

Pengaruh *Biochar* TKKS dan Pupuk Nitrogen terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Varietas Nauli F1 pada Tanah Ultisol

The Effects of Oil Palm Empty Fruit Bunch Biochar and Nitrogen Fertilizer on the Growth of Pak Choy (*Brassica rapa* L.) cv. Nauli F1 on Ultisol Soil

Rudiyanto Nugraha, Rika Yayu Agustini, Winda Rianti

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Singaperbangsa Karawang

Correspondence Email: rika.agustini@faperta.unsika.ac.id

Abstrak

Ultisol merupakan tanah masam dengan kandungan hara yang relatif rendah sehingga diperlukan upaya perbaikan untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah pemanfaatan *biochar* tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang dikombinasikan dengan pupuk nitrogen. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh kombinasi dosis *biochar* TKKS dan pupuk nitrogen yang memberikan pertumbuhan optimal pada tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) varietas Nauli F1 pada tanah Ultisol. Penelitian dilakukan bulan Februari sampai Juli 2025 di lahan pertanian yang berlokasi di Jl. Raya Teluk Jambe, Sirnabaya, Telukjambe Timur. Metode penelitian menggunakan RAK faktor tunggal dengan 9 perlakuan dan 3 kali ulangan, sehingga jumlah seluruh unit percobaan adalah 27. Kombinasi perlakuan meliputi *biochar* 0, 10, dan 20 ton/ha serta pupuk nitrogen 0, 200, 300, dan 400 kg/ha yang disusun sebagai satu faktor perlakuan. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 5% apabila terdapat perbedaan nyata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi *biochar* TKKS dan pupuk nitrogen berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang pada umur 14, 21, dan 27 HST. Perlakuan I (*biochar* 20 ton/ha + pupuk nitrogen 400 kg/ha) menghasilkan tinggi tanaman 24,58 cm, jumlah daun 15,07 helai, dan diameter batang 7,65 mm pada umur 27 HST. Berdasarkan hasil penelitian, aplikasi *biochar* 20 ton/ha dan nitrogen 400 kg/ha berpotensi meningkatkan pertumbuhan tanaman pakcoy.

Kata kunci: Biochar, Pakcoy, Pupuk Nitrogen, Tanah Ultisol, Tandan Kosong Kelapa Sawit

Abstract

Ultisol is an acidic soil with relatively low nutrient content, requiring soil improvement efforts to support plant growth. One alternative is the application of oil palm empty fruit bunch (OPEFB) biochar combined with nitrogen fertilizer. This study aimed to determine the combination of OPEFB biochar and nitrogen fertilizer doses that provides optimal growth of pakcoy (*Brassica rapa* L.) cv. Nauli F1 grown on Ultisol soil. The study was conducted from February to July 2025 on agricultural land located on Jl. Raya Teluk Jambe, Sirnabaya, Telukjambe Timur. The research used a randomized complete block design (RCBD) with a single treatment factor consisting of nine treatments and three replications, resulting in 27 experimental units. The treatments consisted of combinations of OPEFB biochar at 0, 10, and 20 tons/ha and nitrogen fertilizer at 0, 200, 300, and 400 kg/ha. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA), followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at the 5% significance level when significant differences were detected. The results showed that the combination of OPEFB biochar and nitrogen fertilizer significantly affected plant height, number of leaves, and stem diameter at 14, 21, and 27 days after planting (DAP). Treatment I (20 tons/ha OPEFB biochar + 400 kg/ha nitrogen fertilizer) resulted in 24.58 cm plant height, 15.07 leaves, and 7.65 mm stem diameter at 27 DAP. The

Article History:

Submitted: 01-10-2025, Revised: 23-09-2026, Accepted: 25-09-2026, Published 30-09-2026



combination of 20 tons/ha OPEFB biochar and 400 kg/ha nitrogen fertilizer has the potential to improve pakcoy growth.

Keywords : Biochar, Pakcoy, Nitrogen Fertilizer, Empty Oil Palm Fruit Bunch, Ultisol Soil.

PENDAHULUAN

Jawa Barat merupakan salah satu wilayah strategis di Indonesia yang menjadi pusat pertumbuhan industri, termasuk industri kelapa sawit. Perkembangan industri tersebut menghasilkan limbah dalam jumlah besar, salah satunya tandan kosong kelapa sawit (TKKS). TKKS dapat mencapai sekitar 23% atau 230 kg dari setiap ton kelapa sawit yang diolah [1]. Selain itu, pabrik kelapa sawit dapat menghasilkan limbah TKKS dalam jumlah besar setiap harinya [2]. [3] Penimbunan TKKS yang tidak dikelola dengan baik berpotensi menimbulkan permasalahan lingkungan, antara lain melalui pembentukan lindi yang dapat memengaruhi kualitas tanah dan air [4]. Oleh karena itu, diperlukan upaya pemanfaatan TKKS menjadi produk yang memiliki nilai guna dan dapat mendukung kegiatan pertanian.

Salah satu teknologi pemanfaatan TKKS adalah pirolisis, yaitu proses pengolahan biomassa pada kondisi oksigen terbatas yang menghasilkan biochar [1]. [5] Biochar TKKS dapat dimanfaatkan sebagai pembenah tanah karena berpotensi memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah, meningkatkan kapasitas tukar kation, serta meningkatkan kemampuan tanah dalam mempertahankan air dan unsur hara [6]. Namun, pemanfaatan biochar sebagai pembenah tanah perlu dipadukan dengan pengelolaan hara yang sesuai agar kebutuhan

tanaman dapat terpenuhi. Salah satu unsur hara yang penting bagi pertumbuhan vegetatif tanaman adalah nitrogen karena berperan dalam pembentukan daun, protein, klorofil, dan proses fotosintesis [7].

Kombinasi *biochar* dan nitrogen menjadi relevan pada tanah Ultisol. Tanah Ultisol umumnya memiliki sifat masam dan kandungan hara yang relatif rendah sehingga menjadi salah satu kendala dalam pengembangan pertanian [8]. Luasan Ultisol yang cukup besar di Indonesia menunjukkan bahwa tanah ini memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai lahan pertanian, tetapi produktivitasnya perlu didukung melalui perbaikan sifat tanah dan pengelolaan hara yang tepat [9]. Pemberian *biochar* dapat membantu memperbaiki kondisi tanah, sedangkan pupuk nitrogen dapat menyediakan unsur N yang dibutuhkan tanaman untuk mendukung pertumbuhan vegetatif.

Penelitian mengenai penggunaan *biochar* pada tanaman pakcoy di tanah Ultisol telah dilakukan dan menunjukkan bahwa *biochar* dapat digunakan dalam upaya mendukung pertumbuhan tanaman pada kondisi tanah tersebut [10]. Di sisi lain, penelitian mengenai pemberian nitrogen pada tanaman pakcoy varietas Nauli F1 juga telah dilakukan untuk mengetahui respons pertumbuhan dan hasil tanaman terhadap dosis nitrogen [7]. Penelitian-penelitian tersebut

menunjukkan pentingnya *biochar* dalam perbaikan media tanam dan nitrogen dalam mendukung pertumbuhan pakcoy. Namun, kajian yang secara khusus menguji kombinasi dosis *biochar* TKKS dan pupuk nitrogen pada tanaman pakcoy varietas Nauli F1 yang ditanam pada tanah Ultisol masih perlu dikaji lebih lanjut. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai respons pertumbuhan pakcoy terhadap berbagai kombinasi dosis *biochar* TKKS dan pupuk nitrogen.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengujian sembilan kombinasi dosis *biochar* TKKS dan pupuk nitrogen sebagai satu faktor perlakuan pada tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) varietas Nauli F1 yang ditanam pada tanah Ultisol. Kombinasi perlakuan tersebut mencakup *biochar* TKKS 0, 10, dan 20 ton/ha serta dosis nitrogen 0, 200, 300, dan 400 kg/ha yang disusun sebagai satu faktor perlakuan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respons pertumbuhan tanaman pakcoy varietas Nauli F1 pada tanah Ultisol terhadap berbagai kombinasi dosis *biochar* TKKS dan pupuk nitrogen serta menentukan kombinasi perlakuan yang memberikan pertumbuhan tertinggi. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pemanfaatan TKKS sebagai *biochar* yang dikombinasikan dengan pupuk nitrogen dalam mendukung pertumbuhan pakcoy pada tanah Ultisol serta menjadi informasi pendukung bagi pengelolaan lahan dan pemanfaatan limbah biomassa secara lebih berkelanjutan.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di lahan pertanian yang berlokasi di Jl. Raya Teluk Jambe, Sirnabaya, percobaan dilakukan di lahan percobaan JL.Dusun Krajan Desa Sirnabaya, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat 41361. Percobaan dimulai pada bulan Februari sampai dengan Juli 2025.

Bahan yang digunakan yaitu: tanah ultisol, benih pakcoy, *biochar* TKKS, pupuk nitrogen (urea), pestisida dan air. Sedangkan alat yang digunakan yaitu: alat pirolisis *biochar*, polybag ukuran 30 x 30 cm, penggaris, tray semai, timbangan, meteran, *termohyrometer*, alat tulis, jangka sorong, kamera, serta peralatan lainnya.

Rancangan Percobaan

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan satu faktor perlakuan. Faktor perlakuan yang diuji berupa kombinasi dosis *biochar* tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dan pupuk nitrogen yang disusun menjadi 9 taraf perlakuan. Setiap taraf merupakan satu kombinasi perlakuan yang diuji secara langsung dan tidak dianalisis sebagai dua faktor yang terpisah. Perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 27 unit percobaan.

Tabel 1. Perlakuan Percobaan

Kode	Biochar TKKS (ton/ha)	Pupuk Nitrogen (kg/ha)
A	0	0
B	10	0
C	20	0

D	10	200
E	10	300
F	10	400
G	20	200
H	20	300
I	20	400

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada taraf 5%. Apabila uji F menunjukkan perbedaan nyata antarperlakuan, maka dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) taraf 5%. Variabel yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang.

Pelaksanaan Percobaan

Bahan baku *biochar* yang digunakan adalah TKKS. Pertama jemur bahan baku, setelah setengah kering kemudian di cacah dengan alat pencacah. Kadar air menurun dan ukuran semakin kecil akan mempercepat proses pirolisis. Sistem pirolisis yang digunakan adalah retort, alat ini dirancang untuk mengontrol suhu pirolisis secara presisi, sehingga dapat menghasilkan produk dengan kualitas tertentu. Keunggulan dari alat ini dapat meminimalkan kehilangan panas, sehingga proses karbonisasi lebih hemat energi. Proses pembakaran berlangsung ± 2 jam dengan suhu 400 °C - 500 °C, setelah itu didinginkan. Lalu di tumbuk dan diayak menggunakan saringan ukuran 60 mesh. Selanjutnya dimasukan ke polybag sesuai dengan perlakuan.

Media tanam yang digunakan yaitu kombinasi tanah ultisol dengan *biochar*.

Pengambilan tanah dilakukan dengan menggali tanah sedalam 30 cm kemudian tanah dicampurkan dengan *biochar* sampai homogen, lalu dimasukan kedalam polybag. Kemudian disusun dalam petak percobaan dan diberikan label perlakuan. Sebelum ditanami medianya didiamkan selama 14 hari untuk memastikan kondisi media yang optimal sebelum digunakan untuk menanam. Selanjutnya adalah penanaman setelah bibit berumur 14 hari sejak semai dan memiliki 2 hingga 4 helai daun sejati. Penanaman dilakukan dengan memindahkan tanaman ke polybag perlakuan dengan kedalaman lubang tanam 2-3 cm. Masing-masing lubang tanam ditanami satu bibit pakcoy. Selama 7 hari berikutnya dilakukan penyulaman agar populasi tanaman tidak berkurang dan pertumbuhan tanaman tetap seragam. Pemeliharaan selama penanaman yaitu penyiraman, pemupukan, penyiangan dan pengendalian organisme pengganggu tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman (cm)

Tinggi tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) memberikan pengaruh nyata umur 14, 21, 27.

Tabel 2. Rata-rata tinggi tanaman pakcoy

Perlakuan	Umur Tanaman		
	14 hst	21 hst	27 hst
A	8,13d	10,81e	13,79de
B	8,43d	11,37d	14,13de
C	8,82c	11,88c	14,55d
D	13,50b	18,51b	23,44c
E	13,77ab	18,84ab	24,01abc

F	14,09a	19,16a	24,12ab
G	13,48b	18,45b	23,83bc
H	13,77ab	18,58b	24,41ab
I	14,17a	19,21a	24,58a

Ket: Pada uji DMRT 5%, hasil pengamatan diikuti notasi huruf berbeda nyata pada kolom yang sama, mengindikasikan nilai berbeda nyata.

Hasil terbaik yaitu perlakuan I memberikan hasil tinggi tanaman, berbeda nyata dengan perlakuan A, B, C, D, G, dengan H pada umur 21, namun tidak berpengaruh nyata pada perlakuan lain. Pemberian *Biochar* dan nitrogen terbanyak mampu meningkatkan tinggi sebesar 24,58 cm.

Hal ini menunjukkan bahwa nitrogen sebagai unsur hara utama dan memegang peran kunci dalam pembentukan jaringan baru, pembelahan dan pemanjangan sel, pembentukan protein dan klorofil. Menurut [10], pemberian nitrogen meningkatkan proses fisiologis tanaman seperti fotosintesis dan respirasi. [11], juga menambahkan bahwa nitrogen mendorong pertumbuhan tinggi tanaman secara langsung dengan mempercepat pertumbuhan pucuk dan batang.

Pengaruh *biochar* terhadap tinggi tanaman juga sangat nyata, terutama pada dosis yang lebih tinggi (20 ton/ha). *Biochar* berfungsi sebagai pembenah tanah yang berperan dalam perbaikan struktur tanah, peningkatan KTK, serta optimalisasi retensi air dan hara [13]. Hal ini mengindikasikan bahwa *biochar* mampu menyediakan hara secara

bertahap dan menjaga kestabilan ketersediaan hara dalam zona perakaran [10]. Penelitian [14], menunjukkan bahwa kombinasi *biochar* dengan pupuk nitrogen mampu meningkatkan efisiensi penggunaan nitrogen dalam tanah Ultisol, yang pada dasarnya miskin hara dan memiliki pH rendah. [15], juga menyatakan bahwa *biochar* dapat mempercepat mineralisasi bahan organik, sehingga meningkatkan ketersediaan nitrogen dalam tanah.

Jumlah Daun (Helai)

Jumlah daun pakcoy (*Brassica rapa* L.) memberikan pengaruh nyata umur 14, 21, 27.

Tabel 3. Rata-rata jumlah daun tanaman pakcoy

Perlakuan	Umur Tanaman		
	14 hst	21 hst	27 hst
A	5,13e	6,33c	8,33c
B	5,67d	6,87c	8,87c
C	4,80e	6,47c	8,47c
D	6,13c	11,13b	14,27b
E	6,33bc	11,33ab	14,53ab
F	6,87a	11,87a	14,87ab
G	6,53abc	11,53ab	14,53ab
H	6,60ab	11,60ab	14,60ab
I	6,93a	11,87a	15,07a

Ket: Pada uji DMRT 5%, hasil pengamatan diikuti notasi huruf berbeda nyata pada kolom yang sama, mengindikasikan nilai berbeda nyata.

Hasil terbaik yaitu perlakuan I memberikan hasil tertinggi daun, berbeda nyata terhadap A, B, C, D dan E, namun tidak

berpengaruh nyata pada perlakuan lain. Kombinasi *biochar* dan nitrogen dosis tertinggi menghasilkan jumlah sebanyak 15,07 helai.

Peran nitrogen terbukti krusial dalam mendukung perkembangan organ vegetatif, terutama daun yang menjadi pusat aktivitas fotosintesis. [16], menyebutkan bahwa nitrogen mendorong pembentukan klorofil daun. [17], menyatakan bahwa pertumbuhan daun berkaitan dengan kapasitas fotosintesis, banyak daun yang terbentuk maka dapat dimanfaatkan tanaman untuk memproduksi energi dalam bentuk karbohidrat.

Pengaruh *biochar* juga cukup signifikan terhadap peningkatan jumlah daun, terutama saat dikombinasikan dengan nitrogen. Perlakuan *biochar* yang dikombinasikan dengan nitrogen dosis tinggi secara konsisten menghasilkan jumlah daun yang tinggi. Menurut [18], pori *biochar* berperan dalam mengoptimalkan sifat-sifat tanah, menjaga ketersediaan air, menahan berbagai unsur hara agar tidak mudah tercuci [19]. Menurut [20], *biochar* dapat menjaga ketersediaan nutrisi lebih lama di zona perakaran, sehingga penggunaan nitrogen yang mudah hilang melalui pencucian atau penguapan menjadi lebih efisien.

Diameter Batang (mm)

Diameter batang pakcoy (*Brassica rapa* L.) memberikan pengaruh nyata umur 14, 21, 27 hst.

Tabel 4. Rata-rata diameter batang pakcoy

Perlakuan	Umur Tanaman		
	14 hst	21 hst	27 hst
A	1,55b	2,05b	3,35e
B	1,74b	2,24b	3,54de
C	1,79b	2,29b	3,59d
D	2,97a	5,07a	7,17c
E	3,05a	5,15a	7,28ab
F	3,05a	5,15a	7,50ab
G	3,04a	5,14a	7,24c
H	3,10a	5,20a	7,30ab
I	3,13a	5,23a	7,65a

Ket: Pada uji DMRT 5%, hasil pengamatan diikuti notasi huruf berbeda nyata pada kolom yang sama, mengindikasikan nilai berbeda nyata.

Hasil terbaik yaitu pada perlakuan I memberikan hasil tertinggi diameter batang, perbedaan signifikan terhadap perlakuan A, B, dan C, dengan D, G umur 21, namun tidak berpengaruh nyata pada perlakuan lainnya. Pemberian *Biochar* dan dosis nitrogen tertinggi meningkatkan diameter batang sebesar 7,65 mm.

Keterkaitan antara nitrogen sebagai unsur makro penting dengan proses pembentukan jaringan tanaman berpengaruh langsung terhadap pertambahan diameter batang. Nitrogen dapat membantu proses pembelahan sel yang sangat penting untuk memperbesar ukuran batang tanaman pakcoy [21]. Menurut [22], nitrogen dalam bentuk pupuk urea mampu mengoptimalkan kemampuan tanaman dalam penyerapan unsur

hara lainnya, sehingga batang dapat tumbuh lebih optimal, baik dalam tinggi maupun diameter.

Penggunaan *biochar* sebagai bahan amelioran turut memperkuat efektivitas pemupukan nitrogen, karena dapat mengikat unsur hara sehingga tidak mudah hilang [23]. Meningkatnya efisiensi serapan nutrisi, tanaman dapat mengalokasikan lebih banyak energi untuk pembentukan jaringan batang [24]. *Biochar* dari TKKS mampu meningkatkan retensi air serta unsur hara di sekitar zona akar, sehingga penyerapan nutrisi dapat lebih efisien dan berkelanjutan [25]. Perlakuan dengan *biochar* tanpa nitrogen (perlakuan B dan C) memang belum menunjukkan hasil sebaik perlakuan dengan nitrogen tinggi, namun tetap memberikan diameter batang baik dibandingkan perlakuan A. Hal tersebut diduga bahwa *biochar* memiliki kontribusi dalam memperbaiki kondisi tanah Ultisol yang masam [26].

KESIMPULAN

1. Penggunaan *biochar* tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang dikombinasikan dengan pupuk nitrogen berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) varietas Nauli F1 pada tanah Ultisol, yang ditunjukkan oleh parameter tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang pada umur 14, 21, dan 27 HST.
2. Perlakuan I, yaitu kombinasi *biochar* TKKS 20 ton/ha dan pupuk nitrogen 400 kg/ha,

menghasilkan nilai rata-rata tertinggi pada seluruh parameter pertumbuhan yang diamati. Pada umur 27 HST, perlakuan tersebut menghasilkan tinggi tanaman 24,58 cm, jumlah daun 15,07 helai, dan diameter batang 7,65 mm.

PERNYATAAN PENGGUNAAN KECERDASAN BUATAN (ARTIFICIAL INTELLIGENCE)

Dalam penyusunan naskah ini, penulis menggunakan ChatGPT (OpenAI) sebagai alat bantu kecerdasan buatan untuk penyuntingan bahasa, penerjemahan abstrak ke dalam bahasa Inggris, perbaikan kejelasan dan struktur penulisan, serta penyuntingan teknis naskah.

ChatGPT tidak digunakan untuk menghasilkan atau memanipulasi data penelitian, membuat hasil penelitian, maupun menetapkan kesimpulan ilmiah secara mandiri. Seluruh keluaran yang dihasilkan oleh AI diperiksa secara kritis, disesuaikan, dan diverifikasi oleh penulis berdasarkan data penelitian, metode penelitian, serta sumber ilmiah yang digunakan. Penulis bertanggung jawab penuh atas keakuratan, orisinalitas, integritas, dan isi akhir naskah.

KONTRIBUSI PENULIS

Rudiyanto Nugraha: konseptualisasi penelitian, pelaksanaan penelitian, pengumpulan data, pengolahan dan analisis data, penyusunan naskah, serta revisi naskah.

Rika Yayu Agustini: pembimbingan penelitian, supervisi dan evaluasi pelaksanaan penelitian, serta peninjauan dan revisi naskah.

Winda Rianti: pembimbingan penelitian, supervisi dan evaluasi penelitian, serta peninjauan dan revisi naskah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Pertanian, Universitas Singaperbangsa Karawang atas dukungan yang diberikan selama pelaksanaan penelitian. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian, pengumpulan data, dan penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rafly NM, Riniarti M, Hidayat W, Prasetya H, Wijaya BA, Niswati A, et al. Pengaruh Pemberian Biochar Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Pertumbuhan Sengon (*Falcataria moluccana*). *J Trop Upl Resour*. 2022;4(1):1–10.
- [2] Gunawan DS, Pardosi R, Widodo T, Iqbal M, Africia ND, Saputri LH. Pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit dari produksi pabrik kelapa sawit cikasungka sebagai alternatif pembuatan tinta printer. *J Rekayasa Proses*. 2024;18(2):137–43.
- [3] Nirwan muhammad raihan alif. Desain Proses Pirolisis Untuk Produksi Biochar Dari Limbah Padat Tandan Kosong Kelapa Sawit. repository.ipb. 2024.
- [4] Sari DF. Pengolahan lindi tandan kosong kelapa sawit dengan metode Wetland pada PT. Kharisma Iskandar Muda Nagan Raya. 2023.
- [5] Panjaitan E, Sidauruk L, Manalu CJ, Sianturi PLL, Nainggolan LP. Pengaruh Komposisi Media Tanam (Tanah, Biochar dan Vermikompos) terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine Max L*). *Agrica Ekstensia*. 2023;17(2):84–93.
- [6] Iqbal M, Barchia F, Romeida A. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Melon (*Cucumis melo L.*) Pada Komposisi Media Tanam dan Frekuensi Pemupukan Yang Berbeda. *J Ilmu-Ilmu Pertan Indones*. 2019;21(2):108–14.
- [7] Indriani KR, Hadi RA, Sari FA. Pengaruh Dosis Nitrogen Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa L.*) Varietas Nauli F1. *J Greenation Pertan dan Perkenbunan*. 2024;2(2):42–50.
- [8] Pasang YH, Jayadi M, Neswati R. Peningkatan Unsur Hara Fospor Tanah Ultisol Melalui Pemberian Pupuk Kandang, Kompos Dan Pelet. *J Ecosolum*. 2019;8(2):86.
- [9] Handayani S, Karnilawati K, Meizalisna M. Sifat Fisik Ultisol Setelah Lima Tahun Di Lahan Kering Gle Gapui Kecamatan Indrajaya Kabupaten Pidie. *J Agroristek*. 2022;5(1):1–7.
- [10] Panataria LR, Sihombing P, Sianturi B. Pengaruh Pemberian Biochar dan Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassica*

- rapa L.*) pada Tanah Ultisol. J Ilm Rhizobia. 2020;2(1):1–14.
- [11] Shrestha J, Chaudhary A, Pokhrel D. Application of nitrogen fertilizer in maize in Southern Asia: a review. Peruvian J Agron. 2018;2(2):22.
- [12] Marlina, Nelvia, Armaini. Ameliorasi Tanah Gambut dengan Berbagai Limbah Industri Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Dua Varietas Jagung (*Zea mays L.*). J Agroteknologi. 2017;7(2):21–8.
- [13] Setiawan B, Ramanda RF, Nurhayati. Perubahan Karakteristik Kimia Tanah Aluvial Akibat Pemberian Biochar Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Fly Ash Batu Bara. J Agrik. 2025;36(1):79–88.
- [14] Yulnafatmawita, Zakir Z, Refdinal, Farda E. The Effects of Biochar and Manure on Some Soil Characteristics and Growth of Garlic [*Allium Sativum L.*] on Ultisols. IOP Conf Ser Earth Environ Sci. 2021;741(1):1–8.
- [15] Wiskandar. Pengaruh Abu Terbang Batubara dan Pupuk Kandang Terhadap lahan Bekas Tambang Batubara. Agroteknologi. 2020;5(1):1689–99.
- [16] Su'ud M, Lestari DA. Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays L.* terhadap Konsentrasi dan Interval Waktu Pemberian Pupuk Organik Cair Bonggol Pisang. J Ilm Pertan. 2018;5(2):37–52.
- [17] Draseffi DL, Basuki N, Sugiharto N. Karakterisasi Beberapa Galur Inbreed Generasi S5 pada Fase Vegetatif Tanaman Jagung (*Zea mays L.*). Produksi Tanam. 2015;3(3):218–24.
- [18] Safitri IN, Setiawati T, Bowo C. Biochar Dan Kompos Untuk Peningkatan Sifat Fisika Tanah Dan Efisiensi Penggunaan Air. Techno J Penelit. 2018;7(1):116.
- [19] Kusman H, Mulyati, Suwardji. The Use of Biochar for Improving Soil Quality and Environmental Services. J Biol Trop. 2024;24(4):147–56.
- [20] Ananda KD, Sapanca PLY, Pratiwi ENP, Elo DA. Pengaruh Pemberian Dosis Biochar Tempurung Kelapa Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Sawi Pakcoy (*Brassica Rapa L.*). Agrimeta J Pertan Berbas Keseimbangan Ekosist. 2023;13(26):20–4.
- [21] Samadi DF. Pengaruh pupuk organik granular dan NPK black ion terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman bengkuang (*Pachyrhizus erosus*). Universitas Islam Riau. 2020.
- [22] Syofiani R, Oktabriana G. Aplikasi Pupuk Guano Dalam Meningkatkan Unsur Hara N, P,K dan Pertumbuhan Tanaman Kedelai Pada Media Tanam Tailing Tambang Emas. Pertanian. 2017;3(2):98–103.
- [23] Bariyyah K, Suparjono S, Usmadi U. Pengaruh Kombinasi Komposisi Media Organik dan Konsentrasi Nutrisi terhadap Daya Hasil Tanaman Melon (*Cucumis melo L.*). Planta Trop J Agro Sci. 2015;3(2):67–72.

- [24] Novak JM, Busscher WJ, Watts DW, Amonette JE, Ippolito JA, Lima IM, et al. Biochars impact on soil-moisture storage in an ultisol and two aridisols. *Soil Sci.* 2017;177(5):310–20.
- [25] Bekchanova M, Campion L, Bruns S, Kuppens T, Lehmann J, Jozefczak M, et al. Biochar improves the nutrient cycle in sandy-textured soils and increases crop yield: a systematic review. *Environ Evid* [Internet]. 2024;13(3):1–34. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13750-024-00326-5>
- [26] Sari WK, Malik PA. The effects of application of biochar from oil palm empty fruit bunches on chemical properties of ultisols and the growth of cacao seedlings. *J Kultiv.* 2023;22(2):157–67.