

**Pengaruh Kombinasi *Biochar* dan Kotoran Sapi Segar terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) dan Total Populasi Bakteri Tanah*****The Effect of a Combination of Biochar and Fresh Cattle Manure on the Vegetative Growth of Rice Plants (*Oryza sativa* L.) and Total Soil Bacterial Population***

Muhammad Ilham Bayu Pratama*, Novi Arfarita¹ dan Mahayu Woro Lestari²

¹Departemen Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Malang
Jl. MT. Haryono No. 193 Malang 65144, Jawa Timur, Indonesia

*Korespondensi : muhammadilhambayupratama66@gmail.com

ABSTRACT

Rice (*Oryza sativa* L.) Is one of Indonesia's primary staple food crops, and increasing its productivity requires sustainable soil management strategies. Fresh cattle manure is widely applied by farmers because it is readily available and inexpensive; however, its direct application may lead to nutrient immobilization and unstable decomposition processes. *Biochar* has been widely recognized as a soil amendment capable of improving soil chemical properties and providing favorable habitats for soil microorganisms. This study aimed to evaluate the effect of *biochar* combined with fresh cattle manure on total soil bacterial population and vegetative growth of rice (*Oryza sativa* L.) cv. Inpari 32. The experiment was conducted in a greenhouse using a Randomized Block Design consisting of five treatments and four replications: control (O), fresh cattle manure (K), *biochar* (B), *biochar* + half-dose fresh cattle manure (C), and half-dose *biochar* + fresh cattle manure (D). Observed variables included total soil bacterial population, plant height, leaf number, leaf area, tiller number, fresh biomass, and dry biomass. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA), followed by the Least Significant Difference (LSD) test at the 5% significance level. The results showed that the application of *biochar* and fresh cattle manure did not significantly affect total soil bacterial population or tiller number. In contrast, significant responses were observed in plant height, leaf number, leaf area, fresh weight, and dry weight during the vegetative growth stage. These findings indicate that the combination of *biochar* and fresh cattle manure primarily influenced vegetative growth responses, while changes in total soil bacterial population were not detected under the experimental conditions.

Keywords: *Biochar, Fresh Cattle Manure, Rice, Soil Bacteria, Vegetative growth*

ABSTRAK

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan tanaman pangan utama di Indonesia sehingga peningkatan produktivitasnya memerlukan pengelolaan tanah yang berkelanjutan. Kotoran sapi segar masih banyak diaplikasikan oleh petani karena mudah diperoleh dan praktis digunakan, meskipun penggunaannya berpotensi memengaruhi dinamika unsur hara selama proses dekomposisi. *Biochar* diketahui mampu memperbaiki kualitas tanah sekaligus mendukung lingkungan tumbuh



mikroorganisme tanah. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh kombinasi *biochar* dan kotoran sapi segar terhadap total populasi bakteri tanah dan pertumbuhan vegetatif tanaman padi (*Oryza sativa* L.) varietas Inpari 32. penelitian dilaksanakan di greenhouse menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas lima perlakuan dan empat ulangan. Parameter yang diamati meliputi total populasi bakteri tanah, tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, jumlah anakan, berat segar, dan berat kering tanaman. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dan dilanjutkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi *biochar* dan kotoran sapi segar tidak memberikan pengaruh nyata terhadap total populasi bakteri tanah maupun jumlah anakan tanaman padi. Sebaliknya, perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat segar, dan berat kering pada fase vegetatif. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kombinasi *biochar* dan kotoran sapi segar lebih berperan dalam memengaruhi beberapa parameter pertumbuhan vegetatif dibandingkan terhadap perubahan total populasi bakteri tanah.

Kata kunci : *Biochar*, Kotoran Sapi Segar, Padi, Bakteri Tanah, Pertumbuhan Vegetatif

PENDAHULUAN

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan komoditas pangan strategis yang menjadi sumber pangan utama masyarakat Indonesia. Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, kebutuhan beras nasional terus mengalami peningkatan sehingga diperlukan upaya untuk meningkatkan produktivitas padi secara berkelanjutan. Salah satu faktor yang menentukan keberhasilan budidaya padi adalah kualitas tanah sebagai media tumbuh. Namun demikian, produktivitas lahan sawa cenderung menurun akibat budidaya intensif, penggunaan pupuk anorganik secara terus – menerus, serta rendahnya kandungan bahan organik tanah yang berperan penting dalam mempertahankan kesuburan tanah (Bolly dan Apelabi, 2022; Wihardjaka, 2021). Kondisi tersebut menyebabkan terganggunya keseimbangan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah sehingga efisiensi penyerapan unsur hara oleh tanaman menjadi kurang optimal.

Penambahan bahan organik merupakan salah satu pendekatan yang banyak diterapkan untuk memperbaiki kualitas tanah. Kotoran sapi merupakan sumber bahan organik yang mengandung karbon organik, nitrogen, fosfor, kalium, dan unsur hara mikro yang berperan dalam memperbaiki sifat tanah sekaligus mendukung pertumbuhan tanaman (Rayne dan Aula, 2020). Dalam praktik budidaya, petani masih banyak mengaplikasikan kotoran sapi dalam kondisi segar karena mudah diperoleh, tersedia dalam jumlah melimpah, serta tidak memerlukan proses pengomposan terlebih dahulu. Meskipun demikian, kotoran sapi segar yang belum mengalami dekomposisi sempurna dapat memengaruhi dinamika pelepasan unsur hara selama proses mineralisasi sehingga respons tanaman dan aktivitas mikroorganisme tanah dapat berbeda dibandingkan penggunaan pupuk kandang yang telah matang (Canatoy *et al.*, 2024; Manyi-Loh *et al.*, 2016).

Biochar merupakan bahan pembenah tanah yang dihasilkan melalui proses



pirolisis biomassa pada kondisi oksigen terbatas dan memiliki kandungan karbon yang relatif stabil. Karakteristik *biochar* berupa struktur berpori, luas permukaan tinggi, serta kapasitas tukar kation yang besar menjadikannya mampu memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah, meningkatkan retensi air, serta meningkatkan efisiensi pemanfaatan unsur hara oleh tanaman (Agegnehu *et al.*, 2016; Das *et al.*, 2021; Liu *et al.*, 2018). Selain itu, pori – pori *biochar* dapat menyediakan mikrohabitat yang mendukung aktivitas mikroorganisme tanah sehingga berpotensi meningkatkan proses dekomposisi bahan organik dan siklus hara di dalam tanah (Jatuwong *et al.*, 2025). Oleh karena itu, kombinasi *biochar* dengan kotoran sapi segar diperkirakan mampu memperbaiki kondisi tanah sekaligus mendukung pertumbuhan tanaman padi.

Beberapa penelitian melaporkan bahwa aplikasi *biochar* maupun pupuk kandang mampu meningkatkan kualitas tanah dan pertumbuhan tanaman. Nguyen *et al.*, (2018) melaporkan bahwa kombinasi *biochar* dan pupuk kandang mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara dan pertumbuhan tanaman padi, sedangkan Ali *et al.*, (2025) menunjukkan bahwa aplikasi *biochar* bersama pupuk organik dapat memperbaiki kesehatan tanah dan produktivitas tanaman melalui perbaikan lingkungan rizosfer. Akan tetapi, sebagian besar penelitian tersebut menggunakan pupuk kandang yang telah mengalami proses pengomposan atau fermentasi sehingga memiliki tingkat kematangan bahan organik yang relatif stabil. Penelitian mengenai penggunaan kotoran sapi segar (*fresh cattle manure*) yang dikombinasikan dengan *biochar* masih relative terbatas, terutama dalam kaitannya dengan respons pertumbuhan vegetatif tanaman padi serta total populasi bakteri tanah. Padahal, penggunaan kotoran sapi segar masih banyak dijumpai pada tingkat petani karena lebih praktis dan ekonomis.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh kombinasi *biochar* dan kotoran sapi segar terhadap total populasi bakteri tanah serta pertumbuhan vegetatif tanaman padi (*Oryza sativa* L.) varietas Inpari 32 pada kondisi greenhouse. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai potensi pemanfaatan *biochar* bersama kotoran sapi segar sebagai alternatif pengelolaan bahan organik yang mendukung budidaya padi secara lebih berkelanjutan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2025 hingga Juni 2026. Budidaya tanaman padi dilakukan di Green House Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Jalan Veteran, Kelurahan Ketawanggede, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur. Analisis total populasi bakteri tanah dilakukan menggunakan metode Total Plate Count (TPC) di Laboratorium Pusat Halal Center Lantai 1 Gedung Abdurrahman bin Auf, Universitas Islam Malang, Jalan Mayjen Haryono No. 193, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur.

Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi tanah, benih padi varietas Inpari 32, *biochar*, kotoran sapi segar, pupuk NPK 16:16:16, media Plate Count Agar



(PCA), larutan pepton, akuades steril, alcohol 70%, serta bahan lain yang mendukung analisis mikrobiologi. Alat yang digunakan untuk budidaya tanaman meliputi timba sebagai wadah media tanam, meteran, tali rafia, *insect net*, *ball mill*, cangkul, garu, plastic alas, karung, gelas ukur, timbangan digital, dan timbangan gantung. Sementara itu, analisis populasi bakteri tanah menggunakan timbangan analitik, gelas ukur, pipet tetes, spatula, batang pengaduk, *beaker glass*, Erlenmeyer, tabung reaksi, cawan petri, mikropipet, *Laminar Air Flow* (LAF), autoklaf, incubator, *vortex*, *shaker*, dan *spreader*.

Penelitian disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas lima perlakuan dengan empat ulangan sehingga diperoleh 20 satuan percobaan. Perlakuan yang diberikan meliputi O (kontrol), K (kotoran sapi segar 317 g), B (*biochar* 238 g), C (*biochar* 238 g + kotoran sapi segar 159 g), dan D (*biochar* 119 g + kotoran sapi segar 317 g).

Media tanam disiapkan sesuai perlakuan, kemudian ditanami bibit padi varietas Inpari 32 dan dipelihara di greenhouse. Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman, pemupukan, penyiangan gulma, serta pengendalian organisme pengganggu tanaman apabila diperlukan. Parameter yang diamati meliputi total populasi bakteri tanah, tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, jumlah anakan, bobot segar, dan bobot kering tanaman. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada taraf nyata 5%, dan apabila terdapat pengaruh nyata dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Total Populasi Bakteri Tanah

Tabel 1. Populasi Bakteri Tanah pada Berbagai Perlakuan

Perlakuan	Total Populasi Bakteri Tanah
O	13.24
B	13.27
K	13.15
C	13.24
D	13.12
BNT 5%	TN

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5 %, BNT : Beda Nyata Terkecil, TN: Tidak Nyata.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi *biochar* dan kotoran sapi segar tidak memberikan pengaruh nyata terhadap total populasi bakteri tanah. Meskipun perlakuan B (*biochar* 238 g) menghasilkan nilai rata – rata populasi bakteri tertinggi (13,27 log CFU g⁻¹ tanah), nilai tersebut menunjukkan seluruh perlakuan berada pada kelompok respons yang sama. Tidak terbentuknya perbedaan nyata menunjukkan bahwa penambahan *biochar* maupun kotoran sapi segar belum mampu meningkatkan total populasi bakteri tanah selama periode penelitian. Kondisi tersebut diduga disebabkan oleh proses kolonisasi mikroba yang masih berlangsung



serta dekomposisi kotoran sapi segar yang melepaskan karbon dan unsur hara secara bertahap. Di sisi lain, *biochar* lebih berperan sebagai penyedia habitat mikroba melalui struktur porinya daripada secara langsung meningkatkan jumlah populasi bakteri. Respons tersebut dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tanah, termasuk ketersediaan substrat, pH, dan waktu adaptasi komunitas mikroba setelah aplikasi bahan organik. Temuan ini sejalan dengan Palansooriya *et al.*, (2019) yang menyatakan bahwa aplikasi *biochar* tidak selalu meningkatkan jumlah mikroorganisme, tetapi lebih sering memengaruhi struktur habitat dan aktivitas mikroba tanah. Demikian pula, Deshoux *et al.*, (2023) melaporkan bahwa perubahan komunitas mikroba setelah aplikasi *biochar* dan bahan organik berlangsung secara bertahap dan sangat dipengaruhi oleh karakteristik tanah serta lama inkubasi. Selain itu, Lebrun *et al.*, (2024) menjelaskan bahwa respons biologis tanah lebih banyak tercermin melalui peningkatan aktivitas metabolik dibandingkan perubahan total populasi mikroorganisme. Dengan demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengaruh *biochar* dan kotoran sapi segar lebih berpotensi memperbaiki fungsi ekologis tanah daripada meningkatkan total populasi bakteri yang terukur menggunakan metode Total Plate Count (TPC).

Tinggi Tanaman

Tabel 2. Tinggi Tanaman Padi pada Berbagai Perlakuan

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm) pada Umur (HST)					
	10	20	30	40	50	60
O	5.28 a	11.59 b	17.43	61.14	69.59 b	78.84
B	5.14 a	11.87 b	16.25	61.69	70.80 b	81.40
K	5.67 ab	10.35 ab	14.74	55.03	60.41 a	75.98
C	5.22 a	8.89 a	15.83	58.65	64.98 ab	77.95
D	6.33 b	11.42 b	15.98	58.00	66.48 ab	77.86
BNT 5%	0.66	1.89	TN	TN	6.80	TN

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5 %, BNT : Beda Nyata Terkecil, TN: Tidak Nyata.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan, memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada umur 10, 20, dan 50 HST, sedangkan pada umur 30, 40, dan 60 HST tidak menunjukkan perbedaan nyata. Hasil uji BNT 5% menunjukkan bahwa perlakuan D (*biochar* 119 g + kotoran sapi segar 317 g) menghasilkan tinggi tanaman yang lebih tinggi pada fase awal pertumbuhan (10 – 20 HST), sedangkan pada umur 50 HST perlakuan O (kontrol), B (*biochar* 238 g), C (*biochar* 238 g + kotoran sapi segar 159 g), dan D (*biochar* 119 g + kotoran sapi segar 317 g) membentuk kelompok dengan pertumbuhan yang relatif lebih tinggi dibandingkan perlakuan K (kotoran sapi segar 317 g). Pola tersebut menunjukkan bahwa respons tinggi tanaman terhadap perlakuan berlangsung secara dinamis selama fase vegetatif dan tidak mempertahankan kecenderungan yang sama pada setiap waktu pengamatan. Perbedaan respons tersebut mengindikasikan bahwa pengaruh *biochar* dan kotoran sapi segar terhadap pertumbuhan tinggi tanaman berkaitan dengan perubahan kondisi media tanam yang berlangsung secara bertahap.



Pada fase awal pertumbuhan, kombinasi *biochar* dan kotoran sapi segar diduga mampu menyediakan lingkungan perakaran yang lebih mendukung melalui peningkatan retensi air serta penyediaan unsur hara dari proses dekomposisi awal bahan organik. Seiring bertambahnya umur tanaman, kebutuhan hara dan proses fisiologis menjadi semakin kompleks sehingga respons pertumbuhan tidak hanya dipengaruhi oleh perlakuan, tetapi juga oleh kemampuan tanaman dalam memanfaatkan sumber daya yang tersedia serta kondisi media tanam selama pertumbuhan berlangsung. Hasil penelitian ini sejalan dengan Nguyen *et al.*, (2018) yang melaporkan bahwa efektivitas kombinasi *biochar* dan pupuk organik terhadap pertumbuhan vegetatif padi dipengaruhi oleh interaksi antara dosis perlakuan, karaktersistik tanah, dan fase pertumbuhan tanaman. Khan *et al.*, (2021) juga menjelaskan bahwa respons tinggi tanaman terhadap aplikasi *biochar* tidak selalu berlangsung secara konsisten sepanjang siklus pertumbuhan karena dipengaruhi oleh dinamika ketersediaan nitrogen dan kemampuan tanaman menyerap unsur hara. Dengan demikian, tinggi tanaman pada penelitian ini menunjukkan bahwasannya aplikasi *biochar* dan kotoran sapi segar lebih berperan dalam mendukung pertumbuhan pada fase vegetatif tertentu daripada memberikan peningkatan pertumbuhan yang bersifat konstan hingga umur 60 HST.

Jumlah Daun

Tabel 3. Jumlah Daun Tanaman Padi pada Berbagai Perlakuan

Perlakuan	Jumlah Daun (helai) pada Umur (HST)					
	10	20	30	40	50	60
O	3.92	5.33	10.75	16.83	20.50	23.50 a
B	3.25	5.58	9.42	15.50	18.92	21.67 a
K	3.50	5.50	9.50	14.42	16.33	21.08 a
C	3.42	5.83	9.42	14.33	18.50	23.67 a
D	3.42	5.17	10.17	15.75	21.67	27.17 b
BNT 5%	TN	TN	TN	TN	TN	3.09

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5 %, BNT : Beda Nyata Terkecil, TN: Tidak Nyata.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian perlakuan, memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah daun tanaman padi pada umur 60 HST. Berdasarkan uji BNT 5%, perlakuan D (*biochar* 119 g + kotoran sapi segar 317 g) menghasilkan jumlah daun tertinggi dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya, sedangkan pada umur 10 hingga 50 HST seluruh perlakuan belum menunjukkan perbedaan yang signifikan. Pola tersebut menunjukkan bahwa respons perlakuan terhadap pembentukan daun berkembang secara bertahap dan baru tampak jelas pada akhir fase vegetatif. Peningkatan jumlah daun pada perlakuan D mengindikasikan bahwa kombinasi *biochar* dan kotoran sapi segar mampu menciptakan kondisi media tanam yang lebih mendukung perkembangan tajuk dibandingkan aplikasi tunggal maupun tanpa perlakuan. *Biochar* berkontribusi dalam memperbaiki lingkungan perakaran melalui peningkatan porositas dan kemampuan menahan air, sedangkan kotoran sapi segar secara bertahap menyediakan bahan organik dan unsur hara yang diperlukan untuk pembentukan jaringan vegetatif. Kondisi tersebut memungkinkan tanaman



mempertahankan pembentukan daun hingga fase vegetatif aktif, ketika kebutuhan fotosintat dan unsur hara meningkat seiring bertambahnya umur tanaman. Temuan ini sejalan dengan Nguyen *et al.*, (2018) yang melaporkan bahwa kombinasi *biochar* dan pupuk organik mampu meningkatkan komponen pertumbuhan vegetatif padi melalui perbaikan kondisi media tanam dan efisiensi pemanfaatan unsur hara. Selain itu, Chang *et al.*, (2019) menjelaskan bahwa perkembangan tajuk yang lebih baik meningkatkan kemampuan tanaman dalam mengintersepsi cahaya sehingga mendukung proses pembentukan biomassa. Dengan demikian, peningkatan jumlah daun pada penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi *biochar* dan kotoran sapi segar lebih efektif dalam mendukung perkembangan tajuk pada akhir fase vegetatif dibandingkan perlakuan lainnya, yang selanjutnya berpotensi meningkatkan kapasitas fotosintesis dan pertumbuhan tanaman secara keseluruhan.

Luas Daun

Tabel 4. Luas Daun Tanaman Padi pada Berbagai Perlakuan

Perlakuan	Luas Daun (cm ²) pada Umur (HST)					
	10	20	30	40	50	60
O	9.14	32.03 b	107.05	301.50	537.77	656.31 bc
B	8.30	29.20 b	93.24	260.63	479.64	616.41 abc
K	7.03	17.83 a	62.70	170.91	371.61	501.12 a
C	8.10	26.88 ab	75.47	215.36	475.09	581.92 ab
D	7.90	31.96 b	93.70	219.11	531.52	722.72 c
BNT 5%	TN	9.27	TN	TN	TN	129.38

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5 %, BNT : Beda Nyata Terkecil, TN: Tidak Nyata.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian perlakuan, memberikan pengaruh nyata terhadap luas daun pada umur 20 dan 60 HST. Berdasarkan uji BNT 5%, perlakuan D (*biochar* 119 g + kotoran sapi segar 317 g) menghasilkan luas daun tertinggi pada umur 60 HST dan berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan lainnya, sedangkan pada umur 20 HST perlakuan O (kontrol), B (*biochar* 238 g) dan D (*biochar* 119 g + kotoran sapi segar 317 g) membentuk kelompok dengan luas daun yang relatif lebih tinggi dibandingkan perlakuan K (kotoran sapi segar 317 g). Pola tersebut menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan terhadap ekspansi daun berkembang secara bertahap dan menjadi lebih nyata pada akhir fase vegetatif. Peningkatan luas daun pada perlakuan D (*biochar* 119 g + kotoran sapi segar 317 g) mengindikasikan bahwa kombinasi *biochar* dan kotoran sapi segar mampu mendukung proses ekspansi jaringan daun secara lebih optimal dibandingkan perlakuan lainnya. *Biochar* berperan memperbaiki kondisi fisik media tanam melalui peningkatan porositas dan kapasitas menahan air, sedangkan kotoran sapi segar secara bertahap menyediakan bahan organik dan unsur hara yang diperlukan selama pertumbuhan vegetatif. Sinergi kedua bahan tersebut memungkinkan perkembangan tajuk berlangsung lebih baik sehingga kapasitas tanaman dalam menangkap radiasi matahari meningkat. Kondisi ini menjadi penting karena luas daun merupakan salah satu indikator yang mencerminkan kemampuan tanaman membentuk bidang fotosintesis yang lebih efektif selama fase vegetatif. Hasil penelitian ini didukung

dengan pendapat Chang *et al.*, (2019) yang menyatakan bahwa perkembangan kanopi berperan penting dalam meningkatkan intersepsi cahaya dan efisiensi pembentukan biomassa tanaman. Sejalan dengan itu, Vishwakarma *et al.*, (2023) melaporkan bahwa peningkatan luas daun berkorelasi positif dengan kapasitas fotosintesis kanopi serta akumulasi bahan kering tanaman. Selain itu, Nguyen *et al.*, (2018) menjelaskan bahwa kombinasi *biochar* dan pupuk organik mampu memperbaiki pertumbuhan vegetatif padi melalui peningkatan kualitas media tanam dan efisiensi pemanfaatan unsur hara. Dengan demikian, luas daun pada penelitian ini menjadi indikator bahwa kombinasi *biochar* dan kotoran sapi segar lebih efektif dalam mendukung perkembangan tajuk, yang selanjutnya berkontribusi terhadap akumulasi biomassa tanaman pada akhir fase vegetatif.

Jumlah Anakan

Tabel 5. Jumlah Anakan Tanaman Padi pada Berbagai Perlakuan

Perlakuan	Jumlah Anakan pada Umur (HST)				
	20	30	40	50	60
O	0.17	2.08	3.75	5.00	6.75
B	0.08	1.83	3.83	5.08	6.00
K	0.00	1.63	3.50	4.33	5.50
C	0.00	1.75	3.17	4.33	7.58
D	1.00	2.00	4.00	5.33	8.75
BNT 5%	TN	TN	TN	TN	TN

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5 %, BNT : Beda Nyata Terkecil, TN: Tidak Nyata.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian perlakuan, tidak memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah anakan tanaman padi hingga umur 60 HST. Meskipun secara deskriptif perlakuan D (*biochar* 119 g + kotoran sapi segar 317 g) menghasilkan nilai rata – rata jumlah anakan tertinggi pada akhir pengamatan, perbedaan tersebut belum cukup untuk membentuk respons yang berbeda secara statistik. Hal ini menunjukkan bahwa pembentukan anakan pada fase vegetatif masih berlangsung relatif seragam pada seluruh perlakuan. Tidak signifikannya respons jumlah anakan mengindikasikan bahwa penambahan *biochar* dan kotoran sapi segar belum mampu memengaruhi proses pembentukan tunas lateral secara langsung. Pembentukan anakan merupakan karakter pertumbuhan yang dikendalikan oleh interaksi antara faktor genetik varietas, kondisi lingkungan tumbuh, dan ketersediaan fotosintat yang dapat dialokasikan menuju titik tumbuh aksilar. Oleh karena itu, peningkatan perkembangan tajuk yang ditunjukkan melalui jumlah dan luas daun tidak selalu diikuti oleh peningkatan jumlah anakan dalam periode pengamatan yang sama. Dengan kata lain, keberhasilan pertumbuhan vegetatif tidak hanya ditentukan oleh banyaknya anakan yang terbentuk, tetapi juga oleh kemampuan tanaman mengoptimalkan pertumbuhan organ vegetatif lainnya. Temuan ini sesuai dengan pendapat Yan *et al.*, (2023) yang menyatakan bahwa pembentukan anakan pada tanaman padi dipengaruhi oleh koordinasi proses fisiologis, distribusi fotosintat, serta regulasi pertumbuhan tunas aksilar. Selain itu, Nguyen *et al.*, (2018) melaporkan



bahwa respons tanaman terhadap aplikasi *biochar* dan pupuk organik tidak selalu muncul secara bersamaan pada seluruh komponen pertumbuhan vegetatif, melainkan bergantung pada fase perkembangan tanaman dan kondisi media tanam. Dengan demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi *biochar* dan kotoran sapi segar belum memberikan pengaruh yang nyata terhadap pembentukan anakan, meskipun mampu meningkatkan parameter pertumbuhan vegetatif lainnya.

Bobot Segar dan Bobot Kering Tanaman

Tabel. 6 Bobot Segar dan Bobot Kering Tanaman Padi

Perlakuan	Bobot segar (g)	Bobot Kering (g)
O	101.63 a	30.00 a
K	107.66 a	31.73 a
B	109.71 a	32.38 a
C	118.71 a	35.93 a
D	343.46 b	45.63 b
BNT 5%	18.10	6.96

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5 %, BNT : Beda Nyata Terkecil, TN: Tidak Nyata.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian perlakuan, memberikan pengaruh nyata terhadap bobot segar dan bobot kering tanaman padi pada umur 60 HST. Berdasarkan uji BNT 5%, perlakuan D (*biochar* 119 g + kotoran sapi segar 317 g) menghasilkan bobot segar dan bobot kering tertinggi serta berbeda nyata dibandingkan seluruh perlakuan lainnya. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kombinasi *biochar* dan kotoran sapi segar mampu meningkatkan akumulasi biomassa tanaman secara lebih efektif dibandingkan aplikasi tunggal maupun tanpa perlakuan. Peningkatan biomassa pada perlakuan D (*biochar* 119 g + kotoran sapi segar 317 g) merupakan konsekuensi dari respons vegetatif yang berkembang secara bertahap selama penelitian. Kombinasi *biochar* dan kotoran sapi segar tidak hanya memperbaiki kondisi media tanam melalui peningkatan porositas, retensi air, dan ketersediaan bahan organik, tetapi juga mendukung pembentukan tajuk yang lebih baik sebagaimana tercermin dari meningkatnya jumlah dan luas daun. Perkembangan tajuk tersebut meningkatkan kapasitas tanaman dalam mengintersepsi cahaya dan menghasilkan fotosintat yang selanjutnya dialokasikan untuk pembentukan jaringan tanaman. Akumulasi fotosintat inilah yang pada akhirnya tercermin dalam peningkatan bobot segar maupun bobot kering tanaman. Hasil penelitian ini sejalan dengan Chang *et al.*, (2019) yang menjelaskan bahwa peningkatan luas kanopi berkontribusi langsung terhadap pembentukan biomassa melalui peningkatan efisiensi fotosintesis. Selanjutnya, Vishwakarma *et al.*, (2023) melaporkan bahwa perkembangan vegetatif yang optimal berkorelasi positif dengan akumulasi bahan kering tanaman sebagai indikator efisiensi pemanfaatan hasil fotosintesis. Selain itu, Nguyen *et al.*, (2018) menyatakan bahwa aplikasi *biochar* yang dikombinasikan dengan pupuk organik mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif dan produksi biomassa melalui perbaikan sifat fisik tanah serta peningkatan



efisiensi serapan unsur hara. Dengan demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi *biochar* dan kotoran sapi segar dengan dosis 119 g dan 317 g merupakan perlakuan yang paling efektif dalam meningkatkan akumulasi biomassa tanaman padi selama fase vegetatif.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pemberian kombinasi *biochar* dan kotoran sapi segar memberikan respons yang berbeda terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman padi (*Oryza sativa* L.) varietas Inpari 32. Kombinasi *biochar* 119 g dan kotoran sapi segar 317 g merupakan perlakuan yang paling efektif dalam meningkatkan tinggi tanaman pada fase awal pertumbuhan, jumlah daun, luas daun, serta bobot segar dan bobot kering tanaman pada umur 60 HST. Sebaliknya, perlakuan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap total populasi bakteri tanah maupun jumlah anakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi *biochar* dan kotoran sapi segar lebih berperan dalam memperbaiki pertumbuhan vegetatif melalui peningkatan perkembangan tajuk dan akumulasi biomassa dibandingkan peningkatan total populasi bakteri tanah. Penelitian selanjutnya disarankan mengevaluasi pengaruh kombinasi *biochar* dan kotoran sapi yang telah mengalami proses pengomposan pada berbagai fase pertumbuhan padi, serta mengkaji aktivitas dan keragaman mikroorganisme tanah menggunakan pendekatan molekuler agar mekanisme perubahan biologis tanah dapat dijelaskan secara lebih komprehensif.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Program studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Unisma yang telah menjembatani penulis serta kepada Dosen Pembimbing I dan II yang telah meluangkan waktu, tenaga dan materi untuk membimbing penulis hingga terselesaikan penulisan jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agegehu, G., Bass, A.M., Nelson, P.N., Bird, M.I., 2016. Benefits of biochar, compost and biochar–compost for soil quality, maize yield and greenhouse gas emissions in a tropical agricultural soil. *Sci. Total Environ.* 543, 295–306. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.11.054>
- Ali, N., Jiang, Q., Akhtar, K., Luo, R., Jiang, M., He, B., Wen, R., 2025. Biochar and manure co-application improves soil health and rice productivity through microbial modulation. *BMC Plant Biol.* 25, 914. <https://doi.org/10.1186/s12870-025-06834-x>



- Augustien, N., Suhardjono, H., 2017. Peranan Berbagai Komposisi Media Tanam Organik Terhadap Tanaman Sawi (*Brassica Juncea* L.) Di Polybag. *Agritrop J. Ilmu-Ilmu Pertan. J. Agric. Sci.* 14. <https://doi.org/10.32528/agr.v14i1.410>
- Bolly, Y.Y., Apelabi, G.O., 2022. Analisis Kandungan Bahan Organik Tanah Sawah Sebagai Upaya Penilaian Kesuburan Tanah Di Desa Magepanda Kecamatan Magepanda Kabupaten Sikka. *Agrica* 15, 26–32. <https://doi.org/10.37478/agr.v15i1.1919>
- Canatoy, R.C., Cho, S.R., Galgo, S.J.C., Park, S.Y., Kim, P.J., 2024. Biochar manure decreases ammonia volatilization loss and sustains crop productivity in rice paddy. *Front. Environ. Sci.* 12, 1421320. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1421320>
- Chang, T.-G., Zhao, H., Wang, N., Song, Q.-F., Xiao, Y., Qu, M., Zhu, X.-G., 2019. A three-dimensional canopy photosynthesis model in rice with a complete description of the canopy architecture, leaf physiology, and mechanical properties. *J. Exp. Bot.* 70, 2479–2490. <https://doi.org/10.1093/jxb/ery430>
- Das, S.K., Ghosh, G.K., Avasthe, R.K., Sinha, K., 2021. Compositional heterogeneity of different biochar: Effect of pyrolysis temperature and feedstocks. *J. Environ. Manage.* 278, 111501. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111501>
- Deshoux, M., Sadet-Bourgeteau, S., Gentil, S., Prévost-Bouré, N.C., 2023. Effects of biochar on soil microbial communities: A meta-analysis. *Sci. Total Environ.* 902, 166079. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166079>
- Jamidi, J., Zuliati, S., Wirda, Z., 2022. Respon Perakaran Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Akibat Pemberian Konsentrasi Biourin Sapi Dan Dosis Pupuk NPK. *J. Agrium* 19, 150. <https://doi.org/10.29103/agrium.v20i2.11459>
- Jatuwong, K., Aiduang, W., Kiatsiriroat, T., Kamopas, W., Lumyong, S., 2025. A Review of Biochar from Biomass and Its Interaction with Microbes: Enhancing Soil Quality and Crop Yield in Brassica Cultivation. *Life* 15, 284. <https://doi.org/10.3390/life15020284>
- Jauhari, P.A., 2017. Respon Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.) Di Pre Nursery Pada Media Ultisol Yang Mendapat Aplikasi Sludge Dan Pupuk Pelengkap Cair.
- Kautsar, V., Afrizal, Parwati, W.D.U., 2025. Enhancing oil palm seedling growth through the utilization of guano in early nursery stage. *AGROMIX* 16. <https://doi.org/10.35891/agx.v15i2.4527>
- Khan, Z., Nauman Khan, M., Luo, T., Zhang, K., Zhu, K., Rana, M.S., Hu, L., Jiang, Y., 2021. Compensation of high nitrogen toxicity and nitrogen deficiency with biochar amendment through enhancement of soil fertility and nitrogen use efficiency promoted rice growth and yield. *GCB Bioenergy* 13, 1765–1784. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12884>
- Lebrun, M., Zahid, Z., Bednik, M., Medynska-Juraszek, A., Száková, J., Brtnický, M., Holátko, J., Bourgerie, S., Beesley, L., Pohořelý, M., Macků, J., Hnátková, T., Trakal, L., 2024. Combined biochar and manure addition to an agricultural soil benefits fertility, microbial activity, and mitigates manure-induced CO₂ emissions. *Soil Use Manag.* 40, e12997. <https://doi.org/10.1111/sum.12997>
- Liu, Q., Zhang, Y., Liu, B., Amonette, J.E., Lin, Z., Liu, G., Ambus, P., Xie, Z., 2018. How does biochar influence soil N cycle? A meta-analysis. *Plant Soil* 426, 211–225. <https://doi.org/10.1007/s11104-018-3619-4>
- Manurung, A.N.H., 2024. Efisiensi Penggunaan Radiasi Matahari Dan Partisi Bahan Kering Bibit Kelapa Sawit Pada Berbagai Dosis Pupuk Kalium Dan Magnesium. *J. Agrotek Trop.* 12, 956. <https://doi.org/10.23960/jat.v12i4.7864>
- Manyi-Loh, C., Mamphweli, S., Meyer, E., Makaka, G., Simon, M., Okoh, A., 2016. An Overview of the Control of Bacterial Pathogens in Cattle Manure. *Int. J. Environ.*



- Res. Public. Health 13, 843. <https://doi.org/10.3390/ijerph13090843>
- Nguyen, B.T., Trinh, N.N., Le, C.M.T., Nguyen, T.T., Tran, T.V., Thai, B.V., Le, T.V., 2018. The interactive effects of biochar and cow manure on rice growth and selected properties of salt-affected soil. Arch. Agron. Soil Sci. 64, 1744–1758. <https://doi.org/10.1080/03650340.2018.1455186>
- Palansooriya, K.N., Wong, J.T.F., Hashimoto, Y., Huang, L., Rinklebe, J., Chang, S.X., Bolan, N., Wang, H., Ok, Y.S., 2019. Response of microbial communities to biochar-amended soils: a critical review. Biochar 1, 3–22. <https://doi.org/10.1007/s42773-019-00009-2>
- Pradiko, I., Hidayat, F., Darlan, N.H., Santoso, H., Winarna, W., Rahutomo, S., Sutarta, E.S., 2016. Root Distribution Of Oil Palm And Soil Physical Properties In Different Planting Hole And Empty Fruit Bunches Application. J. Penelit. Kelapa Sawit 24, 23–38. <https://doi.org/10.22302/iopri.jur.jpks.v24i1.4>
- Rayne, N., Aula, L., 2020. Livestock Manure and the Impacts on Soil Health: A Review. Soil Syst. 4, 64. <https://doi.org/10.3390/soilsystems4040064>
- Rosenani, A.B., Rovica, R., Cheah, P.M., Lim, C.T., 2016. Growth Performance and Nutrient Uptake of Oil Palm Seedling in Prenursery Stage as Influenced by Oil Palm Waste Compost in Growing Media. Int. J. Agron. 2016, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2016/6930735>
- Simanihuruk, B.W., Ismail, I., Nusantara, A.D., 2021. The Growth Of Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) On Media Planting In The Form Of Subsoil, Empty Fruit Branch Of Oil Palm (Efbo) Compost And Rice Husks In Main-Nursery Stage. J. Agroqua Media Inf. Agron. Dan Budid. Perair. 19, 334. <https://doi.org/10.32663/ja.v19i2.2297>
- Vishwakarma, C., Krishna, G.K., Kapoor, R.T., Mathur, K., Lal, S.K., Saini, R.P., Yadava, P., Chinnusamy, V., 2023. Bioengineering of Canopy Photosynthesis in Rice for Securing Global Food Security: A Critical Review. Agronomy 13, 489. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020489>
- Wihardjaka, A., 2021. Dukungan Pupuk Organik Untuk Memperbaiki Kualitas Tanah Pada Pengelolaan Padi Sawah Ramah Lingkungan. J. Pangan 30, 53–64. <https://doi.org/10.33964/jp.v30i1.496>
- Yan, Y., Ding, C., Zhang, G., Hu, J., Zhu, L., Zeng, D., Qian, Q., Ren, D., 2023. Genetic and environmental control of rice tillering. Crop J. 11, 1287–1302. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2023.05.009>