



The Effect of Biochar Application on Soil Under Bamboo Stands on Nutrient Accumulation in the Plant Tissues of Mustard Greens (*Brassica juncea*)

Dampak Pemberian Biochar Pada Tanah Dibawah Tegakan Bambu Terhadap Akumulasi Unsur Hara Dalam Jaringan Tanaman Sawi (*Brassica juncea*)

Retno Sulistiyowati^{1*}, Pramuditya Fahni Dwicaksono², Ida Sugeng Suyani³
^{1,2,3} Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Panca Marga
*Corresponding author: retnosulistiyowati2675@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini diselenggarakan dengan maksud untuk mengkaji pengaruh penambahan biochar pada tanah dibawah tegakan bambu terhadap peningkatan seraoan unsur hara pada jaringan tanaman sawi. Interaksi antara empat jenis biochar dan dua varietas tanaman sawi dieksplorasi dalam sebuah penelitian yang diselenggarakan di Desa Jrebeng Wetan, Kedopok, pada periode Januari–April 2024. Penelitian yang dilaksanakan pada ketinggian +7 Mdpl dengan kondisi suhu 26°–32°C dan curah hujan 1800 mm/tahun ini menerapkan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan empat ulangan. Mengacu pada temuan penelitian dapat dinyatakan bahwa pengaruh perlakuan macam biochar dibawah tegakan bambu tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi. Terdapat adanya respon yang signifikan dari tanaman sawi akibat pemberian macam biochar. Terjadi interaksi antara pemberian macam biochar pada tanah dibawah tegakan bambu dan tanaman sawi terhadap akumulasi unsur hara pada jaringan tanaman.

Kata kunci: Biochar, Tanah Bawah Tegakan Bambu, Tanaman Sawi.

Abstracts. This research was conducted with the intention of examining the effect of biochar addition to soil under bamboo stands on the increased uptake of nutrients in mustard plant tissue. The interaction between four types of biochar and two varieties of mustard plants was explored in a study held in Jrebeng Wetan Village, Kedopok, during the period of January–April 2024. The research, carried out at an altitude of +7 meters above sea level with temperature conditions of 26°–32°C and an annual rainfall of 1800 mm, employed a factorial Randomized Block Design (RBD) with four replications. Based on the findings, it can be stated that the application of various biochar types under bamboo stands did not have a significant effect on the growth and yield of pakcoy plants. However, there was a significant response from pakcoy plants due to the application of different biochar types. An interaction occurred between the application of various biochar types to soil under bamboo stands and pakcoy plants concerning the accumulation of nutrients in plant tissues.

Keywords : Biochar, Soil under Bamboo Stands, Mustard Plant, Nutrient Uptake

PENDAHULUAN

Tanah di sekitar rumpun bambu memiliki karakteristik khusus yang mendukung kesuburan lahan. Seresah tanaman bambu, seperti daun, pelepah, batang, cabang, ranting, serta akar serabut yang telah tua atau kering, mengalami dekomposisi oleh mikroorganisme tanah. Proses ini mengembalikan unsur hara penting seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) ke dalam tanah, sehingga meningkatkan kesuburan yang sangat dibutuhkan oleh tanaman [1]. Selain itu, tekstur tanah di bawah rumpun bambu umumnya didominasi oleh fraksi liat (clay) dan debu (silt), menghasilkan tanah yang halus, licin, berat, dan lekat [2]. Komposisi ini memberikan kemampuan tinggi dalam mengikat air dan menyimpan nutrisi, karena luas permukaan fraksi liat yang besar, mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal [3].

Untuk lebih meningkatkan kualitas tanah, penggunaan biochar menjadi solusi yang efektif. Biochar adalah materi organik yang terbentuk melalui proses pirolisis biomassa seperti sekam padi, kayu, dan seresah tanaman [4]. Proses pembuatannya dilakukan dengan pemanasan tanpa adanya udara, menghasilkan bahan yang dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas tukar kation (CEC), serta meningkatkan retensi air dan nutrisi [5]. Penggunaan biochar dalam pertanian berkontribusi pada peningkatan kesuburan tanah, mengurangi risiko erosi, dan memperbaiki kondisi keseluruhan tanah. Selain itu, biochar juga berperan dalam mitigasi perubahan iklim dengan menyimpan karbon dalam tanah untuk jangka waktu yang lama, sehingga mengurangi emisi gas rumah kaca seperti CO₂ [6]. Aplikasi biochar dapat meningkatkan kandungan K, pH, total N, dan C-organik dalam tanah, serta mengurangi kejadian penyakit pada tanaman Brassica oleracea [7].

Dalam konteks pertanian berkelanjutan, pemanfaatan tanaman sawi varietas pakcoy batang putih dan pagoda menjadi pilihan yang tepat. Tanaman ini, yang termasuk dalam keluarga Brassicaceae, merupakan sumber makanan sehat yang kaya akan vitamin dan sangat dibutuhkan oleh manusia. Permintaan terhadap tanaman ini terus meningkat seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya kesehatan [8].

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Berlokasi di Jrebeng Wetan, Kecamatan Kedopok, Kota Probolinggo, area penelitian ini memiliki elevasi +7 meter di atas permukaan laut, dengan fluktuasi suhu harian antara 26° hingga 32°C, serta curah hujan tahunan sebesar 1800 mm. Studi ini dilakukan dalam rentang waktu November 2023 sampai April 2024.

B. Alat dan Bahan

Media atau alat yang dipergunakan untuk mendukung penelitian ini mencakup cangkul,

cetok, polybag (30x30 cm), sekop, penggaris, timbangan, ATK, gembor, banner, palu, dan paranet. Sedangkan bahan yang dimanfaatkan untuk penelitian ini berupa benih tanaman sawi varietas pagoda dan pakcoy batang putih, tanah dibawah rumpun bambu, biochar arang sekam, biochar arang kayu, biochar seresah tanaman, air, media semai, dan insektisida.

Studi ini mengadopsi metode eksperimental dengan mempergunakan RAK dalam susunan faktorial dua arah. Faktor pertama yang diamati mencakup jenis biochar (B) dengan empat perlakuan: tanpa aplikasi biochar (kontrol), aplikasi arang sekam, aplikasi arang kayu, dan aplikasi arang seresah tanaman. Faktor kedua yakni varietas sawi (V). V1 : sawi pagoda dan V2 : sawi pakcoy batang putih. Terdapat delapan kombinasi perlakuan dan diulang empat kali serta masing – masing perlakuan terdiri dari 12 polybag. Total keseluruhan 384 polybag.

C. Pembuat Biochar dari Seresah Daun Bambu

Tumpuk seresah daun bambu didalam drum atau parit. Bakar dari atas kebawah. Setelah asap berubah menjadi biru keabu-abuan, tambahkan lapisan tanah diatasnya dan biarkan terbakar perlahan. Setelah bahan organik hangus, padamkan api dengan air. Keringkan biochar ditempat terbuka sampai dirasa benar-benar mengering. Biochar siap diaplikasikan setelah proses pengeringan tuntas.

D. Paramter Pengamatan

Jumlah sampel yang diamati sebanyak 15 tanaman per populasi. Parameter dalam penelitian ini yaitu :

1. Panjang tanaman (cm)

Pengukuran panjang tanaman dalam periode 1 minggu sekali. Pengukuran dimulai dari umur 7 HST hingga masa panen.

2. Jumlah daun (helai)

Pencatatan jumlah daun tanaman sawi dilakukan setiap minggu dimulai dari umur 7 HST hingga masa panen.

3. Bobot berangkasan basah (gram)

Bobot berangkasan basah tanaman diperoleh melalui penimbangan total massa segar tanaman setelah proses pemanenan, sambil memastikan akar telah bersih dari tanah yang melekat.

4. Panjang akar (cm)

Penelitian tahap akhir mencakup kegiatan mengukur panjang akar dengan metode pengukuran dari pangkal hingga ujung akar terpanjang menggunakan penggaris.

5. Analisa jaringan tanaman

Analisa jaringan dilakukan setelah penelitian terakhir dengan pengambilan sampel setiap perlakuan 200 gram/ perlakuan, metode pengambilan sampel dari daun sampai akar dengan keadaan masih basah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Mengacu pada analisis sidik ragam, perbedaan jenis biochar tidak menghasilkan dampak yang nyata pada pertumbuhan maupun hasil tanaman sawi. Sedangkan perlakuan varietas tanaman sawi menunjukkan hasil yang signifikan.

Tabel 1. Rerata panjang tanaman, jumlah daun, panjang akar, dan bobot brangkasan basah akibat pemberian biochar pada tanah dibawah tegakan bambu terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi.

Perlakuan	Panjang Tanaman	Jumlah Daun	Panjang Akar	Bobot Brangkasan Basah
B0	22,30 a	21,11 a	23,82 a	88,16 a
B1	23,21 a	23,20 a	25,58 a	98,31 a
B2	23,91 a	23,80 a	23,20 a	84,92 a
B3	24,02 a	20,18 a	26,41 a	112,97 a
BNT 5%	-	-	-	-
V1	21,07 a	28,29 a	20,84 a	76,13 a
V2	25,65 b	15,86 a	28,66 a	116,05 a
BNT 5%	1,19	5,18	3,16	15,58

Keterangan : Dalam hasil uji BNT 5%, angka-angka dengan notasi huruf yang serupa pada kolom dan perlakuan yang bersesuaian menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Analisa jaringan tanaman

Tabel 2. Rerata analisa jaringan tanaman (prosentase) akibat pengaruh macam biochar terhadap pertumbuhan dan hasil varietas tanaman sawi pada tanah dibawah rumpun bambu.

Perlakuan	Hasil Analisa Jaringan		
	N (%)	P (%)	K (%)
B0V1	1,248 e	0,213 ab	1,335 a
B0V2	0,573 b	0,208 ab	1,313 a
B1V1	1,270 e	0,200 ab	1,505 c
B1V2	0,465 a	0,213 ab	1,428 b
B2V1	0,818 d	0,215 ab	1,718 d
B2V2	0,663 c	0,218 b	1,335 a
B3V1	0,773 d	0,223 b	2,045 e
B3V2	0,768 d	0,153 a	1,630 c

Penjelasan: Dalam hasil uji DMRT 5%, angka-angka dengan notasi huruf yang serupa pada perlakuan dan kolom yang bersesuaian memperlihatkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

B. Pembahasan

Macam biochar yang dipergunakan untuk mendukung penelitian ini didapatkan dari

arang sekam yang memiliki kandungan unsur hara N 0,18%, P 0,08%, K 0,3%, C 31%, dan Ca 0,14% [9]. Sedangkan kandungan arang kayu memiliki P 0,11%, C 19,53%, CaO 0,35%, Al₂O₃ 6,63%, FeO 0,93%, MgO 0,30%, dan SiO₂ 11,27% [10]. Berdasarkan hasil analisa di laboratorium PUSLIT Sukosari, Lumajang (2023) kandungan arang seresah daun bambu yang dimanfaatkan dalam penelitian ini mempunyai kandungan N 1,17%, P 1,48%, K 1,17%, C-organik 18,86%, dan pH 9,2.

Perlakuan macam biochar tidak memberikan pengaruh yang signifikan dikarenakan waktu dekomposisi pada tanah terlalu singkat (7 hari). biochar tidak bisa meningkatkan kandungan unsur hara organik untuk tanah akibat kurangnya prosedur dekomposisi pada biochar (dekomposisi memerlukan durasi yang panjang) karena jika proses dekomposisi kurang sempurna dapat memperlambat proses tanaman dalam menyerap nutrisi yang ada di biochar. Pada penelitian ini pemberian biochar sebanyak 45 g/tanaman / polybag tidak memberikan pengaruh yang signifikan bila dibandingkan dengan kontrol [11]. pemberian dosis 15 gram/ polybag, 30 gram/polybag dan 45 gram/polybag menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh yang sangat nyata pada pertumbuhan jumlah daun setiap minggunya [12].

Adanya perlakuan kontrol (B0), yaitu tanah di bawah rumpun bambu dengan pH 6,54, KA 10,16%, C-organik 0,53%, BO 0,91%, rasio C/N 3,76%, N 0,14%, P₂O₅ 15,01 ppm, dan K₂O 0,15%, menunjukkan kondisi nutrisi yang memadai untuk pertumbuhan tanaman. Kehadiran rizobakteri pada tanah tersebut juga diduga berperan dalam penambahan unsur N, sehingga tinggi tanaman tidak berbeda nyata dengan perlakuan biochar [13].

Varietas tanaman sawi memberikan respon pertumbuhan dan produksi yang signifikan dengan adanya penambahan pada tanah dibawah tegakan bambu. Berdasarkan hasil pengamatan panjang akar tanaman sawi pakcoy batang putih memiliki akar yang lebih panjang daripada tanaman sawi pagoda. Semakin panjang akar tanaman maka kemampuan tanaman untuk menyerap unsur hara dari tanah akan semakin tinggi. Dimana akar yang lebih panjang memberikan luas permukaan yang lebih besar untuk menyerap unsur hara dan air sehingga pertumbuhan dan produksi tanaman dapat optimal. Akar yang lebih panjang berarti memiliki lebih banyak titik kontak dengan partikel tanah, sehingga memungkinkan penyerapan air beserta unsur hara yang jauh lebih banyak. Tanaman sawi mampu memanjangkan akarnya karena didukung oleh ketersediaan unsur P pada tanah dibawah tegakan bambu.

Menurut hasil Analisa tanah dari pusat penelitian Sukosari, ketersediaan unsur P pada tanah dibawah rumput bambu sebesar 15,01ppm termasuk P sedang (11-15ppm). Ketersediaan unsur P dalam tanah dapat mempengaruhi panjang akar. Fosfat sangat penting dalam perkembangan batang, akar, ranting dan daun juga di butuhkan untuk mendukung pembentukan sel di jaringan akar dan tunas muda, sekaligus meningkatkan ketahanan batang agar tidak rentan roboh. [14]. Selain itu didukung oleh tekstur tanah dibawah tegakan bambu (lempung berdebu / liat berdebu), sesuai dengan pendapat [15]. bahwa tekstur tanah berpasir, lempung berpasir, lempung, lempung berliat, dan lempung berdebu tidak menghambat pertumbuhan akar.

Pemeriksaan jaringan tanaman diperlukan guna menentukan konsentrasi hara di dalam jaringan atau untuk mengevaluasi tingkat serapan hara oleh tanaman. Analisa jaringan

dilakukan untuk menentukan kandungan unsur total seluruh tumbuhan atau bagian tumbuhan seperti daun, batang dan akar. Analisa jaringan juga dapat berfungsi sebagai alat pemecah masalah untuk mendiagnosis dugaan kekurangan unsur hara [16]. Berdasarkan hasil analisa jaringan tanaman pada penelitian ini kadar N secara keseluruhan masuk kategori rendah ($< 2,00\%$), P dalam kondisi sedang ($0,20 - 0,50\%$), dan K juga dalam kondisi sedang ($1,50 - 2,50\%$) [20].

Hasil analisa nitrogen (N) menunjukkan perlakuan tanpa biochar dan sawi pagoda (B0V1) dan sawi pagoda menunjukkan hasil yang sama dengan perlakuan biochar arang sekam dan sawi pagoda (B1V1), yang artinya perlakuan arang sekam memberikan hasil yang sama dengan perlakuan tanpa arang sekam untuk hasil analisa uji N pada tanaman sawi pagoda. Hal ini berarti pada perlakuan arang sekam tidak memberikan peningkatan signifikan terhadap serapan N oleh akar tanaman dibandingkan dengan perlakuan tanpa biochar karena arang sekam belum terdekomposisi sempurna, sehingga tidak memberikan pengaruh besar terhadap kandungan nitrogen dalam jaringan tanaman. Dekomposisi yang kurang optimal mengakibatkan nitrogen dalam arang sekam belum sepenuhnya dilepaskan dan belum tersedia untuk tanaman [17]. Arang sekam mempunyai karakteristik fisik dan kimia yang tidak sama dengan arang lainnya. Meskipun arang sekam memiliki kandungan N yang sedikit lebih tinggi dari arang lainnya tetapi struktur fisiknya menghambat pelepasan nitrogen ke dalam tanah dengan cepat karena sifat dari arang sekam yaitu slow release. Pengaruhnya terhadap ketersediaan nitrogen tidak jauh berbeda dengan perlakuan kontrol. Perlakuan kontrol hanya menggunakan tanah dibawah rumpun bambu sudah memiliki tingkat nitrogen yang cukup baik, sehingga tambahan arang sekam tidak banyak mengubah dari kandungan nitrogen pada tanah dibawah tegakan bambu.

Kombinasi perlakuan arang kayu dan sawi pakcoy batang putih (B2V2) dan arang seresah dan tanaman sawi pagoda (B3V1) memiliki nilai yang sama. Ini terjadi dikarenakan karakteristik fisik dan kimia arang kayu dengan arang seresah memiliki kemiripan, seperti kemampuan retensi air dan kapasitas tukar kation yang tinggi. Jenis arang kayu dan arang seresah memiliki kemampuan adsorpsi yang baik terhadap nutrisi fosfor (P). Hal tersebut berarti Arang kayu maupun arang seresah dapat menyediakan nutrisi fosfor (P) dalam bentuk yang mudah diserap oleh tanaman, sehingga meminimalkan perbedaan dalam penyerapan nutrisi P oleh tanaman sawi pakcoy batang putih dan sawi pagoda [16].

pH tanah memiliki pengaruh yang besar terhadap seberapa banyak unsur fosfor (P) tersedia di dalam tanah. Berdasarkan hasil analisa, tanah rumpun bambu yang digunakan pada penelitian ini berada di pH 6,54 (normal). Pada pH normal unsur fosfor (P) dalam kondisi tersedia, sedangkan jika $pH < 6,5$ (asam) unsur P akan terjerap oleh Al dan Fe dan pada $pH > 7,5$ (basa), P akan terjerap atau terikat dengan mineral Ca dan Mg. Dengan demikian, pada kondisi pH tanah yang bersifat asam maupun basa, unsur hara fosfor (P) mengalami transformasi menjadi bentuk yang tidak larut atau sulit diakses, sehingga tidak dapat diserap oleh sistem perakaran tanaman (Kusumawati, 2021).

Pada pH 6-7, penyerapan fosfor oleh jaringan tanaman, khususnya daun cabai, meningkat. Kandungan fosfor di daun lebih tidak stabil dibandingkan di batang. Peningkatan konsentrasi fosfor di daun penting karena unsur P berperan vital dalam

menjaga proses fotosintesis yang membutuhkan energi berupa ATP untuk berjalan lancar [16].

Keberadaan unsur P dalam jaringan tanaman mudah ditemukan apabila akar tanaman berkembang dengan baik dan proses penyerapan P menjadi optimal yang mengakibatkan kadar fosfor pada jaringan tanaman meningkat. Adanya fosfor di dalam tubuh tanaman membantu akarnya tumbuh lebih baik, jadi tanaman tidak mudah layu kalau tanahnya kering atau kurang air. Selain itu, fosfor juga penting untuk pembelahan sel, pembentukan bunga dan buah, proses pematangan, dan membuat batang tanaman jadi kokoh [16].

Kondisi fosfor yang cukup dapat meningkatkan efisiensi fotosintesis dan metabolisme tanaman, yang pada gilirannya mendukung pertumbuhan vegetatif seperti tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat kering tanaman [18]. Pada penelitian ini panjang tanaman sawi pakcoy batang putih lebih tinggi daripada sawi pagoda. Perbedaan panjang tanaman ini dipengaruhi dari morfologi tanaman itu sendiri. Batang dari tanaman pagoda berukuran pendek dan strukturnya beruas sehingga batang kurang terlihat jelas. Sedangkan batang dari pakcoy batang putih berbentuk silinder berwarna putih dan tebal, membuat lebih terlihat jelas dan lebih panjang daripada sawi pagoda.

Daun sawi pagoda berbentuk kecil dan bergerombol, tampilan pola tumbuhnya flat rosette dimana daun yang tumbuh mendekati permukaan tanah bentuknya menyerupai sendok berwarna hijau tua mengkilap dan berjumlah banyak (Gunawan 2020). Sedangkan tanaman pakcoy batang putih daunnya tidak sebanyak sawi pagoda, berbentuk sangat lebar, berwarna hijau cerah, daunnya berbentuk oval hingga bulat dengan jumlah sedikit (Sihombing 2016). Pada penelitian ini jumlah daun pada tanaman pagoda lebih banyak daripada pakcoy batang putih sesuai dengan morfologinya.

Secara fisiologis, pada penelitian ini batang dan daun tanaman baik daun sawi pagoda dan sawi pakcoy batang putih memiliki batang dan daun yang keras. Penelitian oleh Janwardi Reywanda Tarigan dan Nusyirwan (2024) menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair dari batang pisang kepok yang mengandung unsur hara N, P, dan K dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman sawi, termasuk tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, dan berat kering. Meskipun penelitian ini tidak secara langsung mengukur kekerasan batang dan daun, peningkatan parameter pertumbuhan tersebut dapat diindikasikan sebagai peningkatan kekuatan dan kekerasan jaringan tanaman [19].

Hasil analisa unsur Kalium (K) pada jaringan daun menunjukkan bahwa perlakuan arang seresah dan sawi pagoda (B3V1) memberikan hasil yang terbesar. Arang seresah (B3) merupakan salah satu produk olahan dari bagian – bagian tanaman seperti ranting dan daun tanaman daun yang menunjukkan sifat porus pada tanah. Arang seresah tanaman bambu bersifat absorben memiliki struktur pori yang besar dan efektif dalam penyerapan ion logam berat. Selain itu arang seresah tanaman bambu memiliki karbon organik yang dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan ketersediaan nutrisi, memiliki sedikit kadar N, serta memiliki mineral dan mikroba yang bermanfaat bagi tanaman dan tanah (Rani 2021). Keberadaan arang seresah dapat memberikan perubahan positif bagi sifat tanah bawah tegean bambu salah satunya mampu merubah pH yang tadinya masam menjadi netral seperti kondisi tanah pada penelitian ini yang memiliki pH 5,4. Peningkatan

keasaman tanah dipengaruhi oleh adanya peningkatan kadar C-organik[2]. Tekstur tanah dibawah tegakan bambu pada umumnya bertekstur lempung berpasir, gembur, dan berdrainase baik sehingga memungkinkan akar tumbuh lebih cepat[20]. Panjang akar diamati untuk mengkaji seberapa baik akar tanaman dapat mengambil air dan nutrisi dari lingkungannya. Bertumbuhnya akar akan memperluas area penyerapan nutrisi oleh tanaman. Bersamaan dengan bertambahnya panjang akar, volume nutrisi yang diserap juga meningkat, sehingga kebutuhan nutrisi tanaman tercukupi dan tanaman akan tumbuh serta berkembang secara optimal sesuai dengan fase pertumbuhannya [1].

Serapan unsur kalium dipengaruhi oleh keberadaan unsur nitrogen. Unsur K dan N merupakan unsur hara esensial yang memiliki fungsi saling melengkapi dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman [21]. Dalam pertumbuhan vegetatif tanaman seperti sintesis asam amino, protein, dan klorofil sangat membutuhkan N. Sedangkan unsur K salah satunya berperan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan N [22]. Kadar kalium dalam jaringan tanaman pada penelitian ini berada pada kondisi yang cukup, sejalan dengan penelitian Liu et al. (2024) ketersediaan K yang cukup dalam jaringan tanaman dapat meningkatkan efisiensi penggunaan N dan mendukung pertumbuhan tanaman yang optimal serta dapat meningkatkan hasil atau bobot brangkasan basah per tanaman [23]

Kalium memberikan dampak yang baik pada bobot dan panjang akar sawi pagoda karena perannya dalam menghasilkan protein dan karbohidrat, memperkokoh tanaman dari kerontokan daun, bunga, dan buah, serta menambah resistensi terhadap kekeringan dan penyakit. Jika tanaman yang kekurangan unsur K (kalium) mengalami bercak merah kecoklatan kemudian akan mengering dan mati, pertumbuhan terhambat, daun keriting atau menggulung, kualitas hasil panen menurun dan kerentangan terhadap penyakit [12].

KESIMPULAN

Dari temuan analisis yang telah dilaksanakan didapatkan bahwa, pengaruh perlakuan macam biochar dibawah tegakan bambu tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi. Terdapat adanya respon yang signifikan dari tanaman sawi akibat pemberian macam biochar. Terjadi interaksi antara pemberian macam biochar pada tanah dibawah tegakan bambu dan tanaman sawi terhadap akumulasi unsur hara pada jaringan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Musdalipa, "Pengaruh Sifat Fisik Tanah dan Sistem Perakaran Vegetasi Terhadap Imbuhan Air Tanah," *Jurnal AgriTechno*, no. 1, pp. 35–39, 2018.
- [2] S. Sutiyono, I. W. S. Dharmawan, and U. W. Darmawan, "Kesuburan Tanah Di Bawah Tegakan Berbagai Jenis Bambu Pada Tanah Andosol-Regosol," *Jurnal Ilmu Lingkungan*,

- vol. 20, no. 3, pp. 517–523, Jul. 2022, doi: 10.14710/jil.20.3.517-523.
- [3] M. Phule Krishi Vidyapeeth, K. Shinde, P. Gajbhiye, B. Kamble, A. Jadhav, and A. Dhenge, “Soil physicochemical and enzymatic properties in bamboo plantation entisol soil of sub-montane zone of Maharashtra,” *International Journal of Statistics and Applied Mathematics*, vol. 8, no. 6, pp. 1193–1200, 2023.
- [4] S. Joseph and J. Lehmann, “Biochar for Environmental Management,” New York, 2015. Accessed: May 16, 2025. [Online]. Available: https://biochar-international.org/wp-content/uploads/2018/11/prelim_ch1_2015biocharforenvironmentalmanagement_text.pdf
- [5] A. Gani, “Potensi Arang Hayati Biochar sebagai Komponen Teknologi Perbaikan Produktivitas Lahan Pertanian,” *IPTEK Tanaman Pangan*, vol. 4, 2009, Accessed: May 16, 2025. [Online]. Available: <https://repository.pertanian.go.id/server/api/core/bitstreams/48aade5a-2f12-4713-a4e5-376ae3903347/content>
- [6] R. Evizal, D. Fembriarti, and E. Prasmatiwi, “BIOCHAR: PEMANFAATAN DAN APLIKASI PRAKTIS Biochar: Beneficial and Best Practices,” 2023.
- [7] A. Lestiyani, E. Purnomo, S. Widyaningsih, and K. Fadillah, “Investigating The Effects of Bamboo Biochar on Fertile Soil for Improving The Production of Brassica Oleraceae | Ayu Lestiyani et al. INVESTIGATING THE EFFECTS OF BAMBOO BIOCHAR ON FERTILE SOIL FOR IMPROVING THE PRODUCTION OF Brassica oleraceae,” *AGRIC : Jurnal Ilmu Pertanian*, vol. 35, no. 2, pp. 169–180, 2023.
- [8] D. A. Safitri, “Budidaya dan Analisis usaha tani tanaman pakcoy dengan perlakuan pupuk organik dan anorganik,” *In Digilib Uns.Ac.Id*, vol. 2, no. 2, 2019.
- [9] M. Aziza and A. Tantra Tellu, “Pengaruh Komposisi Media Tanam Daun Bambu terhadap Pertumbuhan Keladi dan Pemanfaatannya sebagai Media Pembelajaran,” *Journal of Biology Science and Education (JBSE)*, vol. 7, no. 2, 2019, [Online]. Available: <http://jurnal.fkip.untad.ac.id>
- [10] M. Ferizal and Basri, “Arang Hayati (Biochar) Sebagai Pembenh Tanah. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Aceh,” *Jurnal JIPI*, vol. 7, no. 2, pp. 15–20, 2011.
- [11] A. H. F. Syaikh, B. Hariyono, and D. Suprayogo, “Uji Kemanfaatan Biochar Dan Bahan Pembenh Tanah Untuk Perbaikan Beberapa Sifat Fisik Tanah Berpasir Serta Dampaknya Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tebu,” *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, vol. 3, no. 2, pp. 45–357, 2016.
- [12] S. Setiawan, I. Astar, and A. Ponorogo, “Pengaruh Biochar dan NPK Mutiara Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) Pada Tanah Aluvial,” *Jurnal Teknotan*, vol. 15, no. 2, p. 107, Dec. 2021, doi: 10.24198/jt.vol15n2.7.
- [13] B. Rupaedah, I. Anas, D. Andreas Santosa, W. Sumaryono, dan Sri Wilarso Budi, and B. Pengkajian Bioteknologi, “PERANAN RIZOBAKTERI DAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULAR DALAM MENINGKATKAN EFISIENSI PENYERAPAN HARA SORGUM MANIS (*Sorghum bicolor* L. Moench) Role of Rhizobacteria and Arbuscular Mycorrhizae on Enhancing Nutrient Absorption Efficiency of Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench),” *J. Tanah Lingk*, vol. 16, no. 2, pp. 45–52, 2014.
- [14] L. Liferdi, “Efek Pemberian Fosfor terhadap Pertumbuhan dan Status Hara pada Bibit Manggis,” 2010.
- [15] D. B. Dasar - Dasar Ilmu Tanah. Malang: Inteligencia Media, 2017.
- [16] Sangkala, Sunardi, and Susilawati, “ANALISIS SERAPAN HARA N, P DAN K JARINGAN CABAI (*Capsicum* sp.) PADA VARIASI TINGKAT KEMASAMAN TANAH Nutrient Uptake Analysis of N, P, and K of Chili (*Capsicum* sp.) Tissues at Variations of Soil Acidification Levels,” *Analisis Serapan Hara N*, vol. 23, no. 1, pp. 48–54, 2023.
- [17] A. Vannini *et al.*, “Biochar effects on early decomposition of standard litter in a European beech forest (northern Italy),” *Science of the Total Environment*, vol. 903, Dec. 2023, doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.166224.
- [18] Y. Andriani, R. M. Hartati, E. F. Program, S. Agroteknologi, F. Pertanian, and I.

- Yogyakarta, “Pengaruh Frekuensi Penyiraman dan Komposisi Media (Tanah dengan Pupuk Kandang) terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Pagoda (*Brassica narinosa*),” 2023.
- [19] J. R. Tarigan and Nusyirwan, “Jurnal Sains dan Teknologi,” *Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 1, no. 2, pp. 43–59, 2024, [Online]. Available: <https://jurnal.globalscients.com/index.php/jerd>
- [20] Y. Firmanul Arifin and dan Muhammad Muchtar Effendy Jurusan Kehutanan, “STUDI SIFAT FISIK DAN KIMIA TANAH HABITAT BAMBU DI DESA HULU BANYU KECAMATAN LOKSADO KABUPATEN HULU SUNGAI SELATAN Study Of Physical And Chemical Properties Of Bamboo Habitat Land In Hulu Banyu Village Loksado Subdistrict Hulu Sungai Selatan District,” 2019.
- [21] S. Nur Cholish, A. Malik Ibrahim, P. Sari, and N. Yulianti, “Sintesis dan Karakterisasi Pupuk Organik Cair dari Limbah Cair Produksi Tahu di Kota Cilegon dengan Penambahan Abu Sabut Kelapa, serta Aplikasinya pada Tanaman (Synthesis and Characterization of Liquid Organic Fertilizer from Liquid Waste of Tofu Production in Cilegon City with the Addition of Coconut Fiber Ash, and Its Application to the Plants).” [Online]. Available: <http://ejurnal.undana.ac.id/index.php/jbkHalaman|44>
- [22] S. Fatimah Batubara *et al.*, “Evaluasi Status Hara Makro Nitrogen, Fosfor dan Kalium di Lahan Sawah Irigasi Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara,” *Jurnal Agrikultura*, vol. 2024, no. 1, pp. 59–70.
- [23] J. Liu *et al.*, “Effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilization management on soil properties and leaf traits and yield of *Sapindus mukorossi*,” *Front Plant Sci*, vol. 15, 2024, doi: 10.3389/fpls.2024.1300683.

Conflict of Interest Statement: *The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.*

Copyright © 2025 Retno Sulistiyowati, Pramuditya Fahni Dwicaksono, Ida Sugeng Suyani. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.