

PENGARUH APLIKASI PUPUK ORGANIK LOB 2.0 TERHADAP TOTAL POPULASI MIKROBA TANAH MARJINAL DI LAMPUNG TENGAH

Sumardi*¹, Winih Sekaringtyas Ramadhani², Kusuma Handayani¹, Sri Yusnaini², Dermiyati², Sugeng Triyono³, Reynaldi Febriyan Haholongan¹

¹Program Studi Biologi Terapan FMIPA Universitas Lampung

²Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung

³Program Studi Teknik Petanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung

E-mail: sumardi.1965@fmipa.unila.ac.id

Abstract: Soil fertility is a soil condition that can support plant growth properly. Soil fertility is strongly influenced by many factors, one of which is the microbial population in the soil. Microbial populations are important due to their important role in degrading complex nutrients into simpler nutrients to be utilized by plants and other soil biota. The application of fertilizers and plows is done to support microbial growth in marginal soils. The types of fertilizers used were P0 (compost + biochar 1.75%), P1 (compost with 10t/ha biochar application), P2 (compost + biochar 1.75% + vermicompost 1.5%), and P3 (compost + biochar 1.75% + vermicompost 1.5% added microbial enrichment). From this study, the results of Split Plot ANOVA showed that there was a significant effect on month 1 and 3 observations, both on fungi and bacteria. Treatments that had a significant effect were further tested with Tukey's HSD. The best treatment based on the comparison of the mean in the 1st month fungal observation is P3, while in the 3rd month fungus and bacteria is P0.

Keywords: Biocharcoal, organic fertilizer, soil microbes

Abstrak (*Times New Roman* 10 pt): Kesuburan tanah merupakan kondisi tanah yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman dengan baik. Kesuburan tanah sangat dipengaruhi oleh banyak faktor salah satunya adalah populasi mikroba pada tanah. Populasi mikroba menjadi penting akibat peran pentingnya untuk mendegradasi nutrisi kompleks menjadi nutrisi yang lebih sederhana untuk dimanfaatkan oleh tanaman dan biota tanah lainnya. Pengaplikasian jenis pupuk dan bajak dilakukan untuk mendukung pertumbuhan mikroba pada tanah marginal. Jenis pupuk yang digunakan yakni pupuk P0 (kompos + biochar 1.75%), P1 (kompos dengan aplikasi biochar 10t/ha), P2 (kompos+biochar 1.75% + vermikompos 1.5%), dan P3 (kompos+biochar 1.75% + vermikompos 1.5% ditambahkan enrichment mikroba). Dari penelitian ini diperoleh hasil uji statistik bahwa terdapat pengaruh nyata pada pengamatan bulan 1 dan 3, baik pada jamur maupun bakteri. Perlakuan yang berpengaruh nyata diuji lanjut dengan Tukey's HSD. Perlakuan terbaik berdasarkan nilai rerata tertinggi pada pengamatan jamur bulan 1 adalah P3, sementara pada jamur dan bakteri bulan 3 adalah P0.

Kata kunci: Biocharcoal, pupuk organik, mikroba tanah

Keberlanjutan agrikultur merupakan suatu upaya yang dilakukan untuk mempertahankan siklus pembudidayaan tanaman yang berkelanjutan dengan menjaga kesuburan tanah. Kesuburan tanah dapat ditingkatkan dengan meningkatkan nutrisi pada tanah. Hal ini akan berdampak pada peningkatan jumlah mikroba tanah yang berperan penting dalam kesuburan tanah (Aguilar-Paredes et al., 2023).

Salah satu permasalahan agrikultur yang dihadapi di Lampung adalah tanah dengan tipe ultisol, yang mana jenis tanah ini miskin akan P, Ca, Mg, Na, dan K serta memiliki saturasi aluminium lebih dari 60% serta memiliki pH 3-5. Tanah jenis ini tentu kurang ideal untuk pembudidayaan nanas yang memerlukan kondisi tanah dengan pH 4.5 – 6.5, kadar P sebanyak 20 ppm dan potasium sebanyak 0.4 me/100 gr (Ramadhani & Nuraini, 2018).

Aplikasi pupuk organik dapat mendukung kesuburan tanah dan pertumbuhan

mikroba tanah. Namun pupuk organik memiliki kekurangan, yakni kandungan bahan organik yang terkandung tidak bertahan lama dan dapat dieksploitasi oleh beragam mikroba, sehingga mikroba menguntungkan yang tidak dapat bertahan dari kompetisi akan mati oleh mikroba lain. Mikroba yang diketahui berdampak pada kesuburan tanah antara lain Proteobacteria, Firmicutes, Bacteroidetes yang merupakan bakteri (Zhang & Shen, 2022), *Trichoderma* sp. dan *Aspergillus* sp. yang merupakan fungi (Valencia & Meitiniarti, 2017). Karena memiliki kekurangan tersebut, maka pengaplikasian pupuk organik baiknya disertai dengan pengaplikasian bahan lain yang dapat berfungsi mempertahankan mikroba tanah untuk waktu jangka panjang. Biocharcoal merupakan arang hasil pembakaran bahan organik/hayati yang memiliki pori yang dapat menjadi tempat bagi mikroba tanah untuk berlindung dari paparan pestisida serta dapat menjadi pembenah tanah karena kandungan unsur karbon nya yang tinggi (Bolan et al., 2023).

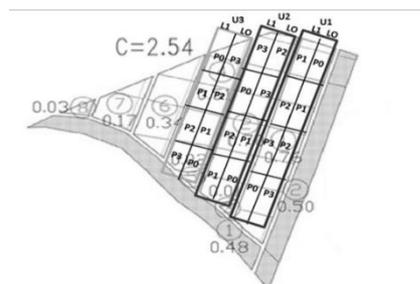
Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh perlakuan ragam jenis pupuk dan pembajakan terhadap pertumbuhan mikroba pada tanah marginal pada waktu tertentu dan membandingkan hasil rerata dari perlakuan yang diaplikasikan untuk mengetahui perlakuan terbaik dalam meningkatkan jumlah mikroba tanah marginal pada waktu tertentu.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2023 – November 2024 di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Sampel yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari tanah milik PT. Great Giant Pineapple petak 32C yang berlokasi di Terbanggi Besar, Lampung Tengah.

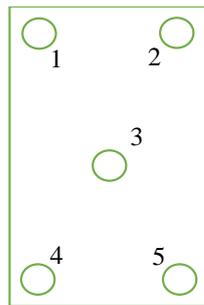
Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Petak Terbagi (RPT) dengan plot utama pengolahan lahan (L), subplot jenis pupuk (P) dan dilakukan dengan tiga ulangan. Plot utama meliputi pengolahan lahan yang ditandai dengan L0 (Berty-Diskplow-FHK-Finishing-Rodger) yang merupakan pengolahan lahan standard budidaya GGP dan L1 (Berty-LU-Moalboard-Diskplow-FHK-Finishing-Rodger) yang merupakan pengolahan lahan bajak dalam (35-40 cm) yang ditambahkan cacahan limbah nanas halus. Subplot meliputi aplikasi jenis pupuk yang terdiri dari P0 yakni kompos GGP (kompos kotoran sapi dan 1,75% biochar), P1 yakni kompos GGP ditambah pengaplikasian biochar 10t/ha di lapangan, P2 yakni pupuk premium GGP (kompos sapi ditambah 1,75% biochar dan 1,5% vermikompos), dan P3 yakni pupuk premium GGP yang ditambahkan enrichment mikroba. Masing-masing perlakuan dilakukan tiga kali ulangan dikodekan dengan U1, U2, dan U3, sehingga diperoleh 24 petak percobaan. Denah pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Percobaan dan Pengambilan Sampel (Dokumentasi pribadi)

Pengambilan sampel dilakukan dalam beberapa tahapan, dimulai dari pengambilan awal, yakni pengambilan sampel tanah sebelum dilakukan perlakuan yang dihitung sebagai sampel 0 bulan. Kemudian dilanjutkan pengambilan sampel yang telah diberikan perlakuan dalam interval waktu 1 bulan dalam 3 kali pengambilan yang dihitung sebagai sampel 1 bulan, sampel 2 bulan, dan sampel 3 bulan. Sampel diambil secara diagonal dengan 5 pengambilan pada setiap plot seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Ilustrasi Pengambilan Sampel (Dokumentasi pribadi)

Penelitian ini mengamati total jumlah mikroba tanah yang akan diamati dengan melakukan perhitungan jumlah mikroba dengan metode Total Plate Count (TPC) atau Standard Plate Count (SPC). Data total jumlah mikroba yang diperoleh diolah dengan perhitungan statistika ANOVA. Hasil perhitungan statistika yang menunjukkan adanya pengaruh nyata kemudian diuji lanjut dengan menggunakan Tukey's Honestly Significant Difference (Tukey's HSD) atau Beda Nyata Jujur (BNJ).

Pengamatan Sampel

Sampel yang telah diambil dari kelima titik sampling dari setiap plot kemudian dibuat konsorsium dengan perbandingan yang setara, yakni 1:1:1:1:1. Setelahnya sampel diencerkan dalam aquades dengan perbandingan 1:9 sehingga diperoleh pengenceran 10⁻¹, pengenceran dilakukan hingga mencapai pengenceran diinginkan. Tingkat pengenceran yang digunakan untuk pengamatan jamur yakni tingkat 10⁻³ dan 10⁻⁴, sedangkan untuk bakteri digunakan tingkat 10⁻⁴ dan 10⁻⁵. Isolat yang telah diencerkan kemudian diinokulasi pada media NA dan PDA dalam cawan Petri secara duplo. Isolat diinkubasi selama 24 jam untuk isolat bakteri pada media NA, dan 48 jam untuk isolat jamur pada media PDA. Setelah diinkubasi, dilakukan perhitungan mikroba pada setiap sample menggunakan metode Total Plate Count (TPC).

HASIL PENELITIAN

Hasil yang diperoleh dari perhitungan TPC terdiri dari 2 kelompok mikroba, yakni jamur dan bakteri. Data awal sebelum aplikasi menunjukkan total mikroba tanpa adanya ulangan, oleh karenanya tidak dilakukan uji analisis. Tabel 1 dan 2 merupakan hasil perhitungan mentah dengan metode TPC yang mengikuti acuan Standard Plate Count dalam bentuk Log.

Tabel 1. Rekapitan Rerata Hasil Perhitungan TPC Jamur dalam Log

| Rerata Hasil Perhitungan TPC Jamur (CFU/g) dalam Log | | | | |
|--|------|------|------|------|
| Perlakuan | B0 | B1 | B2 | B3 |
| L0P0 | 4.74 | 5.57 | 5.72 | 5.77 |
| L0P1 | 5.82 | 5.36 | 6.04 | 5.32 |
| L0P2 | 4.15 | 5.7 | 5.97 | 5.37 |
| L0P3 | 4.59 | 5.67 | 5.96 | 4.97 |
| L1P0 | 4.74 | 5.62 | 5.96 | 5.65 |
| L1P1 | 5.82 | 5.12 | 5.98 | 5.75 |
| L1P2 | 4.15 | 5.75 | 6.02 | 5.08 |
| L1P3 | 4.59 | 5.83 | 6.09 | 5.01 |

| Sumber Keragaman | F Hitung dan Signifikansi | | |
|------------------|---------------------------|---------------------|---------------------|
| L | 0 ^{ns} | 6.641 ^{ns} | 0.025 ^{ns} |
| P | 5.937 [*] | 3.382 ^{ns} | 35.785 [*] |
| L x P | 0.778 ^{ns} | 1.967 ^{ns} | 8.117 [*] |

Keterangan: L = Bajak; P = Jenis pupuk; B0 = Bulan sebelum aplikasi; B1 = Bulan 1 setelah aplikasi; B2 = Bulan 2 setelah aplikasi; B3 = Bulan 3 setelah aplikasi; L0 = Bajak dangkal; L1 = Bajak dalam; P0 = Pupuk kompos GGP (kompos + 1,75% biochar); P1 = Pupuk kompos GGP + aplikasi biochar 10t/ha di lapang; P2 = Pupuk premium GGP (kompos + 1,75% biochar + 1,5% vermicompos); P3 = Pupuk premium GGP + *enrichment* mikroba; L x P = Inreraksi bajak dan jenis pupuk; ns = Tidak berpengaruh nyata pada taraf 5%; * = Berbeda nyata pada taraf 5%.

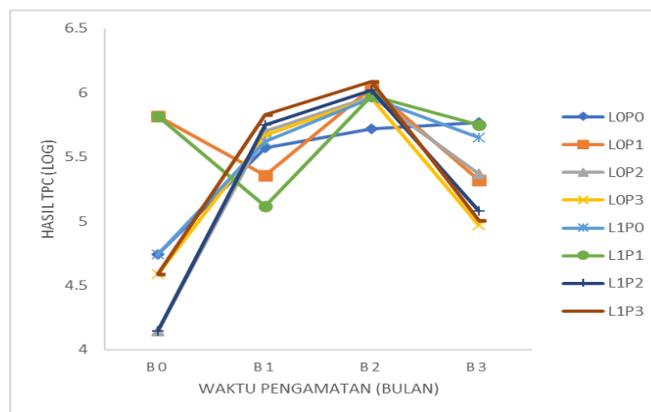
Tabel 2. Rekapitan Rerata Hasil Perhitungan TPC Bakteri dalam Log

| Rerata Hasil Perhitungan TPC Bakteri (CFU/g) dalam Log | | | | |
|--|------|------|------|------|
| Perlakuan | B0 | B1 | B2 | B3 |
| L0P0 | 6.51 | 6.2 | 5.91 | 6.77 |
| L0P1 | 6.5 | 6.06 | 6.46 | 6.32 |
| L0P2 | 6.64 | 5.83 | 5.92 | 6.37 |
| L0P3 | 6.54 | 6.36 | 6.02 | 5.97 |
| L1P0 | 6.51 | 6.23 | 6.48 | 6.65 |
| L1P1 | 6.5 | 6.69 | 6.17 | 6.41 |
| L1P2 | 6.64 | 6.21 | 5.83 | 6.08 |
| L1P3 | 6.54 | 5.88 | 6.32 | 6.04 |

| Sumber Keragaman | F Hitung dan Signifikansi | | |
|------------------|---------------------------|---------------------|---------------------|
| L | 0.458 ^{ns} | 1.280 ^{ns} | 0.296 ^{ns} |
| P | 1.236 ^{ns} | 1.709 ^{ns} | 16.219 [*] |
| L x P | 3.054 ^{ns} | 1.807 ^{ns} | 1.505 ^{ns} |

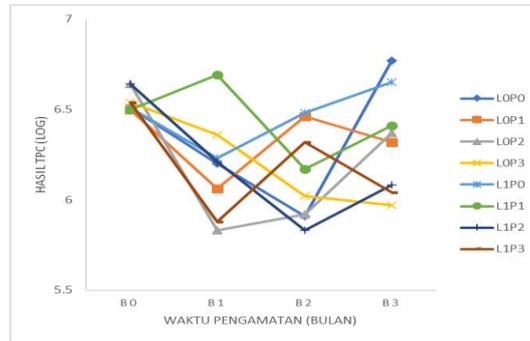
Keterangan: L = Bajak; P = Jenis pupuk; B0 = Bulan sebelum aplikasi; B1 = Bulan 1 setelah aplikasi; B2 = Bulan 2 setelah aplikasi; B3 = Bulan 3 setelah aplikasi; L0 = Bajak dangkal; L1 = Bajak dalam; P0 = Pupuk kompos GGP (kompos + 1,75% biochar); P1 = Pupuk kompos GGP + aplikasi biochar 10t/ha di lapang; P2 = Pupuk premium GGP (kompos + 1,75% biochar + 1,5% vermicompos); P3 = Pupuk premium GGP + enrichment mikroba; L x P = Inreraksi bajak dan jenis pupuk; ns = Tidak berpengaruh nyata pada taraf 5%; * = Berbeda nyata pada taraf 5%.

Gambar 3 dan 4 menunjukkan dinamika perhitungannya jamur dengan perlakuan L0 terlihat bahwa semua jenis pupuk mengalami tren peningkatan pada bulan 2 yang kemudian pada bulan 3 jenis pupuk P1, P2, dan P3 mengalami penurunan jumlah mikroba, sedangkan jenis pupuk P0 mengalami peningkatan jumlah mikroba. Pada dinamika perhitungannya bakteri dengan perlakuan L0 terlihat bahwa jenis pupuk P1 dan P2 menunjukkan tren peningkatan jumlah mikroba sedangkan jenis pupuk P0 dan P3 mengalami penurunan jumlah mikroba. Kemudian pada Bulan 3 jenis pupuk P0 dan P2 mengalami tren peningkatan jumlah mikroba sementara pupuk P1 dan P3 mengalami penurunan jumlah mikroba.



Gambar 3. Dinamika Pertumbuhan Jamur Sebelum dan Setelah Pemberian Perlakuan

Pada dinamika perhitungannya jamur dengan perlakuan L1 terlihat bahwa semua jenis pupuk menunjukkan tren peningkatan pada Bulan 2 yang kemudian pada bulan 3 semua jenis pupuk mengalami penurunan jumlah mikroba. Pada dinamika perhitungannya bakteri dengan perlakuan L1 terlihat bahwa jenis pupuk P1 dan P2 menunjukkan tren penurunan jumlah mikroba sedangkan jenis pupuk P0 dan P3 mengalami peningkatan jumlah mikroba. Kemudian pada bulan 3 jenis pupuk P0, P1 dan P2 mengalami tren peningkatan jumlah mikroba sementara pupuk P3 mengalami penurunan jumlah mikroba.



Gambar 4. Dinamika Pertumbuhan Bakteri Sebelum dan Setelah Pemberian Perlakuan

Tabel 1. Hasil uji lanjut Tukey's HSD jamur Bulan 1

| | Kelompok | Rerata | Rentang tidak signifikan |
|---|----------|--------|--------------------------|
| 1 | P0 | 5.597 | ab |
| 2 | P1 | 5.238 | b |
| 3 | P2 | 5.727 | a |
| 4 | P3 | 5.750 | a |
| | | 0.407 | |

Tabel 1 menunjukkan adanya pengaruh nyata pada jenis pupuk terhadap pertumbuhan jamur pada bulan 1. Uji lanjut Tukey's HSD menunjukkan perbedaan nyata terdapat pada pupuk P1 terhadap P3 dan P2, sementara pupuk P2 tidak berbeda nyata dengan P3 begitu pula P0 tidak berbeda nyata terhadap P1, P2, dan P3.

Tabel 2. Hasil Uji Lanjut Tukey's HSD Jamur Bulan 3

| Peringkat | Kelompok | Rerata | Rentang tidak signifikan |
|-----------|----------|--------|--------------------------|
| 1 | P0 | 5.712 | a |
| 2 | P1 | 5.535 | a |
| 3 | P2 | 5.227 | b |
| 4 | P3 | 4.988 | c |
| BNJ | | 0.226 | |

Hasil uji statistik menunjukkan hasil pengaruh nyata pada faktor jenis pupuk terhadap jumlah jamur pada bulan 3. Pada hasil uji lanjut Tukey's HSD terdapat perbedaan nyata P0, P1, dan P2. Terdapat pula perbedaan nyata antara P3 dengan P0, P1, dan P2 dengan ditandai dengan huruf c yang mana berarti P3 tidak hanya berbeda nyata dengan P2, namun juga berbeda nyata dengan P0 dan P1, sementara P0 tidak berbeda nyata dengan P1. Pada tabel uji lanjut faktor pembajakan bulan 3 juga tidak menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata satu sama lain.

Berdasarkan uji statistika pada jumlah TPC bakteri bulan 3, terdapat pengaruh nyata pada faktor jenis pupuk dan interaksi bajak dan jenis pupuk. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa jenis pupuk P0 memiliki nilai mean tertinggi dibandingkan dengan pupuk lainnya, terlebih pupuk P0 berbeda nyata dengan semua jenis pupuk.

Tabel 3. Hasil Uji Lanjut Tukey's HSD Bakteri Bulan 3

| Peringkatan | Kelompok Rerata | Rerata | n | Rentang tidak signifikan |
|-------------|--------------------|--------|---|-----------------------------|
| 1 | P0 | 6.712 | 6 | a |
| 2 | P1 | 6.368 | 6 | b |
| 3 | P2 | 6.227 | 6 | bc |
| 4 | P3 | 6.005 | 6 | c |
| BNJ 5% | | 0.309 | | |

Tabel 4. Pengaruh Interaksi Bajak dan Jenis Pupuk Terhadap Jumlah Jamur pada Bulan 3

| Perlakuan | P0 | P1 | P2 | P3 |
|-----------|-----------------------------|--------|--------|--------|
| | Rerata Jumlah Mikroba (Log) | | | |
| L0 | 5.77 c | 5.32 a | 5.37 b | 4.97 a |
| | A | A | A | A |
| L1 | 5.65 b | 5.75 b | 5.08 a | 5.01 a |
| | A | B | A | A |
| BNJ 5% | | 0.39 | | |

Keterangan : Huruf kecil dibaca secara horizontal dan huruf kapital dibaca secara vertikal

Berdasarkan uji lanjut pada interaksi bajak dan jenis pupuk, terlihat bahwa kombinasi perlakuan bajak L0 dan jenis pupuk P0 berbeda nyata dengan L0P1, L0P2, dan L0P3, begitupula dengan kombinasi perlakuan bajak L0 dan P2 yang berbeda nyata dengan L0P0, L0P1, dan L0P3. Sementara itu perlakuan L1P0 dan L1P1 berbeda nyata terhadap L1P2 dan L1P3. Pada perlakuan jenis bajak, terlihat bahwa kombinasi perlakuan L1 dan P1 berbeda nyata dengan L0P1. Pada tabel interaksi diatas, kombinasi perlakuan P1 dengan L1 berbeda nyata dibandingkan dengan kombinasi P1 dengan L0.

Pengaruh Pemberian Ragam Jenis Pupuk pada Bulan 1 terhadap Pertumbuhan Koloni Jamur dan Bakteri

Berdasarkan hasil pengamatan jamur dan bakteri, terdapat pengaruh nyata pada faktor pupuk. Pengaruh nyata ini kemudian diuji lanjut dengan Tukey's HSD. Hasil Tukey's HSD menunjukkan bahwa pada bulan 1 pengamatan jamur dan bakteri terdapat perlakuan dengan nilai rerata tertinggi yakni jenis pupuk P3. Pupuk P3 merupakan pupuk premium yang ditambahkan *enrichment* mikroba yakni *Trichoderma*. *Trichoderma* diketahui dapat menguraikan bahan-bahan organik yang kompleks menjadi lebih sederhana, oleh karena itu nutrisi pada jenis pupuk ini sangat berlimpah. Secara umum makhluk hidup memerlukan nutrisi untuk mendukung kehidupannya, terlebih untuk bertumbuh dan berkembang biak, begitupun dengan mikroorganisme, sehingga total jumlah mikroba tertinggi akan dihasilkan oleh pupuk dengan kandungan nutrisi yang paling tinggi.

Hasil dari analisis pada Bulan 1 menunjukkan bahwa pupuk tanpa penambahan biochar 10t/ha cenderung menghasilkan hasil yang identik, namun pupuk P1 yang

merupakan pupuk dengan penambahan biochar 10t/ha terlihat berbeda nyata namun identik dengan P0. Hal ini dikarenakan pada bulan pertama setelah pengaplikasian, nutrisi yang dikandung pupuk masih berlimpah sehingga dapat dimanfaatkan mikroba untuk bertumbuh dan berkembangbiak, oleh karenanya rerata setiap jenis pupuk cenderung tidak berbeda nyata kecuali dengan pupuk P1. Secara umum makhluk hidup memerlukan nutrisi untuk mendukung kehidupannya, terlebih untuk bertumbuh dan berkembang biak, begitupun dengan mikroorganisme, sehingga total jumlah mikroba tertinggi akan dihasilkan oleh pupuk dengan kandungan nutrisi yang paling tinggi.

Pupuk P1, yakni pupuk dengan penambahan biochar 10 t/ha pada lahan terlihat berbeda nyata dan memiliki nilai rerata terendah. Pertumbuhan mikroba dapat dihambat oleh bahan-bahan tertentu seperti contohnya antimikroba alami yang dapat dihasilkan oleh mikroba di alam untuk berkompetisi dalam menghadapi cekaman. Selain itu ada pula bahan yang bersifat menghambat pertumbuhan mikroba dengan melakukan mekanisme-mekanisme tertentu seperti imobilisasi mikroba oleh biochar yang menyebabkan mikroba berikatan dengan biochar dan pergerakannya terhenti, sehingga hasil uji menunjukkan nilai yang cenderung rendah dan berbeda nyata (Bolan et al., 2023).

Pupuk P2 merupakan pupuk kompos yang ditambahkan vermicompos 1,75%. Pada hasil uji lanjut Tukey's HSD terlihat bahwa hasil pengamatan pupuk P2 berbeda nyata dengan P1 namun dengan mean yang lebih tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Tian et al., 2024) yang mana dalam penelitiannya dijelaskan bahwa pengaplikasian vermikompos pada tanah memberikan pengaruh yang nyata dibandingkan dengan tanah kontrol yang tidak diaplikasikan vermikompos. Hal ini dikarenakan pada pembuatan vermikompos, cacing akan mencerna bahan organik tanah dan enzim pencernaan pada tubuh cacing akan memecah susunan bahan organik tersebut menjadi lebih sederhana sehingga hasil eksresi dari cacing tersebut memiliki nutrisi yang berlimpah sehingga dapat mendukung pertumbuhan mikroba tanah (Insam et al., 2010). Hasil uji statistik pada bakteri tidak ditemukan pengaruh nyata, sehingga tidak dilakukan uji lanjut. Hal ini dapat dikarenakan masih berlimpahnya nutrisi dari pupuk sehingga pertumbuhan bakteri masih seragam dan belum terganggu oleh faktor lain seperti adanya cekaman nutrisi yang mengakibatkan terjadinya kompetisi dan mekanisme pertahanan diri mikroba seperti menghasilkan antimikroba (Kaharu et al., 2021).

Pengaruh Pemberian Ragam Jenis Pupuk pada Bulan 2 terhadap Pertumbuhan Koloni Jamur dan Bakteri

Berdasarkan hasil uji statistik pada bulan 2, tidak terdapat pengaruh nyata pada hasil analisis. Hal ini dapat disebabkan oleh beragam faktor, seperti faktor kondisi lingkungan dan ketersediaan nutrisi. Kondisi suhu yang optimal untuk pertumbuhan mikroba pada umumnya 25°C dan kondisi pH yang optimal adalah pH 6-8. Kondisi suhu dan pH yang lebih rendah atau lebih tinggi dari suhu dan pH optimal tentu dapat mempengaruhi laju pertumbuhan mikroba, seperti pada suhu dan pH yang kurang optimal mikroba secara pertumbuhan mikroba terganggu secara keseluruhan sehingga menghasilkan jumlah yang tidak berpengaruh nyata (An & Wei, 2020; Mustafa et al., 2023). Kondisi nutrisi pada bulan 2 dan 3 yang telah berkurang juga dapat mempengaruhi pertumbuhan jumlah mikroba tanah, hal ini juga dapat menyebabkan adanya kompetisi yang terjadi antar mikroba tanah yang juga dapat menghambat pertumbuhan mikroba tanah (Kaharu et al., 2021). Hasil ini juga dapat dipengaruhi oleh pengaplikasian biochar itu sendiri.

Biochar diketahui dapat menyebabkan perlambatan atau perhentian pertumbuhan mikroba yang disebut imobilisasi (Bolan et al., 2023). Hal ini dikarenakan mikroba

berikatan dengan permukaan biochar dan terabsorpsi mengisi pori-pori biochar, mekanisme ini membuat peluang bertahan hidup mikroba lebih tinggi karena terlindung dari cekaman seperti suhu dan antimikroba yang dihasilkan mikroba lain, namun membuat pertumbuhan mikroba juga dapat terhambat ataupun menurun (Purbalisa et al., 2020). Hal ini dapat terlihat pada hasil uji Tukey HSD yang mana pupuk P1 yang ditambahkan biochar 10t/ha pada bulan 3 baik pada pengamatan jamur maupun bakteri menghasilkan perbedaan yang nyata dengan pupuk lainnya walaupun pada bulan 2 tidak berbeda nyata.

Pengaruh Pemberian Ragam Jenis Pupuk pada Bulan 3 terhadap Pertumbuhan Koloni Jamur dan Bakteri

Berdasarkan hasil uji statistik pada bulan 3 terlihat adanya pengaruh nyata baik pada analisis jamur maupun bakteri. Hasil uji lanjut menunjukkan P0 sebagai perlakuan dengan nilai mean tertinggi pada bulan 3. Jenis pupuk P0 berbeda sangat nyata terhadap pupuk P3 yang mana jumlah koloni yang tumbuh pada perlakuan P3 lebih sedikit daripada jenis pupuk lainnya. Patkowska dkk. (2020) dalam artikel yang ditulisnya juga melaporkan hasil yang serupa terkait pertumbuhan mikroba pada tanah yang diaplikasikan pupuk yang diperkaya *Trichoderma* sp., dimana hasil hitung pada fungi mengalami kenaikan pada bulan 2 dan mengalami penurunan pada bulan 3.

Turunnya jumlah mikroba ini dapat dikarenakan oleh nutrisi pupuk yang semakin berkurang. Hal ini menimbulkan cekaman nutrisi dan memicu mikroba tanah untuk berkompetisi dengan menghasilkan senyawa antibiotik. Jenis pupuk ini ditambahkan *enrichment* mikroba *Trichoderma* sp. yang diketahui berpotensi menghasilkan racun antibiotik alami. Antibiotik alami yang dihasilkan bermanfaat untuk membunuh patogen tanaman, namun antibiotik alami juga dapat membunuh dan mengurangi kompetitor dari *Trichoderma* sp., hal ini dapat menyebabkan penurunan variasi mikroba pada tanah (Rohayu dkk, 2024).

Nilai rerata P0 lebih tinggi daripada jenis pupuk lain, hal ini dikarenakan pupuk ini tidak mendapat penambahan mikroba, sehingga penyerapan nutrisi oleh mikroba belum secepat pupuk yang lainnya. Dengan begitu, nutrisi yang terkandung di dalamnya masih terjaga untuk pertumbuhan mikroba dan kemungkinan belum terjadi kompetisi yang dapat mempengaruhi variasi mikroba.

Nilai rerata tertinggi kedua adalah jenis pupuk P1. Hal ini sesuai dengan kesimpulan Bolan dkk., 2023 dalam ulasannya yang menyatakan penambahan biochar berpengaruh nyata terhadap jumlah mikroba yang bertahan dari kontaminan tanah. Seperti yang dituliskan pada ulasannya, penggunaan biochar bertujuan untuk mempertahankan mikroba PGPR pada tanah terutama pada tanah yang memiliki permasalahan kontaminan terlebih kontaminan yang berukuran lebih besar dari mikroba PGPR.

Biochar sendiri dapat disebut sebagai rumah mikroba, tempat mikroba berlindung baik dari cekaman maupun dari kompetitor yang dapat merugikannya. Hal ini dapat diakibatkan interaksi antara biochar dan mikroba menghasilkan suatu proses imobilisasi atau penghentian pergerakan bagi mikroba yang mana mikroba jadi berikatan dengan biochar. Ikatan ini menyebabkan mikroba terabsorpsi mengisi pori-pori pada biochar, sehingga mikroba dapat terhindari dari kontaminan yang berukuran lebih besar dari pori-pori biochar dan membuat bakteri lebih berpeluang hidup.

Dalam hal ini dapat diasumsikan pengaplikasian biochar 10t/ha dapat mempertahankan jumlah mikroba tanah. Pengaplikasian biochar 10t/ha ini dapat menutupi kekurangan dari LOB 2.0 yang mana menghasilkan hasil rerata yang tinggi

pada bulan awal namun memiliki hasil yang paling rendah pada semua bulan akhir baik pada analisis jumlah bakteri maupun jamur.

Pengaruh Metode Pembajakan Terhadap Peningkatan Jumlah Mikroba

Berdasarkan hasil uji statistik yang diperoleh pada penelitian ini, faktor jenis pembajakan yakni bajak dangkal (L0) dan bajak dalam (L1) menunjukkan hasil tidak berpengaruh nyata baik pada analisis bakteri maupun jamur. Hal ini dapat dikarenakan oleh jenis tanah yang sudah marginal atau sudah berkurang kesuburannya, sehingga komposisi makro dan mikro nutrisi, aerasi, dan mikroba pada berbagai kedalaman tanah jadi tidak terlalu berbeda, sehingga pupuk yang diberikan tidak terpengaruh faktor kedalaman pemupukan (Dwiastuti & Puspitasari, 2016).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh nyata terhadap ragam jenis pupuk yang diaplikasikan yang terdapat pada perhitungan jamur bulan 1 dan 3, serta perhitungan bakteri bulan 3, sementara perlakuan jenis bajak tidak memberikan hasil yang berpengaruh nyata terhadap jumlah mikroba tanah. Hasil uji lanjut menunjukkan perlakuan terbaik berdasarkan nilai mean tertinggi terdapat pada pengamatan jamur bulan 1 yakni P3, pada pengamatan jamur bulan 3 yakni P0, dan pada pengamatan bakteri bulan 3 yakni P0.

Saran

Adapun saran untuk keberlanjutan penelitian ini yakni dilanjutkannya pengamatan hingga diperoleh hasil panen dan dibandingkan kualitas maupun kuantitas hasil panen yang diperoleh berdasarkan pengolahan tanah dan jenis pupuk yang diaplikasikan.

DAFTAR RUJUKAN

Aguilar-Paredes, A., Valdés, G., Araneda, N., Valdebenito, E., Hansen, F., & Nuti, M. (2023). Microbial Community in the Composting Process and Its Positive Impact on the Soil Biota in Sustainable Agriculture. *Agronomy* (Vol. 13, Nomor 2). MDPI. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020542>

An, A., & Wei, Q. (2020). *The Effect of Temperature on Microorganisms Growth Rate*. The Expedition, 10.

Andelia, P., Yusnaini, S., Buchorie, H., & Niswati, D. A. (2020). Pengaruh Sistem Olah Tanah Dan Pemupukan Terhadap Respirasi Tanah Pada Pertanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) Di Laboratorium Lapang Terpadu, Universitas Lampung Effect of Soil Tillage and Fertilization on Soil Respiration under Mung Bean (*Vigna radiata* L.) Planting in Integrated Field Laboratory, University of Lampung. *Journal of Tropical Upland Resources* ISSN, 02(02), 286–293.

Bolan, S., Hou, D., Wang, L., Hale, L., Egamberdieva, D., Tammeorg, P., Li, R., Wang, B., Xu, J., Wang, T., Sun, H., Padhye, L. P., Wang, H., Siddique, K. H. M., Rinklebe, J., Kirkham, M. B., & Bolan, N. (2023). The potential of biochar as a microbial carrier for agricultural and environmental applications. *Science of the Total Environment* (Vol. 886). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163968>

Dwiastuti, S., & Puspitasari, D. (2016). Bahan Organik Tanah di Lahan Marjinal dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya (Vol. 13, Nomor 1).

Insam, H., Franke-Whittle, I., & Goberna, M. (2010). *Microbes at work: From wastes to resources*. Dalam *Microbes at Work: From Wastes to Resources*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-04043-6>

Kaharu, P. I., Tangapo, A. M., & Mambu, S. M. (2021). Dinamika Populasi Mikroba Tanah dan Respon Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Terhadap Aplikasi Amelioran Pupuk Organik. *Jurnal Bios Logos*, 11(2), 102. <https://doi.org/10.35799/jbl.11.2.2021.32896>

Mahendra Saragih, A., Buchari, H., Syamsul Arif Jurusan Agroteknologi, M. A., Pertanian Universitas Lampung Jl ProfSoemantri Brodjonegoro No, F., & Lampung, B. (2015). Pengaruh Sistem Olah Tanah terhadap Total Bakteri Tanah pada Pertanian Kedelai Musim Tanam Kedua Setelah Pertanaman Jagung di Lahan Bekas Alang-Alang (*Imperata cylindrica*. L). *Jurnal Agrotek Tropika* (Vol. 3, Nomor 1).

Mustafa, H. K., Anwer, S. S., & Zrary, T. J. (2023). Influence of pH, agitation speed, and temperature on growth of fungi isolated from Koya, Iraq. *Kuwait Journal of Science*, 50(4), 657–664. <https://doi.org/10.1016/j.kjs.2023.02.036>

Patkowska, E., Mielniczuk, E., Jamiołkowska, A., Skwaryło-Bednarz, B., & Błażewicz-Woźniak, M. (2020). The influence of *Trichoderma harzianum* rifai T-22 and other biostimulants on rhizosphere beneficial microorganisms of carrot. *Agronomy*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/agronomy10111637>

Purbalisa, W., Zulaehah, I., Melyga Paputri, D. W., Wahyuni, S., B., Raya Jakenan-Jaken, J. K., (2020). *Presipitasi Dinamika Karbon dan Mikroba dalam Tanah pada Perlakuan Biochar Kompos Plus Carbon and Microbial Dynamics in Soil on Biochar Compost Plus Treatment*. 17(2), 138–143.

Ramadhani, W. S., & Nuraini, Y. (2018). The use of pineapple liquid waste and cow dung compost to improve the availability of soil N, P, and K and growth of pineapple plant in an Ultisol of Central Lampung. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 06(01), 1457–1465. <https://doi.org/10.15243/jdmlm.2018.061.1457>

Tian, M., Yu, R., Guo, S., Yang, W., Liu, S., Du, H., Liang, J., & Zhang, X. (2024). Effect of Vermicompost Application on the Soil Microbial Community Structure and Fruit Quality in Melon (*Cucumis melo*). *Agronomy*, 14(11). <https://doi.org/10.3390/agronomy14112536>

Valencia, P. E., & Meitiniarti, V. I. (2017). Isolasi Dan Karakterisasi Jamur Ligninolitik Serta Perbandingan Kemampuannya Dalam Biodelignifikasi. *Scripta Biologica*, 4(3), 171. <https://doi.org/10.20884/1.sb.2017.4.3.449>

Zhang, J., & Shen, J. L. (2022). *Effects of biochar on soil microbial diversity and community structure in clay soil*. *Annals of Microbiology*, 72(1).



<https://doi.org/10.1186/s13213-022-01689-1>