

Jeni Dkk, 2024

EFEKTIVITAS KOMPOSISI RESIDU BIOCHAR DAN PUPUK ORGANIK TERHADAP TANAMAN BUNGA KOL

Magdalena Jeni¹⁾, Widowati¹⁾, Wahyu Fikrinda¹⁾*

¹⁾Fakultas Pertanian, Program Studi Agroteknologi, Universitas Tribhuwana Tunggaladewi, Jl. Telaga Warna, Tlogomas, Telp (0341) 565500, email:fikrindawahyu@unitri.ac.id

* Received for review August 30, 2024 Accepted for publication December 12, 2024

Abstract

Degraded soil that loses many nutrients becomes unproductive and is therefore less suitable for agriculture. One of the efforts to improve degraded soil is by adding organic materials, such as biochar and cow manure. Biochar as a soil ameliorant has been proven to improve the physical, chemical and biological properties of the soil. When combined with manure, plants production will be much more optimal. This study aims to study the effects of biochar residue and cow manure in the second planting season on the growth and yield of cauliflower plants in paddy fields. The study was conducted in August - October 2023 in Lowokwaru District, Malang City. The study used a 1-factor Randomized Block Design (RBD) which was a mixture of biochar residue and cow manure consisting of 7 treatments, namely P0 (control), P1 (100% cow manure), P2 (100% biochar), P3 (80% biochar: 20% cow manure), P4 (60% biochar: 40% cow manure), P5 (40% biochar: 60% cow manure), P6 (20% biochar: 80% cow manure). Based on the results of the study, the treatment of biochar residue and cow manure had a positive effect on the growth and yield of cauliflower plants. The treatment of 60% biochar residue: 40% manure (P4) was the best treatment for harvest results, namely the best crop and leaf weight of 485.89 g, crop weight of 274.11 g and harvest yield of 7.57 tons/ha compared to the control of 5.54 tons/ha.

Keywords: residue, rice husk biochar, cow manure, brassicaceae

Abstrak

Tanah yang terdegradasi dan kehilangan banyak unsur hara menjadi tidak produktif sehingga kurang baik untuk pertanian. Upaya perbaikan tanah terdegradasi tersebut salah satunya dengan penambahan bahan organik, seperti biochar dan pupuk kandang sapi. Biochar sebagai pembenah tanah telah terbukti dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Apabila dikombinasikan dengan pupuk kandang maka hasilnya pada tanaman akan jauh lebih maksimal. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari efek residu biochar dan pupuk kandang sapi pada musim tanam kedua terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bunga kol di tanah sawah. Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus – Oktober 2023 di Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) 1 faktor yaitu campuran residu biochar dan pupuk kandang sapi yang terdiri dari 7 perlakuan yaitu P0 (kontrol), P1 (pupuk kandang sapi 100%), P2 (biochar 100%), P3 (biochar 80%:pukan sapi 20%), P4 (biochar 60%:pukan sapi 40%), P5 (biochar 40%:pukan sapi 60%), P6 (biochar 20%:pukan sapi 80%). Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan residu biochar dan pupuk kandang sapi menghasilkan pengaruh positif terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bunga kol. Perlakuan residu biochar 60%:pupuk kandang 40% (P4) merupakan perlakuan terbaik pada hasil panen yaitu bobot krop dan daun terbaik sebesar 485.89 g, bobot krop sebesar 274.11 g dan hasil panen sebesar 7.57 ton/ha dibandingkan kontrol sebesar 5.54 ton/ha.

Kata kunci: residu, biochar sekam padi, pukan sapi, brassicaceae



Copyright © 2024 The Author(s)

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

Jeni Dkk, 2024

1. PENDAHULUAN

Sebagian besar lahan pertanian (sekitar tujuh puluh persen), pada lahan basah, lahan sawah, maupun lahan kering memiliki kandungan bahan organik tanah yang rendah kurang dari 2%. Akibatnya, mutu fisik dan kimiawi tanah telah menurun karena terabaikannya pengembalian bahan organik ke dalam tanah dan penggunaan pupuk kimia yang intensif pada lahan pertanian (Siregar, 2023). Berkurangnya bahan organik tanah akan menyebabkan penyusutan, bahkan di tempat-tempat tertentu kandungannya mencapai tingkat rawan. Hal ini akan menyebabkan lahan kurang produktif atau tingkat kesuburan rendah, sehingga lahan tidak lagi memiliki kemampuan untuk mendukung produktivitas tanaman. Meskipun demikian, sistem pertanian yang baik hanya dapat bertahan selama kandungan bahan organik tanah lebih dari 2%.

Sifat fisik, kimia, dan biologi tanah akan terpengaruh jika kandungan bahan organik rendah. Tanah yang terdegradasi dan kehilangan banyak unsur hara menjadi tidak produktif sehingga kurang baik untuk pertanian. Apabila tanah terdegradasi ini digunakan maka akan menyebabkan pertumbuhan dan hasil tanaman kurang optimal. Upaya perbaikan tanah terdegradasi tersebut salah satunya dengan penambahan bahan organik. Beberapa manfaat aplikasi penggunaan bahan organik terhadap sifat kimia tanah meliputi peningkatan Kapasitas Tukar Kation (KTK), penstabilan pH tanah, penyerapan dan penetralan logam berat, peningkatan ketersediaan fosfor, serta peningkatan aktivitas mikroorganisme. Beberapa aplikasi yang telah banyak dilakukan adalah aplikasi pupuk organik, penanaman tanaman penutup tanah, penggunaan mulsa organik, pengembalian sisa tanaman, aplikasi biochar, penggunaan limbah organik, serta rotasi dan pola tanam.

Pemberian pupuk organik pada tanah dan tanaman telah terbukti memberikan banyak manfaat. Menurut (Hartatik et al., 2015), pemberian pupuk organik akan memperbaiki sifat fisik, biologi dan kimia tanah. Perbaikan sifat fisik tanah yang dapat dilakukan pupuk organik adalah meningkatkan struktur tanah, memperbaiki kapasitas menahan air, meningkatkan porositas tanah, mengurangi kepadatan tanah, mengurangi erosi tanah, mengurangi keretakan tanah, dan memperbaiki drainase tanah. Adapun jenis pupuk organik yang dapat digunakan untuk tanaman dapat berasal dari tanaman maupun hewan. Jenis pupuk organik hewani berasal dari pupuk kandang hewan ternak seperti sapi, ayam, kambing. Penggunaan pupuk organik baik yang berasal dari tumbuhan (pupuk kompos) dan pupuk berasal dari hewan (pupuk guano, pupuk vermikompos, pupuk kandang ayam) memberikan pertumbuhan dan hasil produksi bunga kol yang sama dengan pemberian pupuk anorganik (urea 150 kg/ha, SP36 311 kg/ha, KCl 225 kg/ha) (Sudirman et al., 2022). Penelitian oleh (Mintarjo et al., 2018) mengindikasikan bahwa pemanfaatan pupuk kandang sapi sebanyak 7 ton per hektar (112,3 gram per tanaman) menghasilkan bunga kol dengan produksi lebih tinggi, yaitu sebesar 76,04 ton per hektar. Dari hasil penelitian Sudianto et al., (2018) menyatakan bahwa aplikasi pupuk kandang sapi pada tanaman dengan dosis 5 ton per hektar dapat meningkatkan tinggi tanaman dan dapat membantu memperbaiki tekstur dan struktur dari tanah. Berdasarkan hasil penelitian Purnama et al., (2024) pemberian pupuk kandang sapi 25 ton/ha memberikan hasil panen tertinggi yaitu 207.73 g sebanding dengan pupuk kandang kambing 25 ton/ha.

Salah satu bahan organik yang bermanfaat sebagai bahan pembenah tanah adalah biochar. Biochar merupakan arang hitam hasil dari pembakaran dengan proses pirolisis yang berasal dari sisa limbah pertanian, ternak dan biomassa lainnya (Sadzli dan Supriyadi, 2019). Biochar terdiri dari bahan berbasis karbon yang sangat stabil dan sulit untuk terdekomposisi serta mengalami mineralisasi (Rawat et al., 2019). Biochar juga dapat membantu pertumbuhan tanaman, mempertahankan nutrisi, memperbaiki sifat fisik dan biologis tanah serta memperbaiki kapasitas tanah dalam menahan air (W. Widowati et al., 2020). Pemberian biochar pada tanaman bunga kol tidak mempengaruhi bobot bunga kol per tanaman namun mempengaruhi diameter bunga kol lebih besar dibandingkan kontrol. Pemberian biochar 5 ton/ha meningkatkan diameter bunga kol sebesar 8.27 mm dan berbeda dibandingkan dengan perlakuan biochar lainnya dan kontrol (7.75 mm)

Jeni Dkk, 2024

(Neonbeni et al., 2020). Penelitian oleh Tribuyeni et al., (2016) menunjukkan bahwa perlakuan dengan pemberian biochar sebanyak 6 ton per hektar memberikan hasil optimal pada tanaman bunga kol, dengan peningkatan yang signifikan pada ukuran ketinggian tanaman, jumlah lembar daun yang terbentuk, luas area daun, ukuran diameter bunga, serta bobot total bunga. Biochar digunakan sebagai bahan tambahan dalam pengelolaan tanah pertanian karena memiliki kandungan karbon yang sangat tinggi, pH yang cukup tinggi, serta kestabilan yang optimal, porositas yang baik, dan area permukaan yang luas (Brassard et al., 2019). Penerapan residu biochar bersama dengan pupuk anorganik selama periode dua tahun dapat memperbaiki kolonisasi mikoriza pada tanaman dari kelompok leguminosa. Menurut hasil penelitian (Balun, 2023) menunjukkan perlakuan dengan komposisi perbandingan biochar 40% dan pupuk kandang kotoran sapi 60% menghasilkan komponen hasil dan hasil tanaman kacang hijau dengan jumlah daun 18,17 helai, tinggi tanaman 14,17cm, panjang polong 10,64cm, jumlah polong per tanaman 35,06, jumlah polong bernas 15,81 dan jumlah polong hampa 19,24, bintil akar 58,93, berat bobot biji kering 14,78 g, Berat Bobot 100 biji 6,82g, dan Hasil t/ha dengan populasi 125.000 tanaman 1,85 ton/ha. (Widowati et al., 2025), penerapan biochar, khususnya pada dosis antara 2-6%, memberikan dampak positif terhadap perkembangan tanaman cabai rawit dalam sistem irigasi tetes.

Pupuk kandang memiliki karakteristik yang berbeda dari bahan organik lainnya, di mana kualitasnya sangat dipengaruhi oleh rasio antara karbon dan nitrogen. Jika rasio karbon terhadap nitrogen dalam pupuk kandang sangat tinggi, maka proses penguraiannya akan memakan waktu lebih lama (Aisyah, 2016). Kompos memiliki peran penting dalam meningkatkan kualitas tanah dengan memperbaiki karakteristik fisik tanah, menambah kandungan tanah. Komponen bahan organik di dalam tanah memainkan peran krusial dalam menyediakan unsur hara dan juga mempengaruhi karakteristik fisik, biologis, serta sifat kimiawi tanah. Agar tanah dapat menjadi media tumbuh yang ideal, penting untuk memastikan bahwa tanah tersebut memiliki kondisi fisik dan kimia yang memadai dan sesuai, yang mendukung pertumbuhan akar tanaman serta memastikan aerasi dan kelembaban tanah, semua ini berkaitan erat dengan peran bahan organik. Oleh karena itu, diharapkan penelitian pada musim tanam kedua ini memberikan informasi mengenai pengaruh sisa bahan organik. Pengaruh residu biochar serta pupuk organik terhadap ketersediaan nutrisi yang esensial untuk mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman bunga kol.

2. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang. Penelitian dimulai bulan Agustus-Oktober 2023. Penelitian ini merupakan musim tanam kedua dari tanah sawah bekas pertanaman kacang hijau yang telah ditinggalkan ± satu tahun. Media tanam berasal dari pertanaman musim tanam pertama yaitu berasal dari tanah sawah, biochar dan pupuk kandang sapi sesuai dengan perlakuan. Media tanam kemudian digemburkan kembali dan dimasukkan ke dalam polybag baru ukuran 30 cm x 30 cm seberat 5 kg.

2.1 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah benih bunga kol varietas Larissa (PT. East West Seed), polybag ukuran 30 cm x 30 cm, pupuk NPK mutiara (15:15:15). Insektisida Decis 25 EC 50 ml. Sedangkan alat penelitian yang digunakan adalah cangkul, sekop, sprayer tangan, ember, timbangan analitik, jangka sorong, meteran. Alat lain yang digunakan adalah oven, kamera, serta alat tulis.

2.2 Metode

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) 1 faktor yaitu residu biochar dan pupuk kandang sapi yang terdiri dari 7 perlakuan yaitu P0 (kontrol), P1 (pupuk kandang sapi 100%) (biochar 50 kg), P2 (biochar 100%) (pupuk kandang sapi 50 kg), P3 (biochar 80%:pupuk kandang sapi 20%) (biochar 40 kg dan pupuk kandang sapi 10 kg), P4 (biochar 60%:pupuk kandang sapi 40%) (biochar 30 kg dan pupuk kandang sapi 20 kg), P5 (biochar 40%:pupuk kandang sapi 60%) (biochar 20 kg dan pupuk kandang sapi 30 kg), P6 (biochar

Jeni Dkk, 2024

20%:pukan sapi 80%) (biochar 10 kg dan pukan sapi 40 kg). Setiap perlakuan terdiri dari 3 ulangan dan 5 satuan percobaan sehingga total tanaman yang digunakan 105 tanaman. Hasil penelitian kemudian dianalisis menggunakan Analisis of Variance (ANOVA) apabila terdapat pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) pada taraf nyata 5%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pertumbuhan Vegetatif Bunga Kol

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan adanya pengaruh nyata perlakuan residu biochar dan pupuk kandang sapi terhadap parameter tinggi tanaman pada minggu ke 2-6 MST, jumlah daun pada minggu 2-6 MST, bobot basah brangkas dan bobot kering brangkas bunga kol (Tabel 1). Perlakuan residu biochar dan pupuk kandang sapi dengan beberapa persentase menunjukkan hasil pertumbuhan yang lebih baik pada parameter tinggi tanaman, jumlah daun, bobot basah brangkas dan bobot kering brangkas dibandingkan dengan perlakuan kontrol maupun perlakuan biochar 100%. Residu biochar dan pupuk kandang sapi dapat memberikan pengaruh yang lebih baik pada musim tanam kedua yang ditunjukkan dari hasil pertumbuhan tanaman bunga kol.

Tabel 1. Pengaruh Residu Biochar dan Pupuk Kandang Sapi terhadap Rata-rata Tinggi Tanaman, Jumlah Daun, Bobot Basah Brangkas dan Bobot Kering Brangkas Bunga Kol

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)		Jumlah Daun (Helai)		BB Brangkas (g)	BK Brangkas (g)
	2 MST	6 MST	2 MST	6 MST		
P0 (Kontrol)	16,04 b	33,19 ab	6,78 a	19,56 a	205,67 a	28,59 a
P1 (Pukan 100%)	16,11 b	34,12 b	7,78 b	19,89 b	210,89 ab	32,13 ab
P2 (Biochar 100%)	16,34 b	32,19 a	8,11 b	21,44 b	221,22 ab	37,91 b
P3 (Biochar 80%:Pukan 20%)	16,31 b	32,82 b	7,56 ab	21,89 b	222,89 ab	33,24 ab
P4 (Biochar 60%:Pukan 40%)	16,81 b	35,43 b	7,22 ab	21,11 b	235,67 b	38,41 b
P5 (Biochar 40%:Pukan 60%)	14,51 a	31,93 a	7,11 ab	21,22 b	226,67 b	36,70 b
P6 (Biochar 20%:Pukan 80%)	16,59 b	35,01 b	7,89 b	21,33 b	238,56 b	39,38 b
BNT (0.05)	1,29	2,17	0,83	1,38	18,77	6,71

Berdasarkan Tabel 1, pada parameter tinggi tanaman 2 MST menunjukkan bahwa perlakuan terbaik terdapat pada residu biochar 60%:40% pukan (P4) dan beberapa perlakuan persentase residu biochar dan pupuk kandang namun berbeda dengan perlakuan biochar 40%:60% pukan. Pertumbuhan tinggi tanaman semakin meningkat, pada 6 MST perlakuan terbaik juga terdapat pada residu biochar 60%:40% pukan (P4) yaitu sebesar 35.43 cm dan berbeda dengan perlakuan residu biochar 40%:60% pukan (P5), perlakuan biochar 100% sebesar 32.19 cm dan kontrol sebesar 33.19 cm. Pada parameter jumlah daun bunga kol 2 MST menunjukkan jumlah daun terbaik terdapat pada perlakuan biochar 100% sebesar 8.11 helai dan berbeda dibandingkan dengan kontrol yaitu 6.78 helai. Pada 6 MST, penambahan biochar memberikan pertambahan jumlah daun yang lebih banyak

Jeni Dkk, 2024

dibandingkan dengan kontrol maupun perlakuan dengan pemberian pupuk kandang sapi saja. Perlakuan dengan jumlah daun terbanyak terdapat pada perlakuan biochar 80%:pukan 20% (P3) yaitu sebesar 21.89 helai dan tidak berbeda dengan perlakuan lain selain kontrol yaitu 19.56 helai.

Berdasarkan penelitian Widowati et al., (2024) menunjukkan penambahan biochar dan kompos akan mampu menaikkan pH tanah dari agak masam menjadi netral. Kenaikan pH terjadi karena adanya dekomposisi bahan organik dari musim tanam sebelumnya sehingga pemberian biochar dan kompos akan melepaskan mineral berupa kation alkali (Ca, K) dan meningkatkan ion hidroksida sehingga terbentuk H₂O untuk menaikkan pH (Arifin et al., 2022). Selain terjadi peningkatan pH tanah maka terjadi peningkatan kandungan N yang akan mempengaruhi pertumbuhan vegetatif tanaman. Semakin tinggi unsur N maka akan mempengaruhi pertumbuhan vegetatif tanaman menjadi lebih tinggi (Pamungkas & Prasetya, 2017).

Pada parameter bobot basah brangkas, perlakuan yang memiliki bobot basah brangkas tertinggi terdapat perlakuan biochar 20%:pukan 80% (P6) namun tidak berbeda dengan perlakuan biochar 60%:pukan 40% (P4), perlakuan biochar 40%:pukan 60% (P5), namun berbeda dengan kontrol. Sedangkan pada parameter bobot kering brangkas, perlakuan tertinggi terdapat pada perlakuan biochar 20%:pupuk kandang sapi 80% (P6) diikuti dengan perlakuan P4, P2, P5, P3 dan P1. Sedangkan perlakuan dengan bobot kering brangkas terendah terdapat pada perlakuan kontrol yaitu 28.59 g. Bobot kering brangkas yang tinggi menunjukkan besarnya fotosintat yang digunakan untuk pertumbuhan tanaman baik vegetatif maupun generatif pada tanaman (Fauziah, 2021).

3.2 Hasil Panen Bunga Kol

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan adanya pengaruh nyata perlakuan residu biochar dan pupuk kandang sapi terhadap parameter diameter krop bunga kol, berat krop dan daun, berat krop serta produksi (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh Residu Biochar dan Pupuk Kandang Sapi terhadap Rata-rata Diameter Krop, Berat Krop dan daun, berat krop serta Produksi Bunga Kol

Perlakuan	Diameter Krop (cm)	Berat Krop&Daun (g)	Berat krop (g)	Produksi (ton/ha)
P0 (Kontrol)	41,04 a	418,89 ab	228,11 a	5.54 a
P1 (Pukan 100%)	42,07 ab	475,67 b	239,89 a	7.45 a
P2 (Biochar 100%)	43,26 b	455,22 b	233,78 a	6.08 a
P3 (Biochar 80%:Pukan 20%)	42,46 ab	424,33 ab	246,67 ab	6.41 a
P4 (Biochar 60%:Pukan 40%)	46,28 c	485,89 b	274,11 b	7.57 a
P5 (Biochar 40%:Pukan 60%)	45,02 bc	406,22 a	251,11 ab	6.24 a
P6 (Biochar 20%:Pukan 80%)	45,72 c	478,78 b	270,67 b	7.38 a
BNT (0.05)	1,29	48,65	28,62	1.82

Berdasarkan Tabel 2, pada parameter diameter krop menunjukkan perlakuan dengan diameter krop terbesar terdapat pada perlakuan biochar 60%:pukan 40% (P4) sebesar 46.28 cm dan tidak berbeda dengan perlakuan biochar 40%:pukan 60% (P5) sebesar 45.02 cm dan perlakuan

Jeni Dkk, 2024

biochar 20%:pukan 80% (P6) sebesar 45.72 cm. Sedangkan perlakuan yang memiliki diameter krop terkecil terdapat pada perlakuan kontrol (41.04 cm), perlakuan pukan 100% (42.07 cm), perlakuan biochar 100% (43.26 cm). Pada bobot krop dan daun, perlakuan yang menghasilkan bobot krop dan daun terberat terdapat pada perlakuan biochar 60%:pukan 40% (P4) sebesar 485.89 g dan tidak berbeda dengan perlakuan biochar 20%:pukan 80% (P5) sebesar 478.78 g. Sedangkan untuk parameter berat krop tanpa daun menunjukkan perlakuan biochar 60%:pukan 40% (P4) sebesar 274.11 g dan tidak berbeda dengan perlakuan biochar 20%:pukan 80% (P5) sebesar 270.67 g. Sedangkan perlakuan dengan bobot krop terendah terdapat pada perlakuan kontrol yaitu sebesar 228.11 g. Pada parameter produksi, menunjukkan bahwa perlakuan biochar 60%:pukan 40% (P4) menghasilkan produksi tertinggi yaitu sebesar 7.57 ton/ha dan produksi ini hampir sepadan dengan perlakuan biochar 20%:pukan 80% (P6) sebesar 7.38 ton/ha dan perlakuan pupuk kandang 100% yaitu sebesar 7.45 ton/ha. Sedangkan perlakuan kontrol menghasilkan produksi yang paling rendah sebesar 5.54 ton/ha.

Penambahan diameter bunga terjadi karena pertumbuhan generatif terjadi lebih dominan yang menyebabkan sel bunga mengalami pembelahan sel. Apabila unsur hara N, P dan K seimbang, maka penambahan diameter bunga akan terjadi lebih baik. Unsur K akan mempengaruhi pertumbuhan diameter bunga karena berperan dalam translokasi fotosintat (Winarso, 2005). Hasil panen pada penelitian ini bila dibandingkan dengan deskripsi varietas masih belum memenuhi potensi hasil. Varietas Larissa F1 memiliki potensi hasil sebesar 24-28 ton/ha, sedangkan hasil panen bunga kol dari hasil penelitian ini berkisar antara 5-7 ton/ha. Hasil kinerja biochar dan pupuk kandang cenderung lebih baik daripada perlakuan biochar saja maupun perlakuan pupuk kandang saja pada tanah marginal yang terkontaminasi logam berat maupun polutan organik (Qian et al., 2023). Berdasarkan hasil penelitian biochar masih memiliki efek yang baik pada musim tanam kedua. Pada penelitian musim pertama pada tanaman kacang hijau, perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan biochar 60%:pupuk kandang sapi 40%. Sedangkan pada musim tanam kedua, perlakuan terbaik juga masih sama. Hal ini sesuai dengan penelitian Ramadan et al., (2020) bahwa perlakuan biochar membutuhkan waktu yang lama untuk terdekomposisi di tanah.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan residu biochar dan pupuk kandang sapi menghasilkan pengaruh positif terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bunga kol. Perlakuan residu biochar 60%:pupuk kandang 40% (P4) merupakan perlakuan terbaik pada hasil panen yaitu bobot krop dan daun terbaik sebesar 485.89 g, bobot krop sebesar 274.11 g dan hasil panen sebesar 7.57 ton/ha dibandingkan kontrol sebesar 5.54 ton/ha.

5. DAFTAR PUSTAKA

Aisyah, N. (2016). *Memproduksi kompos dan mikro organisme lokal (MOL)*. Bibit Publisher.

Arifin, Z., Ma'shum, M., Susilowati, L. E., & Bustan, B. (2022). Aplikasi Biochar Dalam Mempengaruhi Aktivitas Mikrobial Tanah Pada Pertanaman Jagung Yang Menerapkan Pola Pemupukan Terpadu. *Prosiding Sainstek*, 4, 207–217.

Balun I I B. (2023). *Pengujian komposisi biochar dan pupuk organik pada tanaman kacang hijau (Vigna radiata L.) di tanah sawah*.

Jeni Dkk, 2024

- Brassard, P., Godbout, S., Lévesque, V., Palacios, J. H., Raghavan, V., Ahmed, A., Hogue, R., Jeanne, T., & Verma, M. (2019). Biochar for soil amendment. In *Char and carbon materials derived from biomass* (pp. 109–146). Elsevier.
- Fauziah, A. (2021). Fisiologi Tumbuhan. *Tulungagung: Biru Atmajaya*.
- Hartatik, W., Husnain, H., & Widowati, L. R. (2015). Peranan pupuk organik dalam peningkatan produktivitas tanah dan tanaman. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 9(2), 140352.
- Mintarjo, M., Pratiwi, S. H., & Arifin, A. Z. (2018). Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi Dengan Berbagai Takaran Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kubis (*Brassica oleraceae*, L.). *Jurnal Agroteknologi Merdeka Pasuruan*, 2(1), 28–33.
- Neonbeni, E. Y., Ceunfin, S., & Mau, T. T. (2020). The Effect of Rice Husk Biochar and The Composition of Chicken Film on Growth and Results of Flower Cubes (*Brassica oleraceae*, L.). *Savana Cendana*, 5(04), 65–67.
- Pamungkas, R. Y., & Prasetya, B. (2017). Pemanfaatan bakteri penambat N sebagai pupuk hayati dan pengaruhnyaterhadap serapan nitrogen tanaman kedelai pada Alfisol. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 4(2), 533–541.
- Widowati, P. A. Q., Praseyorini, L., Wilujeng, R., & Cahya, U. T. W. (2025). Optimizing the application of biochar to improve irrigation efficiency and enhance the growth of chili plants in loam soil. *Journal of Ecological Engineering*, 26(1).
- Purnama, V., Lusiana, L., & Racman, F. (2024). Pengaruh Berbagai Jenis Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Bunga Kol (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) Varietas PM 126 F1. *OrchidAgro*, 4(1), 16–23.
- Qian, S., Zhou, X., Fu, Y., Song, B., Yan, H., Chen, Z., Sun, Q., Ye, H., Qin, L., & Lai, C. (2023). Biochar-compost as a new option for soil improvement: Application in various problem soils. *Science of The Total Environment*, 870, 162024.
- Ramadan, G., Astina, A., & Susana, R. (n.d.). Respon Pertumbuhan dan Hasil Kedelai Terhadap Pemberian Kombinasi Pupuk Kandang Sapi dan Biochar Sekam Padi Pada Tanah Aluvial. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 10(2).
- Rawat, J., Saxena, J., & Sanwal, P. (2019). Biochar: a sustainable approach for improving plant growth and soil properties. *Biochar-an Imperative Amendment for Soil and the Environment*, 1–17.
- Sadzli, M. A., & Supriyadi, S. (2019). Pengaruh Biochar Sekam Padi dan Kompos Paitan (*Tithonia diversifolia*) terhadap Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) di Tanah Mediteran. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 12(2), 102–108.
- Siregar, M. A. R. (2023). *Peran Pertanian Organik Dalam Mewujudkan Keberlanjutan Lingkungan Dan Kesehatan Masyarakat*.

Jeni Dkk, 2024

- Sudianto, E., Ezward, C., & Mashadi, M. (2018). Pengaruh pemberian dolomit dan pupuk kotoran sapi terhadap pertumbuhan dan produksi padi sawah (*Oryza sativa* L.) Menggunakan tanah sawah bukaan baru. *Jurnal Sains Agro*, 3(1).
- Sudirman, S., Nurdalila, N., & Sumiahadi, A. (2022). Pengaruh pemberian berbagai pupuk organik padat terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kembang kol (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.). *Jurnal Pertanian Presisi (Journal of Precision Agriculture)*, 6(2), 161–174.
- Tribuyeni, T., Syahrudin, S., & Widiastuti, L. (2016). Pemberian biochar tempurung kelapa dan pupuk organik cair terhadap pertumbuhan dan hasil kubis bunga (*Brassica oleraceae* var. *Botrytis* L.) pada tanah gambut pedalaman. *AgriPeat*, 17(01), 1–10.
- Widowati, Agnes, Q.P., Linda, P, Retno, W., Utik, T.W.C. 2025. Optimizing the application of biochar to improve irrigation efficiency and enhance the growth of chili plants in loam soil. *Journal of Ecological Engineering*, 2025, 26(1), 66–82.
- Widowati, W., Nursia, A., & Fikrinda, W. (2024). EFEK SINERGI BIOCHAR-KOMPOS PADA TANAMAN KEDELAI (*Glycine max* L.) DI SAWAH. *Jurnal Agrotek Tropika*, 12(3), 549–561.
- Widowati, W., Sutoyo, S., Hidayati, K., & Wahyu, F. (2020). Biochar and organic fertilizer utilization in enhancing corn yield on various types of dryland. *Agriculture and Natural Resources*, 54, 665–672.
- Winarso S. (2005). *Kesuburan Tanah Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah*. Gava Media.