

**ANALISIS INTERAKSI BIOCHAR TANDAN KOSONG
KELAPA SAWIT (TKKS) DAN BAKTERI METANOTROF
TERHADAP PENINGKATAN PRODUKSI PADI SAWAH
DI KABUPATEN MOROWALI**

**Analysis of Biochar of Empty Palm Oil Fruit Bunch (Efb) and Methanotrophic
Bacteria Interactions in Increasing Rice Production in Morowali District**

Marhani¹⁾, Yunus Musa²⁾, Asmiaty Sahur²⁾, Sartika Laban³⁾

¹⁾Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako, Palu
Jl. Soekarno Hatta Km 9, Tondo, Palu 94118, Sulawesi Tengah, Indonesia

²⁾Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.
Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10, Tamalanrea, Makassar 90245, Sulawesi Selatan,
Indonesia.

³⁾Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Jl. Perintis
Kemerdekaan Km. 10, Tamalanrea, Makassar 90245, Sulawesi Selatan, Indonesia.
Email : animarhani56 @gmail.com

Diterima: 8 Agustus 2023, Revisi : 31 Oktober 2023, Diterbitkan: Desember 2023

<https://doi.org/10.22487/agrolandnasional.v30i3.1823>

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the interaction effect between the dosage of empty oil palm fruit bunch (EFB) biochar and the concentration of methanotrophic bacteria in enhancing lowland rice production, bacterial populations, and changes in soil chemical properties. The research was conducted in Lantula Village, Witaponda Sub District, Morowali District, Central Sulawesi, spanning from August to December 2021. The experimental design employed a Split Plot Design with two main factors. The main plots consisted of four doses of EFB biochar: without EFB biochar (B0, control), 2 t EFB biochar/ha (B1), 3 t EFB biochar/ha (B2), and 4 t EFB biochar/ha (B3). The subplots included methanotrophic bacteria concentrations, comprising four levels: without methanotrophic bacteria (M0, control), 5 l methanotrophic bacteria/ha (M1), 7.5 l methanotrophic bacteria/ha (M2), and 10 l methanotrophic bacteria/ha (M3), with each treatment repeated three times. The data was analyzed ANOVA, and if the effects were significant, further testing was conducted using the LSD test at the α level of 0.05. The interaction of 3 t EFB biochar/ha and 5 l methanotrophic bacteria/ha yielded the best plant height. Additionally, the interaction of 4 t EFB biochar/ha and 7.5 liters of methanotrophic bacteria/ha demonstrated the best results for grain weight/ha, grain weight/plot, the number of whole grains, and the lowest percentage of empty grain. The application of EFB biochar and methanotrophic bacteria led to an increase in pH, organic C, nitrogen, cation exchange

capacity (CEC), Ca, Mg, Na, and P205 in the soils. The total population of soil bacteria increased from 54.05×10^6 (Cfu/mL) to 15.85×10^7 (Cfu/mL) after the addition of EFB biochar and methanotrophic bacteria.

Keywords : EFB Biochar, Lowland Rice, and Methanotrophic Bacteria.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis interaksi antara dosis biochar TKKS dan konsentrasi bakteri metanotrof dalam meningkatkan produksi padi sawah, jumlah populasi bakteri dan perubahan sifat kimia tanah. Penelitian dilaksanakan di Desa Lantula Kecamatan Witaponda Kabupaten Morowali Sulawesi Tengah pada bulan Agustus sampai Desember 2021. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Petak Terpisah terdiri dari 2 Faktor. Petak utama dosis biochar TKKS terdiri 4 dosis yaitu: B0: tanpa biochar TKKS (kontrol), B1: biochar TKKS dosis 2 ton/ha, B2: biochar TKKS dosis 3 ton/ha, B3: biochar TKKS dosis 4 ton/ha dan Anak Petak konsentersasi bakteri metanotrof terdiri atas 4 konsentersasi yaitu: M0: tanpa bakteri metanotropik (kontrol), M1: sebanyak 5 liter res/ha, M2: bakteri 7,5 liter/ha metanotrof, M3: 10 liter/ha bakteri metanotrof masing masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Data yang diperoleh dianalisis variansnya, dan jika terdapat pengaruh yang otentik dan akurat dilakukan uji lanjutan dengan uji LSD pada taraf (α 0,05). Berdasarkan hasil penelitian bahwa interaksi biochar TKKS 3 ton/ha dan bakteri menotrofik 5 liter/ha menunjukkan hasil terbaik untuk tinggi tanaman. Interaksi 4 ton biochar TKKS per ha dan 7,5 liter/ha bakteri metanotrof menunjukkan hasil terbaik untuk bobot gabah/ha, bobot gabah per petak, jumlah gabah utuh dan persentase gabah kosong terendah. Interaksi biochar TKKS dan bakteri metanotrof dapat meningkatkan pH, C organik, nitrogen, kapasitas tukar kation (KTK), Ca, Mg, Na dan P205. Total populasi bakteri tanah meningkat dari $54,05 \times 10^6$ (Cfu/mL) menjadi $15,85 \times 10^7$ (Cfu/mL) setelah penambahan biochar TKKS dan bakteri metanotrof.

Kata Kunci : Padi Sawah, Bakteri Metanotrof, Biochar TKKS.

PENDAHULUAN

Penurunan kualitas lahan pertanian pada tanah padi sawah dapat mengakibatkan terjadinya penurunan produktivitas. Hal tersebut dapat diakibatkan rendahnya pH, kekurangan unsur hara dan adanya unsur yang bersifat racun. Rendahnya aktivitas mikroba di tanah merupakan salah satu penyebab menurunnya kualitas tanah (Prihastuti & Harsono, 2016) dan pemakaian pupuk anorganik yang berlebihan. Salah satu upaya untuk meningkatkan kesuburan tanah dengan memanfaatkan bakteri diharapkan mampu meningkatkan efisiensi pemupukan, kesuburan dan kesehatan tanah serta menunjang pertumbuhan tanaman dan meningkatkan hasil.

Hasil pemantauan dilapangan penggunaan pupuk urea pada petani saat ini umumnya

dengan dosis yang cukup tinggi yaitu berkisar 300 kg urea dan ZA 50–100 kg/ha. Bahkan ada beberapa daerah, dosisnya telah mencapai 400–500 kg urea. Padahal sesuai anjuran, pupuk N cukup diberikan 90–120 kg/ha atau setara dengan 200–260 kg urea/ha (Siregar *et al.*, 2011)

Tando (2019) menyatakan terjadinya kerusakan lingkungan akibat penggunaan pupuk anorganik yang tinggi terutama pemupukan N anorganik menyebabkan terjadinya emisi gas N_2O . Pemberian Nitrogen (N) yang berlebihan dapat menghambat fase generatif dan bahkan tidak terjadi sama sekali. Nitrogen berfungsi sebagai penyusun enzim yang dalam proses metabolisme tanaman sangat besar peranannya dan merupakan unsur amat mobil dalam tanaman yang berarti bahwa protein mengandung Nitrogen

yang dapat terurai pada bagian tanaman yang lebih tua, kemudian diangkat menuju jaringan muda yang pertumbuhannya lebih aktif

Penggunaan mikroba sangat menentukan keberhasilan pertumbuhan tanaman. Mikroba tanah berperan dalam siklus hara dan proses dekomposisi bahan organik tanah. Beberapa hasil penelitian membuktikan bahwa aplikasi kombinasi pupuk tersebut dalam jumlah perimbangan tertentu terbukti dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk oleh tanaman dengan tingkat reduksi penggunaan pupuk anorganik sekitar 25-50% dengan tingkat pertumbuhan tanaman seimbang atau lebih tinggi ketika hanya menggunakan pupuk anorganik takaran rekomendasi (Arifin & Susilowati, 2022). Isolat bakteri tersebut dapat memacu pertumbuhan tanaman padi dan jagung di rumah kaca dan di lapang menurut Nugrahaeni & Taufiq, (2014) ; Hamim *et al.* (2008) ; Wibowo *et al.* (2017) bahwa penambahan pupuk hayati bertujuan untuk meningkatkan jumlah mikroorganisme dan mempercepat proses mikrobiologis untuk meningkatkan ketersediaan hara, sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman.

Hasil penelitian Itelima *et al* (2018) menunjukkan bahwa pupuk hayati dapat meningkatkan kesuburan tanah dan meningkatkan produksi pertanian berkelanjutan. Eksploitasi mikroba bermanfaat sebagai pupuk hayati dan berperan penting dalam sektor dan produksi tanaman yang berkelanjutan.

Penambahan biochar TKKS dan bakteri metanotrof dapat menjadi solusi

memperbaiki sifat biologi, fisik dan kimia tanah berupa meningkatnya populasi dan aktivitas mikroba, memperbaiki struktur, stabilitas lahan terdegradasi efisiensi penggunaan air, siklus hara, dan kapasitas penyimpan carbon TKKS dapat dijadikan biochar karena memiliki komposisi mineral yang cukup tinggi seperti Ca, Fe, Na, K, dan P sehingga memiliki potensi dijadikan biochar sebagai pembenah tanah. Menurut Tambunan *et al* (2014) biochar yang ditambahkan ke tanah terbukti efektif untuk pemulihan dan peningkatan kualitas kesuburan tanah terdegradasi karena dapat meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) dan P dalam tanah.

Tujuan penelitian (1) Menganalisis interaksi antara dosis biochar TKKS dan konsentrasi bakteri metanotrof dalam meningkatkan produksi padi sawah. (2) Menganalisis total populasi bakteri metanotrof sebelum tanam dan sesudah panen (3) Menganalisis sifat kimia tanah sawah sebelum dan setelah pemberian biochar TKKS dan bakteri metanotrof.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus sampai Desember 2021 di Desa Lantula Kecamatan Witaponda Kabupaten Morowali Provinsi Sulawesi Tengah dengan titik koordinat 121^o37'41,877"E - 2^o13'32,459"S. Jenis tanah yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah entisol.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian Desa Lantula Kecamatan Witaponda Kabupaten Morowali Provinsi Sulawesi Tengah

Alat yang digunakan dalam penelitian ini timbangan analitik, ice box, tube, hand tractor, cangkul, parang, ember plastik, meteran, timbangan digital, knapsack sprayer, plastik gula, papan perlakuan, patok, syringe, kamera handphone, dan alat tulis menulis.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bakteri metanotrof dengan kode isolat WPM1 (hasil isolasi dan karakterisasi) pada penelitian isolasi dan identifikasi bakteri metanotrof.

Perhitungan Total Populasi Bakteri Tanah

Perhitungan jumlah koloni dilakukan sebelum pengolahan tanah dan setelah panen. Sampel tanah diambil untuk dilakukan perhitungan koloni bakteri metanotrof. Setelah dilakukan pengenceran 10^{-1} s/d 10^{-8} di laboratorium Biosains diambil sebanyak 1 mL kemudian dikultur ke dalam cawan yang berisi media NMS, setelah itu diinkubasi selama satu minggu pada suhu ruang, dilakukan perhitungan bakteri. Syarat perhitungan bakteri adalah jumlah koloni dalam petri berisi 30–300 koloni (SNI No. 01–2332.3–2006-2006). Perhitungan koloni dilakukan secara manual dengan menandai dan menghitung koloni bakteri yang ada pada cawan petri (Wicaksono *et al.*, 2019) Jumlah mikroba per ml dapat dihitung dengan rumus penghitungan jumlah bakteri.

$$\text{Jumlah bakteri per } \frac{\text{gram}}{\text{mL}} = \text{Jumlah koloni} \times \frac{1}{\text{faktor Pengenceran}}$$

Pengujian Analisa Sifat Kimia Tanah Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Parameter sifat kimia tanah nerujuk pada penelitian (Nugroho Cahyo Tri *et al.*, 2013) Pengujian Analisis tanah dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah

Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.

Interaksi Dosis Biochar TKKS Dan Bakteri Metanotrof

Penelitian Ini Menggunakan Rancangan Petak Terpisah (Rpt) Uji Bnt Pada Taraf (A 0.05) Dengan 3 Ulangan.

Petak utama dosis biochar TKKS terdiri 4 dosis yaitu: B0: tanpa biochar TKKS (kontrol), B1: biochar TKKS dosis 2 ton/ha, B2: biochar TKKS dosis 3 ton/ha, B3: biochar TKKS dosis 4 ton/ha dan Anak Petak konsentration bakteri metanotrof terdiri atas 4 konsentration yaitu: M0: tanpa bakteri metanotropik (kontrol), M1: sebanyak 5 liter res/ha, M2: bakteri 7,5 liter/ha metanotrof, M3: 10 liter/ha bakteri metanotrof masing masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Data yang diperoleh dianalisis variansnya, dan jika terdapat pengaruh yang otentik dan akurat dilakukan uji lanjutan dengan uji LSD pada taraf (α 0,05).

Parameter Pengamatan

(1) Tinggi tanaman (cm), (2) Jumlah anakan produktif per rumpun, (3) Hasil produksi per hektar (ton), dihitung setelah panen dengan rumus :

$$\text{Berat Per ha} = \frac{10.000m^2}{\text{Luas Ubinan } m^2} \times \text{Produksi per ubin (ton)}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Populasi Bakteri Tanah

Berdasarkan hasil pengujian penghitungan populasi bakteri di tanah, terjadi peningkatan populasi bakteri yang signifikan selama 110 hari setelah pengaplikasian (Tabel 1) Perlakuan biochar TKKS dan bakteri metanotrof mengalami peningkatan populasi bakteri dari $54,05 \times 10^6$ CfU/mL menjadi $158,5 \times 10^7$ CfU/mL.

Tabel 1. Populasi Bakteri Tanah (Cfu/mL)Pertanaman Padi Sawah Sebelum Tanam (0 Hari) dan Setelah Panen (110 Hari) Di Desa Lantula Kecamatan Witaponda Kabupaten Morowali

Perlakuan	Tingkat Pengenceran (Cfu/mL)				Total Bakteri Tanah Cfu/mL
	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	
Sebelum	2,95x10 ⁶	1,20x10 ⁷	4,3x10 ⁷	TS	54,05x10 ⁶
Sesudah	TB	1,85x10 ⁷	9,7x10 ⁷	4,3X10 ⁷	158,5x10 ⁶

Sumber: Data Primer setelah diolah, 2021

TB => 300 koloni , TS = < 30 koloni

Populasi Bakteri Metanotrof pada Konsentersasi Perlakuan (10,15,20 mL) Dengan Menggunakan Spectrometer

Tabel 2 *Populasi Bakteri (Cfu/mL) pada Setiap Konsentersasi Perlakuan*

Konsentersasi	Konsentersasi (mL)		
	10	15	20
Jumlah koloni (absorban)	(0.009 Cfu/mL)	(0.017Cfu/mL)	(0.024 Cfu/mL)

Hasil Analisa Tanah Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Tabel 3. Hasil Analisa Unsur Hara Tanah Sebelum Perlakuan (0 hari) dan Setelah Perlakuan Biochar TKKS dan Bakteri Metanotrof (110 hari) di Desa Lantula Kecamatan Witaponda Kabupaten Morowal

Parameter Terukur	Sebelum penanaman (0 hari)	Setelah Panen (99 hari)
pH	6,35	6,63
C	1,53 %	2,31 %
N	0,18 %	0,25 %
C/N	8,37 %	9,11 %
KTK	16,51 (cmol(+))kg-1	18,26 (cmol(+))kg-1
Ca	18,35 (cmol(+))kg-1	22,41 (cmol(+))kg-1
Mg	10,22 (cmol(+))kg-1	10,34 (cmol(+))kg-1
K	18,25 (cmol(+))kg-1	12,36 (cmol(+))kg-1
Na	28,25 (cmol(+))kg-1	41,32 (cmol(+))kg-1
P2O5	0,25 (cmol(+))kg-1	0,46 (cmol(+))kg-1

Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tinggi Tanaman

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan biochar TKKS dan perlakuan bakteri metanotrof berpengaruh

sangat nyata terhadap tinggi tanaman dan interaksi kedua perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman.

Tabel 4. Rata-Rata Tinggi Tanaman (cm) Padi Sawah pada Berbagai Dosis Biochar TKKS dan Konsentersasi Bakteri Metanotrof

Biochar TKKS	Bakteri Metanotrof (Cfu/ mL.)				NP BNT
	M0	M1	M2	M3	
B0	94,27 ^c _q	102,53 ^b _p	100,87 ^b _{pq}	98,53 ^c _{pq}	6,39
B1	109,20 ^a _p	105,27 ^b _{pq}	101,60 ^b _q	109,40 ^b _p	
B2	101,27 ^b _q	117,20^a _p	107,00 ^{ab} _q	116,33 ^a _p	
B3	105,73 ^{ab} _q	116,20 ^a _p	110,40 ^a _{pq}	111,80 ^{ab} _{pq}	
NP BNT	6,72				

Keterangan: Angka yang di ikuti dengan huruf yang sama pada kolom (a,b,c) dan baris (p,q) berbeda tidak nyata pada uji lanjut BNT taraf kepercayaan α 0,05.

Jumlah Anakan Produktif

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan biochar TKKS berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah anakan produktif

dan perlakuan bakteri metanotrof berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah anakan produktif, sedangkan interaksi kedua perlakuan.

Tabel 5. Rata-Rata Jumlah Anakan Produktif (Batang) Padi Sawah pada Berbagai Dosis Biochar TKKS dan Konsentersasi Bakteri Metanotrof

Biochar (TKKS)	Bakteri Metanotrof (Cfu/mL)				NP BNT 0,05
	M0	M1	M2	M3	
B0	9,33 ^b _q	10,00 ^b _p	11,20 ^b _p	10,87 ^b _p	2,17
B1	9,40 ^b _q	13,27 ^a _p	13,93 ^a _p	14,07 ^a _p	
B2	14,53 ^a _q	14,13 ^a _q	14,93 ^a _p	14,20 ^q _{pq}	
B3	11,73 ^a _p	15,13 ^a _p	14,00 ^a _p	15,80^a _p	
NP BNT 0,05	1,75				

Keterangan: Angka yang di ikuti dengan huruf yang sama pada kolom (a,b,c) dan baris (p,q) berbeda tidak nyata pada uji lanjut BNT taraf kepercayaan α 0,05.

Jumlah Gabah Bernas (bulir)

Tabel 6. Rata-Rata Jumlah Gabah Bernas (Bulir) Per Malai pada Berbagai Dosis Biochar TKKS dan Konsentersasi Bakteri Metanotrof

Biochar (TKKS)	Bakteri Metanotrof (Cfu/mL)				Np. BNT 0,05%
	M0 (0)	M1 (10)	M2 (15)	M3 (20)	
B0	90,6 ^b _p	90,6 ^b _p	88,4 ^b _p	101,07 ^b _p	18,45
B1	92,67 ^a _p	96,4 ^a _{pq}	93,73 ^b _{pq}	101,2 ^b _q	
B2	91,6 ^a _p	79,6 ^b _q	103,53 ^b _p	108,93 ^a _p	
B3	88,13 ^a _q	103,67 ^a _{pq}	112,13^a _p	107,2 ^a _p	
Np. BNT 0,05%	20,58				

Keterangan: Angka yang di ikuti dengan huruf yang sama pada kolom (a,b,c) dan baris (p,q) berbeda tidak nyata pada uji lanjut BNT taraf kepercayaan α 0,05.

Produksi Gabah per ha (Ton)

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan biochar TKKS berpengaruh sangat nyata, perlakuan bakteri metanotrof

berpengaruh sangat nyata dan interaksi kedua perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap berat gabah per ha.

Tabel 7. Rata-Rata Berat Gabah Per ha (Ton) pada Berbagai Dosis Biochar TKKS dan Konsentersasi Bakteri Metanotrof

Biochar (TKKS)	Konsentrasi Bakteri Metanotrof (mL)				NP BNT 0,05
	M0	M1	M2	M3	
B0	4,32 ^b _q	4,65 ^c _{pq}	5,79 ^c _{pq}	5,7 ^c _p	0,77
B1	4,8 ^a _p	7,14 ^b _p	6,81 ^b _p	6,45	
B2	6,06 ^a _q	7,24 ^a _p	7,65 ^a _p	7,38 ^a _p	
B3	5,97 ^a _q	7,29 ^a _q	7,83^a _p	7,18 ^a _p	
NP BNT 0,05	0,82				

Keterangan: Angka yang di ikuti dengan huruf yang sama pada kolom (a,b,c) dan baris (p,q) berbeda tidak nyata pada uji lanjut BNT taraf kepercayaan α 0,05.

Pembahasan

Populasi Bakteri Tanah

Tabel 1 memperlihatkan pemberian biochar TKKS dan bakteri metanotrof mengalami peningkatan populasi bakteri. Hal ini diduga karena bakteri yang terdapat dalam tanah mampu menggunakan pori biochar sebagai tempat tinggal dan sumber karbon secara optimal untuk kebutuhan metabolismenya.

Penambahan biochar juga dapat meningkatkan jumlah populasi bakteri dalam tanah, hal ini sejalan dengan pendapat Tu *et al* (2020) yang menyatakan bahwa biochar di dalam tanah berfungsi sebagai nutrisi dan tempat tinggal bagi bakteri dan umumnya biochar yang diaplikasikan dapat bertahan selama ratusan atau bahkan ribuan tahun. Aplikasi biochar mampu mendegradasi bahan-bahan organik pada tanah sehingga mudah terurai yang dibutuhkan oleh mikroba (Domene *et al.*, 2014). Semakin banyak bahan organik menunjukkan semakin banyak pula sumber energi bagi mikroorganisme tanah, sebab bahan organik dimanfaatkan sebagai sumber energi bagi mikroorganisme dan pemberian bahan organik dapat meningkatkan jumlah mikroorganisme tanah (Eginarta *et al.*, 2021).

Oleh karena itu peningkatan jumlah

populasi bakteri pada saat setelah panen dapat dijadikan indikator bahwa perlakuan biochar dan bakteri metanotrof mampu meningkatkan jumlah populasi bakteri.

Banyaknya jumlah koloni akan berpengaruh terhadap penyerapan unsur hara yang lebih maksimal karena adanya aktifitas bakteri metanotrof dalam mengkoloni perakaran tanaman. Menurut Wijaya *et al* (2018), kehadiran biochar dapat merangsang populasi rhizobakteria dan fungi yang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman. Ini diakibatkan oleh perubahan komposisi dan aktivitas enzim di daerah sekitar perakaran yang meningkat dengan penambahan biochar.

Hasil Analisa Tanah Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Pengaruh pemberian bahan organik dapat meningkatkan pH tanah meskipun peningkatannya masih dalam kategori masam. Menurut Utami & Handayani (2003) bahwa tanah yang ditambahkan biochar mengalami peningkatan pH yang cukup baik, serta mempunyai daya sangga (*buffer capacity*) yang besar sehingga apabila tanah cukup mengandung bahan organik, maka pH tanah relatif stabil. Hal ini sejalan dengan penelitian Mawardiana *et al* (2013) bahwa tanah yang

diberikan perlakuan dosis biochar 10 ton/ha dapat menaikkan nilai pH tanah dari kondisi awal 6,78 menjadi 7,40 atau naik 9,14% Biochar juga dapat mengikat C-organik di tanah sehingga tetap stabil dan tidak mudah terdekomposisi oleh mikroorganismenya.

Permukaan biochar yang hidrofobik juga mampu menyerap molekul organik yang terlibat dalam proses khelasi seperti ion Al^{3+} , Fe^{3+} dan Ca^{2+} dan menghilangkan efek khelat sehingga kelarutan P di tanah meningkat. Permukaan

Pemberian biochar TKKS dan bakteri metanotroph berpengaruh terhadap nilai KTK Syafitri *et al* (2020) menyatakan KTK akan meningkat seiring dengan meningkatnya kandungan C-organik. Penambahan biochar ke tanah meningkatkan KTK yang pada akhirnya meningkatkan hasil, biochar yang mempunyai KTK tinggi sehingga mampu mengikat kation-kation tanah yang dapat dimanfaatkan bagi pertumbuhan tanaman (Widowati *et al.*, 2012).

Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tinggi Tanaman (cm)

Secara umum dapat dilihat bahwa tinggi tanaman pada perlakuan kontrol BOM0 lebih rendah yaitu 94,27 cm dan umumnya pada perlakuan tanpa biochar (B0) dibanding dengan perlakuan lainnya. Hal ini terjadi karena kemampuan biochar untuk menahan air dengan baik, sehingga mengurangi potensi leaching unsur hara. Khususnya unsur hara N yang bersifat mobile dan berperan dalam merangsang pertumbuhan vegetatif tanaman secara keseluruhan, Khususnya pertumbuhan akar, batang dan daun. Air yang ditambahkan akan mengisi ruang pori biochar, sehingga semakin tinggi jumlah biochar yang diaplikasikan akan menyimpan jumlah air dan unsur hara N dalam jumlah yang lebih banyak pula. Perlakuan tanpa biochar menghasilkan tinggi tanaman terendah karena tidak ada cukup air untuk membentuk bahan tanaman, karena sebagian besar air tercuci keluar dari tanah (Widowati *et al.*, 2014)

Perlakuan dengan pemberian bakteri metanotrof umumnya memberikan tinggi tanaman yang tertinggi dibandingkan tanpa bakteri metanotrof, Hal ini berhubungan dengan keberadaan bakteri metanotrof pada daerah rhizosfer yang mampu menfiksasi nitrogen dari udara dan merupakan kelompok bakteri Rhizotobacteria yang berfungsi meningkatkan pertumbuhan tanaman. Rhizobacteria dikenal sebagai PGPR karena menghasilkan hormon IAA (indole Acetic Acid), melarutkan fosfat tanah, menghasilkan ACC deaminase (*Amino Cyclepropane Carbolate Deaminase*). (Bashan & de-Bashan, 2010). Hormon ini memainkan peranan penting dalam mekanisme ekspansi sel yaitu pada saat inisiasi akar, pembelahan, pemanjangan, dan diferensiasi sel serta sebagai agen atau pembawa sinyal dalam respons tumbuhan sehingga dapat memacu pertumbuhan tinggi tanaman.

Panjaitan *et al.* (2015) menyatakan bahwa bakteri metanotrof mampu memfiksasi nitrogen di udara sedangkan pendapat dari Theowidawaty *et al* (2019) menyatakan bahwa terdapat interaksi mutualistik antara tanaman dan mikroba yang dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara dan membantu penyerapan unsur hara untuk pertumbuhan tanaman.

Jumlah Anakan Produktif (batang)

Menurut hasil penelitian Marhani *et al* (2022) bahwa biochar dengan suhu 200-300 °C dengan waktu pembakaran 8 jam menghasilkan karbon hitam tinggi dan sulit untuk terdekomposisi sehingga dapat berada dalam jangka waktu lama. Hasil penelitian Lehmann *et al* (2003) mengatakan bahwa stabilitas karbon pada biochar disebabkan bentuk karbon dalam bahan yang berasal dari kelompok humus asam-asam organik dan phenol. Senyawa recalcitrant ini dapat memproteksi proses kehilangan karbon akibat pencucian dan dekomposisi mikrobial.

Qambrani *et al* (2017) menyatakan bahwa biochar mampu memperbaiki sifat fisika, kimia dan biologi tanah. Dampak keberadaan bahan organik ini adalah terjadinya peningkatan jumlah dan volume pori tanah

sehingga terjadi perbaikan aerasi dan dinamika reaksi unsur hara dalam tanah.

Jumlah anakan yang terbentuk berpengaruh terhadap jumlah anakan produktif. Keberadaan nitrogen dalam tanah dan dosis pupuk nitrogen yang diberikan. Pada perlakuan pupuk bakteri metanotrof dapat membantu ketersediaan nitrogen dalam tanah. Mikroorganisme tanah ini terutama berperan dalam dekomposisi bahan organik, mineralisasi, dan proses siklus unsur hara.

Menurut Suhartatik & Makarim (2009) bahwa anakan produktif merupakan salah satu komponen hasil yang berpengaruh langsung terhadap tinggi rendahnya hasil gabah. Peningkatan produktivitas padi berhubungan dengan banyaknya anakan produktif, karena anakan produktif ini akan menghasilkan malai-malai padi yang memproduksi biji padi atau beras pada akhirnya.

Jumlah Gabah Bernas

Tabel 6 menunjukkan bahwa jumlah gabah bernas tertinggi terdapat pada perlakuan biochar 6 kg/petak (B3) pada konsentration metanotrof 15 ml/petak (M2) dengan jumlah gabah bernas 112,13 bulir dan terendah tanpa perlakuan biochar (BOMO) dan bakteri metanotroph dengan jumlah gabah bernas 90,60 bulir. Hasil penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian bakteri yang dilakukan Setiawati et al, (2016) sebanyak 196,67 bulir. Perbedaan pertumbuhan dari hasil yang diperoleh dipengaruhi oleh satu atau lebih dari faktor tersebut. Perbedaan susunan genetik merupakan salah satu faktor penyebab keragaman penampilan tanaman dan perbedaan susunan genetik yang akan selalu terjadi walaupun bahan tanaman yang digunakan berasal dari jenis tanaman yang

Produksi gabah per ha (ton)

Biochar TKKS yang dikombinasikan dengan bakteri metanotrof memberikan pengaruh sangat nyata pada produksi gabah per ha dibandingkan tanpa biochar TKKS (B0) dan tanpa bakteri metanotrof (M0) (Tabel 4.7) Menurut Lehman *et al.* (2011) kadar dan bentuk unsur hara yang terdapat dalam

biochar sangat mempengaruhi populasi dan aktivitas mikroba terutama karbon dan nitrogen. Mikroorganisme menggunakan karbon dan nitrogen sebagai sumber energi untuk hidup.

Pemberian biochar TKKS mempengaruhi populasi dan aktivitas mikroba tanah. Hasil penelitian Wijaya *et al* (2018) bahwa kehadiran biochar dapat merangsang populasi rhizobakteria dan fungi yang menguntungkan bagi peningkatan produksi padi. Ini diakibatkan oleh perubahan komposisi dan aktivitas enzim di daerah sekitar perakaran yang meningkat dengan penambahan biochar. Dengan bantuan biochar juga dapat meningkatkan pH dan membantu ketersediaan unsur hara di tanah. Ketersediaan hara akibat pemberian biochar terjadi melalui tiga mekanisme yaitu (1) suplai hara langsung dari biochar (Mukherjee & Zimmerman, 2013) (2) kemampuan biochar meretensi hara, dan (3) dinamika mikroorganisme dalam tanah

Tinggi rendahnya hasil panen dipengaruhi oleh oleh komponen hasil di antaranya jumlah gabah berisi dan bobot gabah berisi. Selain itu, faktor genetik dan lingkungan juga mempengaruhi produksi. Pratiwi *et al.* (2009) menyatakan bahwa produksi akan mencapai hasil yang tinggi apabila faktor tempat tumbuh atau lingkungan dan faktor genetik berada dalam kondisi yang optimal dan mendukung pertumbuhan. Hal ini juga diperkuat dengan pendapat Lestari & Aswidinnoor (2007) yang menyatakan bahwa pengaruh terhadap hasil tanaman sangat berpengaruh pada sifat genetik, morfologis, maupun fisiologis tanaman tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Interaksi perlakuan biochar TKKS 4 ton/ha dan bakteri metanotrof 7,5 liter/ha menunjukkan hasil terbaik terhadap, berat gabah per hektar dan jumlah gabah bernas.
2. Interaksi biochar TKKS dan bakteri metanotrof dapat menaikkan pH, carbon, nitrogen, KTK, Ca, Mg, Na dan P₂O₅.
3. Total populasi bakteri tanah mengalami peningkatan 54,05x10⁶ (CFU/ mL) menjadi

15,85x10⁷ (CFU/ mL) setelah ditambahkan biochar TKKS dan bakteri Metanotrof .

Saran

1. Pemberian biochar TKKS dengan dosis 4 ton/ha dan bakteri metanotrof dengan konsentersasi 7,5 liter/ha memberikan hasil terbaik dengan ini disarankan untuk diaplikasikan pada tanaman padi sawah untuk meningkatkan produksi padi sawah yang ramah lingkungan.
2. Disarankan agar dilakukan penelitian lanjut terhadap lama (daya) simpan bakteri metanotrof terhadap biochar TKKS.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Z., & Susilowati, L. E. (2022). *Aplikasi biochar dalam mempengaruhi aktivitas mikrobia tanah pada pertanaman jagung yang menerapkan pola pemupukan terpadu 1234*. 4(November 2021), 23–24.
- Bashan, Y., & de-Bashan, L. E. (2010). How the plant growth-promoting bacterium azospirillum promotes plant growth-a critical assessment. In *Advances in Agronomy* (1st ed., Vol. 108, Issue C). Elsevier Inc. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(10\)08002-8](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(10)08002-8)
- Bintarti, A. F., Rusmana, I., & Wahyudi, A. T. (2010). *Identification of nif D and nif H Genes of Methanotrophic Bacteria from Rice Field*.
- Domene, X., Mattana, S., Hanley, K., Enders, A., & Lehmann, J. (2014). *Medium-term effects of corn biochar addition on soil biota activities and functions in a temperate soil cropped to corn*. *Soil Biology and Biochemistry*, 72, 152–162. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2014.01.035>
- Eginarta, W. S., Nuraini, Y., & Purwani, J. (2021). *Efektivitas Berbagai Bahan Formula Pupuk Hayati Sianobakteri Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Padi Gogo Varietas Situ Bagendit*. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 8(2), 415–426. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2021.008.2.13>
- Hakim, Yakpa, Lubis, Nugroho, Saul, D., Hong, & Bailey. (1986). *Dasar Dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung.
- Hamim, H., Ashri, K., Miftahudin, M., & Triadiati, T. (2008). *Analisis Status Air, Prolin Dan Aktivitas Enzim Antioksidan Beberapa Kedelai Toleran Dan Peka Kekeringan Serta Kedelai Liar*. *Agrivita*, 30(3), 201–210.
- Itelima, J. U., Bang, W. J., Onyimba, I. A., Sila, M. D., & Egber, O. J. (2018). *Bio-fertilizers as Key Player in Enhancing Soil Fertility and Crop Productivity: A Review*. *Journal of Microbiology*, 2(1), 74–83. <http://irepos.unijos.edu.ng/jspui/handle/123456789/1999%0Ahttps://dspace.unijos.edu.ng/jspui/bitstream/123456789/1999/1/Itelima-et-al%281%29.pdf>
- Lehmann, J., Silva Jr, J. P., Steiner, C., Nehls, T., Zech, W., & Glaser, B. (2003). *Nutrient availability and leaching an an archaeological Anthrosol and a Ferralsol*. *Plant and Soil*, 249, 343–357.
- Lestari, A. P., & Aswidinnoor, H. (2007). *Uji daya hasil pendahuluan dan mutu beras 21 padi hibrida harapan*. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 35(1), 1–7. <https://doi.org/10.24831/jai.v35i1.1303>
- Marhani, Sahur, A., Laban, S., & Musa, Y.

- (2022). *Characterization of Biochar Empty Fruit Bunches OPEFB at Various Temperatures and Burning Time*. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 10(3), 599–606.
[https://doi.org/10.18006/2022.10\(3\).599.606](https://doi.org/10.18006/2022.10(3).599.606)
- Mawardiana, Sufardi, & Edi, H. (2013). *Pengaruh residu biochar dan pemupukan npk terhadap sifat kimia tanah dan pertumbuhan serta hasil tanaman padi musim tanam ketiga*. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Lahan*, 2(3), 255–260. <http://e-repository.unsyiah.ac.id/MSDL/article/view/2198>
- Mukherjee, A., & Zimmerman, A. R. (2013). *Organic carbon and nutrient release from a range of laboratory-produced biochars and biochar-soil mixtures*. *Geoderma*, 193–194, 122–130.
<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2012.10.002>
- Nugrahaeni, N., & Taufiq, A. (2014). *Stabilitas Hasil Galur Kedelai Toleran Cekaman Kekeringan*. 5, 54–60.
- Nugroho Cahyo Tri, Oksana, & Aryanti, E. (2013). *Analisis Sifat Kimia Tanah Gambut*. *Jurnal Agroteknologi*, 4(1), 25–30.
- Panjaitan, E., Indradewa, D., Martono, E., & Sartohadi, J. (2015). *Sebuah dilema pertanian organik terkait emisi metan*. *J. Manusia Dan Lingkungan*, 22(1), 66–72.
- Pratiwi, G., Suhartatik, E., & Makarim, A. (2009). *Produktivitas dan komponen hasil tanaman padi sebagai fungsi dari populasi tanaman*. *Jurnal Tanah Dan Lingkungan*, 11(1), 1–8.
- Prihastuti, P., & Harsono, A. (2016). *Kemunduran Kualitas Pupuk Hayati Rhizobium*. *Sains & Matematika*, 1(1), 1–5.
<https://journal.unesa.ac.id/index.php/sainsmatematika/article/view/10>
- Qambrani, N. A., Rahman, M. M., Won, S., Shim, S., & Ra, C. (2017). *Biochar properties and eco-friendly applications for climate change mitigation, waste management, and wastewater treatment: A review*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 79(May), 255–273.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.057>
- Setiawati, M., Sofyan, E., & Mutaqin, Z. (2016). *Pengaruh Pupuk Hayati Padat Terhadap Serapan N Dan P Tanaman, Komponen Hasil Dan Hasil Padi Sawah (Oryza sativa L.)*. *Jurnal Agroekoteknologi*, 8(2), 120–130.
- Siregar, A., Ilyas, D., Jurusan, M., Pertanian, B., & Pertanian, F. (2011). *The Efficiency of Urea Fertilization on N uptake and Yield of Lowland Rice (Oryza sativa, L.)*. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 7(2), 107–112.
- Syafitri, R., Hermansah, H., & Yulnafatmawita, Y. (2020). *Pengaruh Pencampuran Lapisan Olah Dan Lapisan Tapak Bajak Terhadap Karakteristik Sifat Kimia Tanah Sawah*. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 7(2), 359–365.
<https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2020.007.2.21>
- Tambunan, S., Siswanto, B., & Handayanto, E. (2014). *Biochar Terhadap Ketersediaan P Dalam Tanah Di Lahan Kering Malang Selatan*. *Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 1(1), 85–92.

- Tando, E. (2019). *Upaya Efisiensi Dan Peningkatan Ketersediaan Nitrogen Dalam Tanah Serta Serapan Nitrogen Pada Tanaman Padi Sawah (Oryza sativa L.)*. Buana Sains, 18(2), 171. <https://doi.org/10.33366/bs.v18i2.1190>
- Theowidawaty, Muttaqin, Mafrikhul, Miftahuddin, & Thajjoleksono, A. (2019). *Analisis Metabolomik pada Interaksi Padi dan Bakteri*. Jurnal Sumberdaya Hayati, 5(1), 18–24. <https://doi.org/10.29244/jsdh.5.1.18-24>
- Tu, C., Wei, J., Guan, F., Liu, Y., Sun, Y., & Luo, Y. (2020). *Biochar and bacteria-inoculated biochar enhanced Cd and Cu immobilization and enzymatic activity in polluted soil*. Environment International, 137(October 2019), 105576. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105576>
- Utami, S., & Handayani, S. (2003). *Sifat Kimia Entisol Pada Sistem Pertanian Organik*. Ilmu Pertanian, 10(2), 63–69.
- Wibowo, S. A., Wiguna, C., Susilo, B., Dalimartha, L. N., & Prasetyo, E. N. (2017). *Pengaruh Biochar Berbasis Biofertilizer untuk Meningkatkan Produksi Sawi (Brassica juncea L.)*. Proceeding Biology Education Conference, 14(1), 271–275.
- Wicaksono, E. B., Hardianto, & Muliawan, A. (2019). *Rancang Bangun Penghitung Jumlah Koloni Bakteri Berbasis Arduino Uno*. Jurnal Teknik, 13(2), 123–128. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/teknika/article/view/1787>
- Widowati, Asnah, & Sutoyo. (2012). *Pengaruh Penggunaan Biochar dan Pupuk Kalium Terhadap Pencucian dan Serapan Kalium Pada Tanaman Jagung*. Buana Sains, 12(1), 83–90.
- Widowati, W., Asnah, a, & Utomo, W. H. (2014). *The use of biochar to reduce nitrogen and potassium leaching from soil cultivated with maize*. Journal of Degraded and Mining Lands Management, 2(1), 211–218. <https://doi.org/10.15243/jdmlm.2014.021.211>
- Wijaya, A., Butarbutar, T., & Hartati, W. (2018). *Biochar Yang Diproduksi Dengan Tungku Drum Tertutup Retort Memberikan Pertumbuhan Tanaman Yang Lebih Tinggi*. J Hut Trop, 2(1), 49–58.