

Optimalisasi Kombinasi Biochar dan Pupuk Kotoran Ayam Terhadap Morfologis Bawang Putih (*Allium sativum* L.) di Tanah Alluvial

Sutikarini¹⁾, Mulyadi²⁾

Fakultas Pertanian, Universitas Panca Bhakti (Penulis 1, 2)

Email: sutikarini@upb.ac.id

Email: mulyadi@upb.ac.id

Abstract

Garlic (*Allium sativum* L.) plays a strategic role as a food and health ingredient for the Indonesian people, but the high gap between national production and domestic demand requires efforts to expand agriculture, particularly on potential alluvial land in West Kalimantan. This study aims to evaluate and determine the optimal combination dose of biochar and chicken manure fertiliser on garlic growth parameters and yield on alluvial soil. This study was conducted in South Pontianak District, Pontianak City. The research method was a Complete Randomised Design (CRD) Factorial. The first factor was the biochar dosage (5, 10 and 15 tonnes/ha) and the second factor was the chicken manure dosage (10, 20 and 30 tonnes/ha), resulting in 9 treatment combinations, namely b1p1, b1p2, b1p3, b2p1, b2p2, b2p3, b3p1, b3p2, and b3p3. The combination of biochar and chicken manure had a significant effect on the morphology (bulb diameter and plant height) of garlic in alluvial soil. Among the various variations, the b2p3 treatment (10 tonnes/ha of biochar and 30 tonnes/ha of chicken manure fertiliser) was identified as the most effective dose for optimising plant growth beyond the achievements of other dose combinations.

Keywords: Optimisation; Biochar, Chicken_Manure_Fertiliser; Morphology; Garlic; Alluvial

PENDAHULUAN

Bawang putih (*Allium sativum* L.) merupakan komoditas strategis bagi masyarakat Indonesia. Bawang putih merupakan satu diantara bumbu dasar utama dalam hampir seluruh kuliner nusantara yang memberikan aroma dan cita rasa khas. Secara medis, komoditas ini telah lama digunakan sebagai bahan pengobatan tradisional (jamu) untuk menurunkan tekanan darah, meningkatkan daya tahan tubuh termasuk mengatasi virus Covid-19, dan bertindak sebagai antibakteri alami berkat kandungan senyawa alkaloid, tanin, saponin, flavonoid dan allicin (Bataduwaarachchi *et al.*, 2025; Kristiananda *et al.*, 2022; Wahyuni *et al.*, 2023).

Dari sisi ekonomi, melalui data Badan Pusat Statistik (2024) produksi bawang putih Indonesia tahun 2023 hanya sebesar 39.254 ton, sedangkan kebutuhan domestik mencapai angka 554 ribu ton (Maharani *et al.*, 2024). Perbedaan data produksi dan kebutuhan bawang yang tinggi merupakan salah satu peluang untuk meningkatkan kegiatan ekstensifikasi pertanian khususnya pada lahan potensial di Kalimantan Barat tanah alluvial.

Kalimantan Barat memiliki luas tanah alluvial yang cukup luas yaitu sebesar 3,59 Juta hektar (BPS, 2020). Tanah alluvial menunjukkan berbagai keterbatasan dalam aspek sifat tanah baik secara fisik, kimia, maupun biologi, yang secara langsung menghambat keberhasilan budidaya bawang putih (Dwi Aryanti *et al.*, 2023; Masulili, Suryani, *et al.*, 2022; Masulili, Sutikarini, *et al.*, 2022; Suswati *et al.*, 2024). Aplikasi biochar dan pupuk kotoran ayam dalam pengelolaan budidaya intensif tanah alluvial merupakan teknologi yang diperlukan untuk memperbaiki kesuburan tanah dan meningkatkan produksi bawang putih.

Biochar adalah padatan kaya karbon, stabil, dan berpori yang dihasilkan melalui konversi termokimia biomassa dalam kondisi oksigen terbatas atau tanpa oksigen, yang biasanya disebut sebagai pirolisis (Lontsi *et al.*, 2024; Siddiqui, 2025; Sutikarini, Masulili, & Youlla, 2023). Keunggulan biochar terletak pada daya tahannya terhadap dekomposisi (Amare, 2023; Hidayat *et al.*, 2023). Biochar tahan terhadap dekomposisi dan dapat bertahan di tanah dalam jangka waktu yang lama dengan proses yang lebih lambat dibandingkan pupuk kandang, kompos, atau pupuk organik lainnya. Hal ini memungkinkan biochar untuk memberikan manfaat berkelanjutan dalam jangka panjang, termasuk kapasitas menyerap dan menyimpan unsur hara lebih lama sehingga dapat dimanfaatkan tanaman pada waktu yang tepat. Selain itu, biochar juga memiliki kemampuan sebagai bahan remediasi cemaran di lahan pertanian, menginduksi ketahanan tanaman, dan mengendalikan berbagai penyakit tanaman melalui modifikasi mikroba dalam tanah dan perubahan kesediaan nutrisi (Evizal & Prasmatiwati, 2023; Qin *et al.*, 2025).

Di sisi lain, pupuk kandang ayam merupakan sumber hara organik yang penting bagi pertumbuhan tanaman. Pupuk kandang ayam mengandung kadar unsur hara nitrogen, fosfor, dan kalium yang cukup tinggi,

yang berguna dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara dan memperbaiki struktur tanah yang sangat kekurangan unsur hara organik. Pemberian pupuk kandang ayam dapat meningkatkan jumlah unsur hara yang tersedia dalam tanah, mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman khususnya pada tanaman bawang putih. Pupuk kandang ayam juga memiliki keunggulan dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, meningkatkan porositas tanah, stabilitas agregat, dan daya serap air secara signifikan (Ferdo, Stepanus; Sri, Andayani; Setiawan; Sri, Rahayu; F, 2022; Mapegau *et al.*, 2023; Silalahi *et al.*, 2018; Supriyanto *et al.*, 2023).

Penelitian-penelitian terdahulu secara konsisten menunjukkan bahwa kombinasi biochar dan pupuk organik (termasuk kotoran ayam) memberikan peningkatan sifat tanah dan pertumbuhan tanaman yang lebih besar dibandingkan bila masing-masing faktor perlakuan (Bilhuda *et al.*, 2024; Indrawati & Al-Haddad, 2024; Nadiyah *et al.*, 2024; Olivia *et al.*, 2024). Meskipun terdapat berbagai penelitian tentang penggunaan biochar, pupuk kandang, dan kombinasinya pada berbagai jenis tanaman, namun informasi spesifik mengenai optimalisasi kombinasi biochar dan pupuk kotoran ayam terhadap pertumbuhan morfologis bawang putih di tanah alluvial masih sangat terbatas. Pertumbuhan morfologis bawang putih yang mencakup tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah siung, dan diameter umbi.

Permasalahan utama yang muncul dalam aplikasi di lapangan adalah belum adanya formulasi dosis kombinasi yang tepat yang mampu menghasilkan pertumbuhan maksimal tanpa menyebabkan imobilisasi hara. Ada kekhawatiran bahwa dosis bioarang yang terlalu tinggi dapat mengikat unsur hara terlalu kuat sehingga menghambat ketersediaannya bagi tanaman (unsur hara menjadi unavailable). Urgensi penelitian ini terletak pada perlunya transisi dari pola pemupukan konvensional menuju sistem manajemen hara terpadu yang berkelanjutan (SDGs). Penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus telah terbukti menurunkan kualitas fisik, kimia dan biologi tanah serta menurunkan produksi tanaman pada jangka panjang (Masulili, Sutikarini, *et al.*, 2022; Suryani *et al.*, 2023; Sutikarini, Masulili, Suryani, *et al.*, 2023). Kombinasi biochar dan pupuk kotoran ayam sebagai amandemen tanah dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah sekaligus meningkatkan produksi tanaman umbi seperti bawang putih, karena keduanya bekerja secara sinergis: biochar memperbaiki matriks tanah jangka panjang, sedangkan kotoran ayam memasok hara cepat tersedia dan aktivitas mikroba (Fauzan *et al.*, 2025; Liu *et al.*, 2021; Mulyadi & Sutikarini, 2025; Nadiyah *et al.*, 2024).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi dan menentukan dosis kombinasi biochar dan pupuk kotoran ayam yang paling optimal terhadap parameter pertumbuhan dan hasil bawang putih pada tanah aluvial. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan landasan ilmiah bagi pengembangan teknologi budidaya tanaman hortikultura yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Jl. Wonobaru Gg. Wonodadi 1 Kecamatan Pontianak Selatan, Kota Pontianak Provinsi Kalimantan Barat mulai dari bulan Juni – November 2025. Bahan yang digunakan berupa bawang putih varietas unggul (dataran rendah), biochar sekam padi, pupuk kotoran ayam, NPK, dan tanah ultisol. Alat yang digunakan berupa alat pirolisis, cangkul, gembor, meteran, hygrometer, timbangan analitik, alat tulis-menulis, alat dokumentasi.

Penelitian dirancang menggunakan metode eksperimen lapangan dengan pola Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial 2 faktor. Faktor pertama berupa dosis biochar yang terdiri dari 3 taraf yaitu : b1 = biochar dengan 5 ton/ha, b2 = biochar dengan 10 ton/ha, dan b3 = biochar dengan 15 ton/ha. Faktor kedua berupa dosis pupuk kotoran ayam yang terdiri dari 3 taraf yaitu : P1 = pupuk kotoran ayam 10 ton/ha, P2 = pupuk kotoran ayam 20 ton/ha, dan P3 = pupuk kotoran ayam 30 ton/ha. Dengan demikian ada 9 kombinasi perlakuan yaitu : b1p1, b1p2, b1p3, b2p1, b2p2, b2p3, b3p1, b3p2, dan b3p3. Masing-masing perlakuan diulang 3 kali dan setiap ulangan terdiri atas 4 sampel, maka jumlah keseluruhannya berjumlah 108 tanaman.

Tanah dalam penelitian ini adalah tanah aluvial dengan kedalaman 0 –20 cm, tanah lalu dikeringanginkan dan diayak dengan ayakan berukuran 0,5 x 0,5 cm. kemudian dimasukkan kedalam polybag berukuran 40 x 50 cm sebanyak 10 kg tanah, Pemberian kapur dolomit dilakukan 2 minggu sebelum tanam dengan dosis 10 gram/polybag (pH 7). Pembuatan biochar arang sekam dengan menggunakan alat pirolisis. Persemaian bawang putih melalui kegiatan prenursery (ditanam di *potray*) bibit yang baik untuk dipindahkan ke tempat tanam dalam kondisi sehat dan kuat. Perlakuan (kombinasi biochar dan pupuk kotoran ayam) diberikan dua minggu sebelum pindah tanam dengan cara dicampurkan ke media tanam. Penanaman

dilakukan saat umur bibit berusia 2 minggu. Kegiatan pemeliharaan meliputi penyiraman, penyiangan gulma dan pengendalian hama dan penyakit. Panen bawang putih dilakukan saat umur tanaman 120 hari setelah tanam (HST).

Variable yang diamati meliputi tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), jumlah siung umbi (butir) dan diameter umbi tanaman (mm). Data yang didapat dilakukan uji Anova metode rancangan acak lengkap faktorial lalu diuji lanjut apabila terdapat pengaruh nyata menggunakan uji BNJ taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Analisis keragaman kombinasi biochar dan pupuk kandang kotoran ayam terhadap tinggi tanaman (cm) pada bawang putih dapat dilihat pada tabel 1. Hasil penelitian keragaman kombinasi biochar dan pupuk kandang kotoran ayam berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman (cm) pada bawang putih. Faktor yang berpengaruh nyata adalah interaksi biochar dan pupuk kandang kotoran ayam, sedangkan faktor Tunggal (biochar dan pupuk kandang kotoran ayam) tidak berpengaruh nyata. faktor yang berpengaruh nyata dilakukan uji lanjut berupa uji BNJ disajikan pada tabel 2.

Tabel 1. Analisis Keragaman Kombinasi Biochar dan Pupuk Kandang Kotoran Ayam Terhadap Tinggi Tanaman (cm) pada Bawang Putih

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	8	118,06	14,76	2,59*	2,51	3,71
Faktor b	2	19,64	9,82	1,72 ^{tn}	3,55	6,01
Faktor p	2	18,23	9,11	1,60 ^{tn}	3,55	6,01
Interaksi b x p	4	80,19	20,05	3,52*	2,93	4,58
Galat	18	102,54	5,70			
Total	26	220,60				
KK		6,57				

Ket. : * = berpengaruh nyata; tn = tidak berpengaruh nyata

Sumber : Hasil olahan data, 2025

Tabel 2. Uji BNJ Faktor Interaksi Biochar dan Pupuk Kandang Kotoran Ayam Terhadap Tinggi Tanaman (cm) pada Bawang Putih

Perlakuan	Rerata Tinggi Tanaman (cm)
Interaksi b x p	*
b1p1	31,75 a
b1p2	36,83 bc
b1p3	36,83 bc
b2p1	35,50 ab
b2p2	36,17 bc
b2p3	39,67 c
b3p1	38,42 bc
b3p2	36,67 bc
b3p3	35,08 ab
BNJ 5% = 3,95	

Ket. : Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5 %

Sumber : Hasil olahan data, 2025

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa interaksi biochar dan pupuk kotoran ayam berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman bawang putih, meskipun faktor tunggal dari masing-masing perlakuan tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan. Kombinasi perlakuan b2p3 (biochar 10 ton/ha + pupuk kotoran ayam 30 ton/ha) menghasilkan tinggi tanaman tertinggi yaitu 39,67 cm, yang berbeda nyata dengan perlakuan kontrol b1p1 (31,75 cm). Hal ini sejalan dengan penelitian Bilhuda *et al.* (2024) yang menyatakan bahwa kombinasi biochar dan pupuk organik memberikan peningkatan pertumbuhan tanaman yang lebih besar

dibandingkan aplikasi tunggal. Efek sinergis ini terjadi karena biochar memperbaiki matriks tanah jangka panjang, sedangkan kotoran ayam memasok hara cepat tersedia dan meningkatkan aktivitas mikroba tanah.

Peningkatan tinggi tanaman pada kombinasi optimal disebabkan oleh perbaikan sifat fisik dan kimia tanah aluvial yang memiliki berbagai keterbatasan. Biochar memiliki kapasitas menyerap dan menyimpan unsur hara lebih lama sehingga dapat dimanfaatkan tanaman pada waktu yang tepat. Sementara itu, pupuk kotoran ayam mengandung kadar unsur hara nitrogen, fosfor, dan kalium yang cukup tinggi yang berguna dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara dan memperbaiki struktur tanah. Kombinasi b2p3 menunjukkan dosis optimal dimana tidak terjadi imobilisasi hara yang dapat menghambat ketersediaan unsur hara bagi tanaman.

Jumlah Daun

Analisis keragaman kombinasi biochar dan pupuk kandang kotoran ayam terhadap jumlah daun (helai) pada bawang putih dapat dilihat pada tabel 3. Hasil penelitian keragaman kombinasi biochar dan pupuk kandang kotoran ayam tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun (helai) pada bawang putih.

Tabel 3. Analisis Keragaman Kombinasi Biochar dan Pupuk Kandang Kotoran Ayam Terhadap Jumlah Daun (helai) pada Bawang Putih

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	8	3,55	0,44	1,18	2,51	3,71
Faktor b	2	1,05	0,53	1,40	3,55	6,01
Faktor p	2	0,07	0,03	0,09	3,55	6,01
Interaksi b x p	4	2,43	0,61	1,61	2,93	4,58
Galat	18	6,78	0,38			
Total	26	10,33				
KK		15,84				

Ket. : * = berpengaruh nyata; tn = tidak berpengaruh nyata

Sumber : Hasil olahan data, 2025

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa kombinasi biochar dan pupuk kotoran ayam tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun bawang putih. Hal ini dapat dijelaskan bahwa parameter jumlah daun lebih dipengaruhi oleh faktor genetik varietas bawang putih yang digunakan daripada faktor pemupukan. Koefisien keragaman sebesar 15,84% menunjukkan variasi data yang cukup tinggi, yang mengindikasikan adanya faktor lain di luar perlakuan yang mempengaruhi pembentukan daun.

Meskipun tidak berpengaruh nyata, nilai rerata jumlah daun pada semua perlakuan masih dalam kisaran normal untuk pertumbuhan bawang putih. Pupuk kotoran ayam memiliki keunggulan dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, serta meningkatkan porositas tanah dan daya serap air secara signifikan, namun pengaruhnya terhadap jumlah daun tidak terlihat signifikan dalam penelitian ini.

Jumlah Siung

Analisis keragaman kombinasi biochar dan pupuk kandang kotoran ayam terhadap jumlah siung (butir) pada bawang putih dapat dilihat pada tabel 4. Hasil penelitian keragaman kombinasi biochar dan pupuk kandang kotoran ayam tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah siung (butir) pada bawang putih.

Tabel 4. Analisis Keragaman Kombinasi Biochar dan Pupuk Kandang Kotoran Ayam Terhadap Jumlah Siung (siung) pada Bawang Putih

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	33,00	4,13	1,73	2,51	3,71	33,00
Faktor b	14,60	7,30	3,06	3,55	6,01	14,60
Faktor p	13,43	6,72	2,81	3,55	6,01	13,43
Interaksi b x p	4,97	1,24	0,52	2,93	4,58	4,97
Galat	43,00	2,39				
Total	76,00					
KK		8,96				

Ket. : * = berpengaruh nyata; tn = tidak berpengaruh nyata

Sumber : Hasil olahan data, 2025

Analisis keragaman menunjukkan bahwa kombinasi biochar dan pupuk kotoran ayam tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah siung bawang putih. Parameter jumlah siung merupakan karakter yang sangat dipengaruhi oleh faktor genetik varietas dan kondisi lingkungan selama fase pembentukan umbi. Meskipun kombinasi biochar dan pupuk organik secara konsisten dapat meningkatkan sifat tanah dan pertumbuhan tanaman, namun pengaruhnya terhadap jumlah siung tidak terlihat signifikan dalam penelitian ini.

Hasil ini mengindikasikan bahwa pembentukan siung bawang putih lebih responsif terhadap faktor internal tanaman dan kondisi iklim mikro daripada ketersediaan hara. Biochar yang tahan terhadap dekomposisi dan dapat bertahan di tanah dalam jangka waktu yang lama mungkin memerlukan waktu lebih lama untuk memberikan efek nyata pada parameter generatif seperti jumlah siung.

Diameter Umbi

Analisis keragaman kombinasi biochar dan pupuk kandang kotoran ayam terhadap diameter umbi (mm) pada bawang putih dapat dilihat pada tabel 5. Hasil penelitian keragaman kombinasi biochar dan pupuk kandang kotoran ayam berpengaruh nyata terhadap diameter umbi (mm) pada bawang putih. Faktor yang berpengaruh nyata adalah interaksi biochar dan pupuk kandang kotoran ayam, sedangkan faktor Tunggal (biochar dan pupuk kandang kotoran ayam) tidak berpengaruh nyata. faktor yang berpengaruh nyata dilakukan uji lanjut berupa uji BNJ disajikan pada tabel 6.

Tabel 5. Analisis Keragaman Kombinasi Biochar dan Pupuk Kandang Kotoran Ayam Terhadap Diameter Umbi (mm) pada Bawang Putih

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	8	151,84	18,98	3,71	2,51	3,71
Faktor b	2	31,75	15,88	3,11	3,55	6,01
Faktor p	2	23,92	11,96	2,34	3,55	6,01
Interaksi b x p	4	96,16	24,04	4,70	2,93	4,58
Galat	18	92,04	5,11			
Total	26	243,88				
KK		7,40				

Ket. : * = berpengaruh nyata; tn = tidak berpengaruh nyata

Sumber : Hasil olahan data, 2025

Tabel 6. Uji BNJ Faktor Interaksi Biochar dan Pupuk Kandang Kotoran Ayam Terhadap diameter umbi (mm) pada Bawang Putih

Perlakuan	Rerata Tinggi Tanaman (cm)
Interaksi b x p	*
b1p1	25,75 a
b1p2	30,83 b
b1p3	30,83 b
b2p1	30,00 b
b2p2	30,17 b
b2p3	35,17 c
b3p1	32,42 bc
b3p2	30,67 b
b3p3	29,08 ab
BNJ 5% = 3,74	

Ket. : Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5 %

Sumber : Hasil olahan data, 2025

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa interaksi biochar dan pupuk kotoran ayam berpengaruh nyata terhadap diameter umbi bawang putih. Kombinasi perlakuan b2p3 (biochar 10 ton/ha + pupuk kotoran ayam 30 ton/ha) menghasilkan diameter umbi terbesar yaitu 35,17 mm, yang berbeda nyata dengan perlakuan b1p1 (25,75 mm). Penelitian Liu et al. (2021) menunjukkan bahwa kombinasi biochar dan pupuk kandang ayam dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman secara signifikan.

Peningkatan diameter umbi pada kombinasi optimal disebabkan oleh sinergisme antara biochar dan pupuk kotoran ayam dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah sekaligus meningkatkan produksi tanaman umbi. Fauzan et al. (2025) menyatakan bahwa kombinasi biochar dan pupuk organik dapat meningkatkan kesuburan tanah secara signifikan. Biochar berperan dalam memodifikasi mikroba dalam tanah dan perubahan ketersediaan nutrient, sementara pupuk kotoran ayam meningkatkan ketersediaan unsur hara yang diperlukan untuk pembentukan dan pembesaran umbi. Dosis b2p3 menunjukkan titik optimal dimana ketersediaan hara mencapai level yang tepat untuk mendukung pembentukan umbi maksimal tanpa menyebabkan imobilisasi hara.

Kesimpulan

Interaksi antara pemberian biochar sekam padi dan pupuk kotoran ayam terbukti memberikan pengaruh nyata terhadap variabel pertumbuhan tinggi tanaman dan hasil diameter umbi bawang putih di tanah aluvial. Dosis kombinasi terbaik ditemukan pada perlakuan biochar 10 ton/ha dan pupuk kotoran ayam 30 ton/ha (b2p3), yang mampu meningkatkan performa tanaman secara optimal dibandingkan perlakuan control maupun kombinasi lainnya. Meskipun demikian, interaksi perlakuan tidak memberikan dampak signifikan terhadap parameter jumlah daun dan jumlah siung, yang mengindikasikan bahwa variabel tersebut lebih dipengaruhi oleh faktor genetik varietas dibandingkan manipulasi lingkungan tumbuh. Secara keseluruhan, aplikasi kombinasi biochar dan pupuk kotoran ayam pada taraf tersebut efektif memperbaiki produktivitas bawang putih di tanah aluvial dan dapat direkomendasikan sebagai strategi pemupukan organik untuk mendukung pertanian berkelanjutan.

REFERENSI

- Amare, E. M. (2023). *Biocha Soil Amendment: Effect on Soil, Crop Performance, and Diseases Resistance*. *International Journal on Food, Agriculture and Natural Resources*, 4(4). <https://doi.org/10.46676/ij-fanres.v4i4.204>
- Bataduwaarachchi, V. R., Liyanage, D. C. J., Hansanie, S. M. N., Perera, H. D. S. M., & D'Cruz, L. G. (2025). Therapeutic potential of Garlic (*Allium sativum* L.) on new models of asthma immune pathobiology: A review. In *Phytomedicine Plus* (Vol. 5, Issue 1). <https://doi.org/10.1016/j.phyplu.2025.100749>
- Billhuda, A. M., Riduan, A., & Junedi, H. (2024). Pengaruh Biochar Sekam Padi dan Pupuk Kandang Kotoran Ayam Terhadap Kesuburan Ultisol dan Hasil Kacang Tanah (*Arachis hypogea* L.). *Jurnal Media Pertanian*, 9(1). <https://doi.org/10.33087/jagro.v9i1.228>
- BPS. (2020). Provinsi Kalimantan Barat Dalam Angka 2020. In *BPS* (Vol. 0). <https://web-api.bps.go.id/download.php?f=X+68VpwFeGFyBoKf9cJn2TNyaEhqQIVhbkZiK3FlbWxmY09WVEF5MXpUN1FaSEdTTnJ4K1BDQkI3TENSTkoyU0s2Z3hicCtKMklfZnVwT0ZBWHppdXdHeC9VbEJ1cWFCanA3dnIYaHV3N3dhUC9Icnp3ZEYxTGdPdmpjVEJIMHJBaGpFbVRiWDZ2YzRIQnQ1RW50bUNTRHJbVNOVG52Y3>
- Dwi Aryanti, A., Surachman, S., & Listiawati, A. (2023). Pengaruh Biochar Tempurung Kelapa Dan Pupuk Npk Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Terung Gelatik Pada Tanah Aluvial. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 12(4), 998. <https://doi.org/10.26418/jspe.v12i4.67541>
- Evizal, R., & Prasmatiwi, F. E. (2023). Biochar: Pemanfaatan dan Aplikasi Praktis. *JURNAL AGROTROPIKA*, 22(1). <https://doi.org/10.23960/ja.v22i1.7151>
- Fauzan, M. I., Tumanggor, J. A. E., Arafat, S., Safitri, D., Irawan, A. F., & Arini, D. I. D. (2025). Enhancing saline soil fertility through biochar and organic manure combinations: An incubation study. *Journal of Ecological Engineering*, 26(9). <https://doi.org/10.12911/22998993/204560>
- Ferdo, Stepanus; Sri, Andayani; Setiawan; Sri, Rahayu; F, T. (2022). Pengaruh Pupuk Kandang Ayam dan NPK PAK TANI Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Terong (*Solanum melongena* L.) Pada Tanah Aluvial. *Jurnal Pertanian Dan Pangan*, 4(1), 1–9. <https://jurnal.polteq.ac.id/index.php/agrofood/article/view/101/76>
- Hidayat, W., Riniarti, M., Diantari, R., Talaumbanua, M., Suri, I. F., Utami, M. P., Saputra, B., & Alfaridzi, M. (2023). Teknologi Single Drum Kiln untuk Produksi Biochar Limbah

- Tongkol Jagung di Desa Bangun Sari, Pesawaran. *Jurnal Kreativitas Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM)*, 6(10). <https://doi.org/10.33024/jkpm.v6i10.11731>
- Indrawati, U. Y., & Al-Haddad, A. M. (2024). Pengaruh Pemberian Biochar Sekam Padi - Kotoran Ayam untuk Pertumbuhan dan Produksi Tomat di Lahan Gambut. *Vegetalika*, 13(2). <https://doi.org/10.22146/veg.85891>
- Kristiananda, D., Allo, J. L., Widyarahma, V. A., Lusiana, L., Noverita, J. M., Octa Riswanto, F. D., & Setyaningsih, D. (2022). AKTIVITAS BAWANG PUTIH (*Allium sativum* L.) SEBAGAI AGEN ANTIBAKTERI. *Jurnal Ilmu Farmasi Dan Farmasi Klinik*, 19(1). <https://doi.org/10.31942/jiffk.v19i1.6683>
- Liu, L., Li, J., Wu, G., Shen, H., Fu, G., & Wang, Y. (2021). Combined effects of biochar and chicken manure on maize (*Zea mays* L.) growth, lead uptake and soil enzyme activities under lead stress. *PeerJ*, 9. <https://doi.org/10.7717/peerj.11754>
- Lontsi, G. R. M., Djousse, B. M. K., Pernot, C., & Munson, A. D. (2024). Production and characterization of eight biochars originating from agricultural waste in Cameroon. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 26(5), 3280–3290. <https://doi.org/10.1007/s10163-024-02022-5>
- Maharani, M. R. D., Wulandari, S. P., Aryawan, F., & Nipu, D. K. (2024). ANALISIS POSISI DAN TINGKAT KETERGANTUNGAN IMPOR BAWANG PUTIH INDONESIA DI PASAR INTERNASIONAL. *JURNAL PERTANIAN CEMARA*, 21(2). <https://doi.org/10.24929/fp.v21i2.3874>
- Mapegau, Mukhsin, Hayati, I., & Setiawan, H. (2023). Pertumbuhan dan Hasil Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Pada Pemberian Pupuk Kandang Ayam dan Biochar Sekam Padi di Lahan Kering. *Jurnal Media Pertanian*, 8(1).
- Masulili, A., Suryani, R., & Sutikarini, S. (2022). Penggunaan Biochar dan Trichokompos untuk Pertumbuhan dan Hasil Padi pada Tanah Sulfat Masam. *Jurnal Teknotan*, 16(2). <https://doi.org/10.24198/jt.vol16n2.9>
- Masulili, A., Sutikarini, S., & Suryani, R. (2022). Dosis Kombinasi Bioarang Sekam Padi dan Berbagai Amandemen di Tanah Sulfat Masam. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 28(1). <https://doi.org/10.18343/jipi.28.1.123>
- Mulyadi, M., & Sutikarini, S. (2025). Optimisation of Rice Production on Tidal Lands through Ameliorant Technology. *International Journal of Multi Discipline Science (IJ-MDS)*, 8(1). <https://doi.org/10.26737/ij-mds.v8i1.6186>
- Nadiah, Firnia, D., Rusmana, & Rohmawati, I. (2024). PENGARUH PUPUK KOTORAN AYAM DAN BIOCAR ARANG SEKAM TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KANGKUNG DARAT (*Ipomea reptans* Poir) PADA MEDIA TANAH MASAM. *AgriPeat*, 25(02). <https://doi.org/10.36873/agp.v25i02.15290>
- Olivia, D. C., Yulies, U. S., & Alhaddad, A. M. (2024). PENGARUH PEMBERIAN AMELIORAN ORGANIK TERHADAP KETERSEDIAAN NPK TANAH DAN PERTUMBUHAN TANAMAN TERUNG PUTIH DI TANAH ALLUVIAL. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 13(2). <https://doi.org/10.26418/jspe.v13i2.74951>
- Qin, Y., Liang, Y., & Peng, Y. (2025). Coupled Influence of Magnetic Biochar and Solution Chemistries on Retention and Release of Nanoplastics in Porous Media. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(5). <https://doi.org/10.3390/ijms26052207>
- Siddiqui, S. (2025). Unlocking the environmental potential of biochar: production, applications, and limitations. In *Frontiers in Sustainable Food Systems* (Vol. 9). <https://doi.org/10.3389/fsufs.2025.1569941>
- Silalahi, M. J., Rumambi, A., Telleng, M. M., & Kaunang, W. B. (2018). PENGARUH PEMBERIAN PUPUK KANDANG AYAM TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN SORGUM SEBAGAI PAKAN. *ZOOTEK*, 38(2). <https://doi.org/10.35792/zot.38.2.2018.19909>
- Supriyanto, B., SusyLOWATI, & Rahmania, N. (2023). Pengaruh Kombinasi Pupuk Organik Kotoran Ternak Ayam dan Kambing Terhadap Pertumbuhan Tanaman Lidah Buaya (*Aloe vera* L.). *Jurnal Agroteknologi Tropika Lembab*, 6(1).

- Suryani, R., Sutikarini, S., Masulili, A., & Suyanto, A. (2023). Improvement of Corn Plant Yield Through the Application of Biochar and Trichocompost from Rice Harvest Waste. *International Journal of Multi Discipline Science (IJ-MDS)*, 6(2).
<https://doi.org/10.26737/ij-mds.v6i2.4641>
- Suswati, D., Murni, S. D., & Fadilla, U. (2024). PENGARUH PEMBERIAN PUPUK KANDANG SAPI TERHADAP SERAPAN HARA MAKRO DAN PRODUKSI TANAMAN JAGUNG PADA TANAH ALUVIAL. *AGROTEKSOS*, 34(1).
<https://doi.org/10.29303/agroteksos.v34i1.998>
- Sutikarini, S., Masulili, A., Suryani, R., Setiawan, S., & Mulyadi, M. (2023). Characteristics of Pineapple Waste as Liquid Organic Fertilizer and Its Effect on Ultisol Soil Fertility. *International Journal of Multi Discipline Science (IJ-MDS)*, 6(1).
<https://doi.org/10.26737/ij-mds.v6i1.3754>
- Sutikarini, S., Masulili, A., & Youlla, D. (2023). Pembuatan Biochar dan Pupuk Organik Untuk Budidaya Tanaman Anggur pada KWT Mentari Kota Pontianak. *Jurnal Pengembangan Dan Pengabdian Masyarakat Multikultural*, 1(3). <https://doi.org/10.57152/batik.v1i3.1086>
- Wahyuni, S., Anita, A., & Panjaitan, C. E. (2023). Manfaat Bawang Putih Tunggal untuk Meningkatkan Imunitas Tubuh Terhadap Virus dan Bakteri di Jalan Pimpinan Medan. *Jurnal Pemberdayaan Sosial Dan Teknologi Masyarakat*, 2(2).
<https://doi.org/10.54314/jpstm.v2i2.1080>