosis Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.). *Jurnal Agrotek Lestari*, 6(2), 90-95. DOI: <https://doi.org/10.35308/jal.v6i1.2368>
- Handayani, S. H, A. Yunus dan A. Susilowati. (2015). Uji Kualitas Pupuk Organik Cair dari Berbagai Macam Mikroorganisme Lokal (MOL). *Jurnal EL-VIVO*, 1(3), 54-60.
- Harahap, F.A. (2019). *Pemberian Pupuk Kandang Sapi dan POC Air Limbah Rumah Tangga Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung Manis (Zea mays saccharata Sturt L.)*. [Skripsi]. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi. Medan.
- Harahap, F. S., Rafika, M., Ritonga, Z., Yana, R. F. (2021). Pemberian Pupuk Urea dan Pupuk Kandang Kambing pada Tanah Ultisol Bilah Hulu pada Pertumbuhan Produksi Tanaman Pakcoy. *Jurnal Ziraa'ah*, 46(2), 175-184. DOI: <https://doi.org/10.31602/zmip.v46i2.4169>
- Hendri, M. (2015). Pengaruh Pupuk Kandang Sapi dan Pupuk NPK Mutiara terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Terung Ungu (*Solanum melongena* L.). *Jurnal Agrivor Vol*, 14(2), 213-220. DOI: <https://doi.org/10.33084/anterior.v14i2.179>
- Hidayat, D. Abdul Rahmi, A. Syahfari, H. Astuti, P. (2020). Pengaruh Pupuk Kandang Kambing dan Pupuk Organik Cair Nasa Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Varietas Nauli F1. *Jurnal Agrifor*, 19(2), 329-346. DOI: <https://doi.org/10.31293/af.v19i2.4806>
- Hikmah, N. (2015). *Pemanfaatan Ekstrak Kulit Singkong dan Air Cucian Beras pada Pertumbuhan Tanaman Sirsak (Annona muricata L.)*. [Skripsi]. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Jatsiyah, V., Rosmalinda., Sopiana., dan Nurhayati. (2020). Respon Pertumbuhan Bibit Kopi Robusta Terhadap Pemberian Pupuk Organik Cair Limbah Industri Tahu. *Agrovital: Jurnal Ilmu Pertanian*, 5(2), 68-73. DOI: <https://doi.org/10.35329/agrovital.v5i2.1742>
- Kholidin, M., A. Rauf, dan H. N. Barus. (2016). Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica Juncea* L.) terhadap Kombinasi Pupuk Organik, Anorganik dan Mulsa Di Lembah Palu. *Jurnal Agrotekbis*, 4(1), 1-7.
- Kurniawati, H.Y., A. Kuryanto, dan Rugayah. (2015). Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair dan Dosis Pupuk NPK Majemuk Terhadap Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus*). *J. Agrotek Tropika*, 3(1), 30-35. DOI: <https://doi.org/10.23960/jat.v3i1.1894>
- Manan, A. A., dan Al Mahfudz, W. D. P. (2015). Pengaruh volume air dan pola vertikultur terhadap pertumbuhan dan hasil sawihijau (*Brassicae juncea* L.). *Jurnal Agroteknologi*, 12(1), 33-43. DOI: <https://doi.org/10.21070/nabatia.v12i1.1594>
- Muktamar, Z., Putri, D., dan Setyowati, N. (2016). *Reduction of Synthetic Fertilizer for Sustainable Agriculture: Influence of Organic and Nitrogen Fertilizer*

- Combination on Growth and Yield of Green Mustard. International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*, 6(3), 361-364. DOI: <https://doi.org/10.31227/osf.io/as6g2>
- Mulyono. (2014). *Membuat MOL dan Organik dari Sampah Rumah Tangga*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Mulyana, D. (2021). *Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kubis (Brassica oleraceae L.) Varietas Sehati F1 Akibat Pemberian Pupuk Limbah Jamur Tiram*. [Skripsi]. Fakultas Pertanian Universitas Singaperbangsa Karawang. Karawang.
- Nuro, et al. (2016). *Efek pupuk organik terhadap sifat kimia tanah dan produksi kangkung darat (Ipomea reptans Poir.)*. Prosiding Seminar nasional Hasil-Hasil PPM IPB.
- Rahayu, TB. Simanjuntak, BH., dan Suprihati. (2014). *Pemberian Kotoran Kambing terhadap Pertumbuhan dan Hasil Wortel (Daucus carota) dan Bawang Daun (Allium fistulosum L.) dengan Budidaya Tumpangsari*. *Jurnal Agric*, 26(1), 52-60. DOI: <https://doi.org/10.24246/agric.2014.v26.i1.p52-60>
- Rizal, S. (2017). *Pengaruh Nutrisi yang diberikan terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Pakcoy (Brassica rapa L.) yang di Tanam Secara Hidroponik*. *Jurnal Sainmatika*, 14(1), 38-44. DOI: <https://doi.org/10.31851/sainmatika.v14i1.112>
- Sanusi, A.A., Setyono dan Adimihardja, S.A. (2015). *Pertumbuhan dan Produksi Sawi Manis (Brassica juncea L.) pada Berbagai Dosis Pupuk Kompos Ternak Sapi dan Pupuk N, P dan K*. *Jurnal Agronida*, 1(1), 21–30. DOI: <https://doi.org/10.30997/jag.v1i1.125>
- Sari, E., Noli, Z. A., dan Suwirman. (2018). *Pengaruh Pupuk N dan Cekaman Kekeringan Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Artemisinin Tanaman Artemisia vulgaris L.* *J. Bio UA*, 6(2), 71-78. DOI: <https://doi.org/10.25077/jbioua.6.2.71-78.2018>
- Sarif, P., Hadid, A., dan Wahyudi, I., (2015). *Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (Brassicae juncea L.) Akibat Pemberian Berbagai Dosis Pupuk Urea*. *Jurnal Agrotekbis*, 3(5), 585-591. DOI: <http://dx.doi.org/10.56189/ja.v3i1.2292>
- Septiana, B. (2019). *Pupuk Urea dan Manfaatnya Bagi Tanaman*. Penyuluhan Pertanian Muda.
- Shofi. A. M. (2017). *Pengaruh pupuk kandang kambing terhadap pertumbuhan kedelai (Glycine max L. Merr) pada kadar air tanah yang berbeda*. [Skripsi]. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Sigit, A, P. (2020). *Aplikasi Pupuk Organik Cair Nasa dan NPK Mutiara 16:16:16 Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Pakcoy (Brassica rapa L.)*. [Skripsi]. Pekanbaru: Universitas Islam Riau.
- Suhsy, S. dan Adriani. (2014). *Pengaruh Probiotik dan Trichoderma Terhadap Hara Pupuk Kandang yang Berasal dari Feses Sapi dan Kambing*. *Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Peternakan*, 17(2), 45–53. DOI: <https://doi.org/10.22437/jiip.v17i2.2302>
- Sumarni, N., Rosliani, R dan Suwandi. (2012). *Optimasi Jarak Tanam dan Dosis Pupuk NPK untuk Produksi Bawang Merah dari Benih Umbi Mini di Dataran Tinggi*. *Jurnal Hortikultura*, 22(2), 147-154. DOI: [10.21082/jhort.v22n2.2012.p148-155](https://doi.org/10.21082/jhort.v22n2.2012.p148-155)
- Suparta, I Nyoman Yogi. (2012). *Aplikasi Jenis Pupuk Organik pada Tanaman Padi Sistem Pertanian Organik*. *E-jurnal Agroteknologi Tropika*, 1(2), 98-106.
- U.S. Department of Agriculture (USDA). (2019). <https://fdc.nal.usda.gov>. Cabbage, chinese (pak-choi), raw. Food Data Central.
- Utami, S., Marbun, R. P. and Suryawaty. (2019). *Pertumbuhan dan Hasil Bawang Sabrang (Eleutherine americana Merr.) Akibat Aplikasi Pupuk Kandang Ayam dan KCl*. *Jurnal Agrium*, 22(1), 52-55. DOI: <https://doi.org/10.30596/agrium.v22i1.3104>
- Yulhasmir. Sakalena, F. Darmawan, A. (2021). *Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kedelai (Glycine max L.) Pada Pemberian Pupuk Kandang Ayam dan NPK Majemuk*. *Jurnal Ilmiah Fakultas Pertanian*, 3(1), 20-29. DOI: <https://doi.org/10.58222/pucuk.v1i1.7>
- Yuliansyah, M. R. Maghfoer, M. D. Soelistyono,

- R. (2018). Pengaruh Naungan dan Pemberian Pupuk Kandang terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(2), 324-330.
- Zein, A. M dan S. Zahrah. (2013). Pemberian Sekam Padi dan Pupuk NPK Mutiara 16:16:16 Pada Tanaman Lidah Buaya (*Aloe barbadensis mill*). *Jurnal Dinamika Pertanian*, 28(1), 1-8.
- Zulkifli. Herianto. Lukmanasari, P. (2022). Respon Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) terhadap Aplikasi Kompos Ampas Kelapa dan NPK Mutiara (16:16:16). *Jurnal Dinamika Pertanian*, 38(1), 75-82.
DOI: [https://doi.org/10.25299/dp.2022.vol38\(1\).10431](https://doi.org/10.25299/dp.2022.vol38(1).10431)