



PENGARUH PEMBERIAN CAMPURAN *BIOCHAR* DAN KOTORAN SAPI MENTAH TERHADAP FASE VEGETATIF TANAMAN PADI (*Oryza sativa* L.) DAN TOTAL POPULASI JAMUR TANAH

The Effect Of Applying A Mixture Of Biochar And Raw Cow Manure On The Vegetative Phase Of Rice (*Oryza Sativa* L.) And The Total Soil Fungal Population

Lidia Eka Mirnanda*, Novi Arfarita¹ Dan Agus Sugianto²

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

*Korespondensi : (lidiaekamirnanda@gmail.com)

ABSTRACT

Rice (*Oryza sativa* L.) productivity is closely associated with soil quality. *Biochar* and raw cattle manure are potential soil amendments that improve soil properties and support plant growth. This study evaluated the effects of their combined application on rice vegetative growth, total soil fungal population, and their relationships. A greenhouse experiment was conducted from December 2025 to June 2026 using a Randomized Block Design with five treatments and four replications. Observed variables included total soil fungal population, plant height, number of leaves, leaf area, number of tillers, shoot fresh weight, shoot dry weight, root fresh weight, and root dry weight. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA), the Least Significant Difference (LSD) test at the 5% level, and Pearson correlation analysis. The combined application of *biochar* and raw cattle manure significantly affected total soil fungal population and all vegetative growth parameters. Raw cattle manure produced the highest soil fungal population, whereas *biochar* (15 t ha⁻¹) combined with raw cattle manure (40 t ha⁻¹) resulted in the best vegetative growth. Correlation analysis showed weak to moderate relationships between soil fungal population and vegetative growth, indicating that plant performance was influenced more by improved nutrient availability than by fungal population alone. These findings demonstrate the potential of combining *biochar* and raw cattle manure to support sustainable rice cultivation.

Keywords: *Biochar, Raw canttle manure, Rice, Soi fungi, Vegetative growth*

ABSTRAK

Produktivitas padi (*Oryza sativa* L.) sangat erat kaitannya dengan kualitas tanah. *Biochar* dan kotoran sapi mentah merupakan bahan pembenah tanah potensial yang dapat meningkatkan sifat-sifat tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman. Penelitian ini mengevaluasi pengaruh aplikasi gabungan keduanya terhadap pertumbuhan vegetatif padi, populasi jamur tanah total, serta hubungan di antara keduanya. Percobaan rumah kaca dilakukan pada periode Desember 2025 hingga Juni 2026 dengan menggunakan Rancangan Blok Acak yang terdiri dari lima perlakuan dan empat ulangan. Variabel yang diamati meliputi populasi jamur tanah total, tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, jumlah anakan, berat segar pucuk,



berat kering pucuk, berat segar akar, dan berat kering akar. Data dianalisis menggunakan analisis variansi (ANOVA), uji Perbedaan Terkecil yang Signifikan (LSD) pada tingkat signifikansi 5%, dan analisis korelasi Pearson. Pemberian gabungan *biochar* dan kotoran sapi mentah secara signifikan memengaruhi populasi jamur tanah total dan semua parameter pertumbuhan vegetatif. Kotoran sapi mentah menghasilkan populasi jamur tanah tertinggi, sedangkan *biochar* (15 t ha^{-1}) yang dikombinasikan dengan kotoran sapi mentah (40 t ha^{-1}) menghasilkan pertumbuhan vegetatif terbaik. Analisis korelasi menunjukkan adanya hubungan yang lemah hingga sedang antara populasi jamur tanah dan pertumbuhan vegetatif, yang mengindikasikan bahwa kinerja tanaman lebih dipengaruhi oleh peningkatan ketersediaan nutrisi daripada oleh populasi jamur saja. Temuan ini menunjukkan potensi penggabungan *biochar* dan kotoran sapi mentah untuk mendukung budidaya padi yang berkelanjutan.

Kata kunci : *Biochar*, Kotoran sapi mentah, Padi, Jamur tanah, Pertumbuhan vegetatif

PENDAHULUAN

Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) merupakan komoditas pangan strategis yang berperan sebagai sumber karbohidrat utama bagi sebagian besar masyarakat Indonesia sehingga keberlanjutan produksinya menjadi salah satu indikator ketahanan pangan nasional. Meningkatnya kebutuhan beras seiring pertumbuhan jumlah penduduk belum sepenuhnya diimbangi oleh peningkatan produktivitas lahan sawah. Salah satu penyebab utama kondisi tersebut adalah degradasi kualitas tanah yang menyebabkan menurunnya kemampuan tanah dalam menyediakan air, unsur hara, serta lingkungan yang sesuai bagi aktivitas mikroorganisme tanah. Penurunan kualitas fisik, kimia, dan biologi tanah pada akhirnya berdampak terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman padi sehingga diperlukan upaya pengelolaan tanah yang mampu mempertahankan kesuburan secara berkelanjutan.

Fenomena yang melatarbelakangi penelitian ini dijumpai pada lahan sawah yang menggunakan air sungai sebagai sumber irigasi di sekitar kawasan peternakan sapi. Pada musim hujan, limpasan air membawa kotoran sapi mentah (*raw manure*) ke aliran sungai sehingga masuk ke lahan sawah bersama air irigasi. Kondisi tersebut menyebabkan akumulasi bahan organik dan nitrogen dalam tanah yang mampu merangsang pertumbuhan vegetatif tanaman secara berlebihan. Tanaman menunjukkan tinggi yang lebih besar, jumlah daun dan anakan yang lebih banyak, serta warna daun yang lebih hijau dibandingkan kondisi normal. Akan tetapi, pertumbuhan vegetatif yang terlalu dominan berpotensi memperpanjang fase vegetatif sehingga transisi menuju fase reproduktif menjadi terhambat. Akibatnya pembentukan malai berlangsung lebih lambat, bahkan pada kondisi tertentu tanaman tidak mampu menghasilkan malai hingga akhirnya mengalami penurunan produktivitas.

Kotoran sapi mentah mengandung bahan organik yang masih aktif mengalami dekomposisi sehingga proses mineralisasi unsur hara berlangsung secara dinamis. Selama proses tersebut terjadi perubahan keseimbangan unsur hara, khususnya nitrogen, yang berpengaruh terhadap aktivitas mikroorganisme tanah dan pertumbuhan tanaman. Di sisi lain, pemberian *biochar* diketahui mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah melalui peningkatan kapasitas tukar kation, retensi air, stabilitas agregat, serta penyediaan habitat mikro bagi organisme tanah. Struktur *biochar* yang berpori juga mampu mengadsorpsi senyawa amonium dan amonia hasil dekomposisi bahan organik sehingga kehilangan nitrogen dapat ditekan dan pemanfaatannya oleh tanaman menjadi lebih efisien. Selain itu, *biochar* berperan dalam menciptakan lingkungan yang lebih kondusif bagi perkembangan jamur tanah yang berfungsi dalam dekomposisi bahan organik, pembentukan agregat tanah, dan transformasi unsur hara.

Berbagai penelitian telah melaporkan bahwa aplikasi *biochar* maupun bahan organik mampu meningkatkan kualitas tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman padi. Demikian pula, peningkatan aktivitas jamur tanah sering dikaitkan dengan perbaikan proses dekomposisi dan siklus hara di dalam tanah. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada penggunaan pupuk kandang



yang telah matang (*composted manure*), sedangkan kajian mengenai penggunaan kotoran sapi mentah (*raw manure*) yang dikombinasikan dengan *biochar* sebagai pendekatan untuk memitigasi dampak masuknya limbah peternakan melalui air irigasi masih sangat terbatas. Selain itu, hubungan antara perubahan populasi jamur tanah dengan respons pertumbuhan vegetatif tanaman padi akibat kombinasi kedua bahan tersebut belum banyak dilaporkan secara kuantitatif. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian (*research gap*) yang perlu dikaji lebih lanjut.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh pemberian campuran *biochar* dan kotoran sapi mentah terhadap fase vegetatif tanaman padi (*Oryza sativa* L.) serta total populasi jamur tanah. Penelitian ini juga bertujuan mengevaluasi hubungan antara populasi jamur tanah dengan pertumbuhan vegetatif tanaman sebagai dasar ilmiah dalam pengembangan teknologi pembenah tanah yang mampu memperbaiki kualitas tanah sekaligus mendukung sistem budidaya padi yang lebih produktif dan berkelanjutan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2025 hingga Juni 2026 di Greenhouse Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur. Analisis total populasi jamur tanah dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Pertanian Universitas Islam Malang. Bahan yang digunakan meliputi tanah sawah, benih padi (*Oryza sativa* L.) varietas Inpari 32, *biochar*, kotoran sapi mentah (*raw manure*), pupuk NPK 15-15-15, media Potato Dextrose Agar (PDA), serta bahan pendukung analisis mikrobiologi.

Penelitian disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan satu faktor berupa pemberian campuran *biochar* dan kotoran sapi mentah yang terdiri atas lima perlakuan, yaitu kontrol tanpa *biochar* dan kotoran sapi, *biochar*, kotoran sapi mentah, campuran *biochar* 30 ton ha⁻¹ dan kotoran sapi mentah 20 ton ha⁻¹, serta campuran *biochar* 15 ton ha⁻¹ dan kotoran sapi mentah 40 ton ha⁻¹. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak empat kali sehingga diperoleh 20 satuan percobaan.

Media tanam dipersiapkan dengan memasukkan tanah sawah ke dalam ember, kemudian *biochar* dan kotoran sapi mentah diaplikasikan sesuai dosis perlakuan dan diinkubasi sebelum penanaman. Benih padi varietas Inpari 32 disemai terlebih dahulu, kemudian dipindahkan ke media tanam setelah mencapai umur tanam yang sesuai. Selama penelitian dilakukan kegiatan pemeliharaan tanaman yang meliputi penyiraman, pemupukan, penyiangan gulma, dan pengendalian organisme pengganggu tanaman sesuai kebutuhan. Pengamatan dilakukan secara berkala selama fase vegetatif hingga akhir penelitian.

Parameter yang diamati meliputi total populasi jamur tanah, tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, jumlah anakan, bobot segar tajuk, bobot kering tajuk, bobot segar akar, dan bobot kering akar. Total populasi jamur tanah dihitung menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC) melalui teknik pengenceran bertingkat (*serial dilution*) pada media Potato Dextrose Agar (PDA), kemudian hasilnya dinyatakan sebagai *colony forming unit* (CFU g⁻¹ tanah). Data hasil penelitian dianalisis menggunakan analisis ragam (*Analysis of Variance/ANOVA*) pada taraf kepercayaan 95%. Apabila perlakuan menunjukkan pengaruh nyata, analisis



dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) taraf 5% untuk membandingkan perbedaan antarperlakuan. Hubungan antara total populasi jamur tanah dengan parameter pertumbuhan vegetatif tanaman dianalisis menggunakan uji korelasi Pearson.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Total Populasi Jamur Tanah

Tabel 1. Rata-rata Total Populasi Jamur Tanah pada Perlakuan Pemberian Campuran *Biochar* dan Kotoran Sapi Mentah

Perlakuan	Total Jamur ($\text{Log } 10^6 \text{ CFU g}^{-1} \text{ tanah}$)
O	9,48 b
B	8,89 a
K	10,96 d
C	8,85 a
D	9,72 c
BNT 5%	0,20

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 (ANOVA) menunjukkan bahwa pemberian campuran *biochar* dan kotoran sapi mentah memberikan pengaruh nyata terhadap total populasi jamur tanah. Hasil uji lanjut BNT taraf 5% memperlihatkan bahwa perlakuan K (kotoran sapi mentah) menghasilkan total populasi jamur tanah tertinggi, yaitu 10,96 $\text{Log } (10^6 \text{ CFU g}^{-1} \text{ tanah})$ dengan notasi d, sehingga berbeda nyata terhadap seluruh perlakuan lainnya. Perlakuan B (*biochar*) dan C (*biochar* 238 g + kotoran sapi mentah 159 g) memiliki notasi huruf yang sama (a), menunjukkan bahwa kedua perlakuan tersebut tidak berbeda nyata dan menghasilkan populasi jamur terendah. Sementara itu, perlakuan D (*biochar* 119 g + kotoran sapi mentah 317 g) berada pada kelompok huruf c, sedangkan perlakuan kontrol (O) berada pada kelompok huruf b. Perbedaan kelompok huruf tersebut menunjukkan bahwa setiap perlakuan memberikan respons yang berbeda terhadap perkembangan populasi jamur tanah, dengan kotoran sapi mentah sebagai perlakuan yang paling efektif dalam meningkatkan jumlah jamur.

Tingginya populasi jamur tanah pada perlakuan kotoran sapi mentah diduga berkaitan dengan tingginya kandungan bahan organik yang masih mudah terdekomposisi. Kotoran sapi mentah menyediakan sumber karbon, nitrogen, serta senyawa organik sederhana yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh jamur sebagai sumber energi untuk pertumbuhan dan reproduksi. Selama proses dekomposisi berlangsung, jamur menghasilkan enzim ekstraseluler yang berperan

dalam menguraikan senyawa kompleks seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga meningkatkan aktivitas metabolisme serta pembentukan koloni jamur (Kerner *et al.*, 2023). Kondisi tersebut menyebabkan populasi jamur pada perlakuan kotoran sapi mentah lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hasil penelitian ini sejalan dengan pembahasan pada skripsi yang menyatakan bahwa penambahan bahan organik segar mampu menyediakan substrat yang mendukung perkembangan jamur tanah sebagai dekomposer utama.

Sebaliknya, aplikasi *biochar* secara tunggal menghasilkan populasi jamur yang relatif rendah. Meskipun *biochar* memiliki struktur berpori yang mampu menyediakan ruang hidup (*microhabitat*) bagi mikroorganisme, material ini tersusun atas karbon yang bersifat stabil sehingga tidak dapat dimanfaatkan secara cepat sebagai sumber energi oleh jamur. Dengan demikian, keberadaan *biochar* lebih berperan dalam memperbaiki kondisi fisik tanah, seperti aerasi, retensi air, dan stabilitas agregat, daripada secara langsung meningkatkan populasi jamur. Hal tersebut menjelaskan mengapa perlakuan *biochar* tunggal menghasilkan jumlah koloni yang lebih rendah dibandingkan perlakuan kotoran sapi mentah.

Menariknya, kombinasi *biochar* dan kotoran sapi mentah tidak menghasilkan populasi jamur yang lebih tinggi dibandingkan pemberian kotoran sapi mentah secara tunggal. Kondisi ini mengindikasikan bahwa respons jamur tanah tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah bahan organik yang diberikan, tetapi juga oleh karakteristik bahan organik, dinamika dekomposisi, serta interaksi antara *biochar*, mikroorganisme, dan lingkungan tanah. Pada fase awal inkubasi, permukaan *biochar* diduga mengadsorpsi sebagian senyawa organik hasil dekomposisi sehingga ketersediaan substrat yang dapat segera dimanfaatkan oleh jamur menjadi lebih rendah. Akibatnya, laju perkembangan koloni jamur pada perlakuan kombinasi tidak melebihi perlakuan kotoran sapi mentah (Wahyuni *et al.*, 2023; Barbosa *et al.*, 2024; Hussain *et al.*, 2017).

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa kotoran sapi mentah merupakan faktor utama yang menentukan peningkatan total populasi jamur tanah, sedangkan *biochar* berperan sebagai pembenah tanah yang memperbaiki lingkungan tumbuh mikroorganisme tanpa secara langsung meningkatkan jumlah populasinya. Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan populasi jamur lebih dipengaruhi oleh ketersediaan substrat organik yang mudah terdekomposisi dibandingkan oleh



keberadaan habitat mikro yang dibentuk oleh *biochar*. Dengan demikian, keberhasilan aplikasi *biochar* dalam penelitian ini lebih berpotensi mendukung fungsi ekologis mikroorganisme tanah daripada meningkatkan jumlah jamur secara langsung.

Tinggi Tanaman Padi Inpari 32

Tabel 2. Rata rata Tinggi Tanaman (Cm) Padi INPARI 32 pada Perlakuan Pemberian Campuran *Biochar* dan Kotoran Sapi Mentah

Perlakuan	Umur (HST)		
	21	35	49
O	11,59 b	19,00 c	69,59 b
B	11,87 b	18,53 bc	70,80 b
K	10,35 ab	16,16 a	60,41 a
C	8,89 a	17,33 abc	64,90 ab
D	11,42 b	17,17 ab	67,28 b
BNT 5%	1,89	1,80	6,52

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 (ANOVA) menunjukkan bahwa pemberian campuran *biochar* dan kotoran sapi mentah berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman padi pada umur 21, 35, dan 49 HST. Berdasarkan uji lanjut BNT taraf 5%, pada umur 21 HST perlakuan B dan D berada pada kelompok huruf b serta tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (O), sedangkan perlakuan C menunjukkan tinggi tanaman terendah dengan notasi a. Pada 35 HST, perlakuan kontrol menghasilkan tinggi tanaman tertinggi (19,00 cm) dengan notasi c, berbeda nyata dengan perlakuan K yang memiliki tinggi tanaman terendah (16,16 cm) dengan notasi a, sementara perlakuan B, C, dan D berada pada kelompok huruf antara (bc dan abc) sehingga tidak berbeda nyata dengan sebagian perlakuan lainnya. Memasuki 49 HST, perlakuan B (*biochar*) menghasilkan tinggi tanaman tertinggi sebesar 70,80 cm dengan notasi b, tidak berbeda nyata dengan kontrol (O), namun berbeda nyata dengan perlakuan K yang menghasilkan tinggi tanaman terendah sebesar 60,41 cm dengan notasi a.

Perbedaan tinggi tanaman antarperlakuan menunjukkan bahwa respons tanaman terhadap pemberian *biochar* dan kotoran sapi mentah berlangsung secara dinamis selama fase vegetatif. Pada fase awal pertumbuhan, tanaman masih beradaptasi terhadap kondisi media tanam sehingga pengaruh perlakuan belum berkembang secara optimal. Seiring bertambahnya umur tanaman, perbaikan kondisi

media akibat pemberian *biochar* maupun kotoran sapi mentah mulai memengaruhi kemampuan tanaman dalam menyerap air dan unsur hara yang diperlukan untuk menunjang pertumbuhan batang. Kondisi tersebut menyebabkan perbedaan tinggi tanaman mulai terlihat pada setiap fase pengamatan.

Perlakuan *biochar* menghasilkan tinggi tanaman yang relatif lebih baik pada akhir periode pengamatan. Kondisi ini diduga berkaitan dengan kemampuan *biochar* dalam memperbaiki sifat fisik media tanam melalui peningkatan porositas, aerasi, dan kapasitas menahan air sehingga perkembangan sistem perakaran menjadi lebih baik. Perbaikan kondisi perakaran tersebut meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara dan mendukung proses fotosintesis yang selanjutnya dimanfaatkan untuk pertumbuhan vegetatif tanaman (Hussain *et al.*, 2017). Sebaliknya, pada perlakuan kotoran sapi mentah, proses dekomposisi bahan organik yang masih berlangsung diduga menyebabkan pelepasan unsur hara terjadi secara bertahap sehingga respons pertumbuhan tinggi tanaman belum berlangsung secara optimal pada fase awal pertumbuhan.

Kombinasi *biochar* dan kotoran sapi mentah menunjukkan respons pertumbuhan yang berada di antara kedua perlakuan tunggal. Hal ini mengindikasikan bahwa kedua bahan tersebut bekerja melalui mekanisme yang saling melengkapi. *Biochar* berfungsi memperbaiki kondisi fisik tanah dan meningkatkan efisiensi pemanfaatan hara, sedangkan kotoran sapi mentah menyediakan bahan organik sebagai sumber nutrisi bagi tanaman dan mikroorganisme tanah. Namun, besarnya respons pertumbuhan tetap dipengaruhi oleh proses dekomposisi bahan organik dan dinamika pelepasan unsur hara selama masa pertumbuhan sehingga efek perlakuan tidak selalu muncul secara bersamaan pada seluruh fase vegetatif.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa tinggi tanaman merupakan parameter yang memberikan respons lebih awal terhadap perlakuan dibandingkan parameter vegetatif lainnya. Perbedaan tinggi tanaman pada fase awal selanjutnya menjadi dasar bagi perkembangan jumlah daun, luas daun, dan pembentukan biomassa pada fase vegetatif berikutnya. Dengan demikian, tinggi tanaman mencerminkan respons awal tanaman terhadap perbaikan lingkungan tumbuh yang dihasilkan oleh pemberian *biochar* dan kotoran sapi mentah, sedangkan perkembangan vegetatif selanjutnya dipengaruhi oleh kemampuan tanaman memanfaatkan hasil fotosintesis untuk membentuk organ-organ vegetatif (Li *et al.*,



2019).

Parameter Jumlah Daun dan Luas Daun Padi INPARI 32

Tabel 3. Rata- rata Jumlah Daun (Helai) Tanaman Padi INPARI 32 pada Perlakuan Pemberian Campuran *Biochar* dan Kotoran Sapi Mentah.

Perlakuan	Umur (HST)				
	63	70	77	84	98
O	22,00 a	25,75 a	27,33 a	24,50 a	29,33 ab
B	23,50 a	24,92 a	31,50 a	24,83 a	29,00 a
K	23,00 a	25,67 a	44,00 b	21,83 a	30,92 ab
C	24,08 a	28,08 a	25,17 a	24,08 a	31,58 ab
D	31,58 b	33,00 b	30,33 a	33,33 b	37,00 b
BNT 5%	4,04	4,20	11,84	5,21	5,44

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

Tabel 4. Rata- rata Luas Daun (Cm²) pada Tanaman Padi INPARI 32 pada Perlakuan Pemberian Campuran *Biochar* dan Kotoran Sapi Mentah

Perlakuan	Umur (HST)						
	21	63	70	84	91	98	105
O	38,16 c	674,29 a	789,99 a	847,86 a	979,82 a	1069,44 ab	1199,69 ab
B	29,29 b	843,31 a	762,55 a	986,78 a	1200,29 ab	1307,51 bc	1463,71 bc
K	19,45 a	734,63 a	785,74 a	828,57 a	1099,68 a	1194,68 ab	1331,86 ab
C	26,87 ab	764,38 a	857,18a	864,67 a	950,16 a	1035,92 a	1159,67 ab
D	34,91 bc	1029,97 b	1086,88 b	1358,37 b	1391,27 b	1495,55 c	1651,54 c
BNT 5%	8,61	170,93	188,45	210,99	250,27	260,12	271,01

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 (ANOVA) menunjukkan bahwa pemberian campuran *biochar* dan kotoran sapi mentah berpengaruh nyata terhadap jumlah daun dan luas daun tanaman padi. Berdasarkan hasil uji lanjut BNT taraf 5%, perbedaan jumlah daun mulai terlihat pada fase vegetatif aktif, sedangkan luas daun juga menunjukkan respons yang berbeda antarperlakuan. Perlakuan D (*biochar* 119 g + kotoran sapi mentah 317 g) secara umum menghasilkan jumlah daun dan luas daun yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kombinasi *biochar* dan kotoran sapi mentah mampu mendukung perkembangan tajuk tanaman selama fase vegetatif.

Peningkatan jumlah daun menunjukkan bahwa tanaman mampu membentuk organ fotosintetik dalam jumlah yang lebih banyak selama fase vegetatif. Pembentukan daun dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara, terutama nitrogen, yang berperan penting dalam pembentukan jaringan baru dan sintesis klorofil. Sementara itu, *biochar* memperbaiki kondisi media tanam melalui peningkatan kapasitas menahan air, aerasi, dan efisiensi pemanfaatan unsur hara sehingga

mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman. Kombinasi kedua bahan tersebut menyebabkan perkembangan jumlah daun berlangsung lebih baik dibandingkan perlakuan tunggal.

Respons jumlah daun diikuti oleh peningkatan luas daun. Kesesuaian respons kedua parameter tersebut menunjukkan bahwa peningkatan jumlah daun berlangsung bersamaan dengan perkembangan luas bidang fotosintesis. Kondisi ini mengindikasikan bahwa tanaman pada perlakuan D (*biochar* 119 g + kotoran sapi mentah 317 g) mampu membentuk tajuk yang lebih berkembang selama fase vegetatif sehingga kapasitas penangkapan cahaya dan pembentukan fotosintat menjadi lebih besar dibandingkan perlakuan lainnya. Perkembangan luas tajuk merupakan salah satu penentu utama efisiensi fotosintesis tingkat kanopi karena peningkatan luas daun akan meningkatkan intersepsi radiasi matahari dan memperbesar peluang terbentuknya fotosintat yang selanjutnya dialokasikan untuk pertumbuhan vegetatif. Oleh karena itu, perkembangan jumlah daun dan luas daun sering digunakan sebagai indikator kemampuan tanaman membangun biomassa selama fase vegetatif (Adachi *et al.*, 2019; Li *et al.*, 2019).

Apabila kedua parameter tersebut dianalisis secara terpadu, terlihat bahwa respons vegetatif tanaman berkembang melalui tahapan yang saling berkaitan. Perbedaan respons tinggi tanaman pada fase awal diikuti oleh perkembangan jumlah daun dan luas daun pada fase vegetatif aktif, yang menunjukkan bahwa setiap parameter mencerminkan tahapan fisiologis yang berbeda dalam proses pertumbuhan tanaman. Secara fisiologis, pembentukan tajuk yang berlangsung secara bertahap merupakan hasil koordinasi pertumbuhan antarorgan vegetatif, sehingga peningkatan jumlah daun dan ekspansi luas daun berperan dalam meningkatkan kapasitas intersepsi cahaya serta pembentukan fotosintat yang selanjutnya dimanfaatkan untuk mendukung pertumbuhan organ vegetatif lainnya (Li *et al.*, 2019).

Dengan demikian, respons pertumbuhan yang diamati pada penelitian ini tidak hanya menggambarkan perubahan morfologi tanaman, tetapi juga mencerminkan berlangsungnya proses fisiologis yang menjadi dasar akumulasi biomassa selama fase vegetatif. Oleh karena itu, perkembangan jumlah daun dan luas daun memberikan gambaran yang lebih representatif terhadap keberhasilan pertumbuhan vegetatif dibandingkan apabila hanya didasarkan pada parameter tinggi tanaman. Hasil ini juga menunjukkan bahwa kombinasi *biochar* dan kotoran sapi mentah lebih berpengaruh terhadap perkembangan tajuk dibandingkan hanya meningkatkan



pertumbuhan memanjang tanaman.

Parameter Jumlah Anakan, Bobot Segar Tajuk, dan Bobot Kering Tajuk Padi INPARI 32

Tabel 5. Rata- rata Jumlah Anakan per Rumpun (Batang) pada Tanaman Padi INPARI 32 pada Perlakuan Pemberian Campuran *Biochar* dan Kotoran Sapi Mentah

Perlakuan	Umur (HST)		
	98	105	112
O	12,33 a	15,83 a	19,38 a
B	12,42 a	15,92 a	18,75 a
K	14,08 abc	17,58 abc	20,33 a
C	15,67 c	19,83 c	20,33 a
D	15,67 c	20,17 c	23,25 b
BNT 5%	2,60	3,20	2,31

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

Tabel 6. Rata- rata Bobot Segar Tajuk dan Bobot Kering Tajuk Tanaman Padi INPARI 32 pada Perlakuan Pemberian Campuran *Biochar* dan Kotoran Sapi Mentah

Perlakuan	Bobot segar tajuk (gram)	Bobot kering tajuk (gram)
O	101,63 a	30,00 a
B	107,66 a	31,73 a
K	109,71 a	32,38 a
C	118,71 a	35,93 a
D	343,46 b	45,62 b
BNT 5%	18,10	6,69

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 (ANOVA) menunjukkan bahwa pemberian campuran *biochar* dan kotoran sapi mentah memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah anakan, bobot segar tajuk, dan bobot kering tajuk tanaman padi. Berdasarkan hasil uji lanjut BNT taraf 5%, perlakuan D (*biochar* 119 g + kotoran sapi mentah 317 g) menghasilkan jumlah anakan, bobot segar tajuk, dan bobot kering tajuk yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kombinasi *biochar* dan kotoran sapi mentah mampu mendukung pembentukan biomassa vegetatif tanaman secara lebih optimal dibandingkan aplikasi tunggal maupun kontrol.

Perkembangan tajuk yang lebih baik pada beberapa perlakuan selanjutnya diikuti oleh peningkatan kemampuan tanaman membentuk anakan. Pembentukan anakan merupakan salah satu indikator penting keberhasilan fase vegetatif karena

menentukan jumlah titik tumbuh yang berpotensi berkembang menjadi malai pada fase generatif. Secara fisiologis, pembentukan anakan dipengaruhi oleh interaksi antara faktor genetik, kondisi lingkungan, serta ketersediaan unsur hara yang mendukung pertumbuhan tunas baru. Selain dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara, pembentukan anakan juga sangat bergantung pada kemampuan tanaman mengalokasikan hasil fotosintesis ke titik tumbuh aksilar (Yan *et al.*, 2023).

Meningkatnya jumlah anakan pada perlakuan D menunjukkan bahwa kombinasi *biochar* dan kotoran sapi mentah mampu menciptakan kondisi media tanam yang lebih mendukung perkembangan vegetatif. *Biochar* memperbaiki sifat fisik tanah melalui peningkatan porositas dan kapasitas menahan air, sedangkan kotoran sapi mentah menyediakan bahan organik sebagai sumber unsur hara yang secara bertahap tersedia selama proses dekomposisi. Kombinasi kedua bahan tersebut meningkatkan efisiensi pemanfaatan unsur hara sehingga mendukung pembentukan anakan dan perkembangan tajuk tanaman.

Respons jumlah anakan diikuti oleh peningkatan bobot segar tajuk dan bobot kering tajuk. Perlakuan D menghasilkan biomassa tajuk tertinggi, yang menunjukkan bahwa perkembangan vegetatif tidak hanya ditandai oleh bertambahnya jumlah organ tanaman, tetapi juga oleh meningkatnya akumulasi hasil fotosintesis dalam jaringan tanaman. Bobot segar menggambarkan akumulasi air dan biomassa segar yang terbentuk selama pertumbuhan, sedangkan bobot kering mencerminkan akumulasi bahan kering hasil fotosintesis yang tersimpan dalam jaringan tanaman. Oleh karena itu, kedua parameter tersebut merupakan indikator penting dalam mengevaluasi keberhasilan pertumbuhan vegetatif.

Apabila ketiga parameter tersebut dianalisis secara terpadu, terlihat bahwa peningkatan jumlah anakan berlangsung seiring dengan meningkatnya akumulasi biomassa tajuk. Kondisi ini menunjukkan bahwa perkembangan vegetatif tanaman tidak hanya ditentukan oleh pembentukan organ baru, tetapi juga oleh kemampuan tanaman memanfaatkan hasil fotosintesis untuk membentuk jaringan vegetatif. Pembentukan tajuk yang lebih berkembang meningkatkan kapasitas intersepsi cahaya sehingga menghasilkan fotosintat yang lebih besar untuk mendukung pertumbuhan anakan serta akumulasi biomassa tanaman (Li *et al.*, 2019).

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi *biochar* dan kotoran sapi mentah lebih efektif meningkatkan pembentukan biomassa vegetatif dibandingkan aplikasi tunggal. Perlakuan D memberikan respons paling baik terhadap jumlah anakan, bobot segar tajuk, dan bobot kering tajuk, yang menunjukkan bahwa perbaikan kondisi media tanam serta meningkatnya efisiensi pemanfaatan unsur hara mampu mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman secara lebih optimal. Dengan demikian, keberhasilan pertumbuhan vegetatif pada penelitian ini lebih tercermin melalui peningkatan akumulasi biomassa dibandingkan hanya melalui peningkatan jumlah anakan.

Hubungan Total Populasi Jamur Tanah dengan Pertumbuhan Vegetatif Padi **Inpari 32**

Tabel 7. Koefisien Korelasi Variabel Biologi Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Padi



INPARI 32

	<i>Total Jamur Tanah</i>	<i>Tinggi Tanaman</i>	<i>Jumlah Daun</i>	<i>Luas Daun</i>	<i>Jumlah Anakan</i>	<i>Bobot Segar Tajuk</i>	<i>Bobot Kering Tajuk</i>	<i>Bobot Segar Akar</i>	<i>Bobot Kering Akar</i>
Total Jamur Tanah	1								
Tinggi Tanaman	0,51	1							
Jumlah Daun	0,10	-0,14	1						
Luas Daun	-0,60	0,15	0,06	1					
Jumlah Anakan	-0,06	-0,14	0,95	0,08	1				
Bobot Segar Tajuk	0,08	0,10	0,94	0,12	0,97	1			
Bobot Kering Tajuk	0,00	0,09	0,83	0,03	0,94	0,96	1		
Bobot Segar Akar	-0,09	0,18	0,40	0,76	0,24	0,32	0,07	1	
Bobot Kering Akar	-0,57	0,08	0,38	0,94	0,40	0,43	0,33	0,79	1

Keterangan : sangat kuat = 0,80-1,00, sedang = 0,40-0,59, lemah = 0,20-0,39, sangat lemah = 0,00-0,19.

Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa hubungan antara total populasi jamur tanah dengan parameter pertumbuhan vegetatif tanaman padi bervariasi, mulai dari korelasi positif sedang hingga korelasi negatif sedang. Total populasi jamur tanah memiliki korelasi positif sedang dengan tinggi tanaman ($r = 0,51$), sedangkan hubungannya dengan jumlah daun ($r = 0,10$), jumlah anakan ($r = -0,06$), bobot segar tajuk ($r = 0,08$), dan bobot kering tajuk ($r = 0,00$) tergolong sangat lemah. Sebaliknya, luas daun menunjukkan korelasi negatif sedang ($r = -0,60$). Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan total populasi jamur tanah tidak selalu diikuti oleh peningkatan seluruh parameter pertumbuhan vegetatif tanaman padi.

Hubungan positif sedang antara total populasi jamur tanah dan tinggi tanaman mengindikasikan bahwa aktivitas jamur tanah sebagai dekomposer diduga turut berkontribusi dalam proses mineralisasi bahan organik sehingga sebagian unsur hara menjadi lebih tersedia bagi tanaman. Namun demikian, pertumbuhan tinggi tanaman tidak hanya dipengaruhi oleh populasi jamur tanah, tetapi juga oleh ketersediaan unsur hara, kondisi media tanam, serta respons fisiologis tanaman terhadap pemberian *biochar* dan kotoran sapi mentah. Oleh karena itu, populasi jamur tanah bukan merupakan satu-satunya faktor yang menentukan pertumbuhan tinggi tanaman.

Korelasi yang sangat lemah pada jumlah daun, jumlah anakan, bobot segar tajuk, dan bobot kering tajuk menunjukkan bahwa peningkatan populasi jamur tanah belum secara langsung diikuti oleh peningkatan parameter-parameter tersebut. Pembentukan daun, anakan, maupun biomassa tanaman lebih dipengaruhi oleh kemampuan tanaman memanfaatkan unsur hara hasil dekomposisi, terutama nitrogen, serta efisiensi proses fotosintesis dibandingkan oleh besarnya total populasi jamur tanah. Selain itu, parameter yang diamati merupakan total populasi jamur



sehingga seluruh koloni yang tumbuh tidak dapat diasumsikan memiliki fungsi ekologis yang sama dalam mendukung pertumbuhan tanaman.

Hubungan negatif sedang antara total populasi jamur tanah dan luas daun menunjukkan bahwa semakin tinggi populasi jamur tanah tidak selalu diikuti oleh peningkatan luas daun. Kondisi tersebut tidak menunjukkan bahwa jamur tanah menghambat pertumbuhan tanaman, melainkan mengindikasikan bahwa perkembangan luas daun lebih dipengaruhi oleh keseimbangan unsur hara, kondisi media tanam, dan respons fisiologis tanaman terhadap perlakuan *biochar* serta kotoran sapi mentah daripada oleh besarnya populasi jamur tanah secara keseluruhan.

Secara keseluruhan, hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa total populasi jamur tanah lebih tepat dipandang sebagai salah satu indikator kondisi biologis tanah daripada sebagai penentu langsung pertumbuhan vegetatif tanaman padi. Pertumbuhan tanaman merupakan hasil interaksi berbagai faktor, meliputi proses dekomposisi bahan organik, dinamika ketersediaan unsur hara, kondisi fisik media tanam, serta respons fisiologis tanaman terhadap pemberian *biochar* dan kotoran sapi mentah. Dengan demikian, keberadaan jamur tanah berkontribusi dalam mendukung lingkungan tumbuh tanaman, namun tidak dapat digunakan sebagai satu-satunya indikator untuk menjelaskan respons pertumbuhan vegetatif padi *Inpari 32*.

UCAPAN TERIMA KASIH

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

**DAFTAR PUSTAKA**

- Barbosa, F.L., Santos, J.M., Mota, J.C., Costa, M.C., Araujo, A.S., Garcia, K.G., 2024. Potential of *biochar* to restoration of microbial biomass and enzymatic activity in a highly degraded semiarid soil, *Scientific Reports*, 14(1), p. 26065.
- Kerner, P., Struhs, E., Mirkouei, A., Aho, K., Lohse, K.A., Dungan, R.S., You, Y. 2023. Microbial responses to *biochar* soil amendment and influential factors: a three-level meta-analysis. *Environmental Science and Technology*, 57(48), pp. 19838-19848.
- Li, X., Wang, T., Chang, S.X., Jiang, X., Song, Y. 2020. *Biochar* increases soil microbial biomass but has variable effects on microbial diversity: a meta-analysis. *Science of the Total Environment*, 749, p. 141593.
- Pandey, V., Gautam, P., Singh, A.P. 2019. Study of microbial count in soil under different land use systems in a mollisol. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(1), pp. 16-21.
- Prasetya, A. 2024. *Analisis Tataniaga Beras Varietas "INPARI 32" di Desa Linggasari, Kecamatan Kembaran, Kabupaten Banyumas*. Doctoral dissertation. Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- Prasetyo, R.Y., Rahayu, E., Kautsar, V. 2017. Uji efektifitas aplikasi bahan organik dan kapur dalam menanggulangi keracunan logam berat besi (Fe) di tanah sulfat masam terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit di pre-nursery. *Jurnal Agromast*, 2(1).
- Prayogo, C., Arfarita, N. 2022. The conversion of monoculture sugarcane to a tree-based agroforestry system increases total carbon sequestration and soil macrofauna population. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 10(1).
- Rosmania, R., Yanti, F. 2020. Perhitungan jumlah bakteri di Laboratorium Mikrobiologi menggunakan pengembangan metode spektrofotometri. *Jurnal Penelitian Sains*, 22(2), pp. 76-86
- Wahyuni, S., Kadarwati, S., Aprilia, R. 2023. Biofertilizer berbasis *biochar* untuk remediasi lahan pertanian Indonesia. *Bookchapter Alam Universitas Negeri Semarang*, (2), pp. 145-177.
- Wang, J., Xiong, Z., Kuzyakov, Y. 2016. *Biochar* stability in soil: meta-analysis of decomposition and priming effects. *GCB Bioenergy*, 8(3), pp. 512-523.
- Win, E.P., Win, K.K., Bellingrath-Kimura, S.D., Oo, A.Z. 2021. Influence of rice varieties, organic manure and water management on greenhouse gas emissions from paddy rice soils. *PLoS One*, 16(6), e0253755.
- Zhou, M., Xiao, Y., Xiao, L., Li, Y., Zhang, X., Cruse, R.M., Liu, X. 2022. Increased soil aggregate stability by altering contents and chemical composition of organic carbon fractions via seven years of manure addition in Mollisols. *Agriculture*, 13(1), p. 88.
- Zhu, S., Tong, W., Li, H., Li, K., Xu, W., Liang, B. 2025. Temporal variations in rice water requirements and the impact of effective rainfall on irrigation demand: strategies for sustainable rice cultivation. *Water*, 17(5), p. 656.