

**PENGARUH APLIKASI KOMPOS KOTORAN SAPI DAN PUPUK
PREMIUM TERHADAP BIOMASSA KARBON MIKROORGANISME
TANAH PADA PERTANAMAN NANAS *RATOON*, LAMPUNG TENGAH**

(Skripsi)

Oleh

**ULIA KARLISMAYANI
NPM 2014181028**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

**PENGARUH APLIKASI KOMPOS KOTORAN SAPI DAN PUPUK
PREMIUM TERHADAP BIOMASSA KARBON MIKROORGANISME
TANAH PADA PERTANAMAN NANAS *RATOON*, LAMPUNG TENGAH**

Oleh

ULIA KARLISMAYANI

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Ilmu Tanah
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

PENGARUH APLIKASI KOMPOS KOTORAN SAPI DAN PUPUK PREMIUM TERHADAP BIOMASSA KARBON MIKROORGANISME TANAH PADA PERTANAMAN NANAS *RATOON*, LAMPUNG TENGAH

Oleh

ULIA KARLISMAYANI

Biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah merupakan indikator kesuburan tanah yang dipengaruhi oleh penggunaan pupuk di dalam tanah. Pupuk premium pada penelitian ini merupakan produksi PT Great Giant Pineapple (GGP) yang di dalamnya terkandung campuran bahan organik dan amelioran. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh pemberian pupuk premium terhadap C-mik tanah pada pertanaman nanas. Penelitian dilakukan di PT GGP kemudian analisis tanah dilakukan di Laboratorium Bioteknologi, Universitas Lampung. Penelitian ini dirancang menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 4 perlakuan dengan 4 ulangan. Perlakuan pertama yaitu P_1 = standar budidaya tanaman, P_2 = kompos kotoran sapi (50 ton ha^{-1}), P_3 = pupuk premium A (kompos kotoran sapi 77,6%, batubara muda 9,8%, zeolit 9,8%, LOB 1,8%, vermikompos 1%) dan P_4 = pupuk premium B (kompos kotoran sapi 72,7%, batubara muda 14,7%, zeolit 9,8%, LOB 1,8%, vermikompos 1%). Data yang diperoleh diuji homogenitas ragam dengan uji Bartlett dan aditifitas data dengan uji Tukey kemudian dilakukan uji analisis ragam taraf 5%. Kemudian, data diuji lanjut menggunakan uji Ortogonal Kontras. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian kompos kotoran sapi dan pupuk premium tidak berpengaruh terhadap C-mik tanah. Pemberian pupuk premium B menunjukkan nilai C-mik tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu sebesar $13,68 \text{ mg C-CO}_2 \text{ kg tanah}^{-1} 10 \text{ hari}^{-1}$. Uji korelasi menunjukkan adanya korelasi positif antara respirasi tanah, c-organik dan pH tanah dengan C-mik tanah.

Kata kunci: Biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah, pupuk premium, tanaman nanas.

ABSTRACT

EFFECT OF COW DUNG COMPOST AND PREMIUM FERTILIZER APPLICATION ON SOIL MICROBIAL BIOMASS CARBON IN RATOON PINEAPPLE PLANTATION, CENTRAL LAMPUNG

By

ULIA KARLISMAYANI

Soil microbial biomass carbon (C-mic) is an indicator of soil fertility which is influenced by the use of fertilizers in the soil. The premium fertilizer that used in this research was produced by PT Great Giant Pineapple (GGP) which contains a mixture of organic materials and ameliorants. The purpose of this research was to study the effect of premium fertilizer application on soil C-mic in pineapple plantations. This research was conducted at PT GGP and soil analysis were carried out at the Laboratory of Biotechnology, University of Lampung. This research was designed using a Randomized Block Design (RBD) consisting of 4 treatments with 4 replicates. The first treatment is P₁ = standard crop cultivation, P₂ = cow dung compost (50 tons ha⁻¹), P₃ = premium fertilizer A (cow dung compost 77,6%, lignite 9,8%, zeolite 9,8%, LOB 1,8%, vermicompost 1%) and P₄ = premium fertilizer B (cow dung compost 72,7%, lignite 14,7%, zeolite 9,8%, LOB 1,8%, vermicompost 1%). The data obtained were tested for homogeneity of variance with Bartlett's test and additivity of data with Tukey's test and then subjected to analysis of variance at the 5% level. Then, the data were further tested using the Orthogonal Contrast test. The results showed that the application of premium fertilizer had no effect on soil C-mic. The application of premium B fertilizer showed the highest value of soil C-mic compared to other treatments, namely 13,68 mg C-CO₂ kg soil⁻¹ 10 day⁻¹. The correlation test shows that there is a positive correlation between soil respiration, c-organic and soil pH with soil C-mic.

Keywords: Carbon biomass of soil microorganism (C-mic), premium fertilizer, pineapple plant.

Judul Skripsi

**: PENGARUH APLIKASI KOMPOS
KOTORAN SAPI DAN PUPUK
PREMIUM TERHADAP BIOMASSA
KARBON MIKROORGANISME TANAH
PADA PERTANAMAN NANAS RATOON,
LAMPUNG TENGAH**

: Ulia Karfismayani

Nama Mahasiswa

: 2014181028

Nomor Pokok Mahasiswa

: Ilmu Tanah

Program Studi

: Pertanian

Fakultas



Prof. Dr. Ir. Dermiyati, M.Agr.Sc.
NIP 196308041987032002

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

2. Ketua Jurusan Ilmu Tanah

Ir. Hery Novpriansyah, M.Si.
NIP 196611151990101001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

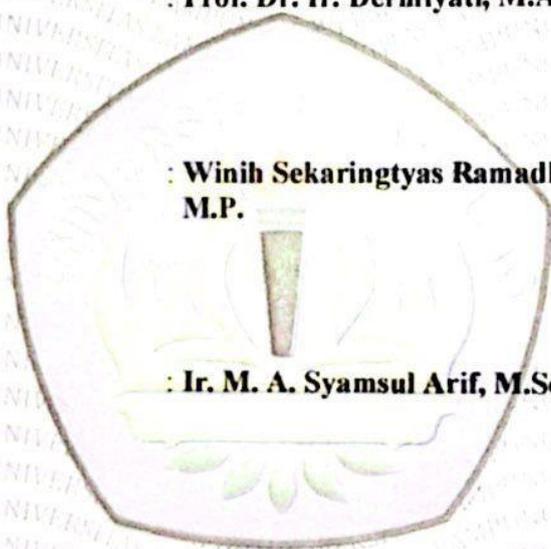
: Prof. Dr. Ir. Dermiyati, M.Agr.Sc.

Sekretaris

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

Anggota

: Ir. M. A. Syamsul Arif, M.Sc., Ph.D.



Dekan Fakultas Pertanian

Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP. 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 12 September 2024

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Pengaruh Aplikasi Kompos Kotoran Sapi dan Pupuk Premium terhadap Biomassa Karbon Mikroorganisme Tanah pada Pertanaman Nanas *Ratoon*, Lampung Tengah”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain.

Penelitian ini merupakan bagian dari Hibah Penelitian PT Great Giant Pineapple (GGP) bersama dosen Jurusan Ilmu Tanah Universitas Lampung yaitu:

1. Prof. Dr. Ir. Dermiyati, M.Agr.Sc. (Ketua)
2. Winih Sekaringtyas Ramadhani, S.P., M.P. (Anggota)

Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 12 September 2024



Ulia Karlismayani

NPM. 2014181028

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Desa Braja Sakti, Kecamatan Way Jepara, Kabupaten Lampung Timur pada tanggal 05 Juli 2022. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Karyani dan Ibu Lilis Suharyati. Penulis telah menyelesaikan pendidikan di TK Raudhatul Athfal Kecamatan Braja Selehah, Kabupaten Lampung Timur pada tahun 2009, Madrasah Ibtidaiyah Miftahul Ulum pada tahun 2011, Madrasah Tsanawiyah Miftahul Ulum pada tahun 2014 dan SMA N 1 Way Jepara pada tahun 2017. Pada tahun 2020 penulis diterima sebagai mahasiswa di Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam mengikuti kegiatan akademik dan organisasi. Penulis pernah menjadi asisten dosen praktikum Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman, Dasar-Dasar Ilmu Tanah dan Mikrobiologi Pertanian. Penulis pernah tergabung dalam organisasi Gamatala (Gabungan Mahasiswa Ilmu Tanah Unila) sebagai Anggota Bidang Pengabdian Masyarakat periode 2023. Penulis telah melaksanakan Praktik Umum di PT Great Giant Pineapple, Lampung Tengah pada tahun 2023 dan dan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Cahaya Negeri, Kecamatan Lemong, Kabupaten Pesisir Barat pada tahun 2022.

MOTTO

“Allah membuat yang tidak mungkin menjadi mungkin”

“Jadilah! maka jadilah sesuatu itu”

(Q.S. Maryam: 35)

“Apapun yang menjadi takdirmu, akan mencari jalannya menemukanmu”

(Ali bin Abi Thalib)

“Kita tidak pernah tau di ujung nanti akan seperti apa, jalani saja hari ini dengan
sebaik-baiknya”

(Penulis)

SANWACANA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Pengaruh Aplikasi Kompos Kotoran Sapi dan Pupuk Premium terhadap Biomassa Karbon Mikroorganismen Tanah pada Pertanaman Nanas *Ratoon*, Lampung Tengah**”.

Selama penelitian dan penyusunan skripsi ini penulis mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
2. Bapak Ir. Hery Novpriansyah M.Si., selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Universitas Lampung.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Dermiyati, M.Agr.Sc., selaku pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan, ilmu, nasihat, motivasi, masukan, dan saran selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.
4. Ibu Winih Sekaringtyas Ramadhani, S.P., M.P., selaku pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, ilmu, nasihat, masukan, dan saran selama penelitian dan penyusunan skripsi.
5. Bapak Ir. M. A. Syamsul Arif, M.Sc., Ph.D., selaku pembahas yang telah memberikan masukan dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
6. Kedua orang tuaku Bapak Karyani dan Ibu Lilis Suharyati serta adikku, terimakasih selalu mendoakan dan memberikan restu untuk penulis, untuk semangat dan motivasi yang terus diberikan kepada penulis.

7. Rekan penelitian seperjuangan; Dian Prasetyowati, Fitriani, Jihan Ixora Ditia, Intan Maharani Samsi, Siti Maysaroh, Arsita Permata Sari, Revi Mariska, Dewi Alma, Adisty Rahmawanti, Kharisma Rahmawati, Nova K. Ramadina dan Jeni Larasati.

Semoga skripsi yang telah penulis selesaikan dapat bermanfaat bagi siapapun yang membacanya. Terimakasih.

Bandar Lampung, September 2024

Penulis,

Ulia Karlismayani

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	xi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Kerangka Pemikiran.....	4
1.5 Hipotesis	8
II. TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Degradasi Lahan	10
2.2 Upaya Rehabilitasi Tanah Menggunakan Bahan Organik.....	10
2.2.1 Kompos Kotoran Sapi dalam Memperbaiki Kesuburan Tanah	12
2.2.2 Kelebihan Pupuk Premium dalam Memperbaiki Kesuburan Tanah	12
2.2.3 Pengaruh Batubara terhadap Biomassa Karbon Mikroorganisme (C-mik).....	14
2.2.4 Pengaruh Zeolit terhadap Biomassa Karbon Mikroorganisme (C-mik)	14
2.2.5 Pengaruh LOB terhadap Biomassa Karbon Mikroorganisme (C-mik)	15
2.2.6 Pengaruh Vermikompos terhadap Biomassa Karbon Mikroorganisme (C-mik).....	16
2.3 Biomassa Karbon Mikroorganisme (C-mik)	16
2.4 Faktor yang Mempengaruhi Biomassa Karbon Mikroorganisme (C-mik).....	17
2.5 Pengaruh Perakaran Tanaman Nanas terhadap Biomassa Karbon Mikroorganisme (C-mik)	18
2.6 Pertanaman Nanas <i>First crop</i> dan <i>Ratoon</i>	19
2.7 Syarat Tumbuh Tanaman Nanas	20

III. METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Waktu dan Tempat	21
3.2 Alat dan Bahan	21
3.3 Metode Penelitian	22
3.4 Sejarah Lahan.....	22
3.5 Pelaksanaan Penelitian	23
3.5.1 Persiapan Lahan	23
3.5.2 Pemupukan.....	24
3.5.3 Penanaman	25
3.5.4 Pemanenan	25
3.5.5 Pengambilan Sampel Tanah.....	25
3.6 Variabel Utama (Biomassa Karbon Mikroorganisme dengan Metode Fumigasi-Inokulasi Ulang)	26
3.7 Variabel Pendukung	30
3.8 Analisis Data	31
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Pengaruh Aplikasi Kompos Kotoran Sapi dan Pupuk Premium terhadap Biomassa Karbon Mikroorganisme (C-mik) Tanah.....	32
4.2 Dinamika Biomassa Karbon Mikroorganisme (C-mik) Tanah akibat Pemberian Kompos Kotoran Sapi dan Pupuk Premium	33
4.3 Pengaruh Aplikasi Kompos Kotoran Sapi dan Pupuk Premium terhadap Kadar Air Tanah, Suhu Tanah, C-organik Tanah, pH Tanah dan Respirasi Tanah	36
4.4 Korelasi antara Variabel Pendukung dengan Biomassa Karbon Mikroorganisme (C-mik) Tanah	39
4.5 Pembahasan.....	39
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	48
5.1 Simpulan	48
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perlakuan aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah.....	22
2. Set ortogonal kontras pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah	31
3. Hasil analisis ragam pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) pada pengamatan 19, 22, 25, 28 dan 31 BST.....	32
4. Hasil analisis uji ortogonal kontras pada setiap perlakuan terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) pada pengamatan 19, 22, 25, 28 dan 31 BST	33
5. Ringkasan hasil analisis ragam pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap kadar air tanah dan suhu tanah	37
6. Hasil uji ortogonal kontras pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap kadar air tanah dan suhu tanah	37
7. Hasil uji korelasi antara variabel pendukung dengan c-mik tanah Pada pertanaman nanas <i>ratoon</i>	39
8. Hasil pengamatan pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) pada 19 BST	61
9. Hasil uji homogenitas aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah pada 19 BST.....	61
10. Hasil uji additifitas dan analisis ragam pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah pada 19 BST	62

11. Hasil pengamatan pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) pada 22 BST	62
12. Hasil uji homogenitas aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah pada 22 BST	63
13. Hasil uji additifitas dan analisis ragam pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah pada 22 BST	63
14. Hasil pengamatan pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) pada 25 BST	64
15. Hasil uji homogenitas aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah pada 25 BST	64
16. Hasil uji additifitas dan analisis ragam pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah pada 25 BST	65
17. Hasil pengamatan pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) pada 28 BST	65
18. Hasil pengamatan pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) pada 28 BST	66
19. Hasil uji additifitas dan analisis ragam pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah pada 28 BST	66
20. Hasil pengamatan pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) pada 31 BST	67
21. Hasil uji homogenitas aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah pada 31 BST	67
22. Hasil uji additifitas dan analisis ragam pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah pada 31 BST	68

23. Hasil uji ortogonal kontras pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah pada 19 BST	68
24. Hasil uji ortogonal kontras pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah pada 22 BST	69
25. Hasil uji ortogonal kontras pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah pada 25 BST	69
26. Hasil uji ortogonal kontras pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah pada 28 BST	70
27. Hasil uji ortogonal kontras pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah pada 31 BST	70
28. Uji ortogonal kontras biomassa C-mik tanah pada 19 BST	71
29. Uji ortogonal kontras biomassa C-mik tanah pada 22 BST	72
30. Uji ortogonal kontras biomassa C-mik tanah pada 25 BST	73
31. Uji ortogonal kontras biomassa C-mik tanah pada 28 BST	74
32. Uji ortogonal kontras biomassa C-mik tanah pada 31 BST	75
33. Hasil pengamatan pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap kadar air tanah pada 19 BST	76
34. Hasil uji homogenitas pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap kadar air tanah pada 19 BST	76
35. Hasil uji additifitas dan analisis ragam pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap kadar air tanah pada 19 BST	77
36. Hasil pengamatan pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap kadar air tanah pada 22 BST	77
37. Hasil uji homogenitas pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap kadar air tanah pada 22 BST	78

38. Hasil uji additifitas dan analisis ragam pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap kadar air tanah pada 22 BST	78
39. Hasil pengamatan pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap kadar air tanah pada 25 BST	79
40. Hasil uji homogenitas pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap kadar air tanah pada 25 BST	79
41. Hasil uji additifitas dan analisis ragam pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap kadar air tanah pada 25 BST	80
42. Hasil pengamatan pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap kadar air tanah pada 28 BST	80
43. Hasil uji homogenitas pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap kadar air tanah pada 28 BST	81
44. Hasil uji additifitas dan analisis ragam pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap kadar air tanah pada 28 BST	81
45. Hasil pengamatan pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap kadar air tanah pada 31 BST	82
46. Hasil uji homogenitas pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap kadar air tanah pada 31 BST	82
47. Hasil uji additifitas dan analisis ragam pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap kadar air tanah pada 31 BST	83
48. Hasil pengamatan pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap suhu tanah pada 19 BST	83
49. Hasil uji homogenitas pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap suhu tanah pada 19 BST	84
50. Hasil uji additifitas dan analisis ragam pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap suhu tanah pada 19 BST	84
51. Hasil pengamatan pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap suhu tanah pada 22 BST	85

52. Hasil uji homogenitas pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap suhu tanah pada 22 BST	85
53. Hasil uji additifitas dan analisis ragam pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap suhu tanah pada 22 BST	86
54. Hasil pengamatan pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap suhu tanah pada 25 BST	86
55. Hasil uji homogenitas pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap suhu tanah pada 25 BST	87
56. Hasil uji additifitas dan analisis ragam pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap suhu tanah pada 25 BST	87
57. Hasil pengamatan pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap suhu tanah pada 28 BST	88
58. Hasil uji homogenitas pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap suhu tanah pada 28 BST	88
59. Hasil uji additifitas dan analisis ragam pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap suhu tanah pada 28 BST	89
60. Hasil pengamatan pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap suhu tanah pada 31 BST	89
61. Hasil uji homogenitas pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap suhu tanah pada 31 BST	90
62. Hasil uji additifitas dan analisis ragam pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap suhu tanah pada 31 BST	90
63. Hasil uji korelasi antara C-organik tanah (%) dengan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah ($\text{mg C-CO}_2 \text{ kg tanah}^{-1} 10 \text{ hari}^{-1}$) pada 19 BST	91
64. Hasil uji korelasi antara C-organik tanah (%) dengan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah ($\text{mg C-CO}_2 \text{ kg tanah}^{-1} 10 \text{ hari}^{-1}$) pada 22 BST	91

65. Hasil uji korelasi antara C-organik tanah (%) dengan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah (mg C-CO ₂ kg tanah ⁻¹ 10 hari ⁻¹) pada 25 BST	91
66. Hasil uji korelasi antara C-organik tanah (%) dengan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah (mg C-CO ₂ kg tanah ⁻¹ 10 hari ⁻¹) pada 28 BST	92
67. Hasil uji korelasi antara C-organik tanah (%) dengan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah (mg C-CO ₂ kg tanah ⁻¹ 10 hari ⁻¹) pada 31 BST	92
68. Hasil uji korelasi antara suhu tanah dengan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah (mg C-CO ₂ kg tanah ⁻¹ 10 hari ⁻¹) pada 19 BST	92
69. Hasil uji korelasi antara suhu tanah dengan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah (mg C-CO ₂ kg tanah ⁻¹ 10 hari ⁻¹) pada 22 BST	93
70. Hasil uji korelasi antara suhu tanah dengan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah (mg C-CO ₂ kg tanah ⁻¹ 10 hari ⁻¹) pada 25 BST	93
71. Hasil uji korelasi antara suhu tanah dengan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah (mg C-CO ₂ kg tanah ⁻¹ 10 hari ⁻¹) pada 28 BST	93
72. Hasil uji korelasi antara suhu tanah dengan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah (mg C-CO ₂ kg tanah ⁻¹ 10 hari ⁻¹) pada 31 BST	94
73. Hasil uji korelasi antara pH tanah dengan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah (mg C-CO ₂ kg tanah ⁻¹ 10 hari ⁻¹) pada 19 BST	94
74. Hasil uji korelasi antara pH tanah dengan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah (mg C-CO ₂ kg tanah ⁻¹ 10 hari ⁻¹) pada 22 BST	94
75. Hasil uji korelasi antara pH tanah dengan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah (mg C-CO ₂ kg tanah ⁻¹ 10 hari ⁻¹) pada 25 BST	95
76. Hasil uji korelasi antara pH tanah dengan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah (mg C-CO ₂ kg tanah ⁻¹ 10 hari ⁻¹) pada 28 BST	95

77. Hasil uji korelasi antara pH tanah dengan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah (mg C-CO ₂ kg tanah ⁻¹ 10 hari ⁻¹) pada 31 BST	95
78. Hasil uji korelasi antara kadar air tanah dengan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah (mg C-CO ₂ kg tanah ⁻¹ 10 hari ⁻¹) pada 19 BST	96
79. Hasil uji korelasi antara kadar air tanah dengan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah (mg C-CO ₂ kg tanah ⁻¹ 10 hari ⁻¹) pada 22 BST	96
80. Hasil uji korelasi antara kadar air tanah dengan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah (mg C-CO ₂ kg tanah ⁻¹ 10 hari ⁻¹) pada 25 BST	96
81. Hasil uji korelasi antara kadar air tanah dengan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah (mg C-CO ₂ kg tanah ⁻¹ 10 hari ⁻¹) pada 28 BST	97
82. Hasil uji korelasi antara kadar air tanah dengan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah (mg C-CO ₂ kg tanah ⁻¹ 10 hari ⁻¹) pada 31 BST	97
83. Hasil uji korelasi antara respirasi tanah dengan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah (mg C-CO ₂ kg tanah ⁻¹ 10 hari ⁻¹) pada 19 BST	97
84. Hasil uji korelasi antara respirasi tanah dengan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah (mg C-CO ₂ kg tanah ⁻¹ 10 hari ⁻¹) pada 22 BST	98
85. Hasil uji korelasi antara respirasi tanah dengan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah (mg C-CO ₂ kg tanah ⁻¹ 10 hari ⁻¹) pada 25 BST	98
86. Hasil uji korelasi antara respirasi tanah dengan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah (mg C-CO ₂ kg tanah ⁻¹ 10 hari ⁻¹) pada 28 BST	98
87. Hasil uji korelasi antara respirasi tanah dengan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah (mg C-CO ₂ kg tanah ⁻¹ 10 hari ⁻¹) pada 31 BST	99
88. Nilai C-organik (%) dan pH tanah penelitian sebelumnya (<i>first crop</i>) pada pengamatan 13, 14, 15 dan 16 BST.....	99

89. Nilai C-organik (%) tanah pada pengamatan 19, 22, 25, 28 dan 31 BST	99
90. Nilai pH tanah pada pengamatan 19, 22, 25, 28 dan 31 BST	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan kerangka pemikiran penelitian pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap C-mik tanah	9
2. Lokasi penelitian pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap C-mik tanah	21
3. Alur waktu pelaksanaan penelitian pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap C-mik tanah	23
4. Petak percobaan pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap C-mik tanah	24
5. Titik pengambilan sampel tanah untuk penentuan C-mik tanah.....	26
6. Skema perangkat pengukuran C-mik dengan metode fumigasi dan inokulasi ulang menggunakan desikator	27
7. Skema pelaksanaan inkubasi sampel tanah di dalam toples	28
8. Dinamika biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah selama pertumbuhan tanaman nanas <i>ratoon</i>	33
9. Biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah pada setiap waktu pengamatan	35
10. C-organik tanah pada berbagai perlakuan pada pertanaman nanas <i>ratoon</i>	38
11. pH tanah pada berbagai perlakuan pada pertanaman nanas <i>ratoon</i>	38
12. Grafik korelasi antara pH tanah dengan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah pada pengamatan 19 BST.....	101
13. Grafik korelasi antara biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah dengan respirasi tanah pada pengamatan 19 BST	102

14. Grafik korelasi antara C-organik (%) dengan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah pada pengamatan 25 BST..... 102

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia menjadi salah satu negara penghasil buah nanas terbesar ketiga setelah Thailand dan Philipina (Yowandita, 2018). Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) produksi nanas di Indonesia pada tahun 2022 mencapai 3,2 juta ton yang sebelumnya hanya 2,8 juta ton. Peningkatan produksi nanas di tahun 2022 mencapai 10,99% dibandingkan pada tahun 2021. Lampung menjadi provinsi penghasil nanas terbesar di Indonesia pada tahun 2022 yang mencapai 861.706 ton (Badan Pusat Statistik, 2023). Perusahaan terbesar di Provinsi Lampung yang bergerak dalam budidaya tanaman nanas adalah PT *Great Giant Pineapple* (Ikram dkk., 2018).

Sejak tahun 1979, telah dilakukan kegiatan olah tanah dan pemanfaatan secara intensif pada lahan perkebunan nanas di PT GGP yang menyebabkan terjadinya degradasi tanah (Sanjaya, 2016). Degradasi tanah juga dapat terjadi karena penggunaan pupuk kimia secara intensif serta kurangnya penambahan bahan organik ke dalam tanah (Ramadhani, 2018). Menurut Banuwa (2013), lahan terdegradasi merupakan lahan yang memiliki tingkat produktivitas rendah sehingga kurang produktif untuk pertanian. Degradasi tanah yang terjadi dapat menyebabkan permasalahan seperti penurunan karbon organik tanah, penurunan biomassa karbon mikroorganisme, kemasaman tanah dan terjadinya pencucian unsur hara sehingga tidak tersedia bagi tanaman (Wahyunto, 2014).

Salah satu upaya untuk mengatasi degradasi tanah adalah dengan pemberian bahan organik (Tala'ohu, 2008). Bahan organik berperan dalam memperbaiki sifat fisik, sifat kimia dan sifat biologi tanah sehingga dapat memperbaiki kesuburan tanah. Bahan organik merupakan substrat bagi mikroorganisme untuk menunjang

pertumbuhannya (Meryandini, 2009). Mikroorganisme dapat dijadikan sebagai indikator kesuburan tanah karena berperan dalam dekomposisi bahan organik, siklus hara dan transformasi unsur hara (Wicaksono, 2015). Penambahan bahan organik juga diharapkan mampu meningkatkan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah yang merupakan salah satu indikator kesuburan tanah. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya rehabilitasi lahan dengan penambahan bahan organik.

Bahan organik yang dapat digunakan dalam upaya rehabilitasi tanah adalah kompos kotoran sapi. Namun, kompos kotoran sapi memiliki kandungan unsur hara makro dan mikro yang rendah sehingga dalam pengaplikasiannya dibutuhkan dalam jumlah yang besar serta memiliki pengaruh yang lambat terhadap tanaman (Sentana, 2010). Selain itu, kompos kotoran sapi memiliki sifat yang tidak dapat bertahan lama di dalam tanah karena mudah terurai sehingga ketersediaan unsur hara di dalam tanah tidak tersedia dalam jangka waktu panjang (Likur dkk., 2016). Oleh karena itu, dibuat inovasi berupa pupuk premium dalam mengatasinya.

Pupuk premium merupakan pupuk organik yang terdiri dari campuran bahan organik tanah dan amelioran yang meliputi kompos kotoran sapi, batubara muda, LOB, zeolit, dan vermikompos. Kandungan berbagai bahan organik pada pupuk premium dapat memperkaya ketersediaan substrat bagi mikroorganisme tanah (Rukmana, 2023). Pupuk premium memiliki kandungan batubara muda dengan karbon yang tinggi sehingga diharapkan dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama di dalam tanah. Berdasarkan hasil penelitian oleh Aditya (2023) pupuk premium B memiliki nilai C-mik tertinggi pada pengamatan 15 BST yaitu sebesar $6,07 \text{ mg C-CO}_2 \text{ kg tanah}^{-1} 10 \text{ hari}^{-1}$ dibandingkan dengan perlakuan kompos kotoran sapi dan perlakuan standar budidaya tanaman.

Pemberian pupuk premium diharapkan dapat memperbaiki kesuburan tanah yang dapat dilihat dari indikator biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah. Kandungan pupuk premium yang terdiri dari beberapa bahan organik dan amelioran diharapkan dapat meningkatkan kualitas dari pupuk premium itu sendiri. Pengukuran C-mik tanah dapat dijadikan indikator dalam penentuan

kesuburan tanah karena C-mik tanah dapat mewakili total karbon di dalam tanah (Pauza, 2016). Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian tentang aplikasi pupuk premium untuk meningkatkan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah sehingga dapat meningkatkan kesuburan tanah.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) pada perlakuan kompos kotoran sapi, pupuk premium A dan pupuk premium B lebih tinggi dibandingkan dengan standar budidaya nanas pada pertanaman nanas *ratoon*?
2. Apakah biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) pada perlakuan pupuk premium A dan pupuk premium B lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kompos kotoran sapi pada pertanaman nanas *ratoon*?
3. Apakah biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) pada perlakuan pupuk premium B lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk premium A.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk membandingkan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) antara pemberian kompos kotoran sapi, pupuk premium A dan pupuk premium B dengan standar budidaya nanas pada pertanaman nanas *ratoon*.
2. Untuk membandingkan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) antara pemberian pupuk premium A dan pupuk premium B dengan kompos kotoran sapi pada pertanaman nanas *ratoon*.
3. Untuk membandingkan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) antara pemberian pupuk premium B dengan pupuk premium A pada pertanaman nanas *ratoon*.

1.4 Kerangka Pemikiran

Salah satu penghasil buah nanas terbesar di Lampung adalah PT *Great Giant Pineapple*. Budidaya nanas di PT GGP dilakukan dengan sistem monokultur dan olah tanah secara intensif. Selain itu, penggunaan pupuk kimia secara intensif juga dilakukan untuk memenuhi kebutuhan unsur hara tanaman nanas. Kegiatan yang dilakukan pada sistem budidaya di PT GGP menyebabkan degradasi lahan sehingga menjadikan permasalahan pada tanah. Menurut Wahyunto (2014), degradasi yang terjadi pada lahan pertanian menyebabkan daya dukung dan produktivitas tanah menurun.

Pengolahan tanah secara intensif dapat menyebabkan terjadinya degradasi tanah sehingga terjadi penurunan kualitas tanah (Sanjaya, 2016). Penggunaan alat-alat berat pada kegiatan olah tanah yang dilakukan di perusahaan dapat mempercepat terjadinya degradasi tanah. Menurut Bhakti (2017), kegiatan olah tanah intensif dapat menyebabkan pemadatan tanah, merusak struktur dan agregat tanah serta menyebabkan terjadinya penurunan bahan organik. Pengolahan tanah intensif menyebabkan tanah mudah mengalami erosi sehingga dapat menurunkan kandungan bahan organik tanah. Akumulasi bahan organik pada tanah yang dilakukan pengolahan intensif lebih mudah hilang dibandingkan dengan tanah yang tidak diolah (Fuady, 2010). Putra (2017) menjelaskan bahwa olah tanah intensif dapat menurunkan kandungan bahan organik di dalam tanah.

Penggunaan pupuk kimia secara intensif juga menjadi salah satu penyebab terjadinya degradasi tanah. Penggunaan pupuk kimia dengan dosis besar serta melebihi dosis yang dianjurkan akan memberikan pengaruh negatif bagi tanah dan lingkungan (Herdiyanto, 2015). Penggunaan pupuk kimia dapat menyebabkan tanah menjadi keras sehingga akar tanaman sulit menyerap unsur hara serta terganggunya mikroorganisme tanah. Yalang (2016) menyatakan bahwa residu pupuk kimia menyebabkan mengerasnya tanah pertanian. Menurut Sulaeman (2017), penggunaan pupuk kimia secara berkelanjutan menyebabkan penurunan kandungan bahan organik tanah dan aktivitas mikroorganisme tanah serta tanah menjadi keras.

Penurunan kesuburan tanah juga dapat disebabkan oleh rendahnya pengaplikasian bahan organik ke dalam tanah. Dalam kegiatan budidaya tanaman, peran bahan organik sangat penting seperti menjadi sumber energi bagi mikroorganisme tanah, meningkatkan nilai KTK tanah karena adanya muatan negatif yang berasal dari koloid bahan organik tanah dan berperan dalam pembentukan agregat tanah yaitu sebagai perekat antar partikel-partikel tanah (Mustoyo, 2013). Sehingga penambahan bahan organik sangat penting untuk menjaga dan mempertahankan kesuburan tanah baik kesuburan fisika, kimia maupun biologi.

Menurut hasil penelitian oleh Sitorus (2010), upaya dalam meningkatkan kesuburan tanah adalah rehabilitasi menggunakan bahan organik. Rehabilitasi tanah dapat dilakukan dengan penambahan bahan organik dalam hal ini kompos kotoran sapi. Ketersediaan kotoran sapi yang melimpah dapat dijadikan sebagai alternatif dalam memperbaiki kesuburan tanah. Kompos kotoran sapi merupakan pupuk organik yang terbuat dari kotoran sapi beserta urin dan sisa pakan yang telah mengalami proses dekomposisi (Prihandini, 2007). Berdasarkan hasil penelitian oleh Zuraida dkk. (2021), penambahan kompos kotoran sapi dan kompos paitan dapat meningkatkan nilai C-organik tanah sebesar 1,48%.

Menurut hasil penelitian oleh Caban dkk. (2018), penggunaan kompos kotoran sapi dapat meningkatkan populasi mikroorganisme tanah yang nantinya akan mempengaruhi biomassa mikroorganisme tanah. Menurut Van der Bom dkk. (2018), penggunaan kompos kotoran sapi mampu meningkatkan keanekaragaman mikroorganisme dan biomassa mikroorganisme dibandingkan dengan lahan yang hanya menerima pupuk kimia. Input dari bahan organik seperti kompos kotoran sapi menyediakan karbon tersedia dan unsur hara yang dapat mendukung pertumbuhan mikroorganisme dan tanaman (Diacono dkk., 2011). Sayre dkk. (2023) menyatakan bahwa pemberian kompos kotoran sapi meningkatkan C-mik tanah sebesar (89,03 mg C-CO₂ kg⁻¹) dibandingkan dengan perlakuan pupuk kimia (56,22 mg C-CO₂ kg⁻¹). Hal ini sesuai dengan penelitian Kurniawati (2021), kompos kotoran sapi dapat meningkatkan C-mik tanah karena adanya karbon dan unsur hara pada kompos kotoran sapi. Namun, pemberian kompos kotoran sapi kurang memberikan hasil maksimal karena karbon pada kompos kotoran sapi

tidak dapat bertahan lama dalam satu kali masa tanam, sehingga diperlukan bahan organik stabil untuk mengatasinya (Mindari, 2022). Kompos kotoran sapi memiliki sifat yang tidak dapat bertahan lama di dalam tanah karena cepat terurai sehingga ketersediaan unsur hara di dalam tanah tidak tersedia dalam jangka waktu panjang (Likur dkk., 2016). Selain itu, pH kotoran sapi berkisar 4,0-4,5 menyebabkan mikroorganisme yang dapat hidup terbatas serta kandungan hara makro dan mikro rendah sehingga pengaplikasiannya dibutuhkan dalam jumlah yang besar (Sentana, 2010).

Pupuk premium tercipta sebagai upaya dalam rehabilitasi tanah. Pupuk premium merupakan pupuk organik yang terdiri dari campuran bahan organik dan amelioran dengan karakteristik fisik dan kandungan kimia yang beragam sehingga diharapkan lebih baik dalam meningkatkan kesuburan dan produktivitas tanah. Berdasarkan hasil penelitian oleh Sinurat (2023), pupuk premium mampu bertahan lama di dalam tanah diduga karena adanya bahan pembenah tanah yang sulit terdekomposisi dan memiliki efek yang relatif lama sehingga tidak perlu diberikan setiap tahun.

Batubara muda memiliki kandungan karbon tinggi yaitu 69%. Batubara muda memiliki sifat sulit terdekomposisi sehingga menyebabkan ketersediaan karbon dapat bertahan lama di dalam tanah. Ketersediaan C-organik di dalam tanah dapat menunjang pertumbuhan mikroorganisme sehingga menyebabkan peningkatan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah karena C-organik merupakan sumber energi bagi mikroorganisme tanah (Febriana, 2022).

Berdasarkan hasil penelitian oleh Riyanti (2015), pemberian pupuk hayati cair dapat meningkatkan ketersediaan hara, C-organik tanah dan populasi mikroorganisme tanah. Peningkatan populasi mikroorganisme akan mempengaruhi C-mik yang dihasilkan oleh mikroorganisme, semakin tinggi populasi mikroorganisme maka semakin besar biomassa karbon mikroorganisme yang dihasilkan (Rani, 2022). Pemberian zeolit dengan strukturnya yang berongga-rongga dapat meningkatkan KTK tanah, kemampuan tanah mengikat air dan dapat digunakan sebagai ruang tumbuh bagi mikroorganisme tanah (Prisa,

2020). Zeolit juga dapat mengikat sementara unsur hara di dalam tanah sehingga meningkatkan efisiensi pemupukan (Suwardi, 2002). Menurut Fitria (2018), pemberian vermikompos dapat meningkatkan C-organik tanah sehingga mampu menunjang pertumbuhan mikroorganisme tanah. Vermikompos dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme di dalam tanah karena tersedianya sumber energi bagi mikroorganisme tanah (Rekhina, 2012). Aktivitas mikroorganisme tanah akan meningkatkan C-mik tanah karena mikroorganisme menggunakan karbon untuk membentuk biomassa tubuhnya.

Terdapat 2 jenis pupuk premium yaitu pupuk premium A dan pupuk premium B. Pupuk premium A memiliki kandungan kompos kotoran sapi 77,6% dan batubara muda 9,8%, sedangkan pupuk premium B memiliki kandungan kompos kotoran sapi 72,7% dan batubara muda 14,7%. Kandungan batubara muda pada pupuk premium B yang lebih tinggi dibandingkan pupuk premium A diharapkan lebih baik dalam memperbaiki kesuburan tanah. Menurut hasil penelitian oleh Rukmana (2023), persentase batubara yang lebih tinggi dapat mempengaruhi penyediaan C stabil pada tanah. Menurut Buchari (2021), semakin tinggi C-organik di dalam tanah, maka C-mik tanah akan semakin tinggi pula.

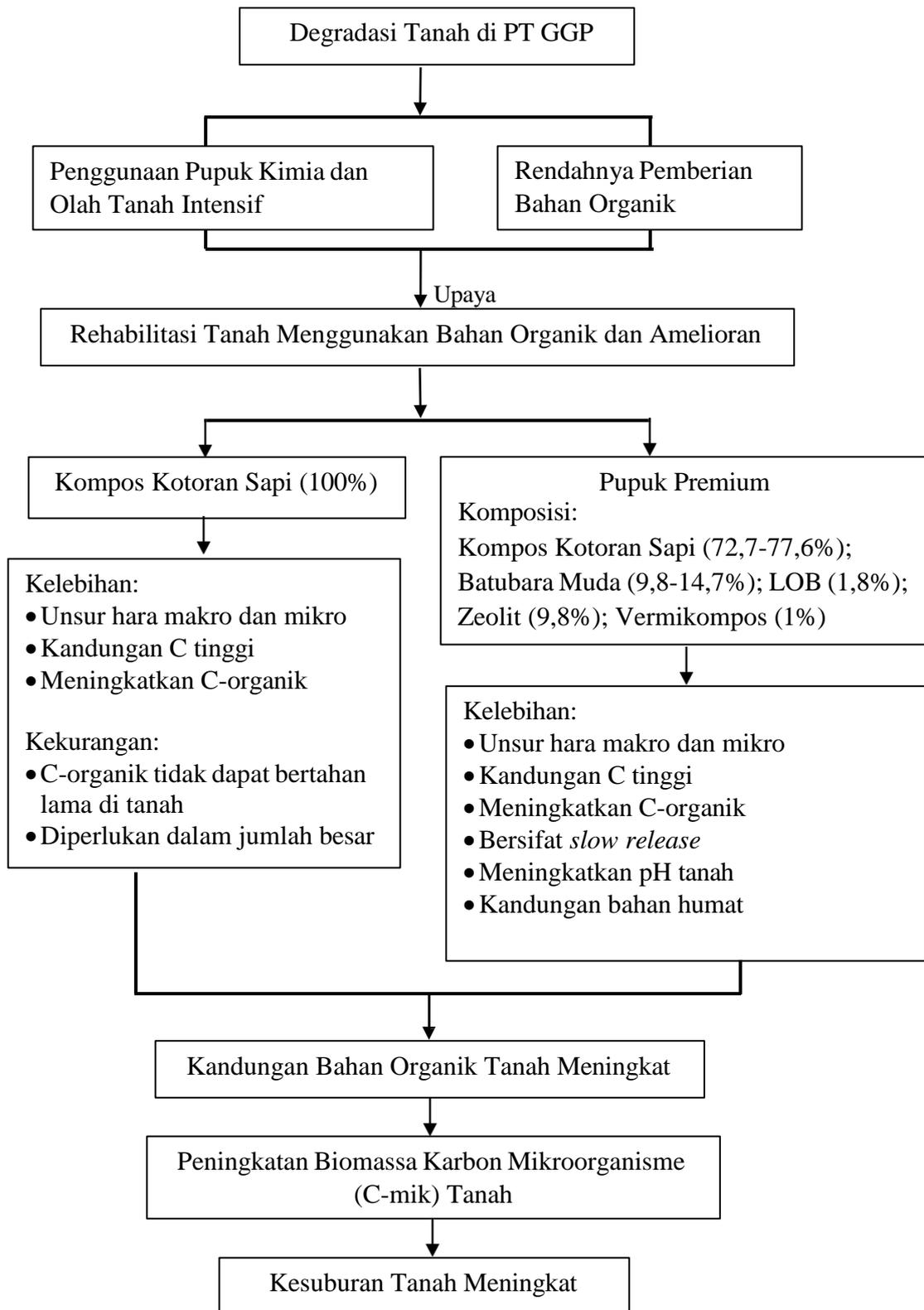
Pemberian pupuk premium diharapkan dapat memperbaiki kesuburan tanah yang dapat dilihat dari indikator biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah. Berdasarkan hasil penelitian oleh Aditya (2023), pupuk premium B mampu meningkatkan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) lebih tinggi ($6,07 \text{ mg C-CO}_2 \text{ kg tanah}^{-1} 10 \text{ hari}^{-1}$) dibandingkan dengan perlakuan lainnya pada pengamatan 15 BST. Berdasarkan hasil penelitian oleh Sinurat (2023), pada pengamatan 13 BST pupuk premium B meningkatkan pH tanah 0,17 atau sebesar 3,82% dibandingkan dengan pupuk premium A.

C-mik tanah dapat menjadi indikator kesuburan tanah karena menggambarkan total karbon di dalam tanah. Menurut Rani (2022), kesuburan tanah dapat dilihat dari aktivitas mikroorganisme tanah dan biomassa karbon mikroba (C-mik) tanah. Biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) yang semakin tinggi menunjukkan tingkat kesuburan tanah yang tinggi.

1.5 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran didapatkan hipotesis sebagai berikut:

1. Biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) pada perlakuan kompos kotoran sapi, pupuk premium A, pupuk premium B lebih tinggi dibandingkan dengan standar budidaya nanas pada pertanaman nanas *ratoon*.
2. Biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) pada perlakuan pupuk premium A dan pupuk premium B lebih tinggi dibandingkan dengan kompos kotoran sapi pada pertanaman nanas *ratoon*.
3. Biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) pada perlakuan pupuk premium B lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk premium A.



Gambar 1. Bagan kerangka pemikiran penelitian pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap C-mik tanah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Degradasi Lahan

Degradasi lahan adalah hilangnya kapasitas produksi lahan (Maximillian, 2019). Lahan yang terdegradasi memiliki tingkat produktivitas rendah sehingga kurang produktif untuk pertanian. Degradasi lahan dapat disebabkan oleh pengelolaan lahan yang kurang tepat, penggunaan pupuk kimia secara terus menerus tanpa diimbangi dengan pemberian pupuk organik (Massah, 2016).

Penggunaan alat-alat pertanian dapat mempercepat terjadinya degradasi lahan pertanian. Selain itu, degradasi tanah pertanian juga dapat terjadi dikarenakan penanaman secara intensif dan penggunaan pupuk kimia melebihi dosis yang dianjurkan dalam jangka waktu lama. Degradasi yang terjadi dapat menyebabkan penurunan kesuburan biologi tanah seperti penurunan karbon organik tanah, penurunan keanekaragaman hayati tanah dan vegetasi, serta penurunan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah (Wahyunto, 2014).

2.2 Upaya Rehabilitasi Tanah Menggunakan Bahan Organik

Kerusakan lahan dapat diakibatkan karena penggunaan pupuk anorganik secara intensif. Penggunaan pupuk anorganik memberikan dampak negatif bagi lahan seperti penurunan kesuburan tanah. Dampak negatif dari penggunaan pupuk anorganik secara intensif di atas takaran yang diberikan meliputi penurunan kandungan bahan organik tanah, peka terhadap erosi, penurunan permeabilitas tanah dan populasi mikroorganisme tanah (Herdiyanto, 2015). Alternatif yang dapat digunakan untuk mengurangi dampak negatif penggunaan pupuk anorganik tanah adalah pemberian bahan organik. Rehabilitasi lahan merupakan cara yang

dilakukan apabila suatu tanah mengalami kerusakan. Rehabilitasi dapat dilakukan dengan pemberian bahan organik. Bahan organik tanah merupakan bahan yang berasal dari sisa tanaman maupun hewan yang terus- menerus mengalami perombakan oleh organisme tanah. Bahan organik tanah merupakan bahan yang kompleks dan dinamis. Bahan organik memiliki peran penting di dalam tanah dikarenakan dapat mempengaruhi kesuburan tanah baik kesuburan fisika, kimia dan biologi tanah (Kamsurya, 2022).

Dalam kesuburan fisik tanah, bahan organik berperan dalam memperbaiki aerasi tanah, kemampuan penetrasi akar tanaman, kemampuan menyimpan air, mengurangi erosi tanah, dan mengurangi pergerakan permukaan tanah. Dengan adanya perbaikan pada aerasi tanah, ketersediaan oksigen bagi mikroorganisme dan tanaman dapat terpenuhi. Penambahan bahan organik juga dapat memperbaiki struktur tanah karena bahan organik berperan sebagai perekat antar partikel-partikel tanah dalam proses pembentukan agregat tanah sehingga nantinya dapat memperbaiki keseimbangan pori makro maupun mikro tanah. Tanah dengan kandungan bahan organik tinggi maka kerapatan tanah (*bulk density*) rendah, sehingga lebih mudah ditembus oleh akar tanaman (Tadini, 2018).

Dalam kesuburan kimia tanah, bahan organik berperan dalam memperbaiki kemasaman tanah. Kemasaman tanah menyebabkan ketersediaan unsur Al tinggi yang menyebabkan keracunan akar tanaman. Ketersediaan hara P sangat terbatas karena P terikat oleh Al dan Fe pada pH tanah yang asam. Bahan organik berperan dalam meningkatkan pH tanah. Asam-asam organik yang dihasilkan melalui proses dekomposisi bahan organik akan mengikat Al dan Fe membentuk senyawa kompleks (khelat), sehingga Al dan Fe di dalam tanah menjadi tidak larut. Dalam proses dekomposisi bahan organik akan melepaskan kation-kation basa yang menyebabkan pH tanah meningkat (Siregar, 2017). Salah satu penghasil karbon terbesar adalah bahan organik tanah. Karbon yang berasal dari bahan organik tanah merupakan substrat bagi mikroorganisme tanah. Selain itu, bahan organik tanah dapat menambah ketersediaan unsur hara yang menjadi sumber energi untuk mikroorganisme tanah dan akhirnya dapat meningkatkan jumlah dan aktivitas mikroorganisme tanah (Meryandini, 2009).

2.2.1 Kompos Kotoran Sapi dalam Memperbaiki Kesuburan Tanah

Kompos kotoran sapi merupakan bahan organik yang dapat digunakan dalam rehabilitasi lahan. Kompos kotoran sapi tersusun dari sisa tanaman, pakan dan kotoran hewan (kohe) kemudian mengalami proses pembusukan atau dekomposisi. Penggunaan kompos kotoran sapi dapat meningkatkan kesuburan tanah dengan memperbaiki kerusakan fisik dan biologi tanah akibat pemakaian pupuk kimia secara berlebihan (Ratriyanto, 2019).

Menurut hasil penelitian oleh Arifaldi (2022) pemberian kompos kotoran sapi mampu menjaga kelembaban dan suhu tanah, meningkatkan kandungan bahan organik tanah, menaikkan pH tanah, serta memperbaiki sifat fisika seperti memperbaiki tekstur tanah, menjadikan struktur remah dan tanah terlihat lebih gelap yang mengindikasikan tanah subur. Kompos kotoran sapi memiliki kandungan (0,4-2%) N, (0,2-0,5 %) P, (0,1-1,5%) K dan beberapa unsur-unsur lain (Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, Zn) (Dewi, 2017).

Berdasarkan data BPTP (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian), kandungan unsur N pada satu ekor sapi dengan bobot badan 340 kg adalah 42,2 %, kandungan unsur P adalah 13,6 % dan kandungan unsur K adalah 30,0%. Prihandini (2007) menyatakan seekor sapi dapat menghasilkan kotoran padat dan cair sebanyak 23,6 kg/hari dan 9,1 kg/hari. Namun, kotoran sapi yang dihasilkan tersebut tidak dapat langsung diberikan pada tanah dan harus dilakukan proses pengomposan terlebih dahulu. Ciri-ciri dari kompos yang baik dan sudah siap diberikan ke tanah adalah memiliki perbedaan warna dari bahan penyusunnya, telah terdekomposisi secara sempurna, tidak menimbulkan bau yang menyengat, kadar air rendah, dan suhu mendekati suhu ruang (Prihandini, 2007). Oleh karena itu, proses pengomposan harus dilakukan secara benar agar dihasilkan hasil kompos yang sesuai dengan ciri-ciri kompos yang baik.

2.2.2 Kelebihan Pupuk Premium dalam Memperbaiki Kesuburan Tanah

Pupuk premium merupakan pupuk organik yang terdiri dari campuran bahan organik dan amelioran yang meliputi kompos kotoran sapi, batubara muda,

zeolit, vermikompos dan LOB. Kandungan beberapa bahan organik pada pupuk premium dapat memperkaya ketersediaan substrat bagi mikroorganisme. Pupuk premium memiliki kandungan batubara muda dengan C-organik yang tinggi. Batubara muda memiliki kandungan C (69%) (Hairul, 2016). Kandungan karbon yang tinggi pada batubara muda dapat menyediakan C-organik di dalam tanah. Bahan organik yang memiliki kandungan karbon tinggi akan membutuhkan waktu lebih lama untuk terdekomposisi secara sempurna, sehingga C-organik dari bahan organik tersebut dapat bertahan lama di dalam tanah (Kusuma, 2012).

Batubara muda merupakan salah satu penghasil senyawa humat. Asam humat merupakan bahan yang bersifat stabil di dalam tanah (Dewi, 2016). Berdasarkan penelitian Santi (2016), semakin tinggi kandungan asam humat yang diberikan, populasi mikroorganisme di dalam tanah cenderung semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan penelitian oleh Tikhonov dkk. (2010), fungsi asam sebagai sumber karbon dan membantu ketersediaan nutrisi bagi pertumbuhan mikroorganisme tanah. Pemberian asam humat akan membentuk kompleks dengan unsur hara makro dan mikro sehingga melindungi unsur tersebut dari pencucian. Unsur-unsur yang diikat dalam bentuk organik dapat dipertahankan dan sewaktu-waktu dapat diserap oleh tanaman, sehingga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk (Hilwan, 2015).

Terdapat dua jenis pupuk premium yang diberikan pada lahan, yaitu pupuk premium A dan pupuk premium B. Perbedaan kedua jenis pupuk tersebut adalah dosis bahan bakunya. Pupuk premium A tersusun dari (Pupuk Premium A (Kompos kotoran sapi 77,6% + Batubara 9,8% + Zeolit 9,8% + LOB 1,8% + Vermikompos 1%). Sedangkan pupuk premium B tersusun dari Pupuk Premium B (Kompos kotoran sapi 72,7% + Batubara 14,7% + Zeolit 9,8% + LOB 1,8% + Vermikompos 1%). Pemberian pupuk premium ini diharapkan mampu untuk memperbaiki penurunan sifat-sifat tanah, khususnya sifat biologi tanah yaitu biomassa karbon mikroorganisme (C-mik).

2.2.3 Pengaruh Batubara terhadap Biomassa Karbon Mikroorganisme (C-mik)

Batubara muda (lignit) memiliki karakteristik lebih lunak karena materialnya yang rapuh, kelembaban yang lebih tinggi dan berwarna seperti tanah. Lignit kurang efektif apabila digunakan sebagai sumber energi karena memiliki kadar karbon lebih rendah dibandingkan dengan jenis batubara lainnya, sehingga lebih efektif dijadikan sebagai sumber bahan humat (Herviyanti dkk., 2012). Menurut Syafrullah (2018), asam humat dari batubara muda dapat meningkatkan pH tanah karena dapat membentuk kompleks Al-organik yang selanjutnya akan meningkatkan kandungan unsur hara di dalam tanah. Nainggolan (2009), asam humat dapat mengikat unsur hara makro dan mikro agar tidak mudah hilang sehingga dapat tersedia bagi tanaman. Asam humat memiliki sifat yang resisten dan memiliki luas permukaan yang tinggi (Hermanto, 2013). Asam humat memiliki muatan negatif dari berbagai gugus fungsionalnya yang menyebabkan nilai KTK sangat tinggi (lebih dari 200 me 100 g^{-1}) sehingga dapat meningkatkan kemampuan tanah dalam mengikat, menjerap dan mempertukarkan kation (Suwardi, 2009).

Penggunaan asam humat dari batubara muda dapat memperbaiki kesuburan tanah baik secara fisika, kimia dan biologi. Santi (2016) menyatakan bahwa penggunaan asam humat dapat memperbaiki kesuburan tanah terutama dalam meningkatkan C-organik tanah dan meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme tanah. Peningkatan jumlah mikroorganisme tanah akan menyebabkan C-mik tanah meningkat karena mikroorganisme menggunakan C-organik tanah sebagai substrat untuk pertumbuhannya. Berdasarkan hasil penelitian Meng (2023) pupuk majemuk yang berasal dari batubara secara efektif meningkatkan unsur hara tanah dan keanekaragaman mikroorganisme tanah.

2.2.4 Pengaruh Zeolit terhadap Biomassa Karbon Mikroorganisme (C-mik)

Zeolit memiliki karakteristik utama yaitu adanya pori-pori pada struktur zeolit. Pori-pori ini dapat ditempati oleh kation-kation basa, molekul air serta berperan dalam ruang tumbuh bagi mikroorganisme tanah (Prisa, 2020). Zeolit dapat

mengikat unsur hara di dalam tanah dan melepaskannya saat dibutuhkan oleh tanaman, sehingga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk dan berperan sebagai bahan penyedia lambat (*slow release agent*) (Suwardi, 2002).

Zeolit telah banyak dimanfaatkan dalam bidang pertanian karena dapat meningkatkan efektivitas pemupukan dan menjaga kelembaban tanah dengan menyimpan molekul air pada strukturnya yang berongga. Zeolit berperan sebagai bahan pembenah tanah yang apabila diberikan sesuai dengan dosis yang direkomendasikan dapat memperbaiki sifat-sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, sehingga produksi pertanian dapat ditingkatkan (Al-Jabri, 2010). Penggunaan zeolit sebagai bahan pembenah tanah memiliki kelebihan berupa struktur zeolit yang bersifat stabil di dalam tanah sehingga dapat berpengaruh sampai beberapa tahun. Penggunaan bahan tambahan pembenah tanah berupa zeolit pada pupuk premium diharapkan dapat meningkatkan kualitas dari pupuk premium itu sendiri. Sehingga perbaikan kesuburan tanah terutama secara biologi dapat lebih baik yang dapat dilihat dari indikator biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah.

2.2.5 Pengaruh LOB terhadap Biomassa Karbon Mikroorganisme (C-mik)

Menurut Sutanto (2002), penggunaan LOB atau pupuk organik cair merupakan salah satu cara untuk mengatasi kekurangan bahan organik pada tanah. LOB merupakan larutan hasil fermentasi bahan organik yang memiliki kandungan unsur hara lebih dari satu (Abbas dkk., 2022). Pupuk organik cair atau LOB mengandung beragam mikroorganisme menguntungkan yang dapat meningkatkan jumlah mikroorganisme di dalam tanah. Beberapa mikroorganisme yang terdapat dalam kandungan LOB adalah *Aspergillus sp.*, *Azospirillum sp.*, *Azotobacter sp.*, *Bacillus sp.*, *Pseudomonas sp.* (Novitasari, 2018).

Liquid organic biofertilizer dapat dijadikan sebagai alternatif untuk memperbaiki kesuburan tanah secara fisika, kimia dan biologi, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman budidaya. Kandungan unsur hara pada pupuk organik cair lebih lengkap dibandingkan dengan pupuk kimia, meskipun memiliki presentase

yang rendah. Berdasarkan hasil penelitian oleh Gayatri (2022), pemberian pupuk organik cair yang dilakukan secara rutin dapat mengakibatkan kandungan hara pada pupuk organik cair dapat mengimbangi pupuk kimia. LOB mengandung bahan organik yang berperan aktif dalam meningkatkan reaksi pengikatan ion yang tersedia sehingga bisa langsung dimanfaatkan oleh tanaman (Hadisuwito 2012).

2.2.6 Pengaruh Vermikompos terhadap Biomassa Karbon Mikroorganisme (C-mik)

Vermikompos merupakan pupuk organik yang di dalamnya termasuk kotoran cacing dikarenakan saat proses pengomposan menggunakan bantuan cacing (Hasyim dkk., 2014). Vermikompos memiliki kandungan unsur N, P, K, Ca dan Mg tergantung pada komposisi media tumbuh cacing serta dapat meningkatkan kandungan bahan organik di dalam tanah (Libra dkk., 2018).

Vermikompos dapat berperan dalam memperbaiki sifat fisik tanah, sifat kimia dan sifat biologi tanah. Pada perbaikan sifat fisika tanah, vermikompos dapat memperbaiki struktur tanah, porositas tanah, permeabilitas dan kemampuan dalam menahan air. Kemudian, vermikompos juga dapat memperbaiki sifat kimia tanah seperti meningkat C-organik tanah. Berdasarkan hasil penelitian oleh Fitria (2018), penggunaan vermikompos dapat meningkatkan kadar C-organik tanah karena vermikompos mengandung C-organik yang tinggi yaitu 14,32%. Selain itu, pH tanah dan P-tersedia meningkat pada pemberian vermikompos dan Al-dd mengalami penurunan. Pemberian vermikompos juga berpengaruh terhadap pertumbuhan populasi nematoda di dalam tanah karena ketersediaan C-organik sebagai sumber makanan yang tinggi (Fajri, 2022). Kadar C-organik yang tinggi pada vermikompos dapat dijadikan sebagai substrat mikroorganisme sehingga menunjang pertumbuhan mikroorganisme di dalam tanah.

2.3 Biomassa Karbon Mikroorganisme (C-mik)

Biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) total karbon yang terdapat pada mikroorganisme seperti bakteri, fungi dan mikroba lainnya yang ada di

lingkungan serta merupakan komponen labil dari fraksi organik tanah. C-mik tanah merupakan bagian yang hidup dari bahan organik tanah yang meliputi bakteri, fungi, algae, protozoa namun tidak termasuk akar tanaman (Susilawati, 2013). Biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) merupakan salah satu komponen karbon organik di dalam tanah yang berbentuk sel hidup mikroorganisme. C-mik tanah adalah bagian dari bahan organik yang aktif dan merupakan bagian terpenting di dalam tanah yang menyusun 2-3% dari total karbon organik tanah (Septiana, 2012). Meskipun C-mik hanya sebagian kecil dari total karbon organik tanah namun memiliki peran yang sangat penting terhadap transformasi bahan organik.

Biomassa karbon mikroorganisme tanah (C-mik) merupakan indikator untuk mengetahui jumlah biomassa mikroorganisme yang berperan untuk mengukur aktivitas dari mikroorganisme di dalam tanah (Giri, 2020). C-mik dapat digunakan sebagai indikator kesuburan tanah karena berperan dalam mengatur transformasi dan penyimpanan hara. Tanah yang subur akan memiliki nilai biomassa karbon mikroorganisme yang tinggi karena mampu menyediakan tempat tumbuh dan berkembang yang ideal bagi mikroorganisme. Meskipun biomassa karbon mikroorganisme tanah (C-mik) hanya mewakili sebagian kecil fraksi total karbon dan nitrogen tanah tetapi relatif mudah berubah sehingga jumlah, aktivitas dan kualitas C-mik merupakan faktor kunci dalam mengendalikan jumlah C dan N yang dimineralisasi (Wibowo, 2013).

Salah satu indikator penentu kesuburan tanah adalah biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah. Mikroorganisme menjadi indikator penting terhadap kesuburan tanah karena berperan dalam penguraian bahan organik, peran dalam siklus energi, siklus hara, pembentukan agregat tanah, dan dalam menentukan kesehatan tanah (*suppressive/conducive*) (Widodo, 2016).

2.4 Faktor yang Mempengaruhi Biomassa Karbon Mikroorganisme (C-mik) Tanah

Salah satu indikator kesuburan tanah adalah biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah. C-mik merupakan total karbon dari mikroorganisme tanah yang selalu

berkaitan dengan kesuburan suatu tanah. Tingkat populasi mikroorganisme yang tinggi di dalam tanah dikarenakan adanya akumulasi bahan organik yang merupakan substrat bagi mikroorganisme tanah. Kuantitas dan kualitas mikroorganisme di dalam tanah dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti ketersediaan hara dan karbon organik sebagai substrat bagi mikroorganisme yang digunakan dalam berbagai aktivitasnya di dalam tanah, reaksi (pH) tanah, komposisi ruang pori di dalam tanah, suhu tanah, kadar air tanah, sifat genetik, interaksi positif atau negatif antar organisme dan kemampuan untuk bertahan pada berbagai kondisi sangat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup mikroorganisme di dalam tanah.

Biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) juga dapat dipengaruhi oleh jenis tanaman dan praktek pengolahan tanah. Perbedaan praktek pengolahan tanah dapat mempengaruhi kondisi lingkungan yang sesuai untuk habitat mikroorganisme tanah. Umumnya mikroorganisme tanah lebih banyak ditemukan pada daerah rizosfer. Hal ini dikarenakan mikroorganisme akan mendapat cadangan makanan yang beragam pada daerah rizosfer (Susanti, 2014).

2.5 Pengaruh Perakaran Tanaman Nanas terhadap Biomassa Karbon Mikroorganisme (C-mik) Tanah

Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr) merupakan tanaman hortikultura tropis yang memiliki struktur morfologi utama yaitu batang, daun, tangkai, mahkota, tunas dan akar adventif. Daun tanaman nanas berwarna hijau, runcing dan pada tepi daunnya tajam seperti duri dengan panjang dapat mencapai hingga 130-150 cm. Tanaman nanas memiliki batang yang pendek (20-25 cm) sebagai tempat melekatnya daun, bunga dan juga buah. Akar tanaman nanas adalah serabut dengan kedalaman efektif yang dapat ditembus sekitar 50 cm (Novitasari, 2018).

Keadaan di sekitar perakaran tanaman atau yang disebut daerah rizosfer sangat mempengaruhi keberadaan mikroorganisme tanah. Mikroorganisme cenderung melimpah pada daerah sekitar rizosfer dikarenakan perakaran nanas mengeluarkan eksudat akar (*root exudates*) yang dapat dimanfaatkan oleh mikroorganisme tanah

sebagai substrat. Pada fase generatif tanaman nanas kelimpahan mikroorganisme cenderung lebih tinggi dibandingkan pada fase vegetatif tanaman nanas. Hal ini dikarenakan terjadi sekresi gula sederhana dan asam-asam organik lebih tinggi sehingga akan meningkatkan aktivitas mikroorganismem di sekitar rizosfer.

Berdasarkan penelitian Utami dkk. (2020) kelimpahan bakteri pelarut kalium, bakteri kitinolitik, dan bakteri penghasil IAA lebih tinggi pada fase generatif tanaman nanas.

2.6 Pertanaman Nanas *First crop* dan *Ratoon*

Tanam *First crop* merupakan tanaman yang belum dilakukan panen pertama (Utami dkk., 2020). Setelah panen pada tanam *first crop* tanaman nanas tidak dibongkar. Namun, dilakukan pemangkasan daun untuk mempercepat pertumbuhan tunas baru yang akan digunakan sebagai bibit untuk tanam selanjutnya yaitu *ratoon*. Sehingga, pada saat tanam *ratoon* tidak perlu dilakukan penanaman bibit kembali.

Tanaman nanas dapat dipanen pada saat berumur 18-24 bulan tergantung pada varietas dan jenis bibit yang digunakan (Wigustina, 2023). Pemanenan tanaman nanas dilakukan dengan cara memangkas buah nanas dari batang tanaman sehingga sisa dari batang tanaman utama tetap ada. Setelah dilakukan pemanenan, tanaman nanas utama akan menghasilkan tunas baru, tunas kemudian dipelihara dan akan dipanen buahnya. Anakan atau tunas yang tumbuh dari tanaman utama dipelihara hingga siap panen tanpa melakukan penanaman bibit kembali. Pada perkebunan nanas, buah nanas dapat dipanen sebanyak 3 kali, setelah itu tanaman akan dibongkar dan diganti dengan bibit yang baru. Hal ini dilakukan untuk menjaga kualitas dan ukuran dari buah nanas agar tidak menurun (Tarigan, 2014). Kegiatan tanam *ratoon* yang dilakukan pada perkebunan nanas bertujuan untuk mendapatkan hasil produksi tanpa melakukan penanaman bibit kembali, sehingga dapat menekan biaya produksi yang dibutuhkan dan efisiensi waktu. Bibit tanaman nanas berasal dari 3 bagian yaitu mahkota (*crown*), cangkokan (*slip*) dan tunas yang tumbuh pada batang di atas permukaan tanah (*sucker*) (Ardisela, 2010).

2.7 Syarat Tumbuh Tanaman Nanas

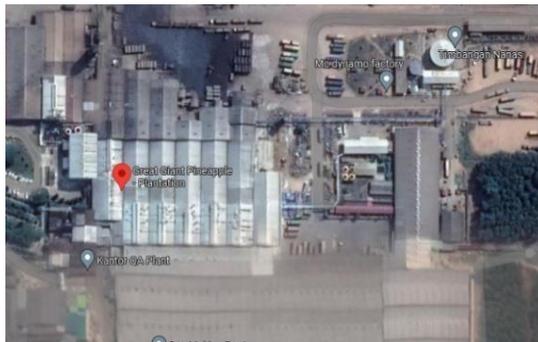
Tanaman nanas dapat tumbuh dengan baik pada daerah dengan curah hujan berkisar 1000-1500 mm/tahun. Tanaman nanas merupakan tanaman yang resisten terhadap kekeringan. Suhu optimum bagi pertumbuhan nanas berkisar antara 20 sampai 30 °C dan pH tanah yang sesuai untuk tanaman nanas berkisar antara 4,5-5,5. Tanaman nanas cukup toleran pada pH rendah atau kondisi tanah masam sehingga pada kondisi tersebut masih mampu tumbuh subur dan hasil buahnya baik (Banowati, 2020).

Tanaman nanas membutuhkan cahaya matahari yang cukup bagi pertumbuhannya. Intensitas matahari yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman nanas rata-rata 33-71%. Persentase sinar matahari yang terlalu rendah menyebabkan pertumbuhan tanaman nanas terhambat sehingga buahnya akan menjadi kecil serta kadar gulanya rendah. Namun, apabila persentase sinar matahari terlalu tinggi dapat menyebabkan tanaman nanas terbakar. Tanaman nanas dapat tumbuh pada dataran rendah dengan ketinggian 100-200 mdpl. Di daerah dataran tinggi tanaman nanas masih dapat tumbuh sampai ketinggian 1200 mdpl. Adapun ketinggian yang paling sesuai bagi pertumbuhan tanaman nanas adalah 100-800 mdpl (Hadiati, 2008).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2022 sampai dengan Januari 2024. Pengambilan sampel dilakukan di PT *Great Giant Pineapple* (GGP) Kabupaten Lampung Tengah. Secara geografis terletak pada $04^{\circ}49''$ LS dan $105^{\circ}03''$ BT (Gambar 2). Analisis biologi dilakukan di Laboratorium Bioteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Kemudian, analisis kimia dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.



Gambar 2. Lokasi penelitian pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap C-mik tanah.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, kantong plastik, timbangan analitik, oven, desikator, toples plastik ukuran 1 liter, botol film, *aluminium foil*, erlenmeyer, labu ukur, gelas ukur, pipet tetes, botol semprot, derigen, seperangkat buret, sendok, kertas label, alat tulis dan alat laboratorium lainnya. Sedangkan bahan yang digunakan adalah sampel tanah, KOH 0,5 N, HCl 0,1 N, indikator *penolphtalein*, indikator *metil orange*, aquades dan kloroform (CHCl_3).

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 4 perlakuan, yaitu:

Tabel 1. Perlakuan aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah

Perlakuan	
P ₁	Standar Budidaya Tanaman Nanas PT. GGP (Urea 75 kg ha ⁻¹ , MgSO ₄ 10 kg ha ⁻¹ , FeSO ₄ 8 kg ha ⁻¹ dan ZnSO ₄ 8 kg ha ⁻¹)
P ₂	Kompos Kotoran Sapi 100%
P ₃	Pupuk Premium A (Kompos kotoran sapi 77,6% + Batubara muda 9,8% + Zeolit 9,8% + LOB 1,8% + Vermikompos 1%)
P ₄	Pupuk Premium B (Kompos kotoran sapi 72,7% + Batubara muda 14,7% + Zeolit 9,8% + LOB 1,8% + Vermikompos 1%)

Dari ke-empat perlakuan tersebut diulang sebanyak 4 kali sehingga diperoleh 16 satuan percobaan.

3.4 Sejarah Lahan

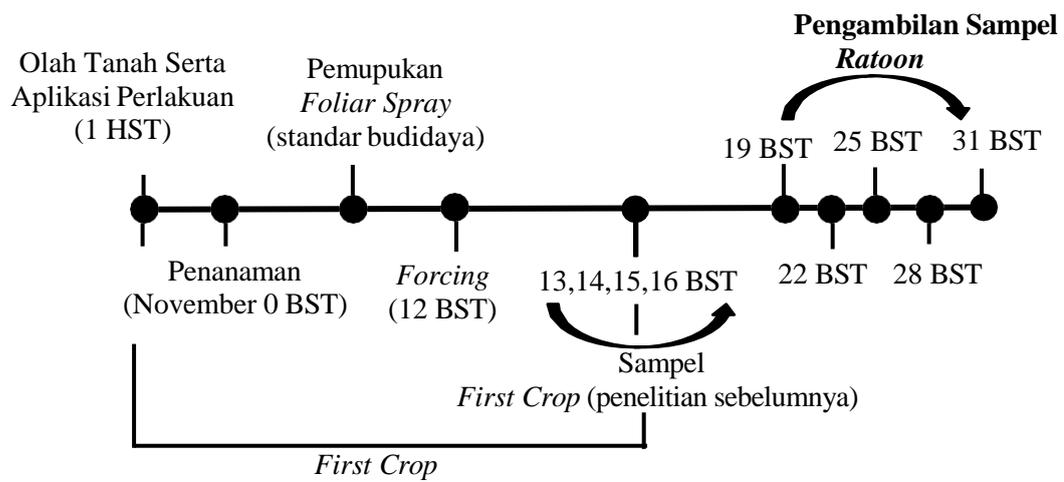
Lahan penelitian berlokasi di PT *Great Giant Pineapple* Kecamatan Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah. Lahan penelitian ini merupakan lahan yang digunakan untuk pertanaman tunggal atau monokultur. Lahan penelitian ini digunakan untuk menanam komoditas tanaman nanas tanpa adanya sistem rotasi dengan tanaman lain. Penelitian ini dilakukan pada tanam *ratoon* tanaman nanas. Sehingga sebelumnya telah dilakukan penanaman nanas *first crop*. Tanam nanas *first crop* dilakukan pada bulan November 2020 sampai dengan bulan Mei 2022. Kemudian, tanam *ratoon* nanas dilakukan pada bulan Juni 2022 sampai dengan bulan Juni 2023.

Berdasarkan data tim penelitian GGP (2022) mendapatkan hasil bahwa sebelum dilakukan aplikasi perlakuan, lahan penelitian memiliki kandungan C-organik tanah sebesar 1,4 %, pH tanah sebesar 4,3, Fosfor (P) sebesar 8,76 cmol kg⁻¹, Kalsium (Ca) sebesar 1,05 cmol kg⁻¹, Aluminium (Al) sebesar 37,7 cmol kg⁻¹, Besi (Fe) sebesar 93,82 cmol kg⁻¹ dan Magnesium (Mg) sebesar 0,53 cmol kg⁻¹. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya oleh Aditya (2023) didapatkan hasil

bahwa kandungan C-organik tanah berkisar 0,95% - 1,48% dan pH tanah berkisar 4,24 – 4,85. Kemudian, C-mik tanah pada perlakuan kompos kotoran sapi, pupuk premium A, dan pupuk premium B meningkat sebesar 89,31 % pada pengamatan 15 BST dan meningkat sebesar 84,06% pada pengamatan 16 BST.

3.5 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut.

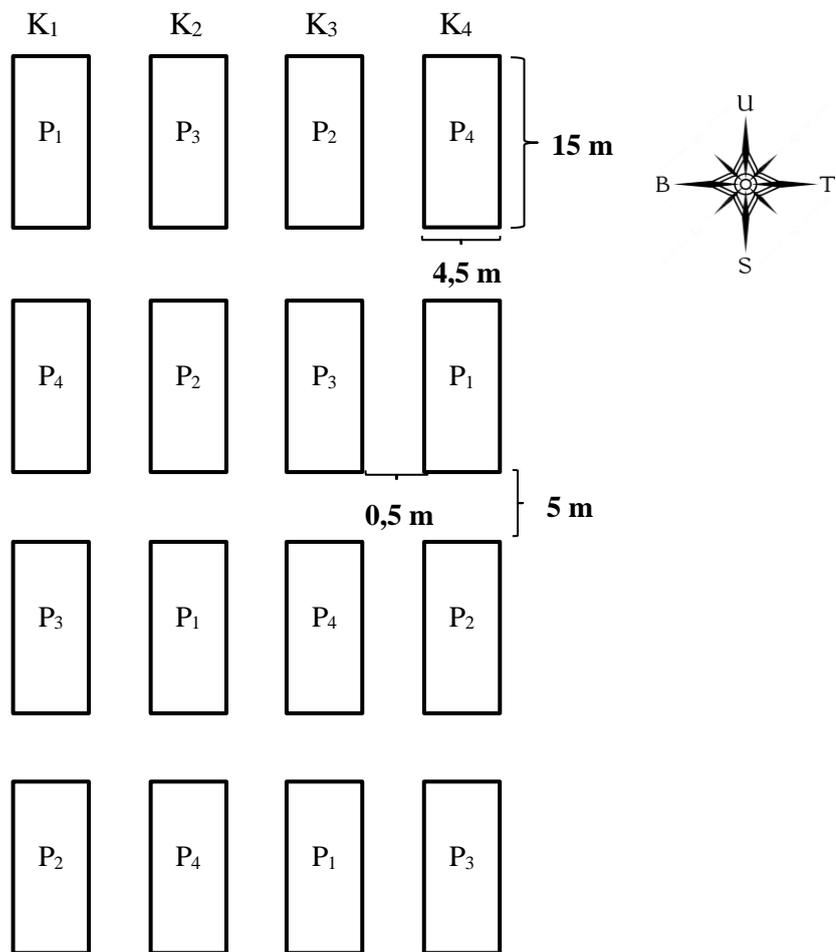


Gambar 3. Alur waktu pelaksanaan penelitian pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap C-mik tanah; HST = hari sebelum tanam; BST = bulan setelah tanam.

3.5.1 Persiapan Lahan

Pengolahan tanah di perkebunan nanas meliputi *chopping*, yaitu pencacahan daun nanas agar menjadi bagian lebih kecil sehingga lebih cepat terdekomposisi.

Kemudian, pembajakan (*plowing*), yaitu membalik atau membongkar tanah agar seresah hasil pencacahan tertimbun ke dalam tanah dan mempercepat proses dekomposisi. Selanjutnya penggaruan (*harrowing*) untuk memecah struktur tanah yang masih berukuran besar setelah pembajakan. Kemudian, dilakukan *subsoiling* untuk memecah lapisan dalam tanah yang keras agar dapat memperbaiki keadaan drainase tanah. Kemudian, *rotary finishing* untuk menghancurkan bongkahan tanah yang masih berukuran besar sekaligus meratakan permukaan tanah. Lalu, dilakukan pembuatan guludan menggunakan alat *ridger*. Petak percobaan pada lahan berukuran 15 m x 4,5 m.



Gambar 4. Petak percobaan pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap C-mik tanah.

3.5.2 Pemupukan (Aplikasi Perlakuan)

Pengaplikasian perlakuan yang meliputi kompos kotoran sapi, pupuk premium A, pupuk premium B dilakukan 1 hari sebelum tanam (HST) pada saat tanam *first crop*. Pada tanam *ratoon* tidak dilakukan aplikasi perlakuan kembali. Perlakuan yang diberikan dilakukan menggunakan alat yang disebut ridger palir. Kemudian, pemupukan standar budidaya tanaman nanas (*foliar spray*) dilakukan pada 5-11 bulan setelah tanam (BST) yang diaplikasikan menggunakan alat *Boom Spray Cameco* (BSC).

Pupuk premium dibuat dengan cara menghaluskan batubara muda hingga didapatkan tingkat kehalusan dengan ukuran 60 mesh, kemudian dicampurkan dengan kompos kotoran sapi, zeolit, LOB dan vermikompos. Setelah itu, dicetak menggunakan mesin pellet.

3.5.3 Penanaman

Penanaman dilakukan dengan jarak antar baris x jarak antar tanaman adalah 55 cm x 25 cm. Sebelum dilakukan penanaman, bibit tanaman nanas telah melalui proses dipping yang bertujuan untuk melindungi bibit dari serangan hama atau penyakit. Pada petak percobaan dengan ukuran 15 m x 4,5 m ditanami kurang lebih berkisar 486 bibit nanas dengan jumlah baris tanaman di dalam petak adalah 8 baris dan jumlah tanaman pada setiap barisnya adalah 60 tanaman.

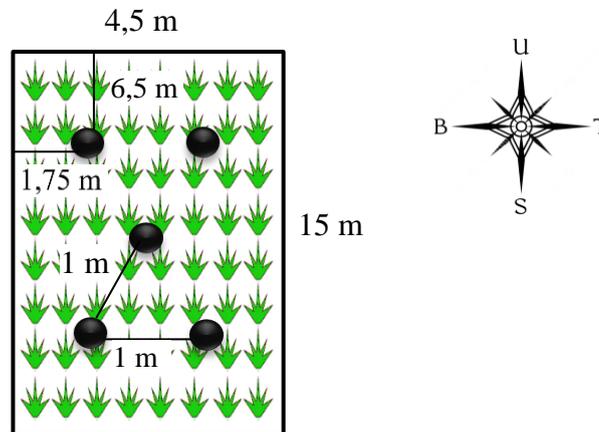
3.5.4 Pemanenan

Pemanenan dapat dilakukan pada saat tanaman nanas berumur 17-18 bulan setelah tanam (BST). Pemanenan dilakukan menggunakan alat yang disebut *Cameco Harvester* dengan 2 buah sayap yang masing-masing sayapnya memiliki panjang 18 meter. Saat kedua sayap ini direntangkan, mesin akan berjalan dengan sangat pelan sehingga para tenaga kerja dapat dengan mudah memetik buah nanas dan kemudian mengumpulkannya di unit *Cameco Harvester*.

3.5.5 Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan pada *ratoon crop* tanaman nanas, yaitu tanaman yang telah dilakukan panen pertama. Pengambilan sampel dilakukan pada bulan ke 19, 22, 25, 28 dan 31 setelah tanam yang meliputi bulan Juni 2022 sampai dengan bulan Juni 2023. Pengambilan sampel tanah dilakukan untuk analisis variabel utama dan variabel pendukung. Pengambilan sampel tanah dilakukan menggunakan cangkul dan sekop pada kedalaman 0-20 cm pada beberapa titik dalam satu petak percobaan yang selanjutnya dilakukan komposit (Gambar 5). Kemudian, sampel tanah dimasukkan ke dalam plastik yang telah

diberi kode perlakuan. Pengambilan sampel tanah dilakukan untuk menganalisis biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) (variabel utama). Selanjutnya terdapat variabel pendukung yang dianalisis meliputi pH tanah, C-organik tanah, kadar air dan suhu tanah.



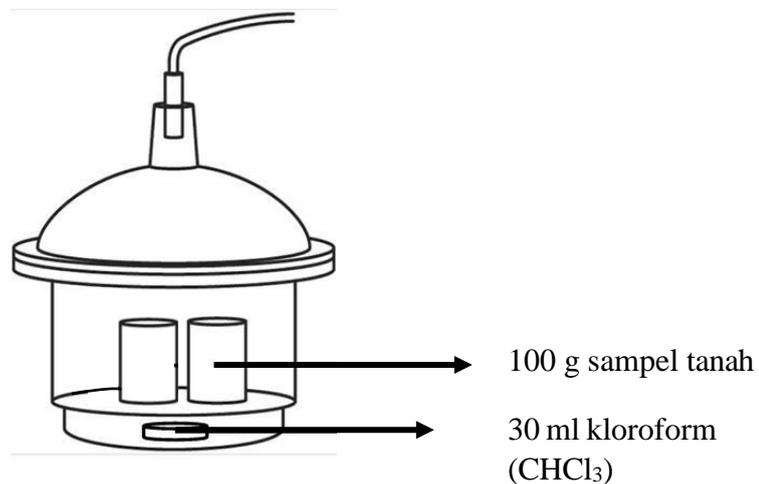
Gambar 5. Titik pengambilan sampel tanah untuk penentuan C-mik tanah.

3.6 Variabel Utama (Biomassa Karbon Mikroorganisme dengan Metode Fumigasi-Inokulasi Ulang)

Sampel tanah yang digunakan untuk analisis biomassa karbon mikroorganisme C-mik didiamkan terlebih dahulu hingga suhunya setara dengan suhu ruangan. Hal ini karena sampel tanah sebelumnya diletakkan di dalam lemari pendingin. Metode analisis biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) dilakukan menggunakan metode fumigasi-inokulasi ulang yang diperkenalkan oleh Jenkinson dan Powlson tahun 1976. Proses pelaksanaannya yaitu tanah lembab (setara dengan 100 g berat kering oven) dimasukkan ke dalam gelas beaker berukuran 50 ml. Kemudian sampel tanah tersebut difumigasi menggunakan kloroform (CHCl_3) sebanyak 30 ml di dalam desikator yang diberi tekanan 50 cm Hg selama 1 jam. Kemudian desikator dimatikan dan sampel tanah diinkubasi di dalam desikator selama 48 jam.

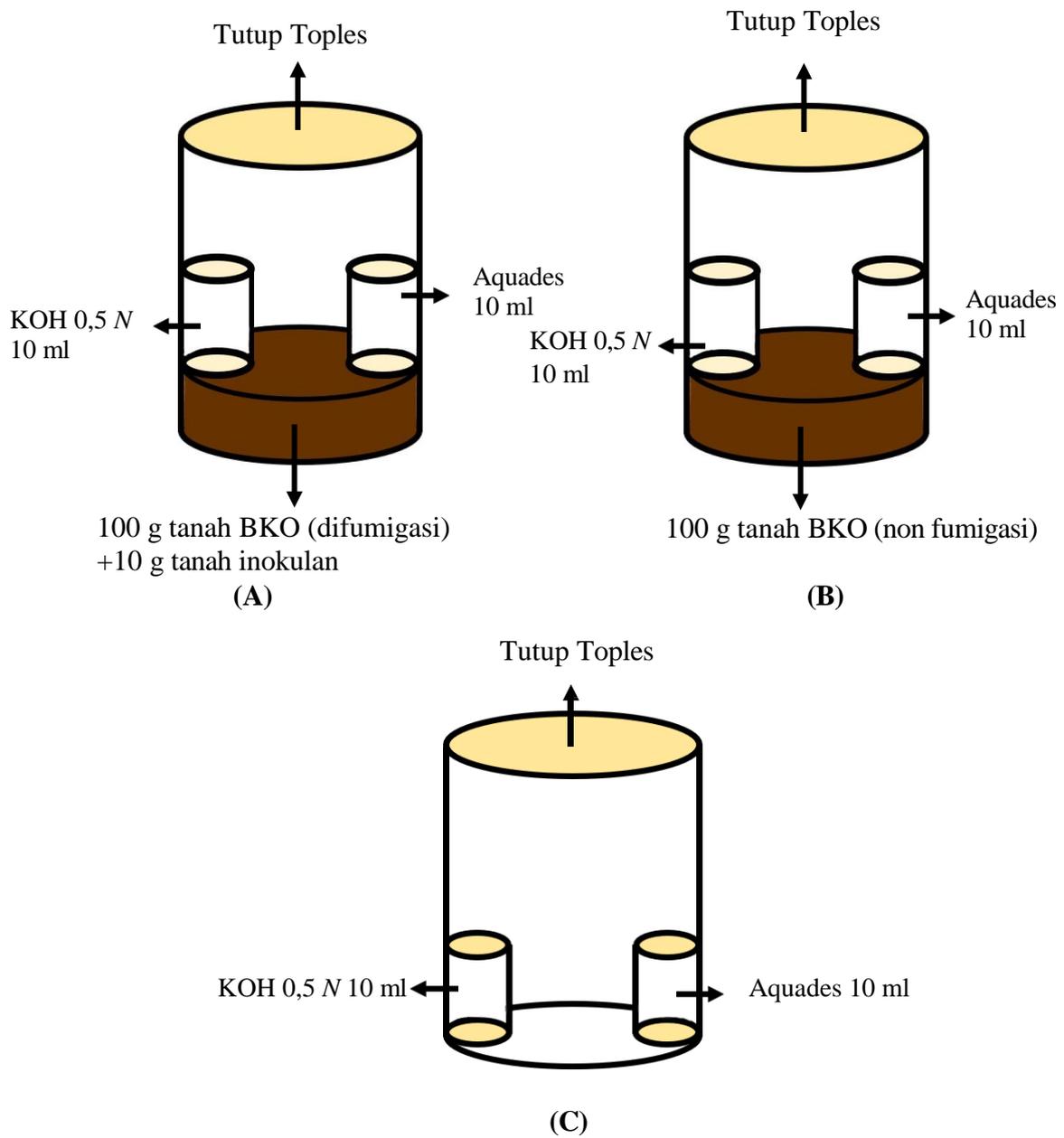
Setelah sampel tanah diinkubasi di dalam desikator selama 48 jam, kemudian sampel tanah tersebut dikeluarkan dari desikator dan didiamkan kurang lebih 30 menit agar terbebas dari kloroform. Selanjutnya, sampel tanah dimasukkan ke dalam toples berukuran 1 liter lalu ke dalamnya dimasukkan 2 botol film yang masing-masing berisi 10 ml larutan KOH 0,5 N dan 10 ml aquades. Kemudian,

ditambahkan tanah segar sebanyak 10 g ke dalam toples dan disolasi agar kedap udara. Toples yang berisi sampel tersebut diinkubasi di tempat gelap selama 10 hari. Setelah diinkubasi selama 10 hari, KOH yang ada di dalam toples diambil untuk menentukan kuantitas CO_2 . KOH tersebut dituangkan ke dalam erlenmeyer berukuran 250 ml kemudian ditambahkan 2 tetes indikator *phenolphthalein* lalu dititrasi dengan HCl 0,1 N hingga berubah warna dari pink menjadi bening. Volume HCl yang digunakan pada titrasi dicatat sebagai volume awal titrasi. Selanjutnya larutan ditambahkan 2 tetes indikator metil orange kemudian dititrasi kembali hingga warna kuning berubah menjadi orange atau jingga. Volume HCl yang digunakan pada titrasi kedua tersebut dicatat sebagai volume akhir titrasi.



Gambar 6. Skema perangkat pengukuran C-mik dengan metode fumigasi dan inokulasi ulang menggunakan desikator.

Untuk analisis sampel tanah non fumigasi dengan cara memasukkan 100 g tanah berat kering oven (BKO) ke dalam toples berukuran 1 liter lalu ke dalamnya dimasukkan 2 botol film yang masing-masing berisi 10 ml larutan KOH 0,5 N dan 10 ml aquades, tanpa penambahan tanah segar. Kemudian, toples tersebut diinkubasi selama 10 hari di tempat gelap. Setelah diinkubasi selama 10 hari kemudian dilakukan titrasi sama seperti sampel tanah yang difumigasi.

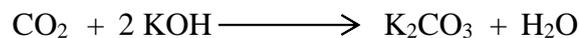


Gambar 7. Skema pelaksanaan inkubasi sampel tanah di dalam toples

- (A) : Skema pelaksanaan inkubasi sampel tanah yang difumigasi.
- (B) : Skema pelaksanaan inkubasi sampel tanah non fumigasi.
- (C) : Skema pelaksanaan inkubasi untuk blanko.

Pada analisis biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) juga dibuat blanko menggunakan toples berukuran 1 liter kemudian diberi 2 buah botol dengan botol film pertama berisikan KOH 0,5 N dan botol film lainnya berisikan aquades. Selanjutnya toples ditutup dan disolasi hingga kedap udara dan diinkubasi selama 10 hari. Proses inkubasi sampel tanah fumigasi, sampel tanah non fumigasi dan blanko dilakukan secara bersamaan. Setelah pelaksanaan inkubasi selesai, selanjutnya dilakukan titrasi untuk melihat kuantitas CO₂ yang terserap di dalam KOH. Reaksi kimia pengikat CO₂ pada saat titrasi adalah sebagai berikut:

1. Reaksi pengikat CO₂ (inkubasi selama 10 hari)



2. Perubahan warna menjadi tidak berwarna (Indikator *Phenolphthalein*)



3. Perubahan warna kuning menjadi pink (indikator *metil orange*)



Biomassa karbon mikroorganisme tanah dihitung dengan rumus:

$$(\text{mg C-CO}_2 \text{ tanah kg}^{-1} \text{ 10 hari}) = \frac{(a-b) \times N \times 120}{n}$$

$$\text{C-mik} = \frac{(\text{mg C - CO}_2 \text{ tanah kg}^{-1} \text{ 10 hari})_{\text{fumigasi}} - (\text{mg C - CO}_2 \text{ tanah kg}^{-1} \text{ 10 hari})_{\text{non-fumigasi}}}{Kc}$$

Keterangan:

C-mik	= Biomassa karbon mikroorganisme tanah
a	= ml HCl untuk sampel
b	= ml HCl untuk blanko (kontrol)
n	= Jumlah hari inkubasi
N	= normalitas HCl (0,1 N)
Kc	= 0,41

Sampel tanah untuk menganalisis pH dan C-organik dikeringudarkan kemudian dilakukan pengayakan menggunakan ayakan 2 mm terlebih dahulu sebelum dilakukan analisis, sedangkan sampel tanah untuk analisis biomassa C-mik dimasukkan ke dalam lemari pendingin dengan suhu 4 °C karena tidak langsung

dilakukan analisis di laboratorium. Penyimpanan sampel tanah di dalam lemari pendingin bertujuan untuk menghentikan aktivitas mikroorganisme sementara (dorman), sehingga kondisi mikroorganisme di dalam tanah diharapkan tidak berubah.

3.7 Variabel Pendukung

Penelitian ini memiliki variabel pendukung yang dianalisis, yaitu:

1. C-Organik (Metode *Walkley and Black*)

Metode *Walkey and Black* memiliki prinsip bahwa $K_2Cr_2O_7$ yang diberikan berlebih lalu tereduksi ketika beraksi dengan tanah, dianggap setara dengan C-organik di dalam tanah.

Perhitungan:

$$\% \text{ C-Organik} = \frac{\text{ml } K_2Cr_2O_7 \times (1 - \frac{V_s}{V_b}) \times 0,3886}{\text{Berat Sampel Tanah}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Bahan Organik} = \% \text{ C-Organik} \times 1,724$$

Keterangan:

VB = ml titrasi blanko

VS = ml titrasi sampel

2. Suhu Tanah (°C) (Termometer Tanah)

Pengamatan suhu tanah dilakukan dengan alat termometer tanah yang bertujuan untuk mengetahui kisaran suhu pada tanah. Pengamatan suhu dilakukan dengan cara menancapkan termometer ke dalam tanah kemudian ditunggu sebentar maka nilai suhu akan terlihat pada garis termometer.

3. pH Tanah (Metode Elektrometrik)

Pengukuran pH tanah dilakukan menggunakan pH meter dengan cara tanah keringudara yang lolos ayakan 2 mm sebanyak 5 g ditambahkan aquades sebagai pereaksinya kemudian diukur nilai pH menggunakan pH meter.

Perbandingan antara tanah dan air yang digunakan adalah 1: 2,5.

4. Kadar Air (Metode Gravimetrik)

Pengukuran kadar air tanah dilakukan dengan cara mengoven sampel tanah sebanyak 10 g selama 24 jam pada suhu 105 °C. Setelah didapatkan bobot kering sampel tanah, kadar air dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Kadar Air Tanah} = \frac{\text{Bobot tanah basah} - \text{bobot tanah kering}}{\text{Bobot tanah kering}} \times 100\%$$

3.8 Analisis Data

Data yang didapatkan diuji homogenitas ragamnya menggunakan Uji Bartlett dan aditifitasnya menggunakan Uji Tukey. Jika semua asumsi terpenuhi, artinya ragam homogen dan data aditif maka dilanjutkan Uji Analisis Ragam (Anara) dengan taraf 5%. Kemudian, data dilanjutkan menggunakan Uji Ortogonal Kontras. Variabel pendukung meliputi C-Organik, kadar air tanah, suhu dan pH dilakukan uji korelasi dengan variabel utama biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) untuk mengetahui korelasinya.

Tabel 2. Set orthogonal kontras pengaruh aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah

Kontras	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
C ₁ = P ₁ vs P ₂ P ₃ P ₄	-3	+1	+1	+1
C ₂ = P ₂ vs P ₃ P ₄	0	-2	+1	+1
C ₃ = P ₃ vs P ₄	0	0	-1	+1

Keterangan: C = Kontras ke-i; P₁ = Standar Budidaya Nanas PT. GGP; P₂ = Kompos Kotoran Sapi; P₃ = Pupuk Premium A; P₄ = Pupuk Premium B.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Simpulan yang didapatkan berdasarkan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah pada perlakuan kompos kotoran sapi (P₂), pupuk premium A (P₃) dan pupuk premium B (P₄) lebih tinggi 5,10 % dibandingkan dengan standar budidaya tanaman (P₁) hanya pada pengamatan 19 BST. Sedangkan pada waktu pengamatan 22, 25, 28 dan 31 BST, C-mik tanah tidak berbeda.
2. Biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah pada perlakuan pupuk premium A (P₃) dan pupuk premium B (P₄) lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kompos kotoran sapi (P₂) dengan selisih antara 0,86 % - 1,21 % pada semua waktu pengamatan.
3. Biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) tanah pada perlakuan pupuk premium B (P₄) lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan pupuk premium A (P₃) dengan selisih antara 0,09 % - 0,36 % pada semua waktu pengamatan.

5.2 Saran

Perlu dilakukannya penelitian berkelanjutan jangka panjang mengenai aplikasi kompos kotoran sapi dan pupuk premium terhadap biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) pada pertanaman nanas musim tanam kedua dan dilakukan pengaplikasian perlakuan kembali agar dapat meningkatkan C-mik tanah setelah tanam *ratoon*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, G.H., Zubair, S., Ruslan, Z.A., Yanto, N., Nurkhaliza, F., Jufri, N., Amaliyah, B., dan Akhzan, M. 2022. Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga menjadi *Liquid Organic Biofertilizer* (LOB) dalam Memicu Pertumbuhan Tanaman Hias di Kelurahan Bontoduri. *Jurnal Inovasi Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat* 2(2): 179-186.
- Afandi F.N, Siswanto B., dan Nuraini Y. 2015. Pengaruh Pemberian Berbagai Jenis Bahan Organik Terhadap Sifat Kimia Tanah pada Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Ubi Jalar di Entisol Ngrangkah Pawon, Kediri. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* 2 (2): 237-244.
- Aditya, D. 2023. Aplikasi Kompos Premium Untuk Meningkatkan Biomassa Karbon Mikroorganisme (C-mik) Pada Lahan Marginal di Pertanaman Nanas, Lampung Tengah. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 102 hlm.
- Ahmad, I., Ali, S., Khan, K.S., Hassan, F., Ijaz, S.J., Bashir, K., Abbas, Z., Ahmad, M., and Shaked, A. 2015. Use of Coal Derived Humic Acid as Soil Conditioner to Improve Soil Physical Properties and Wheat Yield. *International Journal of Biosciences* 6(12): 81-89.
- Al-Jabri, M. 2010. Penggunaan Mineral Zeolit Sebagai Pembena Tanah Pertanian dalam Hubungan dengan Standardisasinya dan Peningkatan Produksi Tanaman Pangan. *Jurnal Zeolit Indonesia* 9(1):1-12.
- Andriany., Fahrudin dan Abdullah, A. 2018. Pengaruh Jenis Bioaktivator terhadap Laju Dekomposisi Seresah Daun Jati *Tectona Grandis* L.F., di Wilayah Kampus Unhas Tamalanrea. *Jurnal Biologi Makassar* 3(2): 31-42.
- Aprilia, W. 2018. Pemanfaatan Kompos Kotoran Sapi dan Abu Janjang Kelapa Sawit Untuk Memperbaiki Sifat Fisik Ultisol dan Hasil Kedelai (*Glycine max* L. Merril). *Artikel Ilmiah*. Universitas Jambi. Jambi. 12 hlm.
- Araujo, A.S.F., dan Melo, W.J. 2010. Soil Microbial Biomass in Organic Farming System. *Ciencia Rural Journal* 40(11): 2419-2426.

- Ardisela, D. 2020. Pengaruh Dosis Rootone-F terhadap Pertumbuhan Crown Tanaman Nenas (*Ananas comosus*). *Jurnal Agribisnis dan Pengembangan Wilayah* 1(2): 48-62.
- Arif, A. 2019. Analisis Tingkat Keberhasilan Tanaman Reboisasi Intensif pada Kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan di Desa Onang Utara Kecamatan Tubo Sendana Kabupaten Majene. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Makassar. Makassar. 59 hlm.
- Arifaldi, R. 2022. Pengaruh Beberapa Kompos Kotoran Ternak terhadap Parameter Lingkungan Mikro Ultisol. *Skripsi*. Universitas Andalas. Padang. 65 hlm.
- Azizah, R., Subagyo, dan Rosanti, E. 2007. Pengaruh Kadar Air terhadap Laju Respirasi Tanah Tambak pada Penggunaan Katul Padi Sebagai Priming Agent. *Indonesian Journal of Marine Science* 12(20): 67 -72.
- Badan Pusat Statistik. 2023. *Produksi Tanaman Buah-Buahan, 2021-2022*. BPS-RI. <https://www.bps.go.id/id/>. Diakses pada 5 Desember 2023 pukul 22.00 WIB.
- Banuwa, I.S. 2013. *Erosi*. Kencana Perdana Media Group. Jakarta. 226 hlm.
- Banowati, E., Sriyanto., Hayati, R., dan Wati, P. R. 2020. *Budidaya Nanas Madu*. LPPM Universitas Negeri Semarang. Semarang. 97 hlm.
- Bhatt, K., and Maheshwari, D.K. 2019. Decoding Multifarious Role of Cow Dung Bacteria in Mobilization of Zinc Fractions Along with Growth Promotion of *C. Annum L.* *Scientific Reports* 9:14232.
- Bhakti, R.S.G., Sarno., Afrianti, N.A., dan Utomo, M. 2017. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Aplikasi Mulsa Bagas terhadap Asam Humat dan Fulfat Pertanaman Tebu Ratoon Ke-3 di PT Gunung Madu Plantations. *Jurnal Agrotek Tropika* 5(2): 119-124.
- Buchari, H., Untari, T., Niswati, A., and Sunyoto. 2021. Change of Soil Biomass Carbon Microorganism in Ultisols Soil Due to Application of Humic Acid and TSP Fertilization. *J. Trop Soils* 26(3): 149-156.
- Caban, J.R., Kuppusamy, S., Kim, J.H., Yoon, Y.E., Kim, S.Y., and Lee, Y.B. 2018. Green Manure Amendment Enhances Microbial Activity and Diversity in Antibiotic- Contaminated Soil. *Applied Soil Ecol.* 129: 72–76.
- Dewi, N.M.E., Setiyo, Y., dan Nada, I. 2017. Pengaruh Bahan Tambahan pada Kualitas Kompos Kotoran Sapi. *Jurnal Beta (Biosistem dan Teknik Pertanian)* 5(1): 76-82.

- Dewi, S.K. 2016. Efek Sisa Bubuk Subbituminus yang Diaktivasi dengan Urea, KCl, NaOH dan NaCl terhadap Beberapa Sifat Kimia Oxisol dan Produksi Tanaman Jagung (*Zey mays. L*). *Skripsi*. Universitas Andalas. Padang. 132 hlm.
- Diacono, M., and Montemurro, F. 2011. Long-term Effects of Organic Amendments on Soil Fertility. *Journal Sustainable Agriculture* 30(2): 761-786.
- Fageria, N.K., Baligar, V.C., and Li, Y.C. 2008. The Role of Nutrient Efficient Plants in Improving Crop Yields in The Twenty First Century. *Journal of Plant Nutrition* 31(6): 1121-1157.
- Fajri., Namirah., Hemon, M.T., Suleman, D., dan Alam, S. 2022. Pengaruh Vermikompos dan Kompos Kulit Buah Kakao terhadap Kualitas Tanah Oxisol dan Pertumbuhan Tanaman Jagung Pulut (*Zea mays ceratina L.*). *Journal of Agricultural Sciences* 2(3): 153-160.
- Febriana, J. 2023. Biomassa Karbon Mikroorganisme (C-mik) Pada Pertanaman Nanas di Tanah Ultisol Lampung Tengah Setelah Pemberian Pupuk Compound dengan Perbedaan Teknik dan Dosis. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 103 hlm
- Fitria, U., Zuraida, dan Ilyas. 2018. Pengaruh Pemberian Vermikompos terhadap Perubahan Beberapa Sifat Kimia Ultisol. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah* 3(4): 885-896.
- Fikdalillah., Basir, M., dan Wahyudi. 2016. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi terhadap Serapan Fosfor dan Hasil Tanaman Sawi Putih (*Brassica pekinensis*) Pada Entisols Sidera. *Jurnal Agrotekbis* 4 (5): 491-499.
- Firdausi, N. dan Muslihatin, W. 2016. Pengaruh Kombinasi Media Pembawa Pupuk Hayati Bakteri Pelarut Fosfat terhadap pH dan Unsur Hara Fosfor dalam Tanah. *Jurnal Sains dan Seni ITS* 5(2): 53-56.
- Fuady, Z. 2010. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Residu Tanaman terhadap Laju Mineralisasi Nitrogen Tanah. *Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi* 10(1): 94-101.
- Gayatri, L.A., Santi, R., dan Pratama, D. 2022. Pupuk Organik Cair (POC) terhadap Pertumbuhan dan Hasil KacangTanah (*Arachis hypogaea L.*) di Sandy Tailing Pasca Tambang Timah. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-10*. Universitas Bangka Belitung. Bangka Belitung. 10 hlm.
- Giri, I.A.I., Yusnaini, S., Lumbanraja, J., dan Buchari, H. 2020. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Aplikasi Herbisida Terhadap Biomassa Karbon Mikroorganisme Tanah (C-mik) pada Pertanaman Jagung (*Zea mays L.*) Musim Tanam Ke-5 di Gedong Meneng. *Jurnal Agrotek Tropika* 8(1): 1-10.

- Hadiati, S. dan Indriyani. 2008. *Petunjuk Teknis Budidaya Nanas*. Balai Penelitian Buah Tropika. Sumatera Barat. 24 hlm.
- Hadisuwito S. 2012. *Membuat Pupuk Organik Cair*. PT Agromedia Pustaka. Jakarta. 80 hlm.
- Hairul, I., Syafrullah., dan Hawayanti, E. 2016. Pengaruh Jenis Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis Jacq*). *KLOROFIL* 9(1): 56-60.
- Hasyim, Z., Tambaru, E., dan Latunra, A.I. 2014. Uji Penambahan Berbagai Dosis Vermikompos terhadap Pertumbuhan Vegetatif Cabai Merah Besar (*Capsicum annum L*). *Jurnal Alam dan Lingkungan* 5(10): 18-24.
- Herdiyanto, D., dan Setiawan, A. 2015. Upaya Peningkatan Kualitas Tanah Melalui Sosialisasi Pupuk Hayati, Pupuk Organik, dan Olah Tanah Konservasi di Desa Sukamanah dan Desa Nanggerang Kecamatan Cigalontang Kabupaten Tasikmalaya. *Jurnal Aplikasi Ipteks Masyarakat* 4(1): 47-53.
- Herviyanti., Ahmad, F., Sofyan, R., Darmawan., Gusnidar dan Saidi, A. 2012. Pengaruh Pemberian Bahan Humat dari Ekstrak Batubara Muda (Subbituminus) dan Pupuk P terhadap Sifat Kimia Ultisol serta Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays L.*). *J. Solum*. 9(1): 15-24.
- Hilwan, I. 2015. Respon Pertumbuhan Tiga Jenis Tanaman pada Media Tailing Bekas Penambangan Pasir Kuarsa di Kabupaten Belitung Timur. *Jurnal Silvikultur Tropika* 6(2): 126-131
- Ikram, H., Apriyani, M., dan Analianasari. 2018. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Nanas Diplantation Group1 PT Great Giant Pineapple. *Karya Ilmiah Mahasiswa Agribisnis*. Politeknik Negeri Lampung. Bandar Lampung. 7 hlm.
- Kamsurya, M.Y., dan Botanri, S. 2022. Peran Bahan Organik dalam Mempertahankan dan Perbaiki Kesuburan Tanah Pertanian. *Jurnal Agrohut*. 13(1): 25-34.
- Karamina, H., Fikrinda, W., dan Murti, A. T. 2017. Kompleksitas Pengaruh Temperatur dan Kelembaban Tanah terhadap Nilai pH tanah di Perkebunan Jambu Biji Varietas Kristal (*Psidium guajava l.*) Bumiaji, Kota Batu. *Jurnal Kultivasi*. 16(3): 430-434.
- Kurniawati, N dan Priyadi. 2014. Pengaruh Aplikasi Abu Terbang dan Pupuk Kotoran Sapi terhadap Populasi Mikroorganisme di Tanah Ultisol. *Journal of Applied Agricultural Sciences* 5(1) 41-49.

- Kusuma, M. E. 2012. Pengaruh Beberapa Jenis Pupuk Kandang terhadap Kualitas Bokashi. *Jurnal Ilmu Hewani* 1(2): 41-46.
- Kusumawati, I.A., dan Prayogo, C. 2018. Dampak Perubahan Penggunaan Lahan di UB Forest terhadap Karbon Biomassa Mikroba dan Total Populasi Bakteri. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* 6(1): 1165-1172.
- Libra, N.I., Muslikah, S., dan Basit, A. 2018. Pengaruh Aplikasi Vermikompos dan Pupuk Anorganik Terhadap Serapan Hara dan Kualitas Hasil Jagung Manis (*Zea mays saccharata Sturt*). *Jurnal Folium* 1(2): 43-53.
- Likur, A. A., Talahaturuson, A., dan Rumahlewang, W. 2016. Pertumbuhan Agen Hayati Trichoderma Harzianum dengan Berbagai Tingkat Dosis pada Beberapa Jenis Kompos. *Jurnal Budidaya Pertanian* 12(2): 89-94.
- Massah, J and Azadegan, B. 2016. Effect of Chemical Fertilizers on Soil Compaction and Degradation. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa, and Latin America* 47(1): 44-50.
- Maximillian, J., Brusseau, M.L., Glenn, E.P and Matthias, A.D. 2019. *Pollution and Environmental Perturbations in the Global System (Chapter 25)*. Academic Press. United States. 20 hlm
- Mindari, W., Sassongko, P.E., dan Syekhfani. 2022. *Asam Humat Sebagai Amelioran dan Pupuk*. UPN "Veteran" Jawa Timur. Jawa Timur. 83 hlm.
- Meng, H., Wang, S., Zhang, J., Wang, X., Qiu, C and Hong, J. 2023. Effects of Coal-Derived Compound Fertilizers on Soil Bacterial Community Structure in Coal Mining Subsidence Areas. *Front. Microbiol.* 14:1187572.
- Meryandini, A., Widosari, W., Maranatha, B., Sunarti, T.C., Rachmania, N., dan Satria, H. 2009. Isolasi Bakteri Selulolitik dan Karakterisasi Enzimnya. *MAKARA, SAINS* 13(1): 33-38.
- Mufriah, D. 2022. Dampak Pengelolaan Sawah Secara Organik Lebih dari Lima Tahun terhadap C-Organik Tanah dan Ketersediaan Ammonium. *Jurnal Agroplasma* 9(2): 254-261.
- Mustoyo., Simanjuntak, B.H., Suprihati. 2013. Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Terhadap Stabilitas Agregat Tanah Pada Sistem Pertanian Organik. *AGRIC* 25(1): 51-57.
- Musyafa, M.N.A., Afandi, dan Novpriansyah, H. 2016. Kajian Sifat Fisik Tanah pada Lahan Pertanaman Nanas (*Ananas comosus* L.) Produksi Tinggi dan Rendah di PT. Great Giant Pineapple Lampung Tengah. *Jurnal Agrotek Tropika* 6(1): 66-69.

- Mukrin., Yusran dan Toknok, B. 2019. Populasi Fungi dan Bakteri Tanah pada Lahan Agroforestri dan Kebun Campuran di Ngata Katuvua Dongi-Dongi Kecamatan Palolo Kabupaten Sigi Sulawesi Tengah. *J. Forest Sains*. 16(2): 77-84.
- Nainggolan, G.D., Suwardi., dan Darmawan. 2009. Pola Pelepasan Nitrogen Dari Pupuk Tersedia Lambat (*Slow Release Fertilizer*) Urea-Zeolit-Asam Humat. *Jurnal Zeolit Indonesia* 8(2): 89-96.
- Nazir, M., Syakur., dan Muyassir. 2017. Pemetaan Kemasaman Tanah dan Analisis Kebutuhan Kapur di Kecamatan Keumala Kabupaten Pidie. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah* 2(1): 21-30.
- Novitasari, A. 2018. Uji Sumber Kalsium (Ca) Sebagai Pupuk dan Pengaruh Dosis Pupuk Kalsium Terhadap Pertumbuhan Awal Tanaman Nanas (*Ananas comosus*) di PT Great Giant Pineapple Lampung. *Skripsi*. Universitas Brawijaya. Malang. 68 hlm.
- Novitasari, D. 2018. Respons Pertumbuhan dan Produksi Selada (*Lactuca Sativa* L.) terhadap Perbedaan Komposisi Media Tanam dan Interval Waktu Aplikasi Pupuk Organik Cair. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 55 hlm.
- Palembang, J.N., Jamilah dan Sarifuddin. 2013. Kajian Sifat Kimia Tanah Sawah dengan Pola Pertanaman Padi Semangka di Desa Air Hitam Kecamatan Lima Puluh Kabupaten Batubara. *Jurnal Online Agroekoteknologi* 1(4): 1154-1162.
- Pardo, M.E.S., Casselis, M.E.R., Escobedo, R. M and Garcia, E. J. 2014. Chemical Characterisation of the Industrial Residues of the Pineapple (*Ananas comosus*). *Journal of agricultural Chemistry and Environment* 3: 53-56.
- Pauza, N.M. 2016. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Aplikasi Mulsa Bagas terhadap Biomassa Karbon Mikroorganisme Tanah (C-mik) Pada Lahan Pertanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Tahun Ke-5. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 98 hlm
- Patra, D.D., Chand, S., and Anwar, M. 1995. Seasonal Changes in Microbial Biomass in Soil Cropped with Palmarosa (*Cymbopogon martinii* L) and Japanese mint (*Mentha arvensis* L) in Subtropical India. *Biol. Fertil. Soils*. 19: 193-196.
- Prihandini, P.W., dan Purwanto, T. 2007. *Petunjuk Teknis Pembuatan Kompos Berbahan Kotoran Sapi*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perternakan, Departemen Pertanian. Jawa Barat. 22 hlm.

- Prihantoro, I., Permana, A.T., Suwanto., Aditia, E.L., dan Waruwu, Y. 2023. Efektivitas Pengapuran dalam Meningkatkan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sebagai Hijauan Pakan Ternak. *JUPI*. 28(2): 297–304.
- Prisa, D. 2020. Particle Films: Chabazitic Zeolites with Added Microorganisms in the Protection and Growth of Tomato Plants (*Lycopersicon esculentum* L.). *GSC Advanced Research and Reviews* 4(2): 1-8.
- Puspitasari, D., Pramono, Hendro., dan Oedjijono. 2014. Identifikasi Bakteri Pengoksidasi Besi dan Sulfur Berdasarkan Gen 16S rRNA Dari Lahan Tambang Timah di Belitung. *Scripta Biologica*. 1(1): 8-14.
- Putra, R.Y.A., Sarno., Wiharso, D. dan Niswati, A. 2017. Pengaruh Pengolahan Tanah dan Aplikasi Herbisida terhadap Kandungan Asam Humat pada Tanah Ultisol Gedung Meneng Bandar Lampung. *J. Agrotek Tropika* 5(1): 51-56.
- Qifli, A.K.M., Hairiah, K. dan Suprayogo, D. 2014. Studi Nitrifikasi Tanah Dengan Penambahan Seresah Asal Hutan Alami dan Agroforestri Kopi. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* 1(2): 15-24.
- Rakhmawati, A., Yulianti, E., dan Rohaeti, E. 2014. Seleksi Bakteri Termofilik Selulolitik Pasca Erupsi Merapi. *Jurnal Kaunia* 5(2): 92-102.
- Ramadhani, W.S., and Nuraini, Y. 2018. The Use of Pineapple Liquid Waste and Cow Dung Compost to Improve Availability of Soil N, P, and K and Growth of Pineapple Plant in an Ultisol of Central Lampung. *Journal Degraded and Mining Land Management* 6(1): 1457-1465.
- Rani, I.D., Dermiyati., Suharjo, R., Niswati, A., and Pangaribuan, D.H. 2022. Soil Organisms Activities in Red Onion Cultivation with Application of Plant Extract Suspension and Compost. *J. Trop Soils* 27(2): 89-98.
- Ratriyanto, A., Widyawati, S.D., Suprayogi, W.P.S., Prastowo, S., dan Widias, N. 2019. Pembuatan Pupuk Organik dari Kotoran Ternak untuk Meningkatkan Produksi Pertanian. *Jurnal SEMAR* 8(1): 9-13.
- Ren, F., Sun, N., Xu, M., Zhang, X., Wu, L., and Xu, M. 2019. Changes in Soil Microbial Biomass with Manure Application in Cropping Systems: A Meta-Analysis. *Soil & Tillage Research* 194: 1-11.
- Rekhina, O. 2012. Pengaruh Pemberian Vermikompos dan Kompos Daun Serta Kombinasinya terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi. *Skripsi*. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta. 80 hlm.

- Riyanti, S., Purnamawati, H., dan Sugiyanta. 2015. Pengaruh Aplikasi Pupuk Organik Dan Pupuk Hayati Serta Reduksi Pupuk NPK terhadap Ketersediaan Hara dan Populasi Mikroba Tanah Pada Tanaman Padi Sawah Musim Tanam Kedua di Karawang, Jawa Barat. *Bul. Agrohorti* 3(3): 330-339.
- Rukmana, G.I. 2023. Aplikasi Kompos Premium terhadap Laju Respirasi Tanah pada Tanah Ultisol di Lampung Tengah. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 114 hlm
- Safriani, H., Fajriah, R., Mirfa, S dan Hidayat, M. 2017. Estimasi Biomassa Serasah Daun di Gunung Berapi Seulawah Agam Kecamatan Seulimuem Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*. UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Banda Aceh. 6 hlm.
- Santi, L. P. 2016. Pengaruh Asam Humat terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao*) dan Populasi Mikroorganisme di dalam Tanah Humic Dystrudept. *Jurnal Tanah dan Iklim* 40(2): 87-94.
- Saraswati, R. dan Praptana, H.R. 2017. Percepatan Proses Pengomposan Aerobik Menggunakan Biodekomposer. *Perspektif* 16(1): 44 -57.
- Sanjaya, J.M., Afandi., Afrianti, N.A., dan Novpriansyah, H. 2016. Pengaruh *Effluent* Sapi terhadap Beberapa Sifat Fisik dan Kimia Tanah Pada Lahan Ultisol di PT Great Giant Pineapple Lampung Tengah. *Jurnal Agrotek Tropika* 4(1): 105-110.
- Sayre, J. M., Wang, D., Lin, J.Y., Danielson, R. E., Scow, K. M., and Rodrigues, J.L.M. 2023. Repeated Manure Inputs to a Forage Production Soil Increase Microbial Biomass and Diversity and Select for Lower Abundance Genera. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 354: 108567.
- Sentana, S. 2010. Pupuk Organik, Peluang dan Kendalanya. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mika Kejuangan Pengembangan Teknologi Kimia Untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*. Yogyakarta. 4 hlm.
- Septiana, L.M. 2012. Pengaruh Ekstrak Campuran Kompos Bahan Organik Dengan Dua Jenis Pengekstrak terhadap Biomassa Karbon Mikroorganisme Tanah (C-mik) pada Tanah Ultisol. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 55 hlm.
- Setiawati, S.B.M., Dermiyati., Arif, M.A.S., Yusnaini, S. 2021. Pengaruh Pemberian Pupuk Organonitrofos Plus, Pupuk Anorganik dan Kombinasinya Terhadap Biomassa Karbon Mikroorganisme (C-mik) Pada Tanah Ultisols Taman Bogo yang Ditanami Jagung Manis (*Zea Mays* [L.] Saccharata Sturt). *J. Agrotek Tropika*. 9(1): 103-111.

- Sinurat, N.P.P. 2022. Aplikasi Kompos Premium dalam Meningkatkan Populasi dan Biomassa Cacing Tanah Pada Tanah Ultisol di Lampung Tengah. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 95 hlm.
- Sitorus, S.R.P., dan Soewandita, H. 2010. Rehabilitasi Lahan Terdegradasi melalui Penambahan Kompos Jerami dan Gambut untuk Keperluan Pertanian. *Jurnal Tanah Dan Iklim* 3(1): 27-37.
- Siregar, P., Supriadi., dan Fauzi. 2017. Pengaruh Pemberian Beberapa Sumber Bahan Organik dan Masa Inkubasi terhadap Beberapa Aspek Kimia Kesuburan Tanah Ultisol. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU* 5(2): 256- 264.
- Subowo, G. 2010. Strategi Efisiensi Penggunaan Bahan Organik Untuk Kesuburan dan Produktivitas Tanah Melalui Pemberdayaan Sumberdaya Hayati Tanah. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 4(1):13-25.
- Suharta, N. 2010. Karakteristik dan Permasalahan Tanah Marginal dari Batuan Sedimen Masam di Kalimantan. *Jurnal Litbang Pertanian* 29(4): 139-146.
- Sutanto, R. 2002. *Pertanian Organik: Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan*. Kanisius. Yogyakarta. 218 hlm.
- Sulaeman, Y., Maswar., dan Erfandi, D. 2017. Pengaruh Kombinasi Pupuk Organik dan Anorganik Terhadap Sifat Kimia Tanah, dan Hasil Tanaman Jagung di Lahan Kering Masam. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian* 20(1): 1-12.
- Suriani, S., Soemarno., dan Suharjono. 2013. Pengaruh Suhu dan pH terhadap Laju pertumbuhan Lima Isolat Bakteri Anggota Genus Pseudomonas yang diisolasi dari Ekosistem Sungai Tercemar Deterjen di sekitar Kampus Universitas Brawijaya. *J-PAL*. 3(2): 59-62.
- Susanti, I., Utomo, M., dan Buchari, H. 2014. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan N Jangka Panjang terhadap Biomassa Karbon Mikroorganisme (C-mik) di Rizosfer dan Non-Rizosfer pada Pertanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Agrotek Tropika* 2(2): 317-320.
- Susilawati., Mustoyo., Budhisurya, E., Anggono, R.C.W., dan Simanjuntak, B.H. 2013. Analisis Kesuburan Tanah dengan Indikator Mikroorganisme Tanah Pada Berbagai Sistem Penggunaan Lahan di Plateau Dieng. *Jurnal AGRIC* 25(1): 64-72.
- Suwardi. 2002. Prospek Pemanfaatan Mineral Zeolit di Bidang Pertanian. *Jurnal Zeolit Indonesia* 1(1): 5-12.

- Syafrullah. 2018. Pemanfaatan Batubara dan Sumber Daya Lokal Pedesaan Sebagai Pupuk Batubara Plus dan Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Padi *System of Rice Intensification* (S R I) di Lahan Pasang Surut. *Jurnal Ilmu-Ilmu Agroteknologi* 8(2): 71-77.
- Tadini, A.M., Nicolodelli, G., Senesi, G.S., Ishida, D.A., Montes, C.R., Lucas, Y., Mounier, S., Guimaraes, F.E.G., and Milori, D.M.B.P. 2018. Soil Organic Matter in Pozdol Horizons of the Amazon Region: Humification, Recalcitrance, and Dating. *Journal Science of the Total Environment* 613: 160-167.
- Tala'ohu, S.H., dan Al-Jabri, M. 2008. Mengatasi Degradasi Lahan Melalui Aplikasi Pembenh Tanah. *Jurnal Zeolit Indonesia* 7(1): 22-34.
- Tarigan, H.K., Nggaro, Y.Y.M., Dewi, E.K., dan Apriyadi, T.E. 2014. *Panduan Pascapanen Nenas (Ananas comosus)*. Direktorat Jenderal Hortikultura Kementerian Pertanian. Jakarta Selatan. 60 hlm.
- Taslim, M., Mailoa M, dan Rijal M. 2017. Pengaruh pH, dan Lama Fermentasi Terhadap Produksi Ethanol dari *Sargassum crassifolium*. *Jurnal Biology science & Education*.6(1): 13-25.
- Tikhonov, V.V., Yakushev, A.V., Zavgorodnyaya, Y.A., Byzov, B.A., and Demin, V.V. 2010. Effect of Humic Acid on the Growth of Bacteria. *Eurasian Soil Science* 43(3): 305-313.
- Utami, A.D., Wiyono, S., Widyastuti, R., dan Priyo. 2020. Keanekaragaman Mikrob Fungsional Rizosfer Nanas dengan Berbagai Tingkat Produktivitas. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)* 25(4): 584-591.
- Van der Bom, F., Nunes, I., Raymond, N.S., Hansen, V., Bonnichsen, L., Magid, J., Nybroe, O., and Jensen, L. S. 2018. Long-term Fertilisation Form, Level and Duration affect the Diversity, Structure and Functioning of Soil Microbial Communities in the Field. *Soil Biol. Biochem.* 122: 91–103.
- Wahyunto dan Dariah, A. 2014. Degradasi Lahan di Indonesia: Kondisi Existing, Karakteristik, dan Penyeragaman Definisi Mendukung Gerakan Menuju Satu Peta. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 8(2): 81-93.
- Wibowo, Y.S., Buchari, H., Arif, M.A.S., dan Utomo, M. 2013. Pengaruh Sistem Olah Tanah pada Lahan Alang-alang (*Imperata cylindrica*) terhadap Biomasa Karbon Mikroorganisme Tanah (C-mik) yang Ditanami Kedelai (*Glycine max* L) Musim Kedua. *Jurnal Agrotek Tropika* 2(1): 149-154.
- Wicaksono, T., Sagiman, S., dan Umran, I. 2015. Kajian Aktivitas Mikroorganisme Tanah Pada Beberapa Cara Penggunaan Lahan Di Desa Pal IX Kecamatan Sungai Kakap Kabupaten Kubu Raya. *Artikel*. Universitas Tanjungpura. Pontianak. 14 hlm.

- Widodo, E. A., Niswati, A., Yusnaini, S., dan Buchori, H. 2016. Pengaruh Pengolahan Tanah dan Pemberian Mulsa Bagas terhadap Biomassa Karbon Mikroorganismen Tanah (C-mik) pada Lahan Pertanaman Tebu PT GMP Tahun Ketiga. *Jurnal Agrotek Tropika* 4(3): 228-232.
- Widyastuti, S., dan Arfa, R.S. 2021. Pembuatan Pupuk Organik dari Eceng Gondok, Kotoran Sapi, dan Dedak Padi dengan Effective Microorganismen 4 (Em4). *Jurnal Teknik Lingkungan* 7(1): 25-32.
- Wigustina, E. 2023. Pengaruh Umur Panen Buah Nanas MD2 terhadap Kualitas Buah Selama Penyimpanan. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 139 hlm.
- Xiangmin, F., Qingli, W., Wangming, Z., Wei, Z., Yawei, W., Lijun, N and Limin, D. 2014. Land Use Effects on Soil Organic Carbon, Microbial Biomass and Microbial Activity in Changbai Mountains of Northeast China. *Chinese Geographical Science* 24(3).
- Yalang, A., Barus, H. dan Rauf, A. 2016. Efek Residu Kombinasi Mulsa Jerami dengan Jenis Pupuk terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi pada Penanaman Kedua. *J. Agrotekbis* 4 (3): 295 – 302.
- Yuliyanti, Y.B., dan Natanael, C.L. 2016. Isolasi Karakterisasi T Asam Humat dan Penentuan Daya Serap nya terhadap Ion Logam Pb(II) Cu(II) dan Fe(II). *Journal of Chemistry* 4(1): 43-53.
- Yowandita, R. 2018. Pembuatan Jelly Drink Nanas (*Ananas Comosus* L) Kajian Tingkat Kematangan Buah Nanas dan Konsentrasi Penambahan Karagenan terhadap Sifat Fisik, Kimia dan Organoleptik. 2018. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 6 (2): 63-73.
- Zauhairah, S.F., Barus, B., Wahjunie E.D., Tjahjono, B dan Murtadho, A. 2022. Penentuan Pemetaan Kadar Air Tanah Optimal pada Lahan Perkebunan Kelapa Sawit (Studi Kasus: Kebun Cikasungka, PT Perkebunan Nusantara VIII, Cimulang, Bogor). *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* 9(2): 447-456.