

Pengaruh Pupuk Npk Biru Dan/Atau Biochar Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Pohon Bendi (*Abelmoschus Esculentus* L.) Menggunakan Tanah Silabukan

*Effects Of Blue Npk Fertilizer And/Or Biochar On The Growth And Yield Of Okra (*Abelmoschus Esculentus* L.) Plant Using Silabukan Soil*

Mohamad Suhaizrezal Sauti¹, Elisa Azura Azman^{1*}, Roslan Ismail¹, Chooi Lin Phooi¹, dan Safikah Lakulassa¹

¹Department of Crop Science Faculty of Agriculture Universiti Putra Malaysia

*Email : elisa@upm.edu.my

ABSTRACT

*This study aims to evaluate the impact of using organic material in the form of biochar as an additional fertilizer on the growth and productivity of okra plants (*Abelmoschus esculentus* L.). The research method involves treatments with the application of blue NPK fertilizer at a rate of 300 kg ha⁻¹ and biochar at a rate of 3 tons ha⁻¹. The fertilizer used in the study is blue NPK fertilizer (12:12:17) is 0, 100, 200, 300, 400 kg ha⁻¹ and biochar is 0, 2, 3 t ha⁻¹. The results reveal that the combination of organic and inorganic fertilizers leads to higher growth of okra plants, with the tallest plant height and the highest leaf count recorded in this treatment. Furthermore, the use of biochar enhances leaf and flower formation in okra plants, reduces soil erosion, and improves water retention. The analysis of phosphorus availability in the soil also indicates an increase after the application of blue NPK fertilizer and biochar. Overall, biochar has a positive impact on the growth and productivity of okra plants as well as soil quality.*

Keywords: Borneo soil; plant health; Sabah soil; soil amendment

Disubmit : 27 Januari 2023, **Diterima:** 22 Januari 2024, **Disetujui :** 16 May 2024 ;

PENDAHULUAN

Abelmoschus esculentus (okra atau bendi) merupakan tanaman sayuran penting yang ditanam secara luas di berbagai wilayah tropis, subtropis, dan daerah beriklim hangat di seluruh dunia. Nilai gizi yang dimilikinya meliputi mineral penting, vitamin, dan asam lemak esensial. Dalam hal ini, bendi menjadi sumber yang kaya akan kalium, natrium, magnesium, dan kalsium yang berkontribusi pada nilai gizinya (Gemede et al., 2016). Tidak hanya itu, bendi juga terkandung kadar vitamin C dan A yang cukup tinggi, serta folat (Fekadu Gemede, 2015; Moyin-Jesu, 2007). Minyak yang diekstraksi dari biji bendi, yang kaya akan asam linoleat, juga menunjukkan arti penting dari segi nutrisi (Elkhalifa et al., 2021).

Kemampuan adaptasi bendi terhadap berbagai jenis tanah sangatlah menonjol, di mana tanah berpasir dengan kisaran pH 6-6.8 serta kandungan bahan organik yang cukup tinggi mendukung pertumbuhannya secara optimal (Eke et al., 2008). Namun, kemampuan adaptasi ini menjadi sangat relevan di wilayah-wilayah seperti Malaysia, di mana sebagian besar (72%) jenis tanahnya termasuk ultisol dan oxisol (Shamshuddin & Daud, 2011), termasuk di dalamnya tanah Silabukan yang penuh tantangan. Tanah ini memiliki karakteristik rendahnya pH, kapasitas pertukaran kation yang terbatas, dan kekurangan unsur



Lisensi

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi-BerbagiSerupa 4.0 Internasional.

nitrogen dan fosfor, yang menjadi hambatan bagi pertumbuhan tanaman yang optimal (Lakulassa et al., 2022; Maludin & Silip, 2019; Shamshuddin & Auxtero, 1991).

Untuk mengatasi tantangan tersebut, manajemen kesuburan tanah yang efektif memerlukan penggunaan pupuk organik dan anorganik. Pupuk anorganik, seperti senyawa NPK, memiliki peran penting dalam menyediakan nutrisi penting bagi pertumbuhan tanaman yang kuat. Sebagai pelengkap, biochar, sebagai amendemen tanah alami, muncul sebagai metode yang menjanjikan untuk meningkatkan produktivitas tanah dan hasil tanaman. Dengan meningkatkan ketersediaan nutrisi dan mendukung aktivitas mikroba, biochar menjadi strategi yang menarik untuk mengatasi masalah pada tanah (Graber et al., 2010; Liu et al., 2013; Major et al., 2010; Steiner et al., 2008).

Penelitian ini bertujuan untuk menggali hasil sinergis yang dihasilkan melalui kombinasi pupuk NPK dan biochar sebagai strategi ganda dalam meningkatkan kesuburan tanah serta mempromosikan pertumbuhan bendi dalam konteks tanah Silabukan. Dengan mengkaji kombinasi ini, penelitian ini berupaya menghadapi kerumitan yang ditimbulkan oleh tanah yang menantang dan memberikan sumbangan yang substansial pada praktik pertanian berkelanjutan di Malaysia.

METODE PENELITIAN

Persiapan bahan studi. Studi dilakukan di Ladang Fakultas Pertanian Lestari (FPL), Universiti Malaysia Sabah, Sandakan. Sebanyak 100 biji benih bendi ditempatkan di nampan pembibitan. Setelah seminggu bibit dipindahkan ke dalam polibeg berukuran 15 × 18 sm. Satu bibit ditanam per polibeg. Setiap polibeg menerima 6 kg tanah (Judul 1.) Reka bentuk kajian adalah Desain Acak Lengkap CRD) dengan 3 replikasi. Pupuk dan biochar diberikan dengan menggunakan metode 'split application' pada 14 dan 42 hari setelah tanam.

Judul 1. Pembacaan awal sifat kimia tanah sebelum budidaya

Sifat Kimia Tanah	Bacaan
pH	5.9
Aluminium ($\text{Cmol}_c \text{ kg}^{-1}$)	0.4
Ketersediaan Fosfor (mg kg^{-1})	0.11
Kandungan Persentase Karbon (%)	3.52
Konduktivitas Listrik (μS)	198.40

Judul 2. Perlakuan

Perlakuan	Pupuk NPK biru (kg ha^{-1})	Biochar sekam padi (t ha^{-1})
N1B1	0	0
N1B2	0	2
N1B3	0	3
N2B1	100	0
N2B2	100	2
N2B3	100	3
N3B1	200	0
N3B2	200	2
N3B3	200	3
N4B1	300	0
N4B2	300	2
N4B3	300	3
N5B1	400	0
N5B2	400	2
N5B3	400	3

Pertumbuhan dan hasil panen. Dalam penelitian ini, kami mengukur parameter pertumbuhan dan hasil panen bendi. Diantaranya tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah buah yang dipanen, panjang buah, berat basah dan kering buah, daun, bagian atas dan bawah tanaman, serta pH dan kandungan gizi tanah. Pengukuran dilakukan setiap minggu mulai dari penanaman hingga panen.

Ketinggian tanaman diukur dari tanah hingga puncaknya. Total daun dihitung untuk setiap tanaman. Hasil tanaman diukur saat buah mencapai kematangan fisiologis. Kami mencatat jumlah total buah yang dipanen, panjang buah, dan hasil rata-rata dari setiap perlakuan.

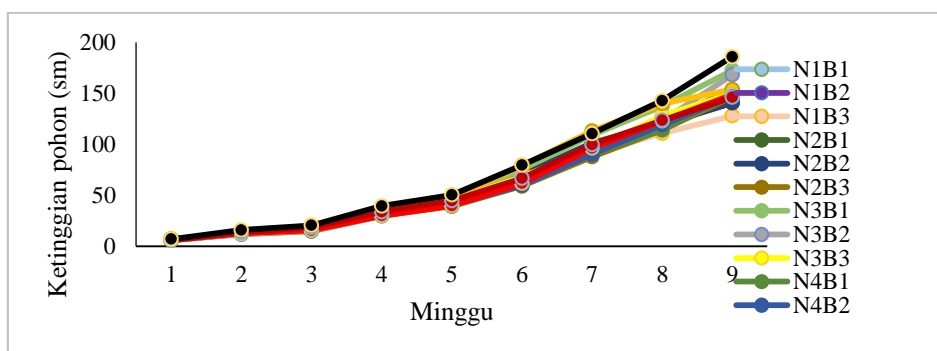
Berat basah dan kering dari semua bagian tanaman diukur dan dicatat sesuai perlakuannya. Pengukuran menggunakan timbangan elektronik untuk akurasi yang lebih baik.

Analisis Tanah. Analisis tanah dilakukan untuk memeriksa sifat kimia tanah sebelum dan setelah penanaman guna mengidentifikasi nutrisi serta tingkat pH. Pengukuran pH dan konduktivitas listrik tanah dilakukan menggunakan meter pH. Analisis juga mencakup kadar pertukaran aluminium melalui teknik titrasi. Persentase karbon dihitung melalui analisis CHN. Kadar ketersediaan fosfor diukur menggunakan metode kolometri, dan data dianalisis dengan spektrofotometer.

Analisis Statistik. Keputusan rekod data parameter akan dianalisis menggunakan ANOVA satu hala (Analisis Variasi) dengan menggunakan perisian R versi 4.1.3. Perbandingan antara rawatan dilakukan menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT).

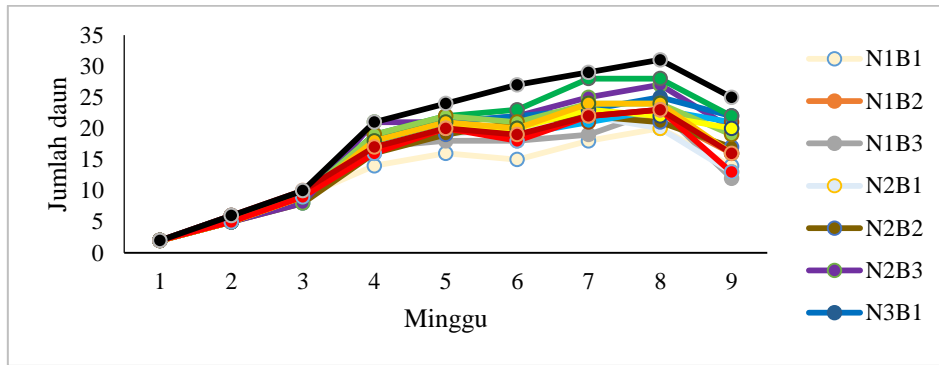
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Pupuk NPK Biru dan Biochar Terhadap Pertumbuhan Pohon Bendi. Gambar 1 menunjukkan grafik garis alir rata-rata tinggi pohon untuk setiap perlakuan N1B1 sampai dengan N5B3 per minggu. Ketinggian pokok bendi menunjukkan peningkatan untuk setiap minggu. Perlakuan N5B3 (400 kg^{-1} NPK biru & 3 ton ha^{-1} biochar) menunjukkan pembacaan data pohon tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya, yaitu 185.7 sm sedangkan perlakuan N1B3 (0 kg^{-1} NPK biru & 3 ton ha^{-1} biochar) menunjukkan data tinggi pohon terendah yaitu 127.7 sm pada minggu ke 9.



Gambar 1. Grafik tinggi garis aliran pohon bendi bagi setiap minggunya

Gambar 2 menunjukkan grafik garis alir jumlah daun untuk setiap perlakuan per minggu. Jumlah daun bertambah dari minggu pertama hingga ke minggu kedelapan dan berkurang pada minggu kesembilan. Jumlah daun yang terbanyak ditunjukkan dengan perlakuan N5B3 (400 kg^{-1} NPK biru & 3 ton ha^{-1} biochar) dengan jumlah sebanyak 31 helai daun sedangkan jumlah daun yang terendah ditunjukkan oleh perlakuan N1B3 (0 kg^{-1} NPK biru & 3 ton ha^{-1} biochar) dengan jumlah sebanyak 20 helai daun pada minggu ke 8.



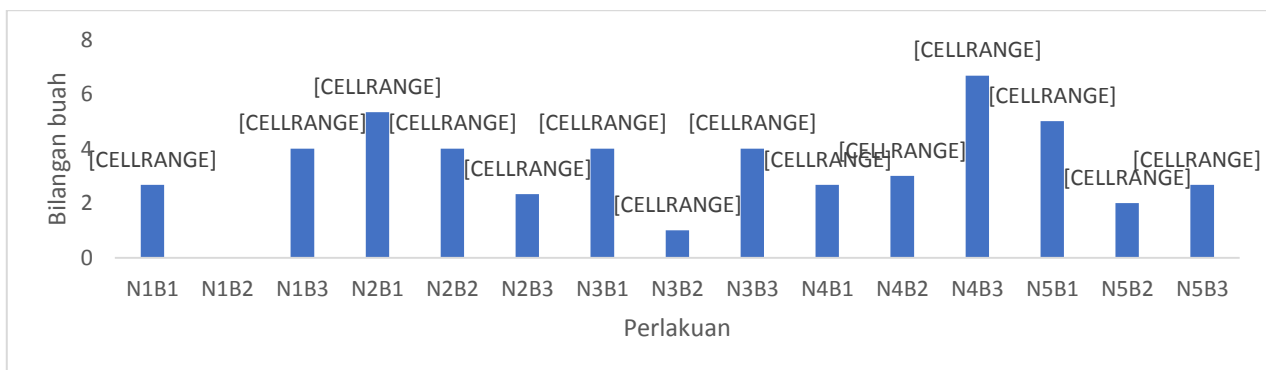
Gambar 2. Grafik garis alir jumlah daun pohon bendi per minggu

Pengaruh Pupuk NPK Biru dan Biochar Terhadap Komponen Hasil Pohon Bendi. Sepanjang penelitian, parameter komponen rendemen pohon bendi adalah jumlah buah bendi, panjang bendi, berat basah dan kering buah bendi, berat basah dan kering daun, berat basah dan kering bagian atas dan bagian bawah pohon bendi.

Jumlah Bendi. Analisis jumlah bendi menunjukkan perbedaan yang signifikan untuk setiap perlakuan (

Gambar 3). Mengacu pada

Gambar 3, uji DMRT menunjukkan bahwa jumlah bendi rata-rata antara 0 hingga 6 bendi. Analisis tertinggi ditunjukkan dengan perlakuan N4B3 (300 kg-1 NPK biru & 3 ton ha-1 biochar) yaitu 6.5 sedangkan pembacaan terendah adalah melalui perlakuan N1B2 (2 ton ha-1 biochar) pada 0.

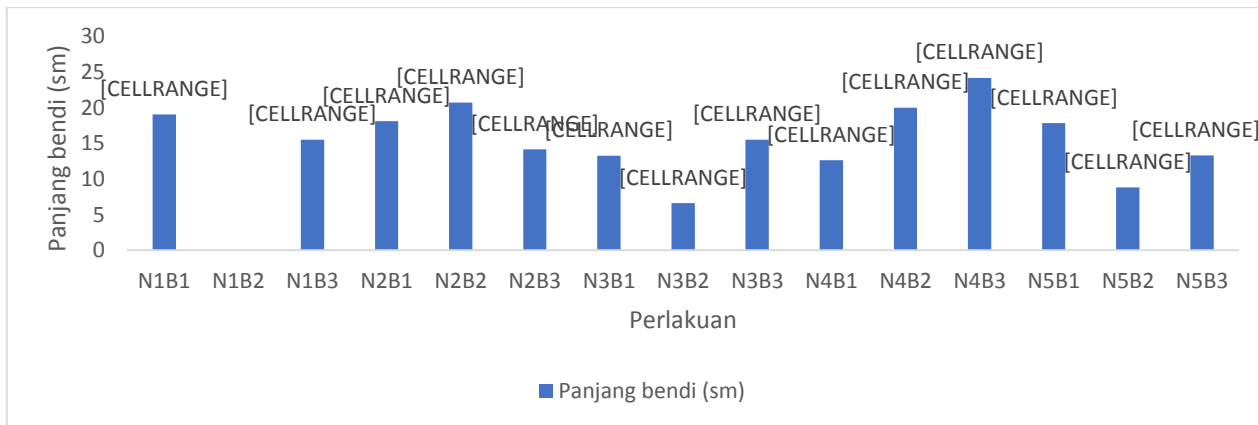


Gambar 3. Pengaruh tingkat pemanfaatan pupuk NPK biru dan/atau biochar terhadap jumlah buah bendi. Alfabetis yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada $p \leq 0.05$ menggunakan uji DMRT.

Panjang Bendi. Analisis yang dilakukan untuk mengukur panjang bendi pada setiap perlakuan menunjukkan perbedaan yang signifikan pada setiap perlakuan (

Gambar 4).

Gambar 4 menunjukkan uji DMRT yang dilakukan terhadap panjang bendi menunjukkan perlakuan N4B3 (300 kg-1 NPK biru & 3 ton ha-1 biochar) terpanjang dengan ukuran 24.2 sm sedangkan pengukuran terendah melalui N4B1 (300 kg-1 NPK biru & 2 ton ha-1 biochar) dengan panjang 6.6 sm.

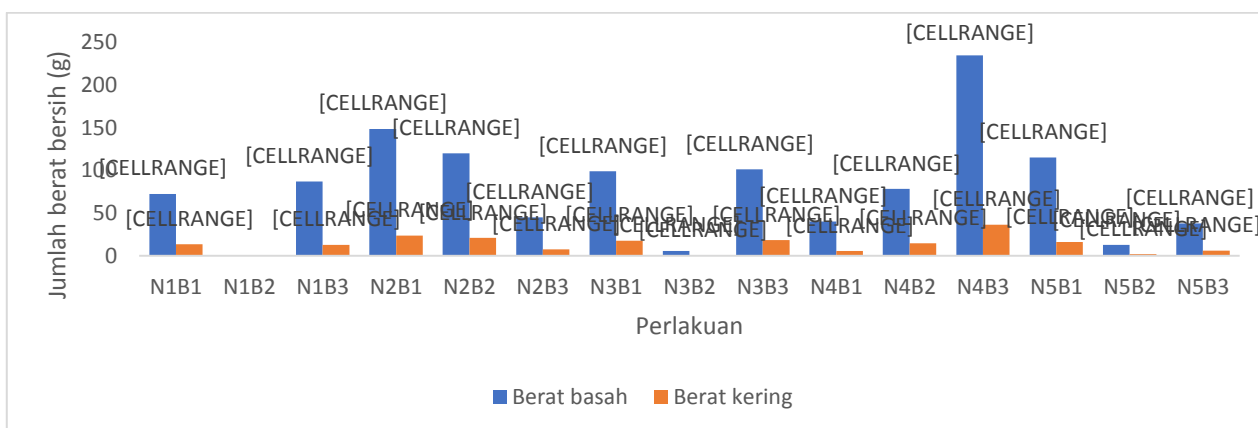


Gambar 4. Pengaruh tingkat pemanfaatan pupuk NPK biru dan/atau biochar terhadap panjang buah bendi. Alfabetis yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada $p \leq 0.05$ menggunakan uji DMRT.

Berat Basah dan Kering Bendi. Berdasarkan

Gambar 5 menunjukkan pengaruh perlakuan terhadap berat basah dan berat kering buah bendi. Analisis yang dilakukan untuk mengukur berat basah bendi pada setiap perlakuan menunjukkan perbedaan yang signifikan pada setiap perlakuan (

Gambar 5). Untuk berat basah buah bendi, perlakuan N4B3 (300 kg^{-1} NPK biru & 3 ton ha^{-1} biochar) menunjukkan pembacaan tertinggi yaitu 234.53 g sementara perlakuan N5B2 (400 kg^{-1} NPK biru & 2 ton ha^{-1} biochar) mengacu pada pembacaan terendah yaitu 12.71 g . Analisis yang dilakukan untuk mengukur berat kering buah bendi untuk setiap perlakuan tidak menunjukkan perbezaan yang signifikan pada setiap perlakuan. Adapun berat kering buah bendi, perlakuan N4B3 (300 kg^{-1} NPK biru & 3 ton ha^{-1} biochar) menunjukkan pembacaan tertinggi yaitu 36.55 g sementara perlakuan N5B2 (400 kg^{-1} NPK biru & 2 ton ha^{-1} biochar) menunjukkan pembacaan terendah yaitu 1.87 g .

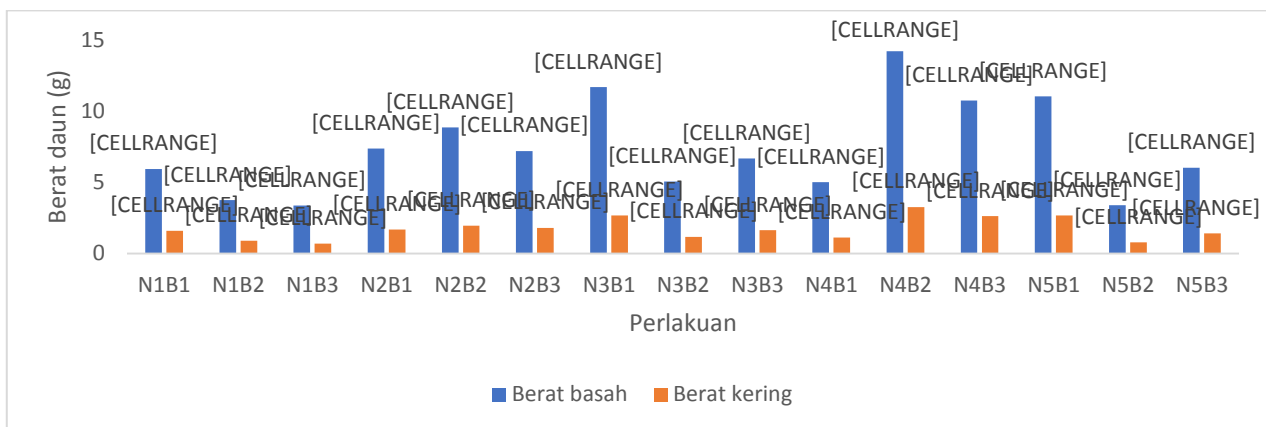


Gambar 5. Pengaruh tingkat pemanfaatan pupuk NPK biru dan/atau biochar terhadap berat basah dan berat kering buah bendi. Alfabetis yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada $p \leq 0.05$ menggunakan uji DMRT.

Berat Basah dan Kering Daun. Berdasarkan

Gambar 6 menunjukkan pengaruh perlakuan terhadap berat basah dan berat kering daun pohon bendi. Analisis yang dilakukan untuk pengukuran berat basah bendi pada setiap perlakuan menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan pada setiap perlakuan (

Gambar 6). Adapun berat basah daun, perlakuan N4B2 (300 kg^{-1} NPK biru & 2 ton ha^{-1} biochar) menunjukkan pembacaan tertinggi yaitu 14.22 g sementara perlakuan N1B3 (0 kg^{-1} NPK biru & 3 ton ha^{-1} biochar) merujuk pembacaan terendah yaitu 3.37 g . Analisis yang dilakukan untuk pengukuran berat basah bendi untuk setiap perlakuan menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan bagi setiap perlakuan. Adapun berat kering daun, perlakuan N4B2 (300 kg^{-1} NPK biru & 2 ton ha^{-1} biochar) menunjukkan pembacaan tertinggi yaitu 3.27 g sementara perlakuan N1B3 (0 kg^{-1} NPK biru & 3 ton ha^{-1} biochar) menunjukkan pembacaan terendah yaitu 0.71 g .

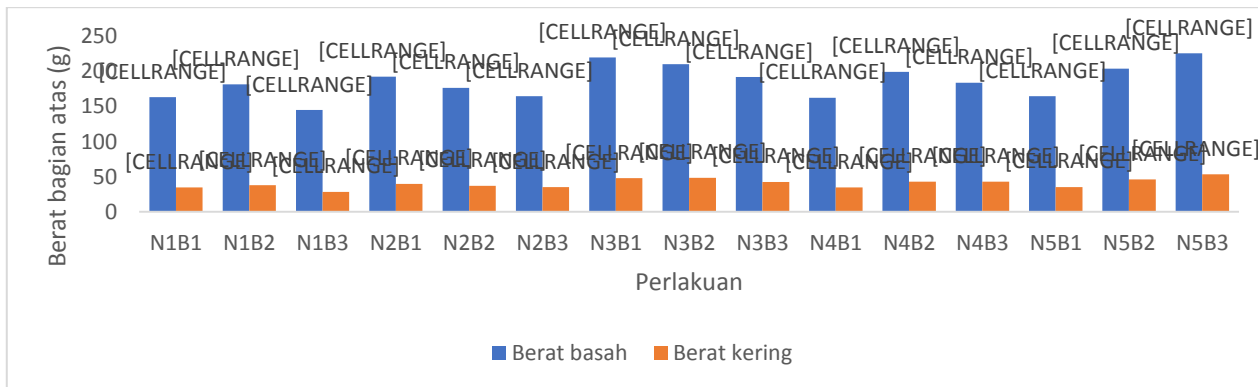


Gambar 6. Pengaruh tingkat pemanfaatan pupuk NPK biru dan/atau biochar terhadap berat basah dan berat kering daun. Alfabetis yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada $p \leq 0.05$ menggunakan uji DMRT.

Berat Basah dan Kering Bagian Atas. Berdasarkan

Gambar 7 menunjukkan pengaruh perlakuan terhadap berat basah dan berat kering bagian atas pohon bendi. Analisis yang dilakukan untuk pengukuran berat basah bendi untuk setiap perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan untuk setiap perlakuan (

Gambar 7). Untuk berat basah, perlakuan N5B3 (400 kg^{-1} NPK biru & 3 ton ha^{-1} biochar) menunjukkan pembacaan tertinggi yaitu 226 g sementara perlakuan N1B3 (0 kg^{-1} NPK biru & 3 ton ha^{-1} biochar) menunjukkan pembacaan terendah yaitu 145.1 g . Analisis yang dilakukan untuk pengukuran berat basah bendi untuk setiap perlakuan menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan per perlakuan ($F=0.5241$, $F>0.05$). Adapun berat kering, perlakuan N5B3 (400 kg^{-1} NPK biru & 3 ton ha^{-1} biochar) menunjukkan pembacaan tertinggi yaitu 53.75 g sementara perlakuan N1B3 (0 kg^{-1} NPK biru & 3 ton ha^{-1} biochar) menunjukkan pembacaan terendah yaitu 28.30 g .

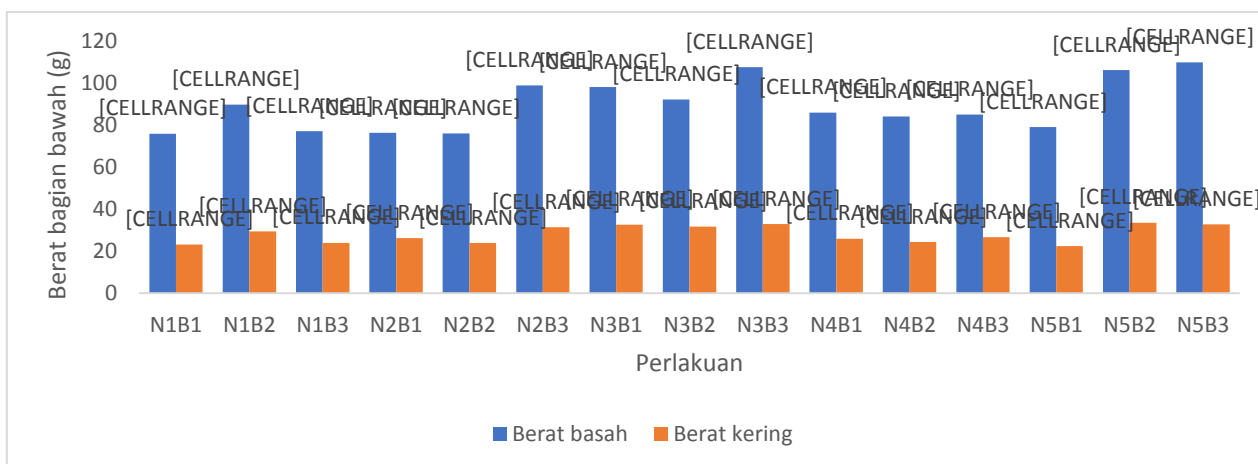


Gambar 7. Pengaruh tingkat pemanfaatan pupuk NPK biru dan/atau biochar terhadap berat basah dan berat kering bagian atas. Alfabetis yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada $p \leq 0.05$ menggunakan uji DMRT.

Berat Basah dan Kering Bagian Bawah. Berdasarkan

Gambar 8 menunjukkan pengaruh perlakuan terhadap berat basah dan berat kering bagian bawah pohon bendi. Analisis yang dilakukan untuk pengukuran berat basah bendi untuk setiap perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan untuk setiap perlakuan (

Gambar 8). Untuk berat basah, perlakuan N5B3 (400 kg^{-1} NPK biru & 3 ton ha^{-1} biochar) menunjukkan pembacaan tertinggi yaitu 109.9 g sementara perlakuan N1B1 (0 kg^{-1} NPK biru & 0 ton ha^{-1} biochar) menunjukkan pembacaan terendah yaitu 75.97 g . Analisis yang dilakukan untuk pengukuran berat basah bendi untuk setiap perlakuan menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan untuk setiap perlakuan. Adapun berat kering pula, perlakuan N5B2 (400 kg^{-1} NPK biru & 2 ton ha^{-1} biochar) menunjukkan pembacaan tertinggi yaitu 33.63 g sementara perlakuan N5B1 (400 kg^{-1} NPK biru & 0 ton ha^{-1} biochar) menunjukkan pembacaan terendah yaitu 22.42 g .



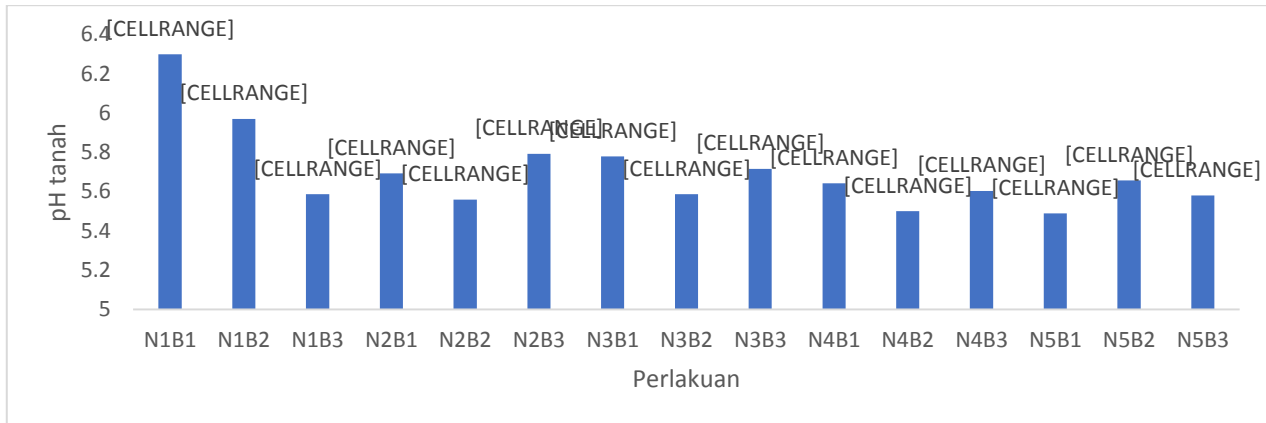
Gambar 8. Pengaruh tingkat pemanfaatan pupuk NPK biru dan/atau biochar terhadap berat basah dan berat kering pohon bendi bagian bawah. Alfabetis yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada $p \leq 0.05$ menggunakan uji DMRT.

Pengaruh Tingkat Penggunaan Pupuk NPK Biru dan Biochar Terhadap Sifat Kimia Tanah.

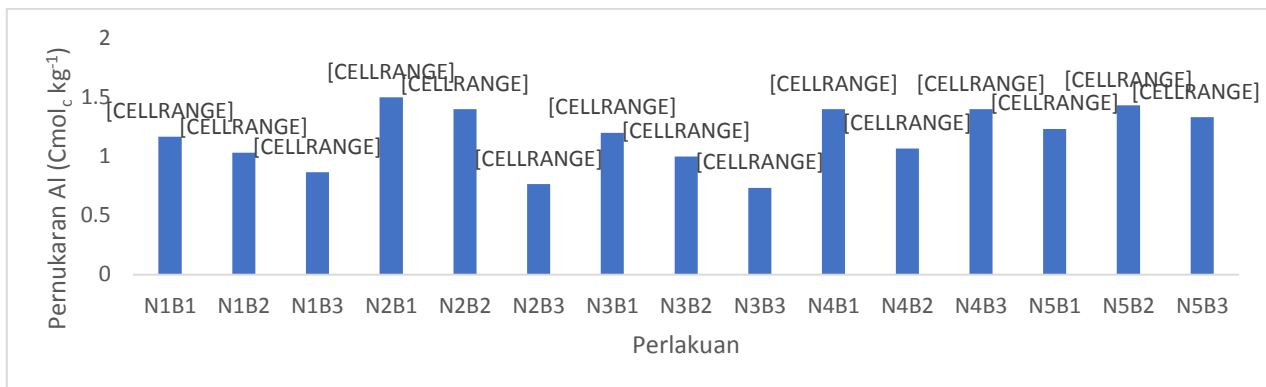
Studi parameter tanah siri Silabukan yang memiliki sifat kimia terhadap pH tanah, pertukaran total Aluminium ($\text{Cmol}_c \text{ kg}^{-1}$), ketersediaan fosforus (mg kg^{-1}), persentase kandungan karbon (%) dan konduktivitas listrik (μS). Semua data dicatat dan dianalisis menggunakan ANOVA satu arah.

pH Tanah. Melalui penelitian ini, pH tanah telah diambil sebelum dan sesudah penelitian. Pembacaan pH tanah sebelum penanaman dilakukan adalah 5.9. Analisis yang dilakukan untuk pengukuran pH tanah yang menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan (

Gambar 9). Perlakuan N1B1 (0 kg^{-1} NPK biru & 0 ton ha^{-1} biochar) menunjukkan pH tertinggi yaitu 6.3 sedangkan perlakuan N5B1 (400 kg^{-1} NPK biru & 1 ton ha^{-1} biochar) menunjukkan pH terendah yaitu 5.49.



Gambar 9. Pengaruh tingkat pemanfaatan pupuk NPK biru dan/atau biochar terhadap pH tanah. Alfabetis yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan pada $p \leq 0.05$ menggunakan uji DMRT.



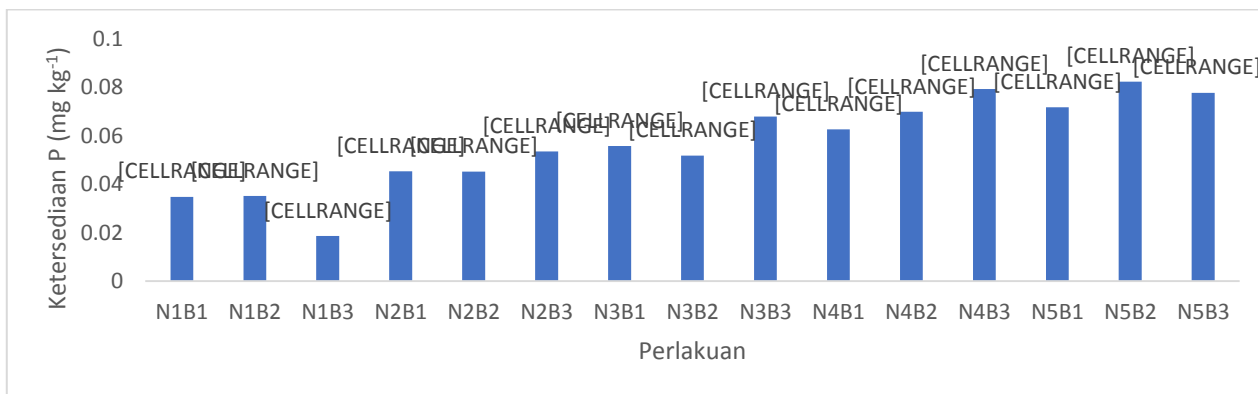
Gambar 10. Pengaruh tingkat pemanfaatan pupuk NPK biru dan/atau biochar terhadap pertukaran Aluminium. Alfabetis yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan pada $p \leq 0.05$ menggunakan uji DMRT.

Konten pertukaran Aluminium diambil sebelum dan sesudah penelitian. Pembacaan Aluminium sebelum tanam adalah 0.4. Analisis yang dilakukan untuk pengukuran pertukaran Aluminium yang menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan ($F=0.0124$, $F < 0.05$,

Gambar 10). Perlakuan N2B1 (100 kg ha^{-1} & 0 ton ha^{-1}) menunjukkan pertukaran aluminium tertinggi sebesar 1.5 sedangkan perlakuan N3B3 (200 kg^{-1} NPK biru & 3 ton ha^{-1} biochar) menunjukkan pertukaran aluminium terendah yaitu 0.7. Rajah 4.16 menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara perlakuan N2B1 dengan perlakuan N3B3, namun tidak memiliki perbedaan yang signifikan antara N1B1, N1B2, N1B3, N2B2, N2B3, N3B1, N3B2, N4B1, N4B2, N4B3, N5B1, N5B2, dan N5B3.

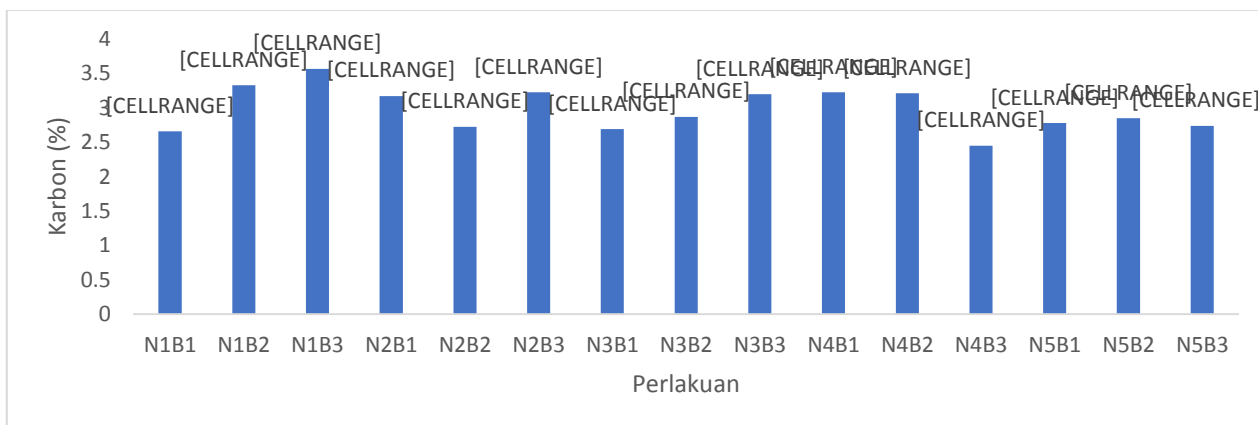
Ketersediaan Fosfor (P). Ketersediaan fosfor diambil sebelum dan sesudah penelitian ini. Pembacaan fosfor sebelum penanaman dilakukan ialah 0.11008. Analisis yang dilakukan untuk pengukuran ketersediaan fosfor menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ($F=0.0099$, $F<0.05$). Perlakuan N4B1 (300 kg^{-1} NPK biru & 0 ton ha^{-1} biochar) menunjukkan ketersediaan fosfor tertinggi yaitu 0.0592 sementara perlakuan N1B3 (0 kg^{-1} NPK biru & 3 ton ha^{-1} biochar) menunjukkan ketersediaan fosfor terendah pada 0.0319.

Gambar 11 menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara perlakuan N3B3, N4B1 dengan perlakuan N1B1, N1B3 namun tidak memiliki perbedaan yang signifikan antara N1B2, N2B2, N2B3, N3B1, N3B2, N4B1, N4B2, N4B3, N5B1, N5B2, dan N5B3.



Gambar 11. Pengaruh tingkat pemanfaatan pupuk NPK biru dan/atau biochar terhadap ketersediaan fosfor. Alfabetis yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada $p \leq 0.05$ menggunakan uji DMRT.

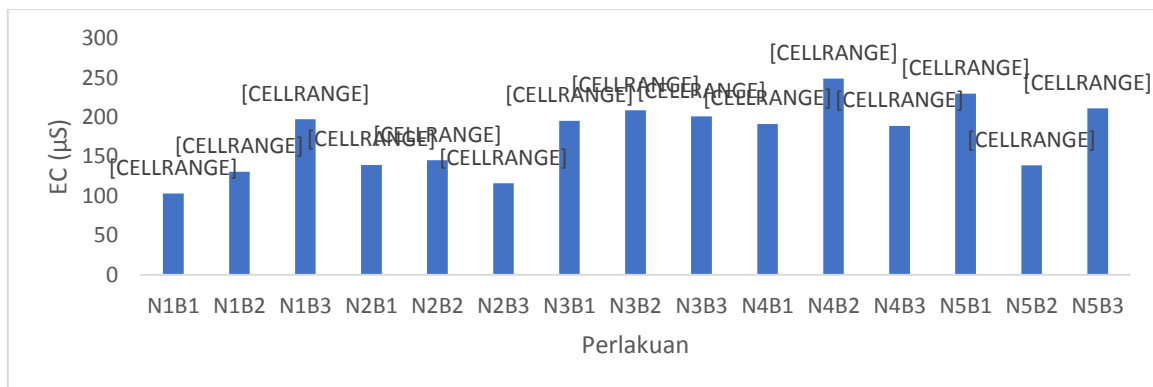
Kandungan Persentase Karbon (C). Persentase kandungan karbon diambil sebelum dan sesudah penelitian. Pembacaan karbon sebelum penanaman dilakukan adalah 3.52 (Gambar 12). Perlakuan N3B3 (200 kg^{-1} NPK biru & 3 ton ha^{-1} biochar) menunjukkan persentase karbon tertinggi sebesar 3.536 sedangkan perlakuan N1B1 (0 kg^{-1} NPK biru & 0 ton ha^{-1} biochar) menunjukkan persentase karbon terendah yaitu 2.7258.



Gambar 12. Pengaruh tingkat pemanfaatan pupuk NPK biru dan/atau biochar terhadap kandungan persentase karbon. Alfabetis yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada $p \leq 0.05$ menggunakan uji DMRT.

Konduktivitas Listrik (μS). Konduktivitas listrik diambil sebelum dan sesudah penelitian. Pembacaan konduktivitas listrik sebelum penanaman dilakukan adalah 198.4. Analisis yang dilakukan untuk ukuran konduktivitas listrik menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ($F=0.001$, $F<0.05$,

Gambar 13). Perlakuan N4B2 (300 kg NPK biru & 2 ton ha^{-1} biochar) menunjukkan konduktivitas listrik tertinggi yaitu 248.97 sementara perlakuan N1B1 (0 kg NPK biru & 0 ton ha^{-1} biochar) menunjukkan konduktivitas listrik yang terendah yaitu 103.1. Rajah 4.19 menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara perlakuan N4B2 dengan perlakuan N1B1, N1B2, N2B3 namun tidak memiliki perbedaan yang signifikan antara perlakuan N1B3, N2B1, N2B2, N3B1, N3B2, N3B3, N4B1, N4B3, N5B1, N5B2, dan N5B3.



Gambar 13. Pengaruh tingkat pemanfaatan pupuk NPK biru dan/atau biochar terhadap konduktivitas listrik. Alfabetis yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada $p \leq 0.05$ menggunakan uji DMRT.

PEMBAHASAN

Penelitian ini memberikan wawasan tentang dampak penggunaan bahan organik sebagai pupuk tambahan dalam tanah terhadap pertumbuhan tanaman (Ogbodo *et al.*, 2009). Tanaman bendi yang diberi pupuk seberat 400 kg ha^{-1} pupuk NPK biru dan 3 ton ha^{-1} biochar menunjukkan ketinggian tanaman dan jumlah daun tertinggi yang tercatat ketika menggabungkan pupuk organik dan anorganik. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh (Khandaker *et al.*, 2017), yang menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman bendi sangat dipengaruhi oleh penggunaan pupuk NPK yang tinggi, menghasilkan peningkatan tinggi tanaman dan jumlah daun dibandingkan dengan kontrol. Pemecahan cepat biochar di dalam tanah, terutama saat ditempatkan di zona perkembangan akar, dapat meningkatkan retensi nutrisi dengan meningkatkan kapasitas pertukaran kation (CEC) (McHenry, 2009), memfasilitasi penyerapan ion oleh akar dan distribusi ke seluruh tanaman.

Pembentukan daun dan bunga pada tanaman bendi bergantung pada air yang diserap oleh tanaman. Penggunaan biochar sebagai amandemen tanah membantu dalam pembentukan daun dan bunga. Pembentukan daun meningkat seiring pengambilan bacaan daun mingguan, begitu juga pembentukan bunga seiring pengambilan bacaan buah mingguan. Penambahan biochar mengurangi erosi tanah, meningkatkan retensi air, memberikan nutrisi, dan menciptakan lingkungan yang cocok bagi mikroorganisme (Greenland, 2004).

Saranan dosis pupuk NPK biru oleh Departemen Pertanian Sarawak (2003) adalah 200 kg ha^{-1} . Ini menjelaskan mengapa perlakuan N4B3 (300 kg ha^{-1} & 3 ton ha^{-1}) menunjukkan hasil tertinggi. Pupuk NPK biru berkontribusi pada peningkatan tinggi tanaman, jumlah daun, produksi bunga, dan kecepatan pertumbuhan. Selain itu, biochar menstabilkan kimia tanah dan menciptakan lingkungan pelestarian kelembaban, memastikan tanah tetap lembab. Biochar secara signifikan memengaruhi pembentukan struktur

tanah (Greenland, 2004), meningkatkan reaksi mikroorganisme dalam tanah dan memberikan lingkungan yang sesuai untuk aktivitas mikroorganisme. Penerapan biochar dalam jangka panjang dapat meningkatkan ketersediaan nutrisi dan produktivitas tanah (Steiner et al., 2007).

Pada tingkat aplikasi biochar yang tinggi, waktu pertama kali bunga okra dapat dipersingkat. Perlakuan biochar tinggi menghasilkan lebih banyak dan lebih cepat mekar, meningkatkan produksi bunga okra sebelum berbuah. Biochar, sebagai sumber etilen setelah pirolisis, adalah hormon tumbuhan yang terjadi secara alami dalam bentuk gas dan mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan produksi bunga (Arshad & Frankenberger, 1991; Spokas et al., 2010). Jumlah produksi etilen bergantung pada jenis biochar dan suhu pirolisis (Guerrero et al., 2005). Meskipun mekanisme produksi etilen dalam biochar belum sepenuhnya dipahami, faktor abiotik kemungkinan berkontribusi (Spokas et al., 2010). Jumlah hormon ini secara signifikan mempengaruhi aktivitas mikroba tanah dan proses tanaman (Arshad & Frankenberger, 1991), menunjukkan bahwa penerapan biochar pada tanah kurang subur positif terhadap perkembangan tanaman okra.

Biochar dari jerami padi memiliki tingkat pH yang tinggi, yang dapat langsung mempengaruhi tanah yang bersifat asam, meningkatkan serapan fosfor (P) (Utomo et al., 2010). Biochar berfungsi dengan mengikat nutrisi karena permukaannya bermuatan negatif dan luas, bertindak sebagai penyangga terhadap keasaman tanah. Aplikasi biochar dalam jangka panjang meningkatkan ketersediaan nutrisi dan produktivitas tanah (Steiner et al., 2007). pH mempengaruhi ketersediaan nutrisi dalam tanah, karena beberapa nutrisi tidak dapat diserap oleh tanaman dalam kondisi asam atau alkali yang berlebihan.

Fosfor adalah makronutrien penting yang dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah yang besar, dengan studi menunjukkan pentingnya dalam fotosintesis (Foyer & Spencer, 1986). Kekurangan fosfor mengurangi perkembangan daun dan menghambat pertumbuhan tanaman (Rodríguez et al., 1998). Dalam penelitian ini, semua perlakuan menunjukkan peningkatan ketersediaan fosfor dibandingkan dengan pembacaan sebelum penanaman. Ini mengindikasikan bahwa efek gabungan pupuk NPK biru dan biochar meningkatkan ketersediaan fosfor dalam tanah.

Tanah dengan struktur baik menyimpan air dan menjaga kelembaban yang tinggi, meningkatkan kesuburan tanah dan hasil tanaman (Joshi et al., 2006). Biochar berkontribusi pada perbaikan struktur tanah, kapasitas retensi air, dan kelembaban.

Dalam analisis biaya, pupuk NPK biru mudah didapat di pasaran, dengan biaya RM 12.00 (USD 2.70) untuk kemasan 500 g. Biochar biaya RM 15.00 (USD 3.40) per 10 kg. Polibag 18 cm x 15 cm biaya RM 13.00 per 1 kg. Untuk setiap kg okra yang dipanen, dijual dengan harga ritel berkisar dari RM 5.00 (USD 1.20) hingga RM 7.00 (USD 1.60) sesuai standar FAMA. Perlakuan N4B3 menghasilkan hasil tertinggi dengan 7 buah okra per polibag, mengestimasi lebih dari 142.857 buah okra per hektar dan berat sekitar 48.571 kg.

KESIMPULAN

Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan biochar dan pupuk NPK biru sebagai aditif dalam tanah dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman bendi. Campuran pupuk 400 kg ha⁻¹ NPK biru dan 3 ton ha⁻¹ biochar menghasilkan tinggi tanaman tertinggi dan jumlah daun terbanyak. Biochar juga berdampak positif terhadap sifat kimia tanah, seperti ketersediaan air dan nutrisi. Penggunaan biochar dapat mempercepat pembungaan tanaman dan mempengaruhi hormon etilen. Secara keseluruhan, penggunaan kombinasi ini berpotensi meningkatkan produktivitas pertanian dan efisiensi sumber daya tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Arshad, M., & Frankenberger, W. T. (1991). Microbial production of plant hormones. *Plant and Soil* 191 133:1, 133(1), 1–8. <https://doi.org/10.1007/BF00011893>

- Eke, K. A., Essiens, B., & JU Ogbu. (2008). Determination of optimum planting time of okra in the derived savannah. Proc. of the 42nd Conf. of ASN at Abakaliki 17th. https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&q=Eke%2C+K.+A.%2C+Essien%2C+B.+A.+Z.%2C+%26+Ogbu%2C+J.+U.+%282008%29.+Determination+of+optimum+planting+time+of+okra+%28Abelmoschus+esculentus%29+cultivars+in+the+Derived+Savannah.+Proceedings+of+the+42nd+annual+conference+of+agricultural+society+of+Nigeria+%28ASN%29+October+19th+to+23rd+at+Ebonyi+State+University.&btnG=
- Elkhalifa, A. E. O., Alshammari, E., Adnan, M., Alcantara, J. C., Awadelkareem, A. M., Eltoum, N. E., Mehmood, K., Panda, B. P., & Ashraf, S. A. (2021). Okra (*Abelmoschus esculentus*) as a Potential Dietary Medicine with Nutraceutical Importance for Sustainable Health Applications. *Molecules* 2021, Vol. 26, Page 696, 26(3), 696. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES26030696>
- Fekadu Gemedede, H. (2015). Nutritional Quality and Health Benefits of “Okra” (*Abelmoschus esculentus*): A Review. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 4(2), 208. <https://doi.org/10.11648/J.IJNFS.20150402.22>
- Foyer, C., & Spencer, C. (1986). The relationship between phosphate status and photosynthesis in leaves : Effects on intracellular orthophosphate distribution, photosynthesis and assimilate partitioning. *Planta*, 167(3), 369–375. <https://doi.org/10.1007/BF00391341>
- Gemedede, H. F., Haki, G. D., Beyene, F., Woldegiorgis, A. Z., & Rakshit, S. K. (2016). Proximate, mineral, and antinutrient compositions of indigenous Okra (*Abelmoschus esculentus*) pod accessions: implications for mineral bioavailability. *Food Science & Nutrition*, 4(2), 223–233. <https://doi.org/10.1002/FSN3.282>
- Graber, E. R., Harel, Y. M., Kolton, M., Cytryn, E., Silber, A., David, D. R., Tsechansky, L., Borenshtein, M., & Elad, Y. (2010). Biochar impact on development and productivity of pepper and tomato grown in fertigated soilless media. *Plant and Soil*, 337(1), 481–496. <https://doi.org/10.1007/S11104-010-0544-6/TABLES/6>
- Greenland, D. (2004). Sustainable Soils: The Place of Organic Matter in Sustaining Soils and their Productivity. By B. Wolf and G. H. Snyder. New York: Haworth Press (2003), pp. 352, US\$49.95. ISBN 1-56022-916-0. *Experimental Agriculture*, 40(3), 392–392. <https://doi.org/10.1017/S0014479704292055>
- Guerrero, M., Ruiz, M. P., Alzueta, M. U., Bilbao, R., & Millera, A. (2005). Pyrolysis of eucalyptus at different heating rates: studies of char characterization and oxidative reactivity. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 74(1–2), 307–314. <https://doi.org/10.1016/J.JAAP.2004.12.008>
- Joshi, M., Joshi, M., & Prabhakarasetty, T. (2006). Sustainability through organic farming. In Kalyani Publishers. https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&q=Joshi%2C+M.%2C+dan+Prbhakarasetty+T.+K.+2006.+Sustainability+Through+Organic+Farming.+Kalyani+Publishers.+New+Delhi%2C+India.&btnG=
- Khandaker, M. M., Nor M, F., Dalorima, T., Sajili, M. H., & Mat, N. (2017). Effect of different rates of inorganic fertilizer on physiology, growth and yield of okra (*Abelmoschus esculentus*) cultivated on BRIS soil of Terengganu, Malaysia. *Australian Journal of Crop Science*, 880–887. <https://doi.org/10.21475/ajcs.17.11.07.pne552>
- Lakulassa, S., Azman, E. A., Ismail, R., & Tajidin, N. E. (2022). Pengaruh Mononatrium Glutamat pada Pertumbuhan, Tanah, dan Hasil Bayam Hijau (*Amaranthus gangeticus*). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(3), 406–413. <https://doi.org/10.18343/jipi.27.3.406>

- Liu, X., Zhang, A., Ji, C., Joseph, S., Bian, R., Li, L., Pan, G., & Paz-Ferreiro, J. (2013). Biochar's effect on crop productivity and the dependence on experimental conditions-a meta-analysis of literature data. *Plant and Soil*, 373(1–2), 583–594. <https://doi.org/10.1007/S11104-013-1806-X/FIGURES/10>
- Major, J., Lehmann, J., Rondon, M., & Goodale, C. (2010). Fate of soil-applied black carbon: downward migration, leaching and soil respiration. *Global Change Biology*, 16(4), 1366–1379. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2486.2009.02044.X>
- Maludin, A. J., & Silip, J. J. (2019). Effects of Dairy Farm Effluent Compost on Growth and Yield of Pak Choy (*Brassica rapa* L.) in Pot System Currently working on Tuna Value Chain and Seaweed Value Chain in Semporna, Sabah View project Efficacy of Dairy Farm Effluent Compost on Crops Yield View project. *Transactions on Science and Technology*, 6(2–2), 272–282. <https://www.researchgate.net/publication/349103103>
- McHenry, M. P. (2009). Agricultural bio-char production, renewable energy generation and farm carbon sequestration in Western Australia: Certainty, uncertainty and risk. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 129(1–3), 1–7. <https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2008.08.006>
- Moyin-Jesu, E. I. (2007). Use of plant residues for improving soil fertility, pod nutrients, root growth and pod weight of okra (*Abelmoschus esculentum* L). *Bioresource Technology*, 98(11), 2057–2064. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.03.007>
- Ogbodo, E. N., Ekpe, I. I., & Utobo, E. B. (2009). Effect of Organic and Inorganic Fertilizers on Physical Properties of an Ultisol and Rice Production in South Eastern Nigeria. *Journal of Sustainable Agriculture*, 3(3), 615–621.
- Rodríguez, D., Pomar, M. C., & Goudriaan, J. (1998). Leaf primordia initiation, leaf emergence and tillering in wheat (*Triticum aestivum* L.) grown under low-phosphorus conditions. *Plant and Soil* 1998 202:1, 202(1), 149–157. <https://doi.org/10.1023/A:1004352820444>
- Shamshuddin, J., & Auxtero, E. A. (1991). Soil solution compositions and mineralogy of some active acid sulfate soils in Malaysia as affected by laboratory incubation with lime. *Soil Science*, 152(5), 365–376. <https://doi.org/10.1097/00010694-199111000-00008>
- Shamshuddin, J., & Daud, N. W. (2011). Classification and management of highly weathered soils in Malaysia for production of plantation crops. In *Principles, Application and Assessment in Soil Science* - Google Books (pp. 75–84). InTechOpen. https://books.google.com.my/books?hl=en&lr=&id=OrqZDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA75&dq=ultisol+oxisol+malaysia+72%25&ots=__nb-K0IRF&sig=YC-GjIb9NU6vgO2K2ED24zrfzWA&redir_esc=y#v=onepage&q=ultisol%20oxisol%20malaysia%2072%25&f=false
- Spokas, K. A., Baker, J. M., & Reicosky, D. C. (2010). Ethylene: Potential key for biochar amendment impacts. *Plant and Soil*, 333(1), 443–452. <https://doi.org/10.1007/S11104-010-0359-5>
- Steiner, C., Das, K. C., Garcia, M., Förster, B., & Zech, W. (2008). Charcoal and smoke extract stimulate the soil microbial community in a highly weathered xanthic Ferralsol. *Pedobiologia*, 51(5–6), 359–366. <https://doi.org/10.1016/J.PEDOBI.2007.08.002>
- Steiner, C., Teixeira, W. G., Lehmann, J., Nehls, T., De MacÊdo, J. L. V., Blum, W. E. H., & Zech, W. (2007). Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop production and fertility on a highly weathered Central Amazonian upland soil. *Plant and Soil*, 291(1–2), 275–290. <https://doi.org/10.1007/S11104-007-9193-9>
- Utomo, W., Masulili, A., Kom, J., Sudarso, Y., Kalimantan, W., Wani, I., & Utomo, H. (2010). Rice Husk Biochar for Rice Based Cropping System in Acid Soil 1. The Characteristics of Rice Husk Biochar

Restanto, dkk. : Pembentukan Organogenesis Tanaman Porang (Amorphophallus muelleri B.) Pada Beberapa...

and Its Influence on the Properties of Acid Sulfate Soils and Rice Growth Rice Husk Biochar for Rice Based Cropping System in Acid Soil 1. The Characteristics of Rice Husk Biochar and Its Influence on the Properties of Acid Sulfate Soils and Rice Growth in West Kalimantan, Indonesia. Article in Journal of Agricultural Science. <https://doi.org/10.5539/jas.v2n1p39>