

**TOTAL POPULASI MIKROBA PADA TANAH MARJINAL SETELAH
APLIKASI PUPUK ORGANIK YANG DIPERKAYA MIKROBA DENGAN
PENGOLAHAN LAHAN DI PT. GREAT GIANT PINEAPPLE LAMPUNG
TENGAH**

(Skripsi)

Oleh

REYNALDI FEBRIYAN HAHOLONGAN



JURUSAN BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS LAMPUNG

2025

**TOTAL POPULASI MIKROBA PADA TANAH MARJINAL SETELAH
APLIKASI PUPUK ORGANIK YANG DIPERKAYA MIKROBA DENGAN
PENGOLAHAN LAHAN DI PT. GREAT GIANT PINEAPPLE LAMPUNG
TENGAH**

**Oleh
REYNALDI FEBRIYAN HAHOLONGAN
Hasil Penelitian**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS**

**Pada
Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung**



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG**

2025

ABSTRAK

TOTAL POPULASI MIKROBA PADA TANAH MARJINAL SETELAH APLIKASI PUPUK ORGANIK YANG DIPERKAYA MIKROBA DENGAN PENGOLAHAN LAHAN DI PT. GREAT GIANT PINEAPPLE LAMPUNG TENGAH

Oleh

REYNALDI FEBRIYAN HAHOLONGAN

Kesuburan tanah merupakan kondisi tanah yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman dengan baik. Saat ini, degradasi tanah terjadi pada tanah perkebunan monokultur. Salah satunya terjadi pada perkebunan nanas PT. GGP. Kesuburan tanah sangat dipengaruhi oleh banyak faktor salah satunya adalah populasi mikroba pada tanah. Populasi mikroba penting karena peran pentingnya untuk mendegradasi nutrien kompleks menjadi nutrien yang lebih sederhana untuk dimanfaatkan oleh tanaman dan biota tanah lainnya. Aplikasi ragam pupuk dan bajak dilakukan untuk memperbaiki sifat tanah dan mendukung pertumbuhan mikroba. Ragam 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). Diperoleh hasil bahwa aplikasi ragam pembajakan tidak berpengaruh nyata pada pertumbuhan mikroba. Terdapat pengaruh nyata pada pengamatan bulan ke-1 dan 3 pada jamur maupun bakteri. Perlakuan yang berpengaruh nyata diuji lanjut dengan Tukey's HSD. Perlakuan terbaik pada pengamatan jamur bulan ke-1 adalah P3, pada jamur dan bakteri bulan ke-3 adalah P0. Interaksi P0L0 dan P1L1 memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan jamur bulan ke-3.

Kata kunci: *Biocharcoal*, pupuk organik, mikroba tanah

ABSTRACT

TOTAL MICROBIAL POPULATION IN MARGINAL SOIL POST THE APPLICATION OF ORGANIC FERTILIZER WITH LAND CULTIVATION AT PT. GREAT GIANT PINEAPPLE CENTRAL LAMPUNG

By

REYNALDI FEBRIYAN HAHOLONGAN

Soil fertility is a soil condition that can support plant growth properly. Currently, soil degradation occurs on monoculture plantation soils. One of them occurs in the pineapple plantation of PT GGP. Soil fertility is strongly influenced by many factors, one of which is the microbial population in the soil. Microbial populations are important because of their important role in degrading complex nutrients into simpler nutrients to be utilized by plants and other soil biota. The application of various fertilizers and tillage is done to improve soil properties and support microbial growth. The variety 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). It was found that the application of various tillage did not have a significant effect on microbial growth. There was a real effect on the 1st and 3rd month observations on fungi and bacteria. Treatments that had a significant effect were further tested with Tukey's HSD. The best treatment in the 1st month fungal observation was P3, in the 3rd month fungus and bacteria was P0. The interaction of P0L0 and P1L1 gave a real effect on the growth of fungi in the 3rd month.

Keywords: Biocharcoal, organic fertilizer, soil microbes

Judul Skripsi : Total Populasi Mikroba pada Tanah Marjinal
Setelah Aplikasi Pupuk Organik yang Diperkaya
Mikroba Dengan Pengolahan Lahan di PT. Great
Giant Pineapple Lampung Tengah

Nama Mahasiswa : **Reynaldi Febriyan Haholongan**

NPM : 2017061002

Jurusan/Program Studi : Biologi/S1 Biologi Terapan

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

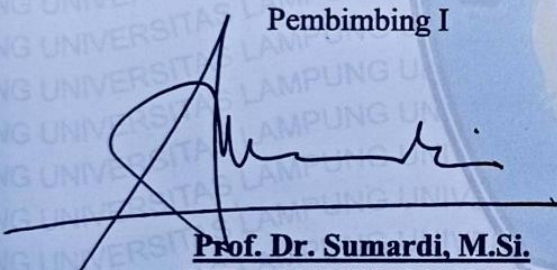
Bandar Lampung, 6 Maret 2025

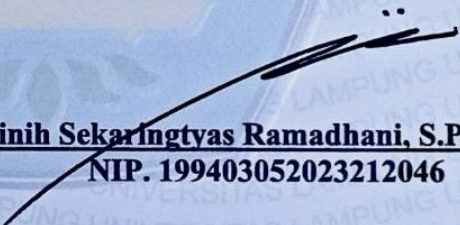
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II


Prof. Dr. Sumardi, M.Si.
NIP. 196503251991031003


Winih Sekarintyas Ramadhani, S.P., M.P.
NIP. 199403052023212046

2. Ketua Jurusan Biologi FMIPA Unila


Dr. Jani Master, S.Si, M.Si
NIP. 198301312008121001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

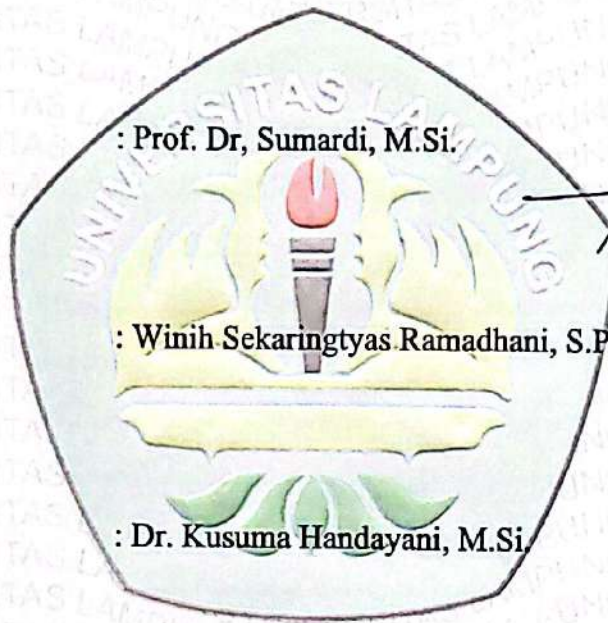
: Prof. Dr. Sumardi, M.Si.

Sekretaris

: Winih Sekaringtyas Ramadhani, S.P., M.P.

Penguji

: Dr. Kusuma Handayani, M.Si.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, M.Si.

NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 6 Maret 2025

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini

Nama : Reynaldi Febriyan Haholongan
NPM : 2017061002
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa skripsi saya yang berjudul:

“Total Populasi Mikroba pada Tanah Marjinal Setelah Aplikasi Pupuk Organik yang Diperkaya Mikroba Dengan Pengolahan Lahan di PT. Great Giant Pineapple Lampung Tengah”

Baik gagasan, data, maupun pembahasannya adalah benar karya saya sendiri yang saya susun dengan mengikuti norma dan etika yang berlaku dan saya memastikan bahwa tingkat similaritas skripsi ini tidak lebih dari 20%.

Jika kemudian hari terbukti pernyataan saya ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar sarjana maupun tuntutan hukum.

Bandar Lampung, 12 Februari 2025

Yang menyatakan,



Reynaldi Febriyan Haholongan
NPM. 2017061002

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Bandar Lampung pada 16 Februari 2002 yang merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari Bapak Agus Aminudin Sibandang Aritonang Simaremare dan Ibu Frida Novialin Naibaho.

Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD Immanuel Bandar Lampung pada tahun 2014, pendidikan menengah pertama di SMP Strada Tunas Harapan Kab. Tanggerang pada tahun 2017, dan pendidikan menengah atas di SMAN 6 Kab. Tanggerang pada jurusan MIPA pada tahun 2020. Pada tahun 2020 penulis diterima di Perguruan Tinggi Negeri Universitas Lampung program studi Biologi Terapan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Pada Januari 2023 penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan di Bidang Mikrobiologi PUI-PT Pusat Riset Rekayasa Molekul Hayati (BIOME) Universitas Airlangga dengan judul “Uji Potensi *Crude Antimicrobial Compounds* yang Dihasilkan oleh *Paenibacillus tyrfis* dan *Paenibacillus kribbensis* terhadap *Xanthomonas campestris* dan *Candida albicans*”. Pada tahun yang sama di bulan Juli-Agustus penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata sebagai Koordinator Desa dan Koordinator Kecamatan serta Koordinator Panitia Acara Expo KKN Siger Berjaya di Desa Hurun, Kecamatan Teluk Pandan Kabupaten Lampung Timur selama 40 hari.

PERSEMBAHAN

Segala puji syukur hanya bagi Tuhan. Karena berkat dan karunia-Nya telah menolong penulis dalam segala perkara dan rintangan dalam menjalani masa perkuliahan, penelitian, dan penulisan. Kiranya jamahanNya selalu menyertai kita dalam setiap langkah hidup kita. Segala apa yang baik dari proses kepenulisan ini adalah hasil karya Tangan-Nya yang menuntun penulis untuk menyelesaikan skripsi ini, sementara apa yang kurang berkenan dari proses kepenulisan ini adalah keterbatasan daging dari penulis yang masih terus diperbaiki untuk mengerjakan tuaianNya dalam hidup penulis. Skripsi ini penulis persembahkan kepada:

Para pembelajar sejati yang tak henti-henti mengabdikan waktu dan hidupnya untuk menuntut ilmu dan mengembangkan kemampuan berfikirnya demi mensyukuri dan menggunakan apa yang telah Tuhan ciptakan dan kehendaki terjadi di alam raya ini. Kiranya Tuhan selalu memberikan perlindungan dan hikmat dalam setiap proses pembelajaran mereka.

Orang tua saya yang telah memberikan seluruh hidupnya untuk penulis, menyekolahkan, membimbing penulis di jalan yang benar, menghidupi penulis, hingga sampai padanya penulis di sini untuk menyelesaikan kewajiban sebagai seorang pembelajar. Biarlah Tuhan selalu melimpahkan berkat dan rahmatNya kepada keluarga penulis dan kasihNya selalu meliputi keluarga penulis.

Seluruh sivitas akademika di lingkungan Universitas Lampung, khususnya Jurusan Biologi yang telah membagikan ilmu dan pengalaman berharga serta bimbingannya kepada penulis.

Almamater yang dibanggakan Universitas Lampung

MOTTO

“Der HERR ist mein Hirte; mir wird nichts mangeln. Er weidet mich auf grüner Aue und führet mich zum frischen Wasser. Er erquicket meine Seele; er führet mich auf rechter Straße um seines Namens willen. Und ob ich schon wanderte im finstern Tal, fürchte ich kein Unglück; denn du bist bei mir, dein Stecken und dein Stab trösten mich.” (Psalm 23:1-4 Lutherbible 1912)

"Ia haposan halak di na ummotik, haposan ma ibana nang di na godang: Ianggo geduk ibana di na ummotik, geduk ma nang di na godang."

(Lukas 16:10 Batak Toba)

“Fear thou not; for I [am] with thee: be not dismayed; for I [am] thy God: I will strengthen thee; yea, I will help thee; yea, I will uphold thee with the right hand of my righteousness.”

(Isaiah 41:10 KJV)

“berilah orang bijak nasihat, maka ia akan menjadi lebih bijak, ajarilah orang benar, maka pengetahuannya akan bertambah. Permulaan hikmat adalah takut akan TUHAN, dan mengenal Yang Mahakudus adalah pengertian.”

(Amsal 9:9-10 TB)

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur bagi Tuhan yang telah menuntun dan membimbing setiap langkah hidup kita, untuk setiap proses dan musim hidup yang silih berganti, untuk setiap jatuh bangun perjuangan dan rintisan, Tuhan tetap setia menemani. Kini karena kasih dan berkatNya telah sampailah penulis kepada penyelesaian skripsi dengan judul **“Total Populasi Mikroba pada Tanah Marjinal Setelah Aplikasi Pupuk Organik yang Diperkaya Mikroba Dengan Pengolahan Lahan di PT. Great Giant Pineapple Lampung Tengah”** sebagai tanggung jawab penulis untuk mengemban gelar Sarjana Sains Bidang Biologi Terapan di Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

Penelitian ini adalah bagian dari proyek penelitian Program Matching Fund Tahun Anggaran 2023 dengan judul "Rekayasa Pupuk Organik Premium Berbasis Limbah Organik Insitu Dan Teknologi Aplikasinya Untuk Meningkatkan Produktivitas Lahan Pertanaman Nanas Secara Berkelanjutan Di PT. Great Giant Pineapple" dengan No PKS PT: 2649/UN26/HK.01.03/2023

Penyusunan skripsi ini tidak serta merta berjalan lurus dan landai tanpa adanya hambatan, rintangan, dan tantangan. Namun, dengan dukungan dari berbagai pihak, segala permasalahan yang dihadapi pun dapat menjadi pembelajaran yang berharga bagi penulis. Karenanya, penulis ingin berterimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Jani Master, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas

Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

3. Orangtua saya terkasih Alm. Bapak Agus Aminudin Sibandang Simaremare dan Ibu Frida Novialin Naibaho yang oleh karena berkat karunia Tuhan Yesus Kristus telah melahirkan, membesarkan, dan merawat saya dengan sangat lua biasa hingga saya boleh berada di titik ini.
4. Bapak Prof. Dr, Sumardi, M.Si. selaku pembimbing utama dan pembimbing akademik yang telah banyak membimbing dan memberdayakan saya dalam setiap proses penelitian dan penulisan skripsi saya serta mengembangkan pola berpikir saya hingga saya bisa menulis skripsi ini dengan baik.
5. Ibu Winih S., M.P. selaku pembimbing kedua yang juga telah banyak membantu saya dalam kepenulisan dan pengerjaan penelitian ini, terutama di lapangan dan dalam pengolahan data yang telah memungkinkan penulis untuk menganalisis dengan baik
6. Ibu Kusuma Handayani, M.Si. selaku pembahas skripsi saya yang telah menyempatkan waktunya untuk menelaah tulisan saya dan memberikan kritik dan saran untuk kebaikan kepenulisan saya.
7. Ibu Gina Dania Pratami, S.Si., M.Si. selaku Ketua Program Studi S1 Biologi Terapan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
8. Keluarga besar Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Universitas Lampung dan rekan-rekan penelitian saya serta seluruh mikroorganisme yang telah bersedia bekerjasama dengan saya, terutama kepada Laboran Ibu Oni Mastuti yang telah memberikan saya ruang untuk berkembang seluas-luasnya dalam Lab Mikrobiologi. Kepada rekan-rekan Micro Family 20 sesama masa penelitian, rekan-rekan senior Mikro Family angkatan 17-19, serta kepada adik-adik praktikan saya Mikro 21 yang telah bersedia untuk mendengar pengajaran saya dan menerapkannya dalam setiap pengerjaan mikrobial.
9. Organisasi kemahasiswaan HIMBIO dan POM MIPA Unila yang telah menjadi wadah bagi perkembangan saya dalam berorganisasi dan bermasyarakat di lingkungan Universitas Lampung.
10. Persekutuan pemuda Naposo HKBP Tanjung Karang yang mana telah menjadi tempat pelayanan serta pertumbuhan iman saya, yang telah membantu

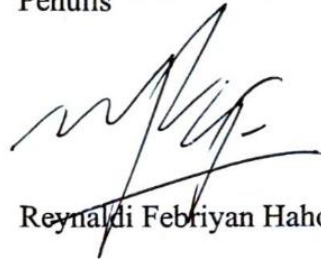
saya untuk tetap dekat dan melayani Tuhan walaupun ditengah kesibukan dunia yang begitu padat dan tidak pasti.

11. Almamater yang saya banggakan Universitas Lampung.

Besar rasa terimakasih saya bagi setiap pihak yang telah membantu dan membersamai saya dalam masa perkuliahan ini, kiranya Tuhan saja yang dapat melimpahkan berkat bagi semua pihak yang telah membersamai penulis. Akhir kata, penulis menyadari tulisan ini masih jauh dari ideal, namun besar harapan penulis agar skripsi ini boleh bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bandar Lampung, 16 Januari 2025

Penulis



Reynaldi Febriyan Haholongan

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Kerangka Pemikiran.....	3
1.4 Hipotesis	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Lahan Perlakuan.....	5
2.2 Usaha Sustainibilitas	6
2.3 LOB 2.0.....	7
2.4 <i>Biocharcoal</i>	7
2.5 Mikroba Pendukung Pertumbuhan Tanaman.....	8
2.6 Sistem Pengolahan Tanah	9
III. METODE PENELITIAN.....	10
3.1 Waktu dan Tempat	10
3.2 Alat dan Bahan.....	10
3.3 Prosedur Kerja.....	10
3.3.1 Pembuatan Pupuk Cair LOB 2.0	10
3.3.2 Penambahan <i>biocharcoal</i>	11
3.3.3 Pengaplikasian Pupuk pada Lahan.....	11
3.3.4 Rancangan Percobaan	11
3.3.5 Pembuatan Media.....	13
3.3.6 Kultivasi Mikroba dari Sampel Tanah	13
3.3.7 Perhitungan Mikroba dengan Metode TPC	14
3.3.8 Pengamatan Hasil dan Analisis Data	15
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	16

4.1 Hasil	16
4.1.1 Dinamika Pertumbuhan Jamur dan Bakteri	16
4.1.2 Perhitungan Mikroba Metode TPC	19
4.1.3 Analisis <i>Split Plot</i> ANOVA dan Uji Lanjut Tukey's HSD	22
4.2 Pembahasan	26
4.2.1 Pengaruh Pengolahan Tanah Terhadap Peningkatan Jumlah Mikroba	26
4.2.2 Pengaruh Pemberian Ragam pupuk pada terhadap Pertumbuhan Koloni Jamur	27
4.2.3 Pengaruh Pemberian Ragam pupuk terhadap Pertumbuhan Koloni Bakteri	30
4.2.4 Pengaruh Interaksi Pengolahan Tanah dan Ragam pupuk	31
V. SIMPULAN.....	33
5.1 Simpulan	33
5.2 Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN.....	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Peta Satelit PT. GGP.....	6
2. <i>Biochar</i> jagung (CBC) dan <i>Biochar</i> Kotoran Babi Dipotret dengan SEM dikutip dari (Wang <i>et al.</i> , 2018 dalam Bolan <i>et al.</i> , 2023).....	8
3. Alur Pembuatan LOB Serasah Nanas di PT GGP dikutip dari (Sutanto dkk., 2018).	11
4. Lokasi Pemberian Pupuk dan Pengambilan Sampel (Dokumentasi Pribadi).	12
5. Ilustrasi Pengambilan Sampel (Dokumentasi Pribadi).	13
6. Dinamika Pertumbuhan Jamur pada perlakuan L0.	16
7. Dinamika Pertumbuhan Jamur pada perlakuan L1	17
8. Dinamika Pertumbuhan Bakteri pada Perlakuan L0.....	18
9. Dinamika Pertumbuhan Bakteri pada Perlakuan L1.....	19

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 4. a. Rekapitan Rerata Hasil Perhitungan TPC Jamur dalam Log	20
Tabel 4. b. Rekapitan Rerata Hasil Perhitungan TPC Bakteri dalam Log	21
Tabel 4. c. Hasil ANOVA Petak Terbagi Jamur Bulan ke-1	22
Tabel 4. d. Hasil ANOVA Petak Terbagi Jamur Bulan ke-2	22
Tabel 4. e. Hasil ANOVA Petak Terbagi Jamur Bulan ke-3	23
Tabel 4. f. Hasil ANOVA Petak Terbagi Bakteri Bulan ke-1	23
Tabel 4. g. Hasil ANOVA Petak Terbagi Bakteri Bulan ke-2	23
Tabel 4. h. Hasil ANOVA Petak Terbagi Bakteri Bulan ke-3	24
Tabel 4. i. Hasil Tukey's HSD Jamur Bulan ke-1	24
Tabel 4. j. Hasil Tukey's HSD Jamur Bulan ke-3	25
Tabel 4. k. Hasil Tukey's HSD Bakteri Bulan ke-3	25
Tabel 4. l. Pengaruh Interaksi Bajak dan Ragam pupuk Terhadap Jumlah Jamur pada Bulan ke-3	26

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keberlanjutan agrikultur merupakan suatu upaya yang dilakukan untuk mempertahankan siklus pembudidayaan tanaman. Usaha ini perlu dilakukan agar masa pembudidayaan tanaman tidak terhenti. Faktor yang dapat mempengaruhi keberlanjutan agrikultur salah satunya adalah kesuburan tanah.

Hilangnya kesuburan tanah mampu mengurangi produktifitas tanaman sehingga mempengaruhi hasil panen yang diperoleh. Menurut data statistik yang dikeluarkan oleh Badan Pusat Statistik, produksi nanas di Lampung Tengah sempat mengalami penurunan pada tahun 2020 (Badan Pusat Statistik Kabupaten Lampung Tengah, 2022). Menurunnya kesuburan tanah utamanya disebabkan oleh intensifitas aplikasi pupuk kimia. Hal ini menyebabkan berkurangnya mikroorganisme tanah yang berdampak pada hasil panen. Aplikasi pupuk organik yang rendah mampu menurunkan kandungan substrat dan nutrisi bagi mikroba tanah. Tanah sendiri terdiri dari keragaman hayati yang saling berinteraksi sehingga membentuk lingkungan pertanian yang berkelanjutan. Keragaman hayati inilah yang membentuk ekosistem tanah yang stabil dan dapat bertahan meskipun dalam kondisi ekstrim (Aguilar-Paredes *et al.*, 2023).

Kesuburan tanah dapat ditingkatkan salah satunya dengan meningkatkan nutrisi pada tanah, namun penambahan nutrisi saja tidak dapat meningkatkan kesuburan tanah secara berkelanjutan. Oleh karena itu diperlukan upaya peningkatan populasi mikroorganisme tanah untuk meningkatkan kesuburan tanah yang berkelanjutan sehingga mikroorganisme tersebut dapat menyediakan hara yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman (Aguilar-Paredes *et al.*, 2023).

Salah satu permasalahan agrikultur yang dihadapi di Lampung adalah tanah dengan tipe ultisol. Tanah ultisol adalah tanah dengan pH 3.10 – 5 dan miskin akan P, Ca, Mg, Na, dan K serta memiliki saturasi aluminium lebih dari 60% yang disebabkan oleh karena pencucian. Untuk pembudidayaan nanas, perlu memperhatikan pH, kadar P, K, kandungan tanah liat, dan aktifitas biota tanah. Tanah yang cocok untuk budidaya nanas memiliki pH 4.5 – 6.5, kadar P sebanyak 20 ppm dan potasium sebanyak 0.4 me/100 gr. Dalam perkembangannya, usaha yang dilakukan untuk meningkatkan kadar nutrisi tanah di PT. Great Giant Food adalah dengan menggunakan pupuk organik dan pemanfaatan limbah daun nanas sebagai bahan pembenah tanah (Ramadhani dan Nuraini, 2018).

Limbah serasah nanas merupakan bagian-bagian tanaman nanas yang tersisa dan tidak dimanfaatkan menjadi limbah di lahan. Sedangkan serasah nanas, terkandung nutrisi penting bagi pertumbuhan tanaman nanas seperti N, P, K, Lignin, Selulosa, Karbohidrat, serta nutrisi lainnya. Meskipun begitu, serasah nanas memiliki kandungan lignin yang tinggi yang membutuhkan waktu pengomposan yang panjang jika dikomposkan secara alami. Karena demikian perlu dilakukan penambahan mikroba pendegradasi yang mampu menguraikan substrat kompleks seperti lignin. Oleh karena itu serasah nanas dapat menjadi bahan pembenah tanah (Liu *et al.*, 2013).

Selain penambahan mikroba dekomposer, upaya peningkatan kesuburan tanah yang dapat dilakukan yaitu penambahan aplikasi pupuk organik. Penambahan LOB 2.0 bermanfaat dalam menyediakan bahan organik secara berkelanjutan, LOB 2.0 merupakan pupuk hewan cair yang memiliki kandungan mikroba dekomposer seperti *Proteobacteria*, *Firmicutes*, *Bacteroidetes* yang merupakan bakteri (Zhang dan Shen, 2022), *Trichoderma* sp. dan *Aspergillus* sp. yang merupakan fungi (Valencia dan Meitiniarti, 2017).

Selain itu upaya dalam mempertahankan kesuburan tanah dan mikroorganismenya yaitu dengan penambahan *biocharcoal/biochar*. *Biochar* 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).

Oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan penggunaan pupuk premium yang diperkaya LOB 2.0 yang telah ditambahkan *biochar* untuk meningkatkan kesuburan tanah dan total populasi mikroba pada lahan perkebunan nanas milik PT. GGP.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Menganalisa pengaruh beragam pengolahan tanah terhadap pertumbuhan jamur dan bakteri pada tanah marjinal di PT. Great Giant Pineapple
2. Menganalisa pengaruh beragam pupuk terhadap pertumbuhan jamur dan bakteri pada tanah marjinal PT. Great Giant Pineapple
3. Menganalisa adanya interaksi perlakuan beragam pupuk dan pengolahan tanah terhadap pertumbuhan mikroba pada tanah marjinal PT. Great Giant Pineapple

1.3 Kerangka Pemikiran

Kesuburan tanah yang berkelanjutan merupakan faktor hortikultura dasar yang sangat mempengaruhi hasil produksi. Kesuburan dapat ditingkatkan dengan upaya penambahan nutrisi pada tanah, pengayaan mikroba tanah, dan pembenahan tanah. Penambahan nutrisi tanah dapat dilakukan dengan penambahan pupuk organik yang lebih ramah lingkungan dan tidak meninggalkan residu kimia pada tanah. Pengayaan mikroba tanah dapat dilakukan dengan menambahkan mikroba pengurai pada pupuk organik yang hendak diaplikasikan sehingga mikroba tersebut dapat ikut teraplikasikan ke tanah. Pembenahan tanah dapat dilakukan dengan kembali menggunakan bahan organik yang memiliki kadar karbon tinggi sebagai substrat penyusun dan pembenahan tanah.

Perhitungan jumlah mikroba dapat menjadi indikator bagi kesuburan tanah. Semakin kaya keragaman mikroba di suatu lahan, maka dapat disimpulkan semakin subur lahan tersebut. Hal ini dikarenakan semakin besarnya kemungkinan bahan organik dapat terurai secara keseluruhan. Penguraian suatu substrat melalui beberapa tahapan yang dipengaruhi oleh tingkat kompleksitas daripada bahan yang diurai. Substrat sederhana seperti selulosa dapat diurai oleh banyak mikroba, namun substrat

kompleks seperti lignin hanya dapat diurai oleh mikroba yang mampu mensekresikan enzim lignase. *Trichoderma* sp. diketahui memiliki kemampuan untuk menghasilkan lignase oleh karena itu fungi ini dapat digunakan sebagai mikroba *enrichment* yang ditambahkan ke pupuk untuk mengurai bahan organik seperti serasah nanas yang kaya akan lignin.

Biochar merupakan arang hayati yang diperoleh dari hasil pembakaran limbah pertanian seperti serasah. *Biochar* memiliki pH basa sehingga dapat digunakan sebagai pembenah tanah marginal. Pori-pori pada *biochar* yang dapat digunakan mikroba untuk berlindung dari pestisida dan pengaruh pupuk kimia. Penelitian ini dilakukan sebagai upaya untuk mengembalikan kesuburan tanah yang menurun pada tanah marginal yang menyebabkan penurunan hasil produksi dengan meningkatkan total jumlah mikroba tanah yang diupayakan dengan pengaplikasian beragam pupuk dan jenis bajak.

1.4 Hipotesis

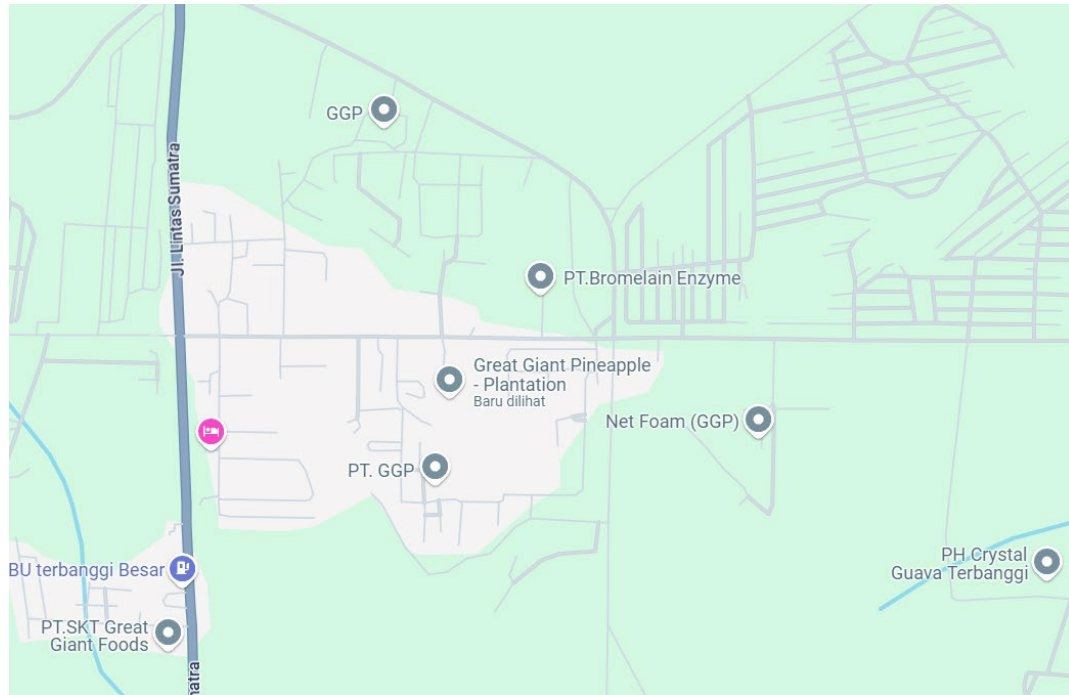
Hipotesis dalam penelitian ini antara lain:

1. Perlakuan beragam jenis pengolahan tanah memberikan pengaruh nyata terhadap total jumlah mikroba pada tanah marginal yang diaplikasikan dan terdapat perlakuan berbeda nyata dengan rerata tertinggi.
2. Perlakuan beragam pupuk memberikan pengaruh nyata terhadap total jumlah jamur dan bakteri pada tanah marginal yang diaplikasikan dan terdapat perlakuan berbeda nyata dengan rerata tertinggi.
3. Interaksi beragam pupuk dan pengolahan tanah memberikan pengaruh nyata terhadap total jumlah mikroba pada tanah marginal yang diaplikasikan dan terdapat perlakuan berbeda nyata dengan rerata tertinggi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lahan Perlakuan

Penelitian ini dilaksanakan di lahan perkebunan nanas milik PT. Great Giant Pineapple yang berlokasi di Kecamatan Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah, Provinsi Lampung. PT. Great Giant Pineapple (PT. GGP) merupakan perusahaan yang utamanya bergerak di bidang budidaya nanas dan pengolahan nanas menjadi *canned food*. PT. GGP juga merupakan perusahaan pembudidayaan nanas terbesar di Indonesia dan telah mengekspor hasil olahan nanas ke 5 benua dengan lebih dari 60 negara. Penanaman nanas dimulai sejak tahun 1980 dan dijadikan komoditi perkebunan utama yang dibudidayakan PT. GGP. Total luas kebun terhitung tahun 2018 berkisar ± 32.000 ha yang dapat menghasilkan total >500.000 ton buah nanas per tahun. Usaha monokultur ini telah dijalankan selama 45 tahun yang perlahan mulai berimbas pada karakter dan kondisi tanah. Tanah mulai mengalami penurunan kesuburan dan patogen nanas yakni *Phytophthora infestans* tumbuh subur dan menjangkiti tumbuhan nanas yang dibudidayakan. Lahan yang digunakan pada penelitian telah mengalami degradasi tanah dan telah menjadi tanah marginal. (Sutanto dkk., 2018). Degradasi kesuburan tanah dapat disebabkan oleh penanaman monokultur dan penggunaan pupuk kimia. Penanaman monokultur dapat menyebabkan penurunan ketersediaan nutrisi yang diperlukan oleh tanaman budidaya dan memperbesar peluang patogen tanaman tertentu untuk tumbuh mendominasi lahan. Tanah di Provinsi Lampung adalah jenis tanah ultisol. Tanah ultisol memiliki pH yang cenderung asam yakni 3.1-5 dan dikenal kurang kaya akan nutrisi seperti P, Ca, Mg, Na, dan K yang penting bagi pertumbuhan dan produksi tanaman nanas. Tingkat pH yang sesuai untuk penanaman nanas adalah 4.5-6.5, sehingga perlu dilakukan upaya untuk meningkatkan pH dan nutrisi tanah (Ramadhani dan Nuraini, 2018).



Gambar 1. Peta Satelit PT. GGP.

2.2 Usaha Sustainibilitas

Dalam perkembangannya, PT. GGP juga memperhatikan sustainibilitas lingkungan dan perusahaannya dengan menerapkan konsep 30-40-50, yakni pengurangan bahan bakar fosil dalam operasionalnya sebesar 30%, mengurangi penggunaan bahan kimia seperti pupuk kimia dan pestisida sebanyak 40%, dan meningkatkan hasil produksi sebesar 50%.

Selain dengan penerapan konsep 30-40-50, PT. GGP juga melaksanakan beberapa program lingkungan dan energi seperti *Integrated Solid Waste Management* untuk mewujudkan *zero solid waste*, *Energy Management System* berlandaskan ISO 50001 dan perhitungan *carbon footprint*, Program *Waste to Energy* dengan pembangunan *Biogas Plant* untuk mengolah limbah cair menjadi biogas, *System Management* Lingkungan berlandaskan ISO 14001. Di sisi lain untuk menjaga sustainibilitas pada bidang *farming* dilaksanakan pengaplikasian pupuk organik produksi PT. GGP untuk mengurangi penggunaan pupuk kimia, konservasi tanah dengan melakukan rotasi penanaman menggunakan legume (kacang-kacangan) *cover crop*, penanaman bambu di anak sungai, dan pengembalian biomassa nanas dengan pengaplikasian LOB limbah nanas. PT. GGP juga melakukan program pelestarian plasma nutfah dengan dilakukannya pengoleksian plasma nutfah bambu. Di bidang *water sustainability*

dilakukan defisiensi dan efisiensi penggunaan air tanah dengan menggantikannya dengan air tampungan dari waduk. Untuk program sosial, dilakukan program edukasi, pelatihan kerja, implementasi SA 8000 dan program kemitraan bagi masyarakat umum (Sutanto dkk., 2018).

2.3 LOB 2.0

Pupuk *Liquid Organic Biofertilizer* (LOB) merupakan pupuk cair yang diperoleh dari pengolahan limbah organik dengan penambahan agen pendegradasi yaitu jamur *Trichoderma* sp. sebagai pendegradasi serasah nanas. Pemanfaatan limbah organik sisa panen dilakukan untuk mengurangi ataupun meniadakan limbah buangan yang dapat dimanfaatkan kembali sebagai pupuk yang dinilai lebih efektif untuk pertumbuhan tanaman serta dapat menghemat biaya dan lebih ramah lingkungan.

LOB yang dibuat dari tanaman yang diaplikasikan kembali ke ke jenis tanaman yang sama diketahui tinggi akan nutrien yang diperlukan oleh tanaman tersebut seperti K (526 mg/L), Na (294 mg/L), Ca (194 mg/L), Mg (47.7 mg/L), P (27.4 mg/L).

Penggunaan LOB juga turut mengurangi penggunaan pupuk kimia yang menjadi salah satu penyebab degradasi tanah yang menyebabkan berkurangnya hasil panen dan mengganggu aktifitas biologi tanah (Rahman dan Zhang, 2018; Ramadhani dan Nuraini, 2018; Sidik dkk., 2020).

2.4 Biocharcoal

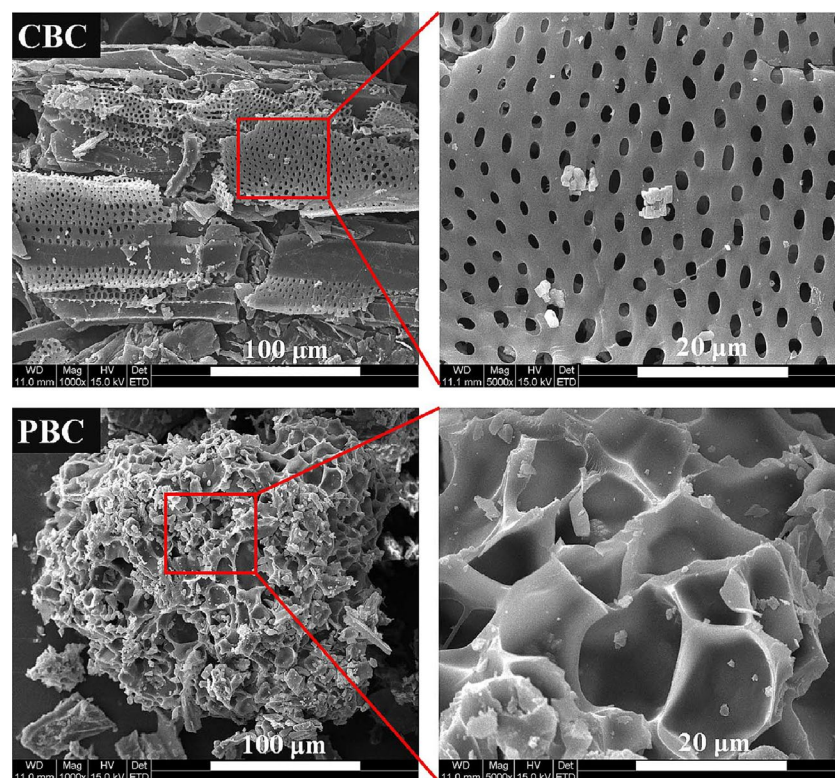
Biocharcoal atau *biochar* adalah arang hayati yang merupakan produk samping dari hasil pembakaran limbah pertanian dan perkebunan seperti sekam dan serasah.

Pembuatan *biochar* dilakukan dengan memaparkan biomassa menggunakan suhu tinggi tanpa oksigen tersedia. *Biochar* dapat digunakan sebagai bahan pembenah tanah karena memiliki kandungan C-organik sebesar >35%. (Okalia dkk., 2021).

Menurut hasil yang diperoleh dalam penelitian oleh Wang *et al.* (2021), diperoleh hasil dimana terdapat peningkatan yang sangat signifikan terhadap keberadaan bakteri dan jamur pada tanah percobaan masing-masing sebesar 102% dan 178% setelah diaplikasikan *biochar* selama 3-4 tahun. Ketika dilihat dengan SEM pada perbesaran 1000x dan 5000x, *biochar* akan terlihat memiliki pori-pori yang dapat menjebak ataupun menjadi tempat bagi mikroba untuk berlindung, baik dari hanyutan air ataupun dari toksisitas pupuk dan pestisida anorganik/kimia. Dengan terjebaknya mikroba pada *biochar*, diharapkan dapat menahan dan mempertahankan mikroba

tanah dari cekaman seperti yang telah disebutkan (Bolan *et al.*, 2023; Wang *et al.*, 2018).

Dalam penelitian (Dong *et al.*, 2017) telah mengamati bahwa penggunaan *biochar* setidaknya selama 5 tahun tidak menimbulkan pengaruh yang negatif kepada lingkungan maupun kepada tanah budidaya dan masih mampu mempertahankan sekitar 60% jumlahnya dari jumlah awal *biochar* yang diaplikasikan, atau setidaknya 40% *biochar* yang diaplikasikan akan larut ataupun terurai dalam 5 tahun. Kondisi yang berubah pada *biochar* yang telah berumur 5 tahun dibandingkan dengan *biochar* yang baru diaplikasikan yakni kondisi permukaannya yang lebih halus dikarenakan komponen penyusun pori atau lubang yang semula ada semakin larut dan terurai. Namun demikian struktur kimia yang menyusun komponen *biochar* tidak banyak berubah. Oleh karena itu penggunaan *biochar* ini dikatakan awet sehingga dapat menghemat biaya pengaplikasian rutin.



Gambar 2. *Biochar* jagung (CBC) dan *Biochar* Kotoran Babi Dipotret dengan SEM dikutip dari (Wang *et al.*, 2018 dalam Bolan *et al.*, 2023).

2.5 Mikroba Pendukung Pertumbuhan Tanaman (*Plant-Growth Promoting Bacteria*)

Interaksi tanaman dan mikroba menjadi faktor dari kesehatan tanaman, produksi tanam, da kesuburan tanah. *Plant-Growth Promoting Bacteria* (PGPB) adalah bakteri yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman dan melindungi tanaman dari penyakit

yang disebabkan oleh patogen tanah serta melindungi tanah dari berbagai cekaman abiotik. Mikroba PGPB yang diketahui mampu mendukung pertumbuhan tanaman antara lain *A. faecalis*, *B. mycoides*, *Clostridium* sp., *Erwinia* sp., dan *Pseudomonas* sp. yang diketahui dapat memacu pertumbuhan batang dan penambahan jumlah daun pada tumbuhan. Mekanisme PGPB dalam mendukung pertumbuhan dan produktifitas tanaman adalah dengan mensintesis hormon pemacu pertumbuhan tanaman seperti IAA, etilen, sitokinin, dan asam liberat. PGPB juga dapat melakukan fiksasi nitrogen, pelarutan P, potassium, peningkatan pengambilan unsur hara dan air, dan mempengaruhi aktivitas enzim. Secara tidak langsung PGPB juga berperan sebagai biokontrol dengan menjaga keragaman mikroba tanah, produksi protease, kitinase, dan antibiotik (Agustin dkk., 2021; Chandran dkk., 2021; Dinata dkk., 2021; Hidayat dkk., 2023).

2.6 Sistem Pengolahan Tanah

Penurunan kualitas tanah terjadi secara luas pada tanah-tanah perkebunan, oleh karena itu diperlukan sistem pengolahan tanah untuk menjaga kualitas dan produktivitas tanah yang berkelanjutan (Kraut-Cohen *et al.*, 2020). Pengolahan tanah merupakan perlakuan yang dilakukan dengan memanipulasi mekanik tanah untuk menciptakan kondisi tanah yang ideal bagi perakaran tanaman dan ekosistem tanah (Andelia dkk., 2020). Sistem pengolahan tanah memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, hal ini penting terhadap produktivitas lahan penanaman, terlebih terhadap keberadaan mikroorganisme tanah pendukung pertumbuhan tanaman (Saragih dkk., 2015).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada terhitung mulai dari bulan November 2023 sampai dengan November 2024. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA Unila dan PT Great Giant Pineapple, Kecamatan Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah, Lampung.

Lokasi pengambilan sampel berada di tanah milik PT. GGP. Waktu Pengambilan dilaksanakan rutin setiap bulan sekali selama 3 bulan terhitung sejak Oktober 2023.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yakni cawan Petri, jarum ose, tabung reaksi, inkubator, vortex, bunsen, Erlenmeyer, gelas ukur, gelas piala, spatula, timbangan analitik, *hotplate stirer*, *magnetic stirer*, *colony counter*, pena, kamera.

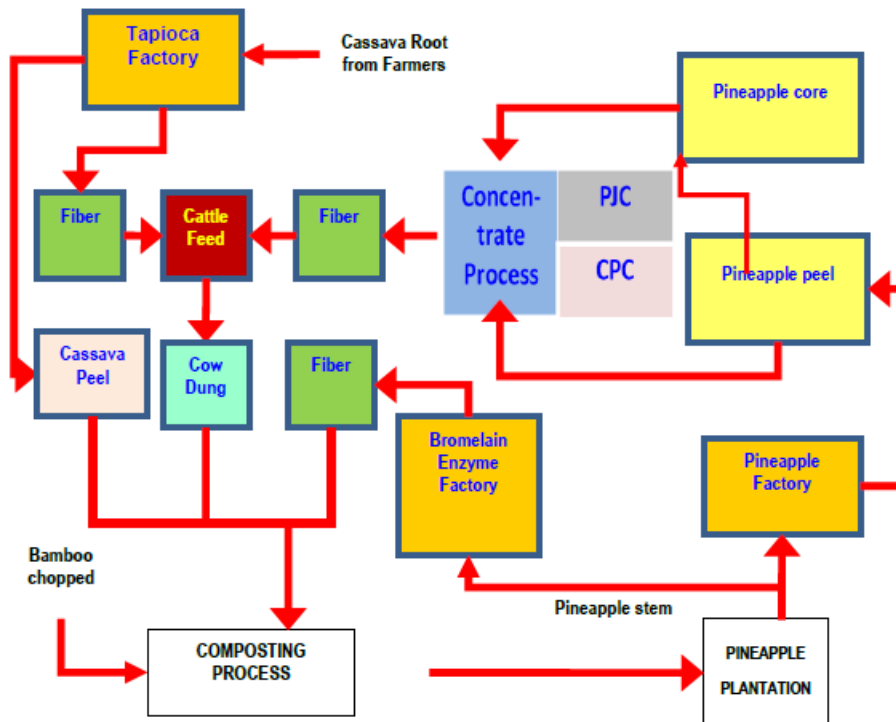
Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain *Natrium Agar Medium* (NA), *Potato Dextrose Agar Medium* (PDA), *Starch Casein Agar Medium* (SCA), *aquades*, dan sampel tanah PT. GGP.

3.3 Prosedur Kerja

Dalam penelitian ini, langkah-langkah yang dilakukan adalah:

3.3.1 Pembuatan Pupuk Cair LOB 2.0

Pembuatan LOB dilakukan dengan menggunakan alat pembuat milik perusahaan GGP. Pembuatan pupuk LOB dilakukan dengan mencampurkan serasah hasil perkebunan yang mana di sini menggunakan serasah inti dan kulit kupasan tapioka atau singkong dan potongan bambu yang dicampur dengan konsentrat yang dibuat dari inti dan kulit kupasan nanas yang kemudian ditambahkan kotoran sapi hasil peternakan (Sutanto dkk., 2018).



Gambar 3. Alur Pembuatan LOB Serasah Nanas di PT GGP dikutip dari (Sutanto dkk., 2018).

3.3.2 Aplikasi *biocharcoal*

Pada penelitian ini, pupuk LOB akan ditambahkan bahan aditif berupa *biocharcoal* yang bertujuan untuk menjadi substrat yang dapat dimanfaatkan mikroba agar tidak terbawa arus air penyiraman, air hujan, dan melindungi mikroba dari endapan pestisida dan pupuk kimia di tanah.

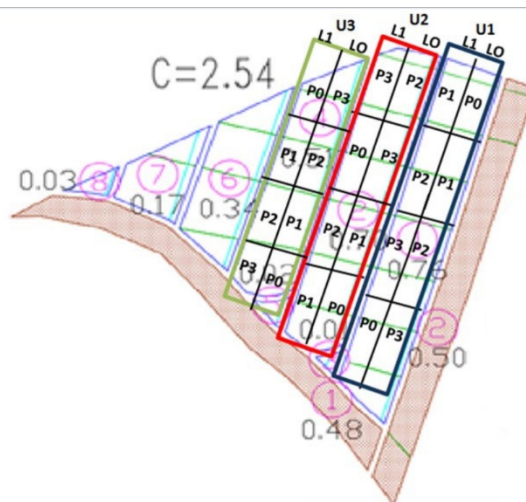
3.3.3 Pengaplikasian Pupuk pada Lahan

Pengaplikasian pupuk dilakukan dengan 2 teknik pengolahan lahan. Teknik pertama yakni pengolahan lahan standard budidaya GGP yakni pengolahan dengan urutan Berty-Diskplow-FHK-Finishing-Rodger yang dikodekan dengan L0. Teknik kedua yakni pengolahan lahan bajak dalam (35-40 cm) yang ditambahkan cacahan limbah nanas halus dengan urutan Berty-LU-Moalboard-Diskplow-FHK-Finishing-Rodger yang ditandai dengan L1.

3.3.4 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Petak Terbagi (RPT) dengan plot utama pengolahan lahan (L), subplot ragam 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 ragam 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 sebagai berikut.

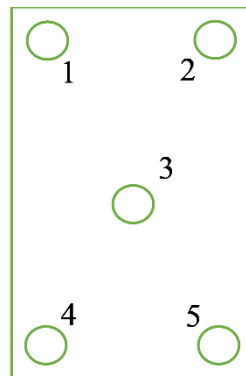


Gambar 4. Lokasi Pemberian Pupuk dan Pengambilan Sampel (Dokumentasi Pribadi).

Keterangan : 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% vermikompos); P3 = Pupuk premium GGP + *enrichment* mikroba

Pengambilan sampel dilakukan dalam beberapa tahapan, dimulai dari pengambilan awal, yakni pengambilan sampel tanah sebelum dilakukan perlakuan yang terhitung sebagai sampel 0 bulan. Kemudian dilanjutkan pengambilan sampel yang telah diberikan perlakuan dalam interval waktu 1 bulan dalam 3 kali pengambilan yang terhitung sebagai sampel bulan ke-1, bulan ke-2, dan bulan ke-3. Sampel diambil

sebanyak 2 kg dari setiap plot secara diagonal dengan 5 pengambilan pada setiap plot sebagai berikut.



Gambar 5. 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).

3.3.5 Pembuatan Media

Media yang digunakan yakni media *Nutrition Agar* (NA) untuk bakteri dan *Potato Dextrose Agar* (PDA) untuk jamur. Media NA dibuat dengan menghomogenkan 28 gr NA medium dengan 1000 mL aquades dan disterilisasi. Media NA juga dapat dibuat dengan menghomogenkan 5 gr Pepton, 1.5 gr *Yeast extract*, 1.5 gr *Beef extract*, 5 gr Natrium klorida, dan 15 gr Agar dengan 1000 mL aquades dengan pH 7.4 ± 0.2 (Sapkota, 2022). Media PDA dibuat dengan menghomogenkan 200 gr kentang yang ditumbuk halus, 20 gr Dextrosa, dan 15 gr Agar dalam 1000 mL aquades dengan pH 5.6 ± 0.2 (Aryal, 2022).

3.3.6 Isolasi Mikroba dari Sampel Tanah

Isolat dari sampel tanah dari setiap variasi pengambilan (Px.1, 2, 3, 4, 5) pada masing-masing *plotting* (P1, P2, P3, P4, P5) dibuat komposit dengan perbandingan 1:5 dari setiap variasi pengambilan pada setiap plot. Maka P1 akan berisi komposit dari P1.1, P1.2, P1.3, P1.4, dan P1.5 masing-masing berbobot 0.2 gr sehingga menjadi sample P1 dengan bobot 1gr, hal tersebut dilakukan pada setiap plot. Kemudian komposit

sampel diambil 1 gr, diencerkan dalam 9 mL aquades dalam tabung reaksi dan dihomogenkan untuk membuat sampel 10^{-1} . Setelahnya diambil 0,1 mL dari sampel 10^{-1} , diencerkan dengan 0,9 mL aquades dalam tabung Eppendorf dan dihomogenkan untuk membuat sampel 10^{-2} . Pengenceran dilakukan hingga pengenceran 10^{-4} .

Kemudian sampel dari pengenceran 10^{-3} diambil 0,1 mL dan diinokulasikan pada media agar yang sesuai dan diberi label pengenceran selanjutnya, yakni 10^{-4} . Hal ini dilakukan untuk mengefisiensikan bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini. Kemudian inokulum diinkubasi selama 24 jam untuk bakteri pada media NA dan 48 jam untuk jamur pada media PDA.

3.3.7 Perhitungan Mikroba dengan Metode TPC

Setelah diinkubasi, dilakukan perhitungan mikroba pada setiap sample menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC) menggunakan *colony counter* dan dikalkulasikan hasilnya sesuai aturan *Standard Plate Count* (STC) yang tertulis dalam beberapa standar internasional (ISO) terkait perhitungan mikroba untuk lingkungan terkhusus untuk mikroba tanah dan pupuk. Dari standard tersebut, terdapat beberapa persyaratan dalam perhitungan mikroba untuk menentukan volume yang dihitung, yakni:

- Koloni berpenampakan sama yang bertumpuk dihitung sebagai satu koloni. (American Public Health Association, 1992)
- Jika terdapat beberapa koloni yang tergabung atau berbentuk seperti rantai, namun masih dapat dibedakan koloni penyusunnya dihitung masing-masing sebagai satu koloni, namun jika tidak tetap dihitung sebagai satu koloni (Food and Drug Administration, 2001; International Organization for Standardization, 2007)
- Koloni *spreader* yang berbentuk rantai yang tidak dapat dibedakan jelas, tumbuh antara agar dan bagian bawah cawan, dan tumbuh pada lapisan tipis air di permukaan agar dihitung sebagai satu koloni (American Public Health Association, 1992; Food and Drug Administration, 2001)

Rumus daripada perhitungan umum mikroba secara TPC adalah sebagai berikut.

Faktor Pengenceran = Pengenceran x Jumlah sampel

Nilai TPC = Jumlah koloni x 1/Faktor pengenceran

Tata cara perhitungan mikroba dilakukan sebagai berikut.

- Koloni pada kedua cawan suatu pengenceran dihitung dan direratakan jumlahnya, begitu pula pada pengenceran sebelumnya.

- Hasil perhitungan disamakan pengenceran dengan mengalikan jumlah pengenceran terkecil dan pengencerannya dengan 10.
- Jumlah dari pengenceran bawah yang sudah disamakan pengencerannya dibagi dengan jumlah pengenceran atas. Jika perbandingan <2 maka tentukan rerata dari kedua nilai tersebut dengan memperhitungkan pengencerannya, namun jika hasilnya >2 maka yang dilaporkan hanya hasil yang terkecil.
- Jika dalam perhitungan, terdapat pengenceran dengan koloni diluar rentang 25-250 unit, maka hanya dihitung pengenceran yang masuk dalam rentang. Hasilnya dilaporkan sebagai <25 untuk TSUD (Terlalu Sedikit Untuk Dihitung) atau >250 untuk TBUD (Terlalu Banyak Untuk Dihitung).
- Jika pada suatu pengenceran ada jumlah koloni yang masuk rentang dan tidak masuk rentang, maka dihitung keduanya kemudian direrata.
- Jika pada dua pengenceran ada jumlah koloni yang masuk rentang dan tidak masuk rentang, maka dihitung semua cawan, kemudian dirata-rata.

3.3.8 Pengamatan Hasil dan Analisis Data

Hasil yang diperoleh diamati dan dicatat dalam bentuk tabel sederhana kemudian dihitung jumlah koloni secara TPC. Data hasil yang diperoleh kemudian dianalisis secara statistika menggunakan Rancangan Petak Terbagi (RPT/*Split Plot Design*) untuk melihat pengaruh faktor utama (jenis bajak), faktor anak petak (ragam pupuk), dan interaksi keduanya dalam peningkatan total jumlah mikroba tanah.

V. SIMPULAN

5.1 Simpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil menunjukkan aplikasi pengolahan tanah tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah jamur dan bakteri pada tanah marginal PT. GGP.
2. Hasil menunjukkan pengaruh nyata terhadap ragam pupuk yang diaplikasikan yang terdapat pada perhitungan jamur bulan ke-1 dan 3. Perlakuan aplikasi pupuk dengan rerata tertinggi pada bulan ke-1 adalah ragam pupuk P3 (kompos + vermikompos 1,5% + *biochar* 1,75%) dan perlakuan dengan rerata tertinggi pada bulan ke-3 adalah P0 (kompos + *biochar* 1,75%) dan ragam pupuk P1 (kompos + aplikasi *biochar* 10t/ha). Hasil uji statistik pada perhitungan bakteri menunjukkan hasil berpengaruh nyata pada bulan ke-3. Perlakuan aplikasi pupuk dengan rerata tertinggi pada bulan ke-3 adalah ragam pupuk P0 (kompos + *biochar* 1,75%).
3. Hasil menunjukkan interaksi ragam pupuk dan pengolahan tanah memberikan berpengaruh nyata pada perhitungan jamur bulan ke-3. Perlakuan dengan rerata tertinggi yakni pada aplikasi pupuk P1 dikombinasikan pengolahan tanah L1 (kompos + aplikasi *biochar* 10t/ha pada bajak dalam) dan aplikasi pupuk P0 dikombinasikan pengolahan tanah L0 (kompos + *biochar* 1,75% pada bajak dangkal).

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait pengaruh pengaplikasian ragam pupuk dan *biochar* 10t/ha secara bersamaan dengan waktu pengamatan yang lebih lama untuk melihat pengaruh pengaplikasian ragam pupuk dan *biochar* 10t/ha dalam jangka waktu yang lebih panjang, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait peningkatan nutrisi tanah pada tanah marginal yang diteliti untuk mengetahui pengaruh pemberian beragam pupuk diatas terhadap perbaikan kesuburan tanah marginal di PT. GGP.

DAFTAR PUSTAKA

- 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. Dalam *Agronomy* (Vol. 13, Nomor 2). MDPI. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020542>
- Agustin, D. A., Qurrotu A'yun, E., Marsya, T. I., Restu, D., & Kusuma, R. (2021). Potensi Plant Growth Promoting Bacteria (PGPB) sebagai Pemacu Ketahanan Tanaman Padi terhadap Hawar Malai Padi. Dalam *Journal of Agricultural Science* (Vol. 2021, Nomor 2).
- Ajeng, A. A., Abdullah, R., Ling, T. C., Ismail, S. (2022). Adhesion of *Bacillus salmalaya* and *Bacillus amyloliquefaciens* on Oil Palm Kernel Shell Biochar: A Physicochemical Approach. *Journal of Environmental Chemical Engineering* (Volume 10, Issue 1).
- Altomare, C., Norvell, W. A., Bjo"rkmanbjo"rkman, T., & Harman, G. E. (1999). Solubilization of Phosphates and Micronutrients by the Plant-Growth-Promoting and Biocontrol Fungus *Trichoderma harzianum* Rifai 1295-22. Dalam *Applied and Environmental Microbiology* (Vol. 65, Nomor 7). 107115. ISSN 2213-3437. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.107115>
- American Public Health Association, American Water Works Association, & Water Environment Federation. (1992). APHA Method 9215: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
- Anas, A.A., Arma, M.J., & Hisein W.S.A. (2024). Studi Hubungan antara pH, Aluminum Dapat Tukar, dan Kadar P-Tersedia pada Tanah Ultisol dengan Pemberian Kompos Ampas Sagu. *Jurnal Agroteknos*, 14(1), 36-44.
- 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.

- Aryal, S. (2022). PDA- Composition, Principle, Preparation, Results, Uses. *Microbe Notes*. <https://microbenotes.com/potato-dextrose-agar-pda/> diakses pada September 2023
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Lampung Tengah. (2022). Produksi Buah–Buahan dan Sayuran Tahunan Menurut Jenis Tanaman di Kabupaten Lampung Tengah, 2019–2021. <https://lampungtengahkab.bps.go.id/statictable/2022/10/21/566/produksi-buah-buahan-dan-sayuran-tahunan-menurut-jenis-tanaman-di-kabupaten-lampung-tengah-2019-2021.html>
- 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. Dalam *Science of the Total Environment* (Vol. 886). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163968>
- Chandran, H., Meena, M., & Swapnil, P. (2021). Plant Growth-Promoting Rhizobacteria as A Green Alternative for Sustainable Agriculture. Dalam *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 13, Nomor 19). MDPI. <https://doi.org/10.3390/su131910986>
- Chen, W., Li P., Li F., Xi J., & Han Y. (2022). Effects of Tillage and *Biochar* on Soil Physiochemical and Microbial Properties and Its Linkage with Crop Yield. *Frontiers in Microbiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.929725>
- Dinata, G. F., Aini, L. Q., & Abadi, A. L. (2021). Pengaruh Pemberian Plant Growth-Promoting Bacteria Indigenous terhadap Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum*). *Peningkatan Produktivitas Pertanian Era Society 5.0 Pasca Pandemi*, 283–288. <https://doi.org/10.25047/agropross.2021.231>
- Dong, X., Li, G., Lin, Q., & Zhao, X. (2017). Quantity and quality changes of *biochar* aged for 5years in soil under field conditions. *Catena*, 159, 136–143. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.catena.2017.08.008>
- Dwiasuti, S., & Puspitasari, D. (2016). Bahan Organik Tanah di Lahan Marjinal dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya (Vol. 13, Nomor 1).
- Evizal, R., Fembriarti, D., & Prasmatiwi, E. (2023). *Biochar*: Pemanfaatan dan Aplikasi Praktis. *Biochar: Beneficial and Best Practices* (Vol. 22, Nomor 1).
- Hidayat, F., Yudhistira, Y., Pane, R. D. P., Sapalina, F., Listia, E., & Winarna. (2023). *Evaluasi Plant Growth-Promoting Bacteria (PGPB) Indigenous Perakaran Kelapa Sawit Pada Pembibitan Kelapa Sawit Evaluation of Indigenous Plant Growth-Promoting Bacteria (PGPB) From The Oil Palm Rhizosphere in Oil Palm Nursery*. www.ezbiocloud.net

- Fitria, A. N., & Zulaika, E. (2019). Aklimatisasi pH dan Pola Pertumbuhan *Bacillus cereus* S1 pada Medium MSM Modifikasi. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 7(2), 39–41.
- Food and Drug Administration. (2001). Bacteriological Analytical Manual Chapter 3: Aerobic Plate Count. www.fda.gov
- Gao, S., and Deluca, T. H. (2020). *Biochar* Alters Nitrogen and Phosphorus Dynamics in A Western Rangeland Ecosystem. *Soil Biol. Biochem.* 148:107868. doi: 10.1016/j.soilbio.2020.107868
- Hu, R. W., Liu, Y. J., Chen, T., Zheng, Z. Y., Peng, G. J., Zou, Y. D. (2021). Responses Of Soil Aggregates, Organic Carbon, and Crop Yield to Shortterm Intermittent Deep Tillage in Southern China. *J. Clean. Prod.* 298:126767. doi: 10.1016/J.JCLEPRO.2021.126767
- 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>
- International Organization for Standardization. (2007). ISO 7218 Microbiology of Food and Animal Feeding Stuffs-General Requirements and Guidance for Microbiological Examinations (3rd Edition).
- 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>
- Kaunang, R. A., Assa, B. H., & Montong, V. B. (2018). Uji Antagonisme *Trichoderma* spp. Terhadap *Phytophthora palmivora* Penyebab Penyakit Gugur Buah Kelapa. *Test Antagonist Trichoderma spp. To Phytophthora palmivora Cause of Coconut Nut Fall*.
- Kraut-Cohen, J., Zolti, A., Shaltiel-Harpaz, L., Argaman, E., Rabinovich, R., Green, S. J., & Minz, D. (2020). Effects of Tillage Practices on Soil Microbiome and Agricultural Parameters. *Science of the Total Environment*, 705. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135791>
- Lailah, R., Syauqi, A., & Santoso, H. (2017). Aktivitas Jamur *Trichoderma viride* pada Substrat Pasta Tepung Kulit Buah Rambutan (*Nephelium lappaceum*) Fungi Activity of *Trichoderma viride* in Substrat of Rind Powder Paste of Rambutan (*Nephelium lappaceum*). *Jurnal Ilmiah Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, 3(2), 2017.
- Lin, K., Han, S. & Zheng, S. Application of *Corynebacterium glutamicum* Engineering Display System in Three Generations of Biorefinery. *Microb Cell Fact* 21, 14 (2022). <https://doi.org/10.1186/s12934-022-01741-4>

- Liu, C. H., Liu, Y., Fan, C., & Kuang, S. Z. (2013). The Effects of Composted Pineapple Residue Return on Soil Properties and The Growth and Yield of Pineapple.
- Murniasih, T., Wibowo, J. T., Putra, M. Y., Untari, F., & Maryani, M. (2018). Pengaruh Nutrisi dan Suhu Terhadap Selektivitas Potensi Antibakteri dari Bakteri yang Berasosiasi dengan Spons. *Jurnal Kelautan Tropis*, 21(1), 65. <https://doi.org/10.14710/jkt.v21i1.2084>
- Okalia, D., Nopsagiarti, T., & Marlina, G. (2021). Pengaruh *Biochar* dan Pupuk Organik Cair dari Air Cucian Beras Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Selada. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 17(1), 76–82. <https://doi.org/10.30598/jbdp.2021.17.1.76>
- Purbalisa, W., Zulaehah, I., Melyga Paputri, & D. W., Wahyuni, S. (2020). Dinamika Karbon dan Mikroba dalam Tanah pada Perlakuan *Biochar* Kompos Plus. *Jurnal Presipitasi*. 17(2), 138–143.
- Rahman, K. M. A., & Zhang, D. (2018). Effects of fertilizer broadcasting on the excessive use of inorganic fertilizers and environmental sustainability. *Sustainability (Switzerland)*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/su10030759>
- 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>
- Rossi-Rodrigues, B. C., Márcia, Brochetto-Braga, R., Sâmia, Tauk-Tornisielo, M., Eleonora, Carmona, C., Valeska, Arruda, M., José, & Netto, C. (2009). Comparative Growth of *Trichoderma* Strains in Different Nutritional Sources, Using Bioscreen C Automated System. *Brazilian Journal of Microbiology*, 40, 404–410.
- Sapkota, A. (2022). Nutrient Agar- Principle, Composition, Preparation, Results, Uses. *Microbe Notes*. <https://microbenotes.com/nutrient-agar-principle-composition-preparation-and-uses/#composition-of-nutrient-agar>
- Saragih, M. A., Buchari, H., & Arif, S. (2015). Pengaruh Sistem Olah Tanah Terhadap Total Bakteri Tanah pada Pertanaman Kedelai Musim Tanam Kedua setelah Pertanaman Jagung di Lahan Bekas Alang-Alang (*Imperata cylindrica*. L). Dalam *Jurnal Agrotek Tropika* (Vol. 3, Nomor 1).
- Savin, M. C., Daigh, A. L. M., Brye, K. R., Norman, R., and Miller, D. (2021). Vertical Distribution of Fertilizer Nitrogen from Surface Water Flooding of a Silt Loam and Clay Soil Used for Rice Production. *Soil Use Manage.* 37, 406–417. doi: 10.1111/sum.12599
- Sayuti, I., Zulfarina, Z., & Widodo, T. J. (2022). Influence of Potential Hydrogen (pH) on the Growth of *Bacillus cereus* IMB-11 during Hydrocarbon

Degradation in vitro. *Jurnal Pembelajaran dan Biologi Nukleus*, 8(3), 686–693. <https://doi.org/10.36987/jpbn.v8i3.3230>

- Sidik, B. R., Achyani, Sutanto, A., Zen, S., & Noor, R. (2020). Application Pineapple Liquid Waste to Increase Fruit Weight and Vitamin C Pineapple as Biological Learning Resources. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(2). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/2/022051>
- Strayer, D. L., D'Antonio, C. M., Essl, F., Fowler, M. S., Geist, J., Hilt, S., Jarić, I., Jöhnk, K., Jones, C. G., Lambin, X., Latzka, A. W., Pergl, J., Pyšek, P., Robertson, P., von Schmalensee, M., Stefansson, R. A., Wright, J., & Jeschke, J. M. (2017). Boom-Bust Dynamics in Biological Invasions: Towards an Improved Application of The Concept. Dalam *Ecology Letters* (Vol. 20, Nomor 10, hlm. 1337–1350). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1111/ele.12822>
- Sutanto, A., Lubis, D., & Biologi, P. (2018). Zerro Waste Management PT Great Giant Pineapple (GGP) Lampung Indonesia. APPPTM.
- Tian, M., Yu, R., Guo, S., Yang, W., Liu, S., Du, H., Liang, J., & Zhang, X. (2024). Effect of Vermikompost Application on the Soil Microbial Community Structure and Fruit Quality in Melon (*Cucumis melo*). *Agronomy*, 14(11). <https://doi.org/10.3390/agronomy14112536>
- Umaternate, G. R., Abidjulu, J., Wuntu, A. D. (2014). Uji Metode Olsen dan Bray dalam Menganalisis Kandungan Fosfat Tersedia pada Tanah Sawah di Desa Konarom Barat Kecamatan Dumoga Utara. *Jurnal MIPA*, 3(1), 6–10. <https://doi.org/10.35799/JM.3.1.2014.3898>
- 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>
- Vilain S, Luo Y, Hildreth MB, Brözel VS. Analysis of The Life Cycle of The Soil Saprophyte *Bacillus cereus* in Liquid Soil Extract and In Soil. *Applied Environmental Microbiology*. 2006 Jul;72(7):4970-7. doi: 10.1128/AEM.03076-05. PMID: 16820495; PMCID: PMC1489341.
- Wang, C., Chen, D., Shen, J., Yuan, Q., Fan, F., Wei, W., Li, Y., & Wu, J. (2021). Biochar Alters Soil Microbial Communities and Potential Functions 3–4 Years After Amendment in A Double Rice Cropping System. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 311, 107291. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107291>
- Wang, T., Sun, H., Ren, X., Li, B., & Mao, H. (2018). Adsorption of Heavy Metals from Aqueous Solution by UV-Mutant *Bacillus subtilis* Loaded on Biochars Derived from Different Stock Materials. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 148, 285–292. <https://doi.org/10.1016/J.ECOENV.2017.10.039>

- Wihansah, R. R. S., Yusuf, M., Arifin, M., Oktaviana, A. Y., Negara, J. K., & Sio, D. A. K. (2018). Pengaruh Pemberian Glukosa yang Berbeda terhadap Adaptasi *Escherichia coli* pada Cekaman Lingkungan Asam.
- 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>