

**APLIKASI PUPUK CAMPURAN PADA BERBAGAI TEKNIK DAN
DOSIS TERHADAP RESPIRASI TANAH DI PERTANAMAN NANAS
(*Ananas comosus* L.) RATOON**

(Skripsi)

Oleh

**ARSITA PERMATA SARI
NPM 2014181004**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

APLIKASI PUPUK CAMPURAN PADA BERBAGAI TEKNIK DAN DOSIS TERHADAP RESPIRASI TANAH DI PERTANAMAN NANAS (*Ananas comosus* L.) *RATOON*

Oleh

ARSITA PERMATA SARI

Pupuk campuran yaitu pupuk yang terbuat dari kompos kotoran sapi, pupuk anorganik dan zeolite. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh teknik aplikasi pupuk campuran, dosis pupuk campuran, dan interaksi antara teknik aplikasi dan dosis pupuk campuran terhadap respirasi tanah pada pertanaman nanas *ratoon*. Penelitian ini dilaksanakan di PT GGP dan analisis respirasi tanah dilakukan di Laboratorium Biologi Ilmu Tanah, Universitas Lampung. Penelitian ini menggunakan rancangan *split plot* dengan petak utama, yaitu teknik aplikasi pupuk campuran dengan 3 perlakuan (sebar, larikan dan tugal) dan untuk anak petak, dosis pupuk campuran dengan 3 ulangan ($1,5 \text{ t ha}^{-1}$, 3 t ha^{-1} , dan $4,5 \text{ t ha}^{-1}$), jadi terdapat 9 perlakuan. setiap perlakuan diulang 4 kali sehingga terdapat 36 satuan percobaan. Data dianalisis dengan analisis ragam dan dilanjutkan dengan uji BNT 5%, serta dilakukan uji korelasi antara respirasi tanah dengan variabel pendukung. Hasil penelitian menunjukkan teknik aplikasi sebar nyata lebih tinggi dibandingkan teknik lainnya. Respirasi tanah dengan dosis 3 t ha^{-1} dan $4,5 \text{ t ha}^{-1}$ nyata lebih tinggi dibandingkan $1,5 \text{ t ha}^{-1}$. Respirasi tanah dengan. Respirasi tanah pada teknik aplikasi secara sebar dan dosis pupuk campuran 3 t ha^{-1} (A_1B_2) nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Uji korelasi menunjukkan adanya korelasi antara C-organik dengan respirasi tanah pada pengamatan 19 BST dan pH tanah dengan respirasi tanah pada pengamatan 22 BST.

Kata kunci : Dosis pupuk campuran, pupuk campuran, respirasi tanah, teknik aplikasi

ABSTRACT

APPLICATION OF MIXED FERTILIZERS WITH VARIOUS TECHNIQUES AND DOSES ON SOIL RESPIRATION IN PINEAPPLE (*Ananas comosus* L.) RATOON PLANTATION

By

ARSITA PERMATA SARI

The mixed fertilizer used in this study consists of cow manure compost, inorganic fertilizer, and zeolite. The purpose of this study was to determine the effect of mixed fertilizer application techniques, mixed fertilizer doses, and the interaction between application techniques and mixed fertilizer doses on soil respiration in ratoon pineapple plantations. This research was conducted at PT GGP and soil respiration analysis was conducted at the Soil Science Biology Laboratory, University of Lampung. This study used the Split Plot method with the main plot, namely the mixed fertilizer application technique which has 3 treatments (broadcast, palir, and per-plant) and for subplot, the ratio of mixed fertilizer dose with 3 treatments ($1,5 \text{ t ha}^{-1}$, 3 t ha^{-1} , and $4,5 \text{ t ha}^{-1}$), so there were 9 treatments. Each treatment was repeated 4 times so that there were 36 experimental plot units. The data is analyzed using analysis of variance, followed by the Least Significant Difference (LSD) test at a 5% level, and a correlation test. The results showed that the broadcast application technique was significantly higher than other techniques. Soil respiration with doses of 3 t ha^{-1} and 4.5 t ha^{-1} was significantly higher than 1.5 t ha^{-1} . Soil respiration with. Soil respiration in the broadcast application technique and mixed fertilizer dose of 3 t ha^{-1} (A_1B_2) was significantly higher than the other treatments. Correlation test showed a correlation between C-organic and soil respiration at observation 19 BST and a correlation between soil pH and soil respiration at observation 22 BST.

Keywords: Application technique, mixed fertilizer, mixed fertilizer dose, soil respiration.

**APLIKASI PUPUK CAMPURAN PADA BERBAGAI TEKNIK DAN
DOSIS TERHADAP RESPIRASI TANAH DI PERTANAMAN NANAS
(*Ananas comosus* L.) RATOON**

Oleh

ARSITA PERMATA SARI

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**

Judul Skripsi : **APLIKASI PUPUK CAMPURAN
PADA BERBAGAI TEKNIK DAN DOSIS
TERHADAP RESPIRASI TANAH DI
PERTANAMAN NANAS (*Ananas comosus* L.)
RATOON**

Nama Mahasiswa : **Arsita Permata Sari**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2014181004**

Jurusan : **Ilmu Tanah**

Fakultas : **Pertanian**



1. Komisi Pembimbing

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

Septi Nurul Aini, S.P., M.Si.
NIP 199202022019032021

2. Ketua Jurusan Ilmu Tanah

Ir. Hery Novpriansyah, M.Si.
NIP 196611151990101001

MENGESAHKAN

I. Tim Penguji

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

Anggota Pembimbing : Septi Nurul Aini, S.P., M.Si.

Penguji Bukan Pembimbing : Ir. M. A. Syamsul Arif, M.Sc., Ph.D.

2. Dekan Fakultas Pertanian

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

NIP. 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 17 Oktober 2024

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Aplikasi Pupuk Campuran pada Berbagai Teknik dan Dosis terhadap Respirasi Tanah di Pertanaman Nanas (*Ananas comosus L.*) Ratoon”** merupakan hasil karya saya 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 di kemudian 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 November 2024



Arsita Permata Sari
NPM. 2014181004

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Arsita Permata Sari, dilahirkan di Tulang Bawang pada tanggal 21 Agustus 2001, sebagai anak pertama dari dua bersaudara, dari Bapak Slamet Ruwanto dan Ibu Susilah. Penulis menyelesaikan Pendidikan Taman Kanak-kanak (TK) di TK Abadi Perkasa, Kecamatan Gedung Meneng, Kabupaten Tulang Bawang yang diselesaikan pada tahun 2008, kemudian dilanjutkan Pendidikan Dasar (SD) di SD Abadi Perkasa dan selesai pada tahun 2014. Penulis melanjutkan Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Abadi Perkasa dan selesai pada tahun 2017, kemudian Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan di SMA Sugar Group pada tahun 2020. Tahun 2020, Penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten praktikum Dasar-Dasar Ilmu Tanah (2021/2022 dan 2022/2023), Klimatologi Pertanian (2022/2023) dan Kesuburan tanah dan Nutrisi Tanaman (2023/2024). Penulis pernah mengikuti unit kegiatan mahasiswa GAMATALA (Gabungan Mahasiswa Ilmu Tanah Unila) sebagai anggota bidang Pengabdian Masyarakat (Periode 2022/2023), Sekretaris bidang Kesekretariatan Masjid FOSI (Forum Studi Islam) (Periode 2022) dan Sekretaris bidang administrasi dan keuangan di DPM (Dewan Perwakilan Mahasiswa) (Periode tahun 2023).

Pada awal tahun 2023, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Pekon Tulung Baman, Pesisir Selatan, Pesisir Barat selama 40 hari. Kemudian pada pertengahan tahun 2023 penulis melakukan kegiatan Praktik Umum (PU) di PT Great Giant Pineapple, Lampung Tengah selama 30 hari kerja efektif.

SANWACANA

Puji syukur kepada Allah SWT atas ridho dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan semua rangkaian penelitian dan penulisan skripsi dengan judul **“Aplikasi Pupuk Campuran pada Berbagai Teknik dan Dosis terhadap Respirasi Tanah di Pertanaman Nanas (*Ananas comosus L.*) Ratoon”**.

Penulis menyadari bahwa tanpa adanya bimbingan, bantuan dan doa dari berbagai pihak, skripsi ini tidak dapat diselesaikan dengan tepat waktu. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu, mendoakan dan mendukung penulis dalam menyelesaikan pembuatan skripsi ini. Pihak-pihak tersebut diantaranya adalah:

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, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Lampung.
3. Prof. Dr. Ir. Dermiyati, M.Agr.Sc., selaku dosen Pembimbing Utama dan Pembimbing Akademik atas bimbingan, nasihat, motivasi selama penulis menjadi mahasiswa dan menyelesaikan penulisan skripsi ini.
4. Septi Nurul Aini, S.P., M.Si. selaku dosen Pembimbing Kedua, atas waktu, bimbingan, kesabaran, semangat, motivasi, saran, dan kritik yang diberikan selama proses penyelesaian skripsi ini.
5. Ir. M. A. Syamsul Arif, M.Sc., Ph.D., selaku dosen Penguji yang telah memberikan arahan, saran, dan kritik yang membangun dalam penulisan skripsi.

6. PT. Great Giant Pineapple atas dukungan pelaksanaan penelitian ini.
7. Kedua orang tuaku tercinta serta Adikku, Bapak Slamet Ruwanto, Ibu Susilah dan M. Abi Asidqi yang selalu memberikan dukungan, kasih sayang, cinta serta doa yang tulus dan semangat sepanjang hidup penulis.
8. Teman-teman satu tim penelitian, Adisty Rahmawanty, Intan Maharani Samsi, Fitriani, Nova Kurnia Ramadina, Ulia Karlismayani, Dian Prasetyowati, Kharisma Rahmawati, Siti Maysaroh, Jihan Ixora Ditia, Revi Mariska, Jeni Larasati dan Dewi Alma atas kerjasamanya dalam melaksanakan penelitian hingga penelitian dapat berjalan dengan baik.
9. Adisty Rahmawanty, Intan Maharani Samsi, Dea Rahmadini dan Nurul Putri Rahayu Juliana selaku teman dekat yang selalu memberi dukungan dan semangat. Terima kasih atas kesabaran dan kebersamaan kalian, semoga kita bisa terus saling mendukung dan berbagi kebahagiaan di masa depan.
10. Madina Putri Maharani, Ismalia Nur Wijihana, Nurul Hidayah dan Suci Husna sebagai teman SD hingga sekarang yang senantiasa mendengarkan keluh kesah dan membantu penulis dalam segala situasi dan kondisi dalam penyelesaian skripsi.
11. Putri Dwi Astuti, Linda Ratna Sari, Irma iryanti, Salsabila Noviyya Romadhona dan Hidayat Nurwahid selaku teman organisasi yang terus mendukung penulis dalam menyusun skripsi. Semoga segala kebaikan mereka diterima oleh Allah SWT.
12. Teman-teman tercinta program studi Ilmu Tanah 2020 dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah membantu, memberikan semangat selama perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini.
13. Terakhir, teruntuk diri saya sendiri. Terima kasih kepada diri saya sendiri yang sudah kuat dan bertahan dalam melewati lika-liku yang terjadi selama penulisan skripsi ini.

Akhir kata, semoga Allah SWT selalu memberikan nikmat atas segala kebaikan dan semangat dari semua pihak yang telah membantu penulis skripsi ini.

Bandar Lampung, 12 November 2024

Penulis

Arsita Permata Sari

MOTTO

“Allah tidak akan membebani seseorang, melainkan sesuai dengan kesanggupannya...”

(QS. Al-Baqarah 2:286)

“Apa yang melewatkanmu tidak akan pernah menjadi takdirmu, dan apa yang ditakdirkan untukmu tidak akan pernah melewatkanmu”

(Umar bin Khattab)

“Setetes keringat orang tuaku yang keluar, ada seribu langkahku untuk maju”

(Arsita Permata Sari)

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Kerangka Pemikiran	4
1.5 Hipotesis.....	8
II. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Degradasi Lahan	9
2.2 Pupuk Campuran.....	9
2.3 Respirasi Tanah.....	12
2.4 Tanaman Nanas <i>Ratoon</i>	13
2.5 Pengaruh Kotoran Sapi terhadap Respirasi Tanah.....	14
2.6 Pengaruh Teknik Pemupukan terhadap Respirasi Tanah.....	14
2.7 Pengaruh Dosis Pemupukan terhadap Respirasi Tanah.....	15
2.8 Pengaruh Perakaran Tanaman Nanas Terhadap Respirasi Tanah.....	16
2.9 Faktor yang Mempengaruhi Respirasi Tanah	16
III. BAHAN DAN METODE	19
3.1 Waktu dan Tempat	19
3.2 Alat dan Bahan	19
3.3 Metode Penelitian.....	20
3.4 Pelaksanaan Penelitian	21
3.5 Variabel Pengamatan.....	24
3.5.1 Variabel Utama.....	24
3.5.2 Variabel Pendukung	25
3.6 Analisis Data	27
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil	28
4.1.1 Dinamika Respirasi Tanah Akibat Pemberian Pupuk Campuran pada Berbagai Teknik dan Dosis.....	28
4.1.2 Respirasi Tanah Setelah Pemberian Pupuk Campuran dengan Perbedaan Teknik dan Dosis.....	30

4.1.3 Pengaruh Perbedaan Teknik dan Dosis Aplikasi Pupuk Campuran terhadap Kadar Air Tanah.....	32
4.1.4 Pengaruh Perbedaan Teknik dan Dosis Aplikasi Pupuk Campuran terhadap Suhu Tanah.....	32
4.1.5 Uji Korelasi antara pH, Kadar Air Tanah, Suhu Tanah, C-organik dan Biomassa Karbon Mikroorganisme (C-mik) Tanah dengan Respirasi Tanah.....	33
4.2 Pembahasan	34
V. SIMPULAN DAN SARAN	40
5.1 Simpulan.....	40
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kombinasi pupuk campuran pada berbagai teknik dan dosis terhadap respirasi tanah pada pertanaman nanas <i>ratoon</i>	20
2. Ringkasan analisis ragam pengaruh perbedaan teknik dan dosis aplikasi pupuk campuran terhadap respirasi tanah pada pengamatan 19 BST, 22 BST, 25 BST, 28 BST, dan 31 BST.....	30
3. Interaksi antara teknik aplikasi dan dosis pupuk campuran terhadap respirasi tanah pada pengamatan 19 BST.....	31
4. Pengaruh dosis aplikasi pupuk campuran terhadap respirasi tanah pada pengamatan 22 BST	31
5. Ringkasan analisis ragam pengaruh perbedaan teknik dan dosis aplikasi pupuk campuran terhadap kadar air tanah.....	32
6. Ringkasan analisis ragam pengaruh perbedaan teknik dan dosis aplikasi pupuk campuran terhadap suhu tanah	33
7. Uji korelasi pH, kadar air tanah, suhu tanah, C-organik dan biomassa karbon mikroorganisme (C-mik) dengan respirasi tanah	34
8. Pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 19 BST.....	50
9. Uji homogenitas ragam pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada Pengamatan 19 BST	50
10. Analisis ragam ragam pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 19 BST.....	51

11. Pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 22 BST	51
12. Uji homogenitas ragam pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 22 BST.....	52
13. Analisis ragam ragam pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 22 BST.....	52
14. Pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 25 BST	53
15. Uji homogenitas ragam pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 25 BST.....	53
16. Analisis ragam ragam pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 25 BST	54
17. Pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 28 BST.....	54
18. Uji homogenitas ragam pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 28 BST.....	55
19. Analisis ragam ragam pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 28 BST.....	55
20. Pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada Pengamatan 31 BST.....	56
21. Uji homogenitas ragam pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 31 BST.....	56
22. Analisis ragam ragam pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 31 BST.....	57

23.	Pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap kadar air tanah (%) pada pengamatan 19 BST	57
24.	Uji homogenitas ragam pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap kadar air tanah (%) pada pengamatan 19 BST	58
25.	Analisis ragam ragam pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap kadar air tanah (%) pada pengamatan 19 BST	58
26.	Pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap kadar air tanah (%) pada pengamatan 22 BST	59
27.	Uji homogenitas ragam pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap kadar air tanah (%) pada pengamatan 22 BST	59
28.	Analisis ragam ragam pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap kadar air tanah (%) pada pengamatan 22 BST	60
29.	Pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap kadar air tanah (%) pada pengamatan 25 BST	60
30.	Uji homogenitas ragam pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap kadar air tanah (%) pada pengamatan 25 BST	61
31.	Analisis ragam ragam pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap kadar air tanah (%) pada pengamatan 25 BST	61
32.	Pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap kadar air tanah (%) pada pengamatan 28 BST	62
33.	Uji homogenitas ragam pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap kadar air tanah (%) pada pengamatan 28 BST	62
34.	Analisis ragam ragam pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap kadar air tanah (%) pada pengamatan 28 BST	63
35.	Pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap kadar air tanah (%) pada pengamatan 31 BST	63
36.	Uji homogenitas ragam pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap kadar air tanah (%) pada pengamatan 31 BST	64
37.	Analisis ragam ragam pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap kadar air tanah (%) pada pengamatan 31 BST	64
38.	Pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap suhu tanah ($^{\circ}$ C) pada pengamatan 19 BST	65

39.	Uji homogenitas ragam pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap suhu tanah ($^{\circ}\text{C}$) pada pengamatan 19 BST	65
40.	Analisis ragam ragam pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap suhu tanah ($^{\circ}\text{C}$) pada pengamatan 19 BST	66
41.	Pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap suhu tanah ($^{\circ}\text{C}$) pada pengamatan 22 BST	66
42.	Uji homogenitas ragam pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap suhu tanah ($^{\circ}\text{C}$) pada pengamatan 22 BST	67
43.	Analisis ragam ragam pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap suhu tanah ($^{\circ}\text{C}$) pada pengamatan 22 BST	67
44.	Pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap suhu tanah ($^{\circ}\text{C}$) pada pengamatan 25 BST	68
45.	Uji homogenitas ragam pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap suhu tanah ($^{\circ}\text{C}$) pada pengamatan 25 BST	68
46.	Analisis ragam ragam pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap suhu tanah ($^{\circ}\text{C}$) pada pengamatan 25 BST	69
47.	Pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap suhu tanah ($^{\circ}\text{C}$) pada pengamatan 28 BST	69
48.	Uji homogenitas ragam pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap suhu tanah ($^{\circ}\text{C}$) pada pengamatan 28 BST	70
49.	Analisis ragam ragam pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap suhu tanah ($^{\circ}\text{C}$) pada pengamatan 28 BST	70
50.	Pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap suhu tanah ($^{\circ}\text{C}$) pada pengamatan 31 BST	71
51.	Uji homogenitas ragam pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap suhu tanah ($^{\circ}\text{C}$) pada pengamatan 31 BST	71
52.	Analisis ragam ragam pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap suhu tanah ($^{\circ}\text{C}$) pada pengamatan 31 BST	72
53.	Hasil uji korelasi (ANOVA) pH tanah dengan respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 19 BST	72
54.	Hasil uji korelasi (ANOVA) pH tanah dengan respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 22 BST	72

55.	Hasil uji korelasi (ANOVA) pH tanah dengan respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 25 BST.....	73
56.	Hasil uji korelasi (ANOVA) pH tanah dengan respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 28 BST.....	73
57.	Hasil uji korelasi (ANOVA) pH tanah dengan respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 31 BST.....	73
58.	Hasil uji korelasi (ANOVA) kadar air tanah (%) dengan respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 19 BST.....	74
59.	Hasil uji korelasi (ANOVA) kadar air tanah (%) dengan respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 22 BST.....	74
60.	Hasil uji korelasi (ANOVA) kadar air tanah (%) dengan respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 25 BST.....	74
61.	Hasil uji korelasi (ANOVA) kadar air tanah (%) dengan respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 28 BST.....	75
62.	Hasil uji korelasi (ANOVA) kadar air tanah (%) dengan respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 31 BST.....	75
63.	Hasil uji korelasi (ANOVA) suhu tanah ($^{\circ}\text{C}$) dengan respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 19 BST.....	75
64.	Hasil uji korelasi (ANOVA) suhu tanah ($^{\circ}\text{C}$) dengan respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 22 BST.....	76
65.	Hasil uji korelasi (ANOVA) suhu tanah ($^{\circ}\text{C}$) dengan respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 25 BST.....	76
66.	Hasil uji korelasi (ANOVA) suhu tanah ($^{\circ}\text{C}$) dengan respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 28 BST.....	76
67.	Hasil uji korelasi (ANOVA) suhu tanah ($^{\circ}\text{C}$) dengan respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 31 BST.....	77
68.	Hasil uji korelasi (ANOVA) C-Organik tanah (%) dengan respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 19 BST.....	77
69.	Hasil uji korelasi (ANOVA) C-Organik tanah (%) dengan respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 22 BST.....	77
70.	Hasil uji korelasi (ANOVA) C-Organik tanah (%) dengan respirasi Ttanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 25 BST.....	78

71.	Hasil uji korelasi (ANOVA) C-Organik tanah (%) dengan respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 28 BST.....	78
72.	Hasil uji korelasi (ANOVA) C-Organik tanah (%) dengan respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 31 BST.....	78
73.	Hasil uji korelasi (ANOVA) respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) dengan biomassa karbon mikroorganisme tanah (C-Mik) ($\text{mg C-CO}_2 \text{ kg tanah}^{-1} 10 \text{ hari}^{-1}$) pada pengamatan 19 BST.....	79
74.	Hasil uji korelasi (ANOVA) respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) dengan biomassa karbon mikroorganisme tanah (C-Mik) ($\text{mg C-CO}_2 \text{ kg tanah}^{-1} 10 \text{ hari}^{-1}$) pada pengamatan 22 BST.....	79
75.	Hasil uji korelasi (ANOVA) respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) dengan biomassa karbon mikroorganisme tanah (C-Mik) ($\text{mg C-CO}_2 \text{ kg tanah}^{-1} 10 \text{ hari}^{-1}$) pada pengamatan 25 BST.....	79
76.	Hasil uji korelasi (ANOVA) respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) dengan biomassa karbon mikroorganisme tanah (C-Mik) ($\text{mg C-CO}_2 \text{ kg tanah}^{-1} 10 \text{ hari}^{-1}$) pada pengamatan 28 BST.....	80
77.	Hasil uji korelasi (ANOVA) respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) dengan biomassa karbon mikroorganisme tanah (C-Mik) ($\text{mg C-CO}_2 \text{ kg tanah}^{-1} 10 \text{ hari}^{-1}$) pada pengamatan 31 BST.....	80
78.	Uji korelasi antara pH tanah, kadar air tanah (%), suhu tanah ($^{\circ}\text{C}$), dan C-Organik tanah (%) dengan respirasi tanah ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{hari}^{-1}$) pada pengamatan 19 BST, 22 BST, 25 BST, 28 BST, dan 31 BST	80
79.	Data curah hujan di PT GGP pada setiap pengamatan	82
79.	Data C-Organik pada setiap pengamatan	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema kerangka pemikiran pengaruh pupuk campuran terhadap respirasi tanah.....	8
2. Lokasi PT Great Giant Pineapple.....	19
3. Tata letak percobaan pengaruh waktu dan aplikasi campuran terhadap respirasi tanah.....	21
4. Jalur waktu pelaksanaan penelitian.....	21
5. Tata letak pengambilan sampel.....	23
6. Skema pelaksanaan inkubasi tanah penentuan kadar CO ₂	25
7. Dinamika respirasi tanah pada pertanaman nanas setelah pemberian pupuk campuran dengan teknik dan dosis aplikasi pada pengamatan 19 BST, 22 BST, 25 BST, 28 BST, dan 31 BST; BST = Bulan setelah tanam; A ₁ = Sebar; A ₂ = Larikan; A ₃ =Tugal; B ₁ = 1,5 t ha ⁻¹ ; B ₂ = 3 t ha ⁻¹ ; B ₃ =4,5 t ha ⁻¹	28
8. Grafik respirasi tanah (mg CO ₂ -C g ⁻¹ hari ⁻¹) setiap perlakuan pada masing-masing waktu pengamatan. Garis bar tidak berbeda apabila saling bersinggungan satu sama lain	29
9. Grafik korelasi antara C-organik dengan respirasi tanah (mg CO ₂ -C g ⁻¹ hari ⁻¹) pada pengamatan 19 BST	82
10. Grafik korelasi antara pH tanah dengan respirasi tanah (mg CO ₂ -C g ⁻¹ hari ⁻¹) pada pengamatan 22 BST	83

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nanas masih menjadi salah satu andalan ekspor buah Indonesia. Produksi nanas berasal dari berbagai daerah di Indonesia, salah satunya Lampung. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah produksi nanas di Provinsi Lampung pada tahun 2019 sebesar 699.243 ton sedangkan pada tahun 2020 produksi tanaman nanas mencapai 662.588 ton. Hal ini menunjukkan bahwa produksi nanas di Lampung mengalami penurunan. Penurunan produksi diduga karena kesuburan tanah yang menurun akibat dari degradasi lahan.

Lahan pertanian yang mengalami degradasi merupakan lahan yang mengalami penurunan produktivitas akibat kondisi lahan yang memburuk (Wahyunto dan Dariah, 2014). Pasaribu dkk. (2010) menyatakan bahwa degradasi lahan merupakan proses kerusakan tanah dan penurunan produktivitas yang disebabkan oleh tindakan manusia atau penyebab lain. Penyebab degradasi ini adalah pengolahan tanah intensif, kurangnya penambahan bahan organik tanah dan penggunaan pupuk anorganik secara tidak berimbang yang mengakibatkan menurunnya kesuburan tanah.

Upaya yang dapat digunakan untuk memperbaiki degradasi lahan adalah dengan melakukan pemupukan. Pemupukan yang umum digunakan adalah pupuk anorganik. Menurut Soekamto dkk. (2019), penggunaan pupuk dalam jangka pendek akan menghasilkan produktivitas yang tinggi dan mempercepat masa tanam, hal ini karena pupuk kimia mempunyai kandungan hara yang dapat langsung diserap oleh tanaman. Keadaan ini menimbulkan ketergantungan sehingga penggunaannya tidak efisien baik secara dosis dan teknik aplikasinya

serta tidak memperhatikan kemampuan tanah dalam menyediakan hara secara alami (Sirappa dan Razak, 2010).

Dalam jangka panjang pupuk anorganik menimbulkan dampak negatif terhadap tanah dan tanaman yakni terganggunya aktivitas mikroorganisme tanah atau O_2 yang dibutuhkan oleh mikroorganisme dan menurunnya kandungan bahan organik tanah (Setiawan dan Herdiyanto, 2015). Upaya mengurangi pupuk anorganik, dapat dilakukan dengan mengkombinasikan pupuk anorganik dengan pupuk organik menjadi pupuk campuran. Penggunaan pupuk campuran dengan dosis dan teknik yang tepat diharapkan dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme dalam tanah.

Menurut hasil penelitian sebelumnya oleh Febriana (2023), pupuk campuran dosis $4,5 \text{ ton ha}^{-1}$ dengan cara tugal pada pengamatan 14 BST memberikan total mikroorganisme tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Dengan teknik aplikasi secara tugal memungkinkan unsur hara bergerak menuju perakaran tanaman dengan lebih mudah dan cepat (Salam, 2012). Pada penelitian ini menggunakan pertanaman nanas *ratoon* yang berumur 19 – 31 BST, yakni tanaman kedua dari induk tanaman panen yang pertama. Tanaman tetap dipertahankan karena pada panen pertama menghasilkan panen yang bagus sehingga dilanjut untuk panen kedua.

Penggunaan pupuk campuran dengan teknik dan dosis aplikasi yang tepat diharapkan dapat memperbaiki kesuburan tanah secara biologi dengan salah satu indikasinya adalah jumlah CO_2 yang dihasilkan oleh mikroorganisme tanah. Aktivitas mikroorganisme tanah dapat ditentukan melalui populasi mikroba tanah dan respirasi tanah. Respirasi tanah merupakan suatu proses yang terjadi di dalam tanah karena adanya kehidupan dan aktivitas dari mikroorganisme di dalam tanah yang dalam aktivitasnya membutuhkan O_2 dan mengeluarkan CO_2 . Respirasi tanah dapat digunakan sebagai indikator yang baik terhadap mutu tanah (Setiawan dkk., 2016).

Respirasi tanah mencakup semua aktivitas metabolisme di dalam tanah. Proses metabolisme tersebut menghasilkan produk sisa berupa CO_2 , H_2O dan pelepasan

energi. Maka dari itu dilaksanakan penelitian pemberian pupuk campuran yang mengandung kombinasi bahan organik yang tinggi serta bahan anorganik dengan teknik dan dosis aplikasi yang tepat dapat meningkatkan respirasi tanah yang dapat meningkatkan kesuburan tanah dan tanaman. Hal ini sesuai dengan penelitian Utami dan Setiawati (2018) menyatakan bahwa pemberian pupuk anorganik dan pupuk organik dapat meningkatkan populasi bakteri yang akan berdampak pada respirasi tanah dan aktivitas mikroorganisme tanah secara keseluruhan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah teknik aplikasi pupuk campuran mempengaruhi respirasi tanah pada pertanaman nanas *ratoon*?
2. Apakah dosis aplikasi pupuk campuran mempengaruhi respirasi tanah pada pertanaman nanas *ratoon*?
3. Apakah terdapat interaksi antara perbedaan teknik dan dosis aplikasi pupuk campuran pada pertanaman nanas *ratoon* terhadap respirasi tanah?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui teknik aplikasi pupuk campuran terhadap respirasi tanah pada pertanaman nanas *ratoon*.
2. Untuk mengetahui dosis aplikasi pupuk campuran terhadap respirasi tanah pada pertanaman nanas *ratoon*.
3. Untuk mengetahui interaksi antara perbedaan teknik dan dosis aplikasi pupuk campuran pada pertanaman nanas *ratoon* terhadap respirasi tanah.

1.4 Kerangka Pemikiran

Produksi nanas di PT GGP mengalami penurunan. Penurunan produksi nanas dapat terjadi karena menurunnya kesuburan tanah yang diduga akibat dari degradasi lahan. Pasaribu dkk. (2010) menyatakan bahwa degradasi lahan merupakan proses kerusakan tanah dan penurunan produktivitas yang disebabkan oleh tindakan manusia atau penyebab lain. Penyebab degradasi ini adalah pengolahan tanah intensif, kurangnya penambahan bahan organik tanah dan penggunaan pupuk anorganik secara tidak berimbang yang mengakibatkan menurunnya kesuburan tanah.

Pengolahan tanah secara intensif ini memanfaatkan lahan dengan intensitas yang maksimum dengan cara melakukan penggarapan dan penggunaan tanah secara intensif, menggemburkan tanah, membolak-balikkan tanah dengan tujuan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Tanpa disadari pengolahan tanah ini dapat menyebabkan kerusakan tanah. Setiawan dan Herdiyanto (2015) melaporkan bahwa olah tanah yang menggunakan alat berat akan membuat tanah menjadi lebih gembur. Namun disaat bersamaan roda traktor akan menyebabkan terjadinya pemadatan tanah, sehingga dapat menyebabkan terjadinya kerusakan struktur tanah dan kehahatan kandungan bahan organik tanah.

Kandungan bahan organik dapat mempengaruhi mikroorganismen tanah. Bahan organik dalam tanah sebagai sumber energi bagi mikroorganismen dalam tanah untuk melakukan proses dekomposisi, siklus unsur hara, penguraian senyawa organik maupun anorganik dan sumber hara bagi tanaman. Bahan organik memiliki pengaruh positif terhadap tanah dimana semakin banyak bahan organik dalam tanah, maka tingkat kesuburan tanah akan meningkat (Susilawati dkk, 2013). Namun penggunaan pupuk organik memiliki kelemahan menurut Purnomo dkk. (2013), pemakaian pupuk organik dibutuhkan dalam jumlah yang banyak dibandingkan pupuk anorganik untuk luasan lahan yang sama sehingga biaya produksi membesar.

Penggunaan pupuk anorganik yang tidak tepat dosis akan memberikan dampak negatif bagi tanah dan lingkungan. Penggunaan pupuk yang dilakukan secara terus

menerus dapat menurunkan kemasaman tanah sehingga mikroorganisme akan terganggu. Reaksi tanah atau pH tanah adalah faktor yang dapat mempengaruhi aktivitas mikroorganisme tanah. Semakin baik pH tanah maka mikroorganisme yang mampu hidup dalam tanah juga akan semakin banyak dan berpengaruh penting dalam siklus hara dan juga kesuburan tanah (Mukrin dkk., 2019).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kesuburan tanah adalah dengan penambahan pupuk organik. Penggunaan pupuk organik tanpa dikombinasikan dengan pupuk anorganik pada pelaksanaannya ternyata menimbulkan masalah baru. Menurut Sentana dkk. (2010), penggunaan pupuk organik berupa kompos memerlukan jumlah atau dosis yang besar dan kemudian efek dari penggunaan pupuk organik terhadap tanaman memerlukan waktu yang relatif lama. Oleh sebab itu, maka diperlakukan kombinasi antara penggunaan pupuk organik dan anorganik untuk menunjang pertumbuhan tanaman.

Kombinasi pupuk yang digunakan merupakan produksi PT. GGP yaitu pupuk campuran. Pupuk ini merupakan pupuk majemuk dengan kombinasi antara pupuk organik dan pupuk anorganik. Bahan utama pupuk campuran adalah bahan organik berupa kompos kotoran sapi (36%), pupuk anorganik (40%), zeolite (24%). Bahan organik berperan sebagai sumber energi bagi mikroorganisme tanah sehingga dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah (Yusdian dkk., 2018).

Selain bahan-bahan dari pupuk yang digunakan, efisien dan efektifitas dalam pemupukan perlu memperhatikan prinsip pemupukan yakni tepat teknik dan dosis aplikasi. Jika prinsip pemupukan tersebut terpenuhi maka pemupukan akan efisien dan efektif yang akan berkorelasi positif terhadap sifat biologi tanah sehingga aktivitas mikroorganisme akan tinggi. Ketersediaan bahan organik yang banyak akan memacu pertumbuhan populasi mikroba dekomposer, sehingga indikator aktivitas mikroba tersebut tercermin pada angka pengamatan aktivitas respirasi tanah yang tinggi (Primiadi dan Djukri, 2004).

Aplikasi pupuk dengan teknik sebar efektif untuk mengurangi sebaran hara secara terpusat pada suatu titik sehingga ketersediaan hara lebih merata dalam tanah yang

selanjutnya terakumulasi dalam tanah atau terserap oleh tanaman (Muyassir dan Manfaridah, 2012). Pada teknik aplikasi dalam larikan cara pemberian pupuk dengan diberikan dalam larikan tanaman sehingga membuat tanaman mudah menyerap hara dan kehilangan hara pupuk dapat dikurangi. Sedangkan teknik aplikasi secara tugal pupuk yang diberikan dengan cara dibenamkan pada sekitar perakaran sehingga akan mudah terserap oleh akar. Kemudian pada teknik aplikasi ini dapat menghindari terjadinya kehilangan hara baik oleh pencucian ataupun penguapan (volatilisasi) sehingga hara yang ditambahkan dari pupuk secara optimal dapat diserap oleh tanaman.

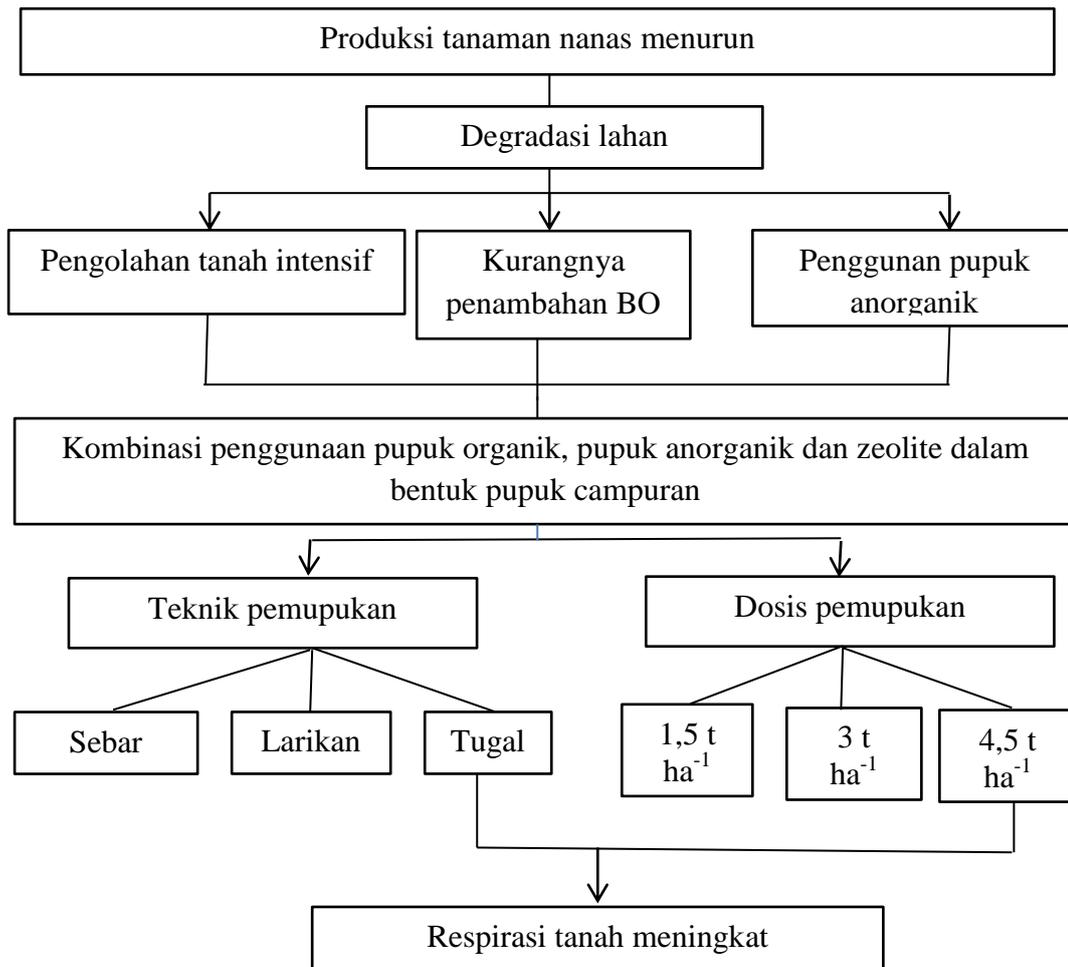
Dosis aplikasi pupuk yang digunakan pada penelitian yaitu $1,5 \text{ t ha}^{-1}$, 3 t ha^{-1} dan $4,5 \text{ t ha}^{-1}$. Aplikasi pupuk campuran yang diproduksi oleh PT GGP dengan dosis $4,5 \text{ t ha}^{-1}$ mengandung bahan organik lebih tinggi dibandingkan pada dosis $1,5 \text{ t ha}^{-1}$ dan 3 t ha^{-1} . Bahan organik pada pupuk campuran $4,5 \text{ t ha}^{-1}$ mengandung bahan organik sebesar $1,6 \text{ t ha}^{-1}$. Sarno (2009) mengemukakan bahwa aplikasi kompos $1,5 \text{ t ha}^{-1}$ yang dikombinasikan dengan NPK 25% ($22,5 \text{ kg N ha}^{-1}$; $9 \text{ Kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$; $12,5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$) dapat meningkatkan pH tanah, C-total, N-total, dan K-tersedia.

Pupuk campuran yang diaplikasikan dengan dosis $4,5 \text{ t ha}^{-1}$ dengan cara tugal diharapkan dapat meningkatkan kadar bahan organik tanah yang berperan sebagai sumber energi bagi mikroorganisme. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya oleh Febriana (2023), pupuk campuran dosis $4,5 \text{ t ha}^{-1}$ dengan cara tugal pada pengamatan 14 BST memberikan total mikroorganisme tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini terjadi karena pupuk campuran dosis $4,5 \text{ t ha}^{-1}$ mengandung bahan organik lebih tinggi dibandingkan dengan dosis $1,5 \text{ t ha}^{-1}$ dan 3 t ha^{-1} . Hal ini sesuai dengan Wicaksono dkk. (2015) yang mengungkapkan bahwa bahan organik tanah menentukan total mikroorganisme di dalam tanah, semakin tinggi kandungan bahan organik maka tanah akan semakin subur.

Teknik aplikasi secara tugal pupuk yang diberikan dengan cara dibenamkan pada sekitar perakaran sehingga akan mudah terserap oleh akar dan akan lebih efisien karena sebagian besar pupuk dapat terserap oleh tanaman. Wiratmaja (2016)

menyebutkan bahwa akar adalah organ penyerap air dan unsur hara sehingga pupuk yang diaplikasikan dekat dengan area perakaran akan mudah diserap oleh tanaman melalui kontak dengan permukaan sel bulu-bulu akar yang merupakan bagian yang sangat penting dari proses penyerap. Selain berperan untuk mengambil unsur hara dan menjangkarkan tumbuhan ke dalam tanah, akar juga secara aktif mengeluarkan berbagai macam senyawa yang disebut eksudat akar ke lingkungan tanah. Eksudat akar merupakan sumber makanan dan energi yang utama bagi mikroorganisme yang hidup di rhizosfer yang berasal dari senyawa asam organik, gula, protein dan senyawa lainnya (Zhuang dkk., 2013). Ketika eksudat akar masuk dalam tanah, mikroba akan menggunakan senyawa tersebut sebagai sumber energi dan karbon dalam respirasi tanah.

Aplikasi pupuk campuran diharapkan dapat meningkatkan bahan organik tanah. Menurut Arifin dkk. (2022) pemberian pupuk organik dapat memperbaiki sifat tanah melalui peningkatan pH tanah dan C-organik yang akan berkorelasi positif dengan respirasi tanah. Selain itu, suhu tanah dan kadar air juga merupakan faktor penting dalam mempengaruhi respirasi tanah. Bahan organik tanah akan dimanfaatkan mikroorganisme untuk sumber energi kemudian menghasilkan CO₂ sehingga respirasi tanah akan meningkat. Penetapan respirasi tanah didasarkan pada penetapan jumlah CO₂ yang dihasilkan mikroorganisme tanah dan jumlah O₂ yang dikonsumsi oleh mikroorganisme tanah. Respirasi tanah sebagai indikator dalam aktivitas biologis tanah yang sangat penting bagi ekosistem di dalam tanah. Skema kerangka pemikiran yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema kerangka pemikiran aplikasi pupuk campuran pada berbagai teknik dan dosis terhadap respirasi tanah pada pertanaman nanas *ratoon*.

1.5 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Respirasi tanah pada pupuk campuran dengan teknik aplikasi tugal lebih tinggi dibandingkan teknik sebar dan larikan pada pertanaman nanas *ratoon*.
2. Respirasi tanah pada pupuk campuran dengan dosis 4,5 t ha⁻¹ lebih tinggi dibandingkan dosis 1,5 t ha⁻¹ dan 3 t ha⁻¹ pada pertanaman nanas *ratoon*.
3. Terdapat interaksi antara teknik dan dosis aplikasi pupuk campuran pada pertanaman nanas *ratoon* terhadap respirasi tanah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Degradasi Lahan

Degradasi lahan merupakan proses penurunan produktivitas lahan yang dicirikan dengan adanya penurunan sifat kimia, biologi dan fisik tanah baik bersifat sementara ataupun tetap (Wahyunto dan Dariah, 2014). Degradasi lahan kering mengalami peningkatan dari tahun ke tahun baik dalam hal luasan maupun tingkat degradasi. Pasaribu dkk. (2010) menyatakan bahwa degradasi lahan merupakan proses kerusakan tanah dan penurunan produktivitas yang disebabkan oleh tindakan manusia atau penyebab lain. Selain itu pemupukan anorganik yang dilakukan secara terus menerus menjadi penyebab utama terjadinya degradasi lahan.

Pupuk anorganik menjadi salah satu penyebab terjadinya degradasi lahan. Penggunaan pupuk anorganik yang dilakukan secara terus menerus tanpa diimbangi dengan pupuk organik mampu mengakibatkan perubahan secara fisik, kimia dan biologi tanah. Dalam penelitian Murtiana dan Taher (2021) menjelaskan bahwa pemupukan NPK jangka panjang dapat menyebabkan penurunan pH tanah serta dapat menurunkan kandungan bahan organik dan berpengaruh pada aktivitas mikroorganisme (respirasi tanah).

2.2 Pupuk Campuran

Pupuk campuran adalah kombinasi pupuk organik dengan pupuk anorganik serta bahan pembenah tanah yang diproduksi oleh PT. Great Giant Pineapple. Pupuk ini mengandung unsur hara baik makro maupun mikro yang dibutuhkan oleh tanaman. Bahan utama pupuk campuran adalah kompos kotoran sapi, pupuk kimia, serta bahan pembenah tanah berupa zeolit. Komposisi pupuk campuran

pada penelitian ini adalah kompos 36%, pupuk anorganik sebesar 40% dan bahan pembenah tanah dan bahan lainnya sebesar 25%.

Kompos yang terkandung dalam pupuk campuran adalah kompos kotoran sapi. Kandungan pupuk kotoran sapi sangat baik bagi pertumbuhan tanaman nanas dengan kandungan C-Organik 10-18,76%, N 0,7-1,30%, P 0,52%, K 0,95%, Ca 1,06%, Mg 0,5-0,86%, Na 0,17%, Fe 5726 ppm, Mn 336 ppm, Zn 122 ppm, Cu 20 ppm, Cr 6 ppm, C/N ratio 14,0-18,0%, kadar air 24,21%, P_2O_5 1,5- 2,0%, K_2O_5 0,5-0,8%, kadar lengas 26,28%, asam humat 3,42%, dan asam sulfat 2,92% (Irfan dan Mudani, 2017). Tingginya jumlah pupuk kompos kotoran sapi yang diaplikasikan ke lahan akan meningkatkan C-organik, peningkatan ini disebabkan oleh kadar C yang terkandung dalam pupuk kandang sapi. Kotoran sapi melepaskan sejumlah senyawa karbon C sebagai penyusun utama dari bahan organik yang akan disumbangkan pada C-Organik. Kompos kotoran sapi juga dapat meningkatkan pH tanah, semakin besar dosis yang diberikan maka pH tanah akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan adanya pelepasan ion OH dan adanya pelepasan asam-asam organik yang terkandung dalam kotoran sapi. Bahan organik ini mengalami proses dekomposisi yang akan menghasilkan humus yang dapat meningkatkan afinitas ion OH yang bersumber dari gugus karboksil (-COOH) dari senyawa fenol (Fikdalillah, 2016).

Kompos kotoran sapi mengandung bahan organik yang dapat memperbaiki sifat tanah. Bahan organik dapat meningkatkan kemampuan tanah dalam menahan air, meningkatkan kemantapan agregat tanah, yang akan mempengaruhi proses agregasi dan sebaran pori tanah sehingga menyebabkan perubahan kemampuan tanah dalam menyimpan air dan berpengaruh terhadap warna tanah, tanah dengan kualitas baik umumnya berwarna coklat gelap pada permukaan. Secara sifat kimia tanah dapat meningkatkan KTK tanah bahwa peningkatan 1% bahan organik tanah akan meningkatkan satu unit KTK tanah dan dapat meningkatkan pH tanah, besar dan lamanya pengaruh bahan organik terhadap pH tanah bervariasi berdasarkan jenis dan dosis bahan organik yang diberikan, dimana dosis yang lebih tinggi menghasilkan perubahan pH tanah yang lebih besar. Serta secara biologi tanah sebagai sumber energi untuk proses-proses biologi di tanah, sebagai

penyuplai sumber hara makro bagi tanaman, dan sebagai bahan utama dalam menentukan resiliensi ekosistem (kapasitas suatu ekosistem untuk bertahan dari suatu gangguan dan kemudian memulihkan kembali fungsi-fungsi dasar pentingnya) (Akhmad, 2018).

Penggunaan pupuk anorganik telah terbukti dapat meningkatkan hasil panen tanaman. Tanaman memerlukan unsur hara makro seperti (N, P, K, dan Mg) serta unsur mikro seperti (Fe dan Zn) untuk pertumbuhan yang optimal. Namun, penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus dan dalam jangka waktu lama dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan serta menurunkan kualitas beberapa komoditas. Kelebihan pupuk anorganik terletak pada kandungan unsur hara tertentu dan kemudahannya untuk larut dalam tanah, sehingga tanaman dapat memanfaatkannya lebih cepat. Selain itu, penggunaannya juga lebih praktis dalam hal aplikasi dan pengangkutan. Sebaliknya, kelemahan pupuk anorganik termasuk kemampuannya untuk tercuci ke lapisan tanah bawah yang tidak terjangkau air, potensi penurunan pH tanah yang dapat mempengaruhi kemasaman, serta kemungkinan perubahan struktur, sifat kimia, dan biologis tanah jika digunakan secara berlebihan tanpa diimbangi dengan pemberian pupuk organik (Kuntyastuti dan Lestari, 2016).

Zeolit sebagai bahan pembenah dengan KTK tinggi dikatakan dapat meningkatkan daya ikat unsur hara tanah. Selain itu, menurut Gaol dkk. (2014) mengatakan penambahan zeolite pada tanah lempung dapat memperbaiki struktur tanah sehingga meningkatkan pori-pori dalam tanah. Sedangkan tanah berpasir, zeolite dapat meningkatkan daya ikat air (Putri, 2010). Kemampuan zeolite dalam bidang pertanian diantaranya adalah meningkatkan efektivitas pemupukan, KTK tanah, ketersediaan Ca, K dan P, menurunkan konsentrasi Al, menahan mineral yang berguna bagi tanaman dan menyerap air untuk menjaga kelembaban tanah. Selain itu zeolite dapat mengikat logam berat yang terdapat pada tanah sehingga mikroorganisme meningkat dan dekomposisi bahan organik juga meningkat dan akan berpengaruh terhadap kandungan C-organik tanah.

2.3 Respirasi Tanah

Respirasi tanah digunakan untuk mengetahui tanah termasuk subur atau tidak di dalam suatu tanah karena populasi mikroba yang tinggi menunjukkan adanya suplai makanan yang cukup, suhu yang sesuai, ketersediaan air yang cukup dan kondisi ekologi tanah yang mendukung perkembangan mikroba. Pada aktivitas mikroorganisme tanah menunjukkan tentang respirasi mikroorganisme yaitu penggunaan O_2 dan pembebasan CO_2 oleh mikroorganisme tanah (Widati, 2007). Semakin tinggi nilai respirasi mikroorganisme maka semakin tinggi pula mikroorganisme yang memproduksi CO_2 . Menurut Sumarsih (2003), aktivitas mikroorganisme tanah tinggi berarti produksi CO_2 di tanah pun tinggi. Respirasi diukur berdasarkan metode Verstraete. Respirasi tanah adalah metode pertama yang digunakan untuk menentukan tingkat aktivitas mikroba di dalam tanah. Metode ini digunakan untuk pengukuran respirasi tanah di laboratorium dengan mengambil sampel tanah di lapang kemudian dilakukan analisis respirasi tanah di laboratorium.

Respirasi tanah merupakan pengukuran berbagai jenis dari total CO_2 yang dikeluarkan oleh mikroba dan kandungan biomassa mikroba pada periode waktu tertentu (Campbell dkk., 1992). CO_2 yang dihasilkan dapat dijadikan indikator pengukuran respirasi tanah. Pengukuran respirasi mempunyai korelasi yang baik dengan pH tanah, bahan organik tanah, kapasitas tukar kation (KTK) dan total mikroorganisme. Jika pH tanah masam, bahan organik dan kapasitas tukar kation di tanah rendah dan total mikroorganisme tanah sedikit maka aktivitas mikroorganisme tanah mengalami penurunan. Menurut Delvian dkk. (2015) jika pH tanah masam maka aktivitas mikroorganisme akan menurun. Bahan organik mensuplai makanan atau energi dalam jumlah yang sedikit di tanah akan menurunkan aktivitas mikroorganisme. Sedangkan menurut Hardjowigeno (2007), semakin rendah nilai kapasitas tukar kation maka tanah tidak subur dan membuat aktivitas mikroorganisme semakin menurun. Menurut Hanafiah dkk. (2009) total mikroorganisme di tanah sedikit membuat aktivitas mikroorganisme menjadi rendah.

2.4 Tanaman Nanas *Ratoon*

Tanaman nanas adalah salah satu tanaman nanas yang sudah banyak dibudidayakan di Indonesia. Tanaman ini banyak manfaat terutama pada buahnya. Industri pengolahan nanas menjadi industri utama yang terus dikembangkan. Selain dapat dikonsumsi dalam bentuk buah segar juga dapat diolah menjadi berbagai macam bentuk makanan dan minuman seperti selai, sirup dan buah dalam bentuk kalengan (Syah, 2016). Nanas merupakan tanaman yang memiliki daya jual yang tinggi, sehingga dapat dikembangkan dalam usaha karena nanas memiliki rasa yang manis, aroma yang khas, selain itu nanas juga banyak mengandung vitamin A, B1, B2, C, kapur, besi dan lain-lain.

Berdasarkan morfologinya daun nanas berukuran 130-150 cm terbentuk sangat panjang dengan lebar 3-5 cm lebih. Permukaan daun nanas bersifat halus dan mengkilap berwarna hijau tua, terkadang berwarna merah tua atau coklat kemerahan. Nanas mampu membentuk 70 – 80 helai dalam satu siklus hidupnya. Stomata daun nanas tersusun dalam garis yang terputus – putus dengan posisi yang berada di bagian sisi bawah permukaan daun. Bagian bawah daun nanas mempunyai warna putih keperakan dengan terlihat garis – garis linier dan mudah terlepas dari epidermis yang berwarna hijau. Pertumbuhan bunga memakan waktu 10-20 hari, sedangkan munculnya bunga memakan waktu 6-16 bulan setelah tanam (USDA, 2017).

Tanaman nanas dapat diperbanyak dengan cara vegetatif dan generatif. Perbanyak dengan cara generatif tidak dilakukan karena biji yang dihasilkan sangat sedikit sehingga membutuhkan waktu yang lama dan memiliki sifat yang tidak sama dengan induknya (Sunarjono, 2000). Upaya perkembangbiakan nanas dengan cara cepat dan menghasilkan tanaman yang sama dengan induknya adalah dengan cara vegetatif, salah satunya adalah *ratoon*. Tanaman nanas *ratoon* merupakan tanaman yang berasal dari tunas yang tumbuh dari bagian batang tanaman nanas yang telah dipanen sebelumnya. Tunas *ratoon* dapat tumbuh dan menjadi tanaman baru dan dapat menghasilkan buah nanas kembali.

Tanaman *ratoon* lebih ekonomis dalam mengurangi biaya dibandingkan penanaman kembali di lahan yang sama. Namun tanaman *ratoon* memiliki produktivitas yang rendah dan resiko masalah kualitas yang lebih besar, terutama ketika mempertimbangkan standar ekspor. Penentu tanaman dapat di *ratoon* adalah hasil tanaman sebelumnya, lingkungan, kesehatan tanaman, tanah dan jumlah tanaman yang dihasilkan. Tanaman *ratoon* dipupuk, diairi, dipaksa, dimatangkan dan dipanen dengan cara yang sama seperti tanaman sebelumnya, meskipun jumlah pupuk yang diberikan biasanya dikurangi. Keberhasilan produksi *ratoon* bergantung pada sistem perakaran yang sehat. Hal ini memberikan tantangan pada daerah yang memiliki nematoda reniform, simphlyd dan jamur pembusuk akar sehingga dapat membatasi produksi *ratoon* tanaman nanas (Sanewski dkk., 2018).

2.5 Pengaruh Kotoran Sapi terhadap Respirasi Tanah

Pupuk kotoran sapi merupakan bahan organik yang dapat meningkatkan kesuburan tanah. Bahan organik tersebut dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Kandungan unsur hara makro pupuk kotoran sapi meliputi N, P, K, Ca, Mg dan S dan unsur hara mikro Zn, Cu, Mo, B, Mn dan Fe. Hasil penelitian Priyadi dkk. (2021) menunjukkan bahwa berbagai peningkatan dosis pupuk kotoran sapi memberikan peningkatan yang berbeda-beda. Peningkatan populasi mikroorganisme tertinggi terjadi pada dosis pupuk kotoran sapi 20 t ha⁻¹ dengan total populasi bakteri $7,6 \times 10^5 \pm 1,78 \text{ Log cfu g}^{-1}$ dan populasi fungi $17,8 \times 10^7 \pm 1,29 \text{ Log cfu g}^{-1}$ pada dosis kotoran sapi 30 t ha⁻¹. Pupuk kotoran sapi dapat meningkatkan biomassa mikroba. Selain itu pupuk kotoran sapi dapat meningkatkan keanekaragaman mikroorganisme seperti *copiotrophic* (Das dkk., 2017). Semakin tinggi total mikroorganisme maka aktivitas mikroorganisme juga semakin tinggi (Priyadi dkk., 2018).

2.6 Pengaruh Teknik Pemupukan terhadap Respirasi Tanah

Pupuk campuran merupakan kombinasi antara pupuk organik dan anorganik yang diaplikasikan untuk membantu pertumbuhan tanaman. Kombinasi pupuk ini

memiliki keuntungan yang dapat memperbaiki kualitas tanah sehingga berpengaruh pada perkembangan dan aktivitas mikroorganisme di dalam tanah. Penambahan pupuk ini akan menyumbangkan bahan C-organik dalam tanah. Murnita dan Taher (2021) melaporkan penggunaan kombinasi pupuk organik + pupuk anorganik memberikan peningkatan terhadap C-organik tanah sebesar 3,33%. C-organik merupakan semua bentuk C dalam ikatan organik baik yang terkandung dalam biomassa berupa mikroba tanah maupun yang terkandung dalam bahan organik. C-organik ini akan dimanfaatkan oleh mikroorganisme sebagai sumber energi. Jika C-organik menurun, kemampuan tanah dalam mendukung produktivitas tanaman juga menurun. Tinggi rendahnya bahan organik mempengaruhi jumlah dan aktivitas metabolik organisme tanah. Meningkatnya kegiatan organisme tanah tersebut akan mempercepat dekomposisi bahan organik (Nurmegawati dkk., 2014). Selain jenis pupuk yang digunakan dalam pemupukan, terdapat beberapa hal lain yang perlu diperhatikan dalam pemupukan seperti pemupukan dengan tepat dosis, tepat waktu, dan tepat cara aplikasi. Pemupukan yang dilakukan berdasarkan ketepatan tersebut akan menjadikan pemupukan menjadi efektif dan efisien yang akan berdampak pada perkembangan tanaman dan kualitas tanah. Pada proses pemupukan yang memperhatikan hal-hal tersebut akan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman dan kualitas tanah yang juga akan mempengaruhi aktivitas mikroorganisme di dalam tanah.

2.7 Pengaruh Dosis Pemupukan terhadap Respirasi Tanah

Berdasarkan penelitian Shabrina (2019), menunjukkan bahwa perlakuan (K4N4) 15 t ha⁻¹ pupuk kandang dan pupuk NPK 1000 kg ha⁻¹ memberikan nilai populasi mikroba tanah tertinggi yaitu sejumlah 13,97 x 10⁷ cfu mL⁻¹ dibandingkan dengan perlakuan (K1N1) 0 t ha⁻¹ pupuk kandang dan pupuk NPK 400 kg ha⁻¹ nilai populasi mikroba yaitu 6,30 x 10⁷ cfu mL⁻¹. Begitu juga pada hasil respirasi tanah pada tanaman kentang menunjukkan perlakuan K4N4 memberikan nilai respirasi tertinggi yaitu sebesar 40,40 kg C-CO₂/ha/hari sedangkan nilai populasi mikroba terendah terdapat pada perlakuan K1N1 yaitu sejumlah 11,60 kg C-CO₂ ha⁻¹ hari⁻¹. Tinggi rendahnya

populasi mikroba disebabkan oleh aplikasi pupuk kandang yang dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah. Semakin tinggi populasi mikroba tanah semakin tinggi indeks kualitas tanahnya. Penggunaan pupuk kimia bersamaan dengan pupuk organik memiliki efek positif yang lebih tinggi terhadap biomassa mikroba dan kesehatan tanah. Oleh karena itu, semakin tinggi dosis pupuk kandang yang diberikan maka total populasi mikroba tanah pada tiap perlakuan cenderung meningkat (Antralina dkk, 2015).

2.8 Pengaruh Perakaran Tanaman Nanas Terhadap Respirasi Tanah

Habitat hidup mikroorganisme yang banyak berperan di dalam pengendalian hayati berada di dalam tanah, di sekitar akar tumbuhan (rhizosfer), di atas daun, batang, bunga dan buah. Mikroba tanah akan berkumpul di dekat perakaran tanaman yang menghasilkan eksudat akar dan serpihan tudung akar sebagai sumber makanan mikroba tanah. Perakaran tanaman nanas termasuk akar serabut yang tumbuh secara melingkar dari batang tanaman nanas. Kelimpahan mikroorganisme cenderung tinggi pada fase vegetatif, karena sekresi gula sederhana lebih banyak terjadi yang dapat meningkatkan mikroorganisme sekitar rizosfer (Utami dkk., 2020). Dalam perakaran nanas sebagai tempat tumbuhnya mikoriza vesicular arbuscular. Simbiosis dengan mikoriza vesicular arbuscular dapat menimbulkan kehadiran organisme lain yang dapat memperkaya keragaman organisme di daerah perakaran tanaman nanas (Nurhandayani dkk., 2013).

2.9 Faktor yang Mempengaruhi Respirasi Tanah

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi respirasi tanah diantaranya adalah sebagai berikut:

a. C-Organik Tanah

Respirasi tanah merupakan proses biologis yang dipengaruhi oleh kandungan karbon organik (C-organik) dalam tanah. Penambahan pupuk kandang berpengaruh nyata terhadap kandungan C-Organik tanah, hal ini disebabkan karena bahan organik (pupuk kandang) di dalam tanah akan diurai oleh

mikroorganisme tanah yang memanfaatkannya sebagai sumber makanan dan energi menjadi humus, sehingga dengan banyaknya bahan organik yang diberikan maka akan semakin tinggi nilai C-Organik tanah (Sandrawati, 2007). C-organik berperan penting dalam mendukung aktivitas mikroorganisme yang terlibat dalam proses dekomposisi dan respirasi. C-organik dalam tanah bentuk dari beberapa tahapan proses dekomposisi bahan organik (Farrasati, dkk., 2019). Proses dekomposisi bahan organik merupakan suatu proses perombakan yang dilakukan oleh mikroorganisme. Dalam proses ini, senyawa kompleks dari bahan organik diuraikan menjadi senyawa yang lebih sederhana. Bahan organik yang telah terdekomposisi di tanah akan menghasilkan unsur hara, baik makro ataupun mikro, yang selanjutnya dapat diserap oleh tanaman untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangannya.

b. pH Tanah

pH tanah memiliki pengaruh yang signifikan terhadap respirasi tanah, yang merupakan indikator aktivitas mikroorganisme di dalam tanah. Tingkat pH yang terlalu asam atau basa dapat membatasi aktivitas mikroorganisme tanah sehingga mempengaruhi respirasi tanah. pH tanah yang mendekati netral (sekitar pH 6,5 hingga 7,5) menyediakan kondisi optimal bagi pertumbuhan dan metabolisme mikroorganisme tanah, seperti bakteri dan jamur (Alfaro dkk., 2017). Pada pH ini, ketersediaan nutrisi dan unsur hara dalam tanah juga lebih baik, sehingga dapat mendukung aktivitas mikroorganisme yang berperan dalam respirasi tanah. Dari proses respirasi mikroorganisme terjadi penguraian bahan organik yang menghasilkan gas CO₂ sebagai produk sampingan. Oleh karena itu, semakin tinggi pH tanah dapat mendukung pertumbuhan mikroorganisme tanah secara optimal, pada akhirnya meningkatkan laju respirasi tanah. Begitu juga sebaliknya semakin rendah nilai pH tanah maka dapat menghambat respirasi tanah (Rukshana dkk., 2014).

c. Kadar Air Tanah

Kadar air tanah berperan penting dalam aktivitas mikroorganisme tanah. Pengaruh kadar air terhadap aktivitas mikroorganisme dapat terjadi secara langsung maupun

tidak langsung. Secara langsung kadar air berpengaruh terhadap kondisi resirkulasi udara untuk ketersediaan oksigen dalam tanah. Menurut Boyd (1993) kadar air berpengaruh terhadap proses dekomposisi yang berhubungan dengan kadar oksigen terlarut. Jika kadar air terlalu rendah, aktivitas mikroorganisme akan menurun karena kesulitan untuk mendapatkan air dan nutrisi yang diperlukan untuk metabolisme. Hal ini menyebabkan penurunan laju respirasi tanah. Sebaliknya, jika tanah tergenang air, ketersediaan oksigen menjadi terbatas, sehingga mikroorganisme beralih dari respirasi aerobik ke anaerobik, yang menghasilkan energi lebih sedikit dan mengurangi laju respirasi. Kadar air yang tinggi dengan ketersediaan oksigen yang tidak ada, akan mengakibatkan proses dekomposisi kurang sempurna sehingga menghasilkan senyawa lain berupa asam-asam organik, yang akan mengubah sifat tanah menjadi basa atau pH meningkat. Sebagaimana diketahui organisme pengurai atau dekomposer umumnya menghendaki pH yang mendekati basa. Mikroorganisme membutuhkan kondisi yang optimum untuk pertumbuhan hidupnya. Kadar air yang baik bagi pertumbuhan mikroorganisme tanah berkisar 40-60% (Giri, 2020).

d. Suhu Tanah

Respirasi tanah dipengaruhi oleh suhu, laju respirasi tanah akan menjadi rendah pada suhu rendah dan meningkat pada suhu yang tinggi, dengan kisaran suhu 25⁰C – 30⁰C. Dalam Kusumawati (2018) menyatakan bahwa suhu dapat mempengaruhi proses dekomposisi yang berhubungan dengan penyediaan bahan organik yang digunakan sebagai sumber energi bagi mikroorganisme tanah. Pada suhu yang rendah proses dekomposisi terhambat oleh kelembaban tinggi sehingga ketersediaan makanan bagi mikroorganisme terhambat. Sumarsih (2003) menyatakan bahwa mikroorganisme tanah dapat dibagi menjadi 3 kelompok berdasarkan kisaran suhu pertumbuhannya yaitu kelompok mikroorganisme psikrofil (0⁰C-30⁰C), mesofil (25⁰C-37⁰C), dan termofil (55⁰C-60⁰C). Kisaran suhu tanah pada penelitian ini adalah 26.5-28.5⁰C.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan dari bulan Juni 2022 sampai dengan Januari 2024. Pengambilan sampel respirasi tanah dilaksanakan di PT Great Giant Pineapple (GGP) Lampung Tengah, Lampung. Secara geografis terletak pada $04^{\circ}49''$ LS dan $105^{\circ}3''$ BT (Gambar 2). Analisis respirasi tanah dianalisis di Laboratorium Biologi Tanah, sedangkan analisis sifat kimia tanah dilaksanakan di Laboratorium Kimia Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.



Gambar 2. Lokasi PT Great Giant Pineapple

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah toples, kantong plastik, seperangkat biuret, erlenmeyer 250 ml, gelas beaker, botol film, pipet tetes, gelas ukur, kertas label, tisu, alat tulis, solasi, timbangan analitik dan alat laboratorium lain yang digunakan untuk analisis tanah. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tanah, pupuk campuran produksi PT GGP yaitu kompos kotoran sapi, pupuk kimia dan bahan pembenah tanah berupa zeolit, bibit nanas, KOH 0,2 N, HCl 0,1 N, phenolptalein, metil *orange* aquades dan bahan lain untuk analisis tanah.

3.3 Metode Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan petak terbagi (*split plot*). Petak utama adalah teknik aplikasi pupuk campuran (A) yaitu :

A₁ = Sebar

A₂ = Larikan

A₃ = Tugal

Sebagai anak petak adalah dosis pupuk campuran (B) yaitu:

B₁ = 1,5 t ha⁻¹

B₂ = 3 t ha⁻¹

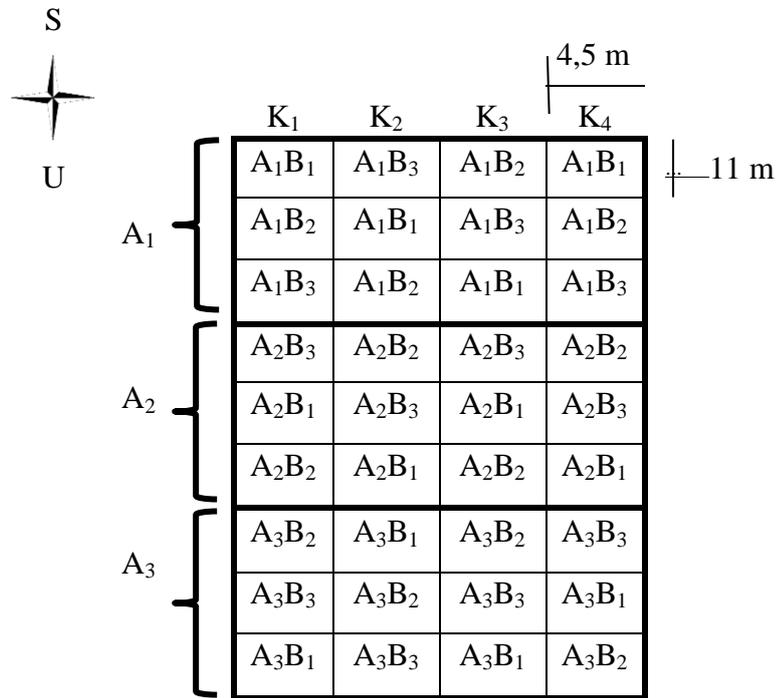
B₃ = 4,5 t ha⁻¹.

Kombinasi pupuk campuran pada berbagai teknik dan dosis terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi pupuk campuran pada berbagai teknik dan dosis terhadap respirasi tanah pada pertanaman nanas *ratoon*

No.	Bahan Pupuk Campuran	Presentase
1.	ZA	15,00%
2.	K ₂ SO ₄	11,67%
3.	Kieserite	5,00%
4.	DAP	6,67%
5.	<i>Borax</i>	0,17%
6.	FeSO ₄	0,50%
7.	ZnSO ₄	0,33%
8.	<i>Propoxur</i>	0,03%
9.	<i>Metalaxyl</i>	0,20%
10.	<i>Fosetyl Al</i>	0,17%
11.	Kompos Kotoran Sapi	36,16%
12.	Zeolit	24,10%
	Total	100%

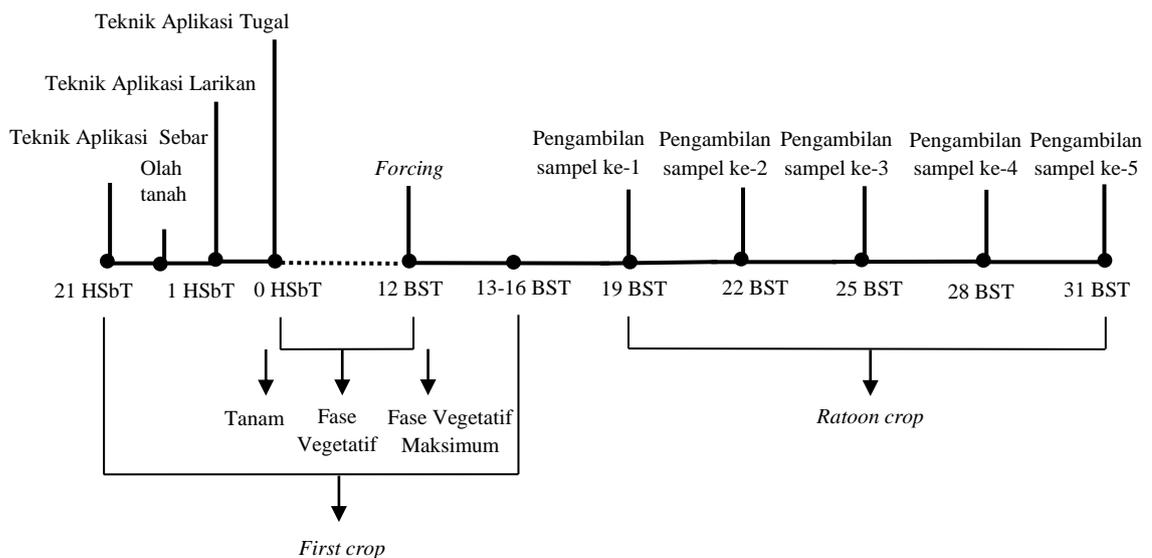
Rancangan petak terbagi (*split plot*) terdiri dari 9 perlakuan dan diulang sebanyak 4 kali sehingga diperoleh 36 satuan percobaan (Gambar 3).



Gambar 3. Tata letak petak percobaan “Aplikasi dosis pupuk campuran dengan teknik pemupukan terhadap respirasi tanah pada pertanaman nanas *ratoon*” (A₁= Sebar; A₂ = Larikan; A₃ = Tugal; B₁= 1,5 t ha⁻¹; B₂= 3 t ha⁻¹; B₃ = 4,5 t ha⁻¹).

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Berikut merupakan pelaksanaan penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Jalur waktu pelaksanaan penelitian, HSbT = Hari sebelum tanam; BST = Bulan setelah tanam.

3.4.1 Persiapan Lahan

Pengolahan tanah pada tanaman nanas di PT GGP dilakukan dengan beberapa tahap diantaranya adalah *chopping*, *liming*, *plowing*, *harrowing*, *sub soiling*, *finishing*, *harrow* atau *finishing rotary*, dan *ridging*. *Chopping* merupakan penghancuran sisa tanaman nanas sebelumnya dengan cara dipotong atau dicacah sehingga mempercepat proses dekomposisi. Kemudian dilakukan *liming* atau aplikasi dolomit dengan dosis $2,5 \text{ t ha}^{-1}$. Selanjutnya dilakukan *plowing* dengan cara membalik, memotong serta memecah lapisan tanah agar gulma tidak tumbuh. Selanjutnya dilakukan *harrowing* (penggaruan) dengan tujuan untuk mengemburkan nanas hingga pada taraf yang sesuai untuk ditanami nanas. *Subsoiling* merupakan pengolahan tanah yang bertujuan untuk memperbaiki drainase di bawah permukaan tanah. *Finishing harrow* atau *finishing rotary* adalah olah tanah yang bertujuan untuk menghancurkan bongkahan-bongkahan tanah hasil sisa pengolahan sebelumnya. Olah tanah yang terakhir adalah *ridging*. Petakan yang dibuat pada lahan percobaan berukuran $4,5 \text{ m} \times 11 \text{ m}$.

3.4.2 Aplikasi Pupuk

Aplikasi pupuk dilakukan berdasarkan perlakuan penelitian. Pupuk yang diaplikasikan yaitu pupuk campuran yang merupakan kombinasi pupuk anorganik dan pupuk organik yang diaplikasikan dengan teknik dan dosis berbeda. Teknik aplikasi yang dilakukan yaitu secara sebar (21 hari sebelum tanam) setelah itu dilakukan olah tanah terakhir yaitu *rotary finishing* dan *ridger palir*, larikan (1 hari sebelum tanam), dan tugal (pada saat tanam). Dosis pupuk campuran yang digunakan yaitu $1,5 \text{ t ha}^{-1}$ ($7,4 \text{ kg petak}^{-1}$), 3 t ha^{-1} ($14,8 \text{ kg petak}^{-1}$) dan $4,5 \text{ t ha}^{-1}$ ($22,7 \text{ kg petak}^{-1}$).

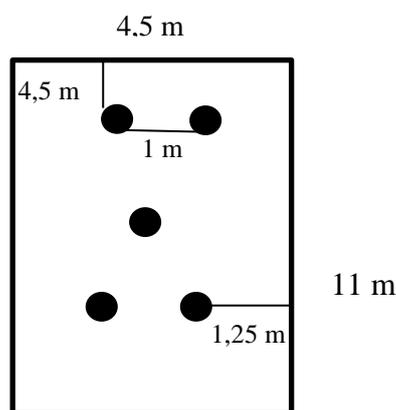
3.4.3 Penanaman

Penanaman dilakukan dengan menggunakan bibit berukuran sedang. Sebelum dilakukan penanaman bibit harus melalui proses *dipping*. *Dipping* adalah kegiatan merendam bibit ke dalam larutan pestisida yang bertujuan untuk melindungi bibit dari serangan hama dan penyakit. Setelah itu bibit diangkat ke lokasi tempat penanaman. Pada petak percobaan dengan ukuran $15 \text{ m} \times 4,5 \text{ m}$ ditanami kurang

lebih berkisar 485 bibit nanas dengan jumlah baris tanaman di dalam petak adalah 8 baris dan jumlah tanaman pada setiap barisnya adalah 60 tanaman. Penanaman bibit nanas dilakukan dalam keadaan tegak agar dapat tumbuh dengan baik. Jarak penanaman bibit nanas yaitu 50 cm x 27,5 cm.

3.4.4 Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan pada tanaman nanas umur 19, 22, 25, 28, 31 BST yaitu pada bulan Juni 2022 sampai Juni 2023. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan sekop dengan kedalaman 0-20 cm. Letak daerah pengambilan sampel dilakukan pada 5 titik dalam satu petak percobaan lalu dikompositkan sebanyak 500 g dan dimasukkan ke dalam plastik kemudian diberi label. Tata letak pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Tata letak pengambilan sampel pada pengamatan aplikasi pupuk campuran pada berbagai teknik dan dosis terhadap respirasi tanah pada pertanaman nanas *ratoon*.

Sampel tanah yang telah diambil tersebut disimpan dalam *cool box* agar tanah tetap segar dan mikroorganisme di dalam tanah tidak mati. Setelah itu, tanah dibawa ke laboratorium dan tanah disimpan di dalam kulkas karena analisis tidak dilakukan secara langsung setelah pengambilan contoh tanah. Pada sampel tanah yang digunakan untuk analisis variabel pendukung berupa C-organik, pH, suhu tanah dan kadar air tanah sampel diambil bersamaan dengan pengambilan sampel tanah untuk respirasi tanah.

3.5 Variabel Pengamatan

3.5.1 Variabel Utama

Variabel utama pada penelitian ini adalah respirasi tanah yang diukur berdasarkan metode Verstraete. Secara ringkas analisis respirasi tanah akan dilakukan dengan memasukkan 100 g tanah segar ke dalam toples yang berisi 10 ml KOH 0,2 N dan 5 ml aquades kemudian ditutup rapat (kedap udara). Tanah diinkubasi selama 7 hari didalam tempat gelap pada suhu ruang, KOH dikeluarkan dari toples dan dititrasi dengan HCl 0,1 N dengan sebelumnya diberi indikator phenolptalein. Titrasi selesai setelah warna pink berubah menjadi tidak berwarna. HCl yang dihabiskan untuk titrasi dicatat. Selanjutnya larutan hasil titrasi diatas diberi metil orange dan larutan akan berubah menjadi merah. Larutan kemudian dititrasi kembali dengan HCl sampai warna merah berubah menjadi pink. HCl yang digunakan dicatat. Pada kontrol juga dilakukan dengan hal yang sama. Reaksi yang terjadi dalam analisis yaitu sebagai berikut:

1. Reaksi pengikatan CO₂



2. Perubahan warna merah muda menjadi tidak berwarna (*phenolphthalein*)



3. Perubahan warna kuning menjadi merah muda (*metil orange*)



Hasil perhitungan respirasi tanah dapat dilihat pada persamaan seperti berikut.

$$r = \frac{(a - b) \times t \times 1,2 \times 100}{n}$$

Keterangan:

r = jumlah CO₂ yang dihasilkan (C-CO₂)

a = HCl untuk toples dengan contoh tanah (ml)

b = HCl untuk toples tanpa contoh tanah (blanko) (ml)

t = normalitas HCl (N)

n = jumlah hari inkubasi (hari)

100 = 100 g contoh tanah (g)

Nilai 1,2 = dari perhitungan sebagai berikut :

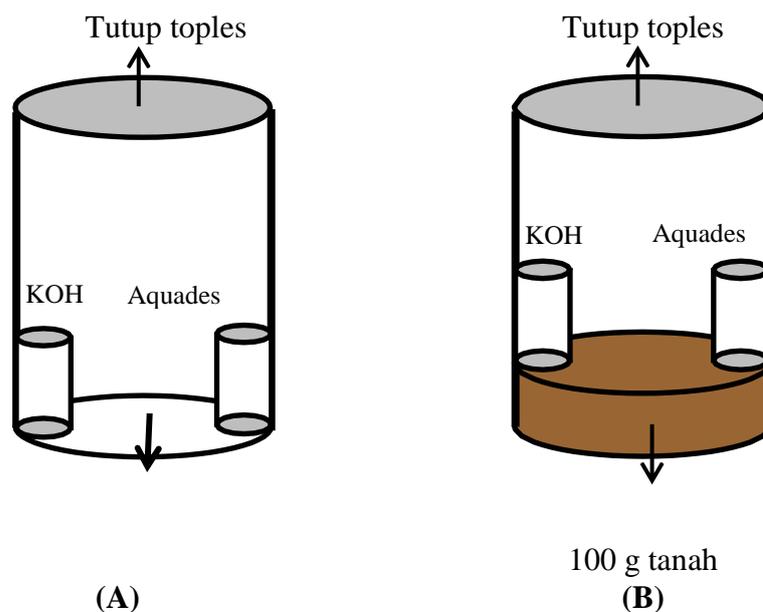
1 ml HCl 0,1 N = $1 \times 0,1 = 0,1$ me HCl

0,1 me HCl setara 0,1 me CO₂

$0,1 \times 44$ mg CO₂ = 4,4 mg CO₂ (berat molekul CO₂= 44)

$C / CO_2 = (12 / 44) \times 4,4$ mg

= 1,2 mg C-CO₂



Gambar 6. Skema pelaksanaan inkubasi tanah penentuan kadar CO₂ yang ada dalam toples yang akan dilakukan titrasi.

A : Skema pelaksanaan inkubasi untuk blanko

B : Skema pelaksanaan inkubasi tanah

3.5.2 Variabel Pendukung

Variabel pengamatan dan pengambilan sampel variabel utama pada penelitian ini adalah respirasi tanah. Sedangkan variabel pendukung pada penelitian yang digunakan untuk mengetahui korelasi dengan respirasi tanah adalah :

1. C-organik

Kadar C-organik tanah dapat diketahui dengan menganalisis C-organik dilakukan berdasarkan bahan organik yang mudah teroksidasi (Walkey and Black, 1934 dalam Balai Penelitian Tanah, 2009) dengan memberikan K₂Cr₂O₇ 1 N dan H₂SO₄ pekat lalu diencerkan dengan aquades ditambahkan asam fosfat pekat, NaF 4%

dan indikator difenil amin, kemudian dititrasi dengan ammonium sulfat 0,5 N. % C-organik dapat diketahui dengan rumus perhitungan:

$$\% \text{ C-organik} = \frac{\text{ml } K_2Cr_2O_7 \times \left(1 - \frac{V_s}{V_b}\right)}{\text{Berat sampel tanah}} \times 0,3886\%$$

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

Keterangan:

V_b = ml titrasi blanko

V_s = ml titrasi sampel

2. pH tanah

Pengukuran pH tanah dilakukan dengan menggunakan alat pH meter.

Perbandingan tanah dan aquades yang digunakan dalam pengukuran pH adalah 1:2,5. Tanah yang digunakan dalam pengukuran pH yaitu tanah kering udara lolos ayakan 2 mm (Balai Penelitian Tanah, 2009).

3. Kadar Air Tanah

Kadar air tanah diperoleh dengan cara tanah ditimbang sebanyak 10 g kemudian diletakkan ke dalam aluminium foil yang sudah ditimbang dan kemudian ditutup. Lalu sampel tanah tersebut di oven selama 24 jam pada suhu 105°C. Setelah di oven, timbang berat tanah beserta aluminium foil dan dicatat. % kadar air tanah dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Kadar air} = \frac{\text{Berat tanah basah} - \text{Berat tanah kering}}{\text{Berat tanah kering}} \times 100\%$$

4. Suhu Tanah

Pengukuran suhu tanah dilakukan dengan menggunakan termometer tanah. Cara menggunakan termometer yaitu dengan menancapkan termometer tersebut ke dalam tanah, ditunggu sebentar dan suhu tanah akan terlihat pada garis termometer. Suhu tanah pada siang hari permukaan tanah dipanasi matahari,

memperoleh suhu yang tinggi. Sedangkan pada malam hari suhu tanah semakin menurun (Rayadin dkk., 2016).

3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis homogenitas ragamnya dengan uji Bartlett sedangkan aditivitas data diuji dengan uji Tukey. Selanjutnya untuk membedakan nilai tengah perlakuan dilakukan dengan Uji BNT pada taraf 5%. Untuk mengetahui hubungan antara C-organik, pH tanah, kadar air tanah dan suhu tanah dengan respirasi tanah akan dilakukan uji korelasi.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Simpulan yang didapatkan berdasarkan penelitian yang dilakukan, yaitu:

1. Respirasi tanah pada pupuk campuran dengan teknik aplikasi sebar lebih tinggi dibandingkan teknik larikan dan tugal pada pertanaman nanas *ratoon* pengamatan 19 BST. Sedangkan pada pengamatan 22, 25, 28 dan 31 BST tidak berpengaruh nyata.
2. Respirasi tanah pada pupuk campuran dengan dosis 3 t ha⁻¹ dan 4,5 t ha⁻¹ lebih tinggi dibandingkan dengan dosis 1,5 t ha⁻¹ pada pertanaman nanas *ratoon* pengamatan 22 BST. Sedangkan pada pengamatan 19, 25, 28 dan 31 BST tidak berpengaruh nyata.
3. Terdapat interaksi antara dosis dan teknik aplikasi pupuk campuran terhadap respirasi tanah pada pertanaman nanas *ratoon*. Respirasi tanah pada teknik aplikasi secara sebar dan dosis pupuk campuran 3 t ha⁻¹ (A₁B₂) lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya pada pengamatan 19 BST.

5.2 Saran

Jika dilakukan penelitian kembali mengenai pengaruh teknik dan dosis pupuk campuran terhadap respirasi tanah, maka penulis menyarankan untuk pengamatan dilakukan pada saat awal tanam saat komposisi pupuk campuran masih tersedia sehingga dapat diamati pengaruhnya terhadap variabel penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Akhmad, R. S. 2018. *Bahan Organik Tanah: Klasifikasi, Fungsi dan Metode Studi*. Lambung Mangkurat University Press. Banjarmasin. 128 hlm.
- Alayubie, A. M. L. 2015. Pengaruh Pemberian Kombinasi Pupuk Organonitrofos dan Pupuk Kimia dengan Penambahan Biochar terhadap Respirasi Tanah Selama Pertanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 90 hlm.
- Albiach, R., Canet, R., Pomares, F., dan Ingelmo, F. 2000. Microbial Biomass Content and Enzymatic after The Application of Organic Amendments To a Horticultural. *Soil Biores Tech.* 75: 43-48.
- Alfaro, F. D., Manzano, M., Marquet, P. A., dan Gaxiola, A. 2017. Microbial Communities in Soil Chronosequences with Distinct Parent Material: The Effect of Soil PH and Litter Quality. *Journal of Ecology* 105(6): 1709–1722.
- Andrianto, F., Bintoro, A., dan Yuwono, S. B. 2015. Produksi dan Laju Dekomposisi Seresah Mangrove (*Rhizophora sp.*) di Desa Durian dan Desa Batu Menyan Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran. *Jurnal Sylva Lestari* 3(1): 9-20.
- Antralina, M., Kania, D., dan Santoso, J. 2015. Pengaruh Pupuk Hayati terhadap Kelimpahan Bakteri Penambat Nitrogen dan Pertumbuhan Tanaman Kina (*Cinchona ledgeriana Moens*) Klon Cib.5. *Jurnal Penelitian Teh dan Kina* 18 (2): 177-185.
- Aprianis, Y. 2011. Produksi dan Laju Dekomposisi Seresah Acacia Crassicarpa A. Cunn. Di PT. Arara Abadi. *Tekno Hutan Tanaman* 4(1): 41-47.
- Arifin, Z., Ma'shum, M., Susilowati, L. E., dan Bustan. 2022. Aplikasi Biochar dalam Mempengaruhi Aktivitas Mikrobio Tanah pada Pertanaman Jagung yang Menerapkan Pola Pemupukan Terpadu. *Prosiding Saintek* 4: 207-217.

- Bachtiar, B., dan A. H. Ahmad. 2019. Analisis Kandungan Hara Kompos Johar Cassia Siamea Dengan Penambahan Aktivator Promi. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar* 4(1): 68-76.
- BPS (Badan Pusat Statistik). 2019. *Luas Budidaya Nanas Lampung dan Budidaya Nanas*. <http://bps.go.id>. Diakses pada tanggal 27 September 2023.
- BPS (Badan Pusat Statistik). 2020. *Luas Budidaya Nanas Lampung dan Budidaya Nanas*. <http://bps.go.id>. Diakses pada tanggal 27 September 2023.
- Boyd, C. E. 1993. *Aquaculture Principles and Practices*. Oxford: Blackwell Science.
- Campbell, C. A, Brandt, S.A., Biederbeck, V.O. Zm. R.P., dan Nitzer, M. S. 1992. Effect of Crop Rotation Phase on Characteristics of Soil Organic Matter in a Dark Brown Chernozemic Soil. *Canadian Journal of Soil Science* 72: 403-416.
- Das, S., Jeong, S. T., Das, S., dan Kim, P. J. 2017. Composted Cattle Manure Increases Microbial Activity And Soil Fertility More Than Composted Swine Manure In A Submerged Rice Paddy. *Frontiers in Microbiology* 8: 1702.
- FAO. 1994. *Land Degradation in South Asia, Its Severity, Causes, and Effects Upon The People*. Food and Agriculture Organization of The United Nations. Rome, Italy. 2-4 p.
- Farrasati, R., Pradiko, I., Rahutomo, S., Sutarta, E. S., Santoso, H., dan Hidayat, F. 2019. C-organik Tanah di Perkebunan Kelapa Sawit Sumatera Utara: Status dan Hubungan dengan Beberapa Sifat Kimia Tanah. *Jurnal Tanah Dan Iklim* 43(2):157–165.
- 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.
- Fikdalillah, M., Basir dan Wahyudi, I. 2016. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang terhadap Serapan Fosfor dan Hasil Tanaman Sawi Putih (*Brassica Pekinensi*) pada Entisol Sidera. *Jurnal Agrotekbis* 4 (5): 492-499.
- Fitriatin, B. N., Yuniarti, A., Turmuktini, T., dan Ruswandi, F. K. 2014. The Effect of Phosphate Solubilizing Microbe Producing Growth Regulators on Soil Phosphate, Growth and Yield of Maize and Fertilizer Efficiency on Ultisol. *Eurasian Journal of Soil Science* 3(2): 101-107.

- Gaol, S. K. L., Hanum, H., dan Sitanggang, G. 2014. Pemberian Zeolit dan Pupuk Kalium untuk Meningkatkan Ketersediaan Hara K dan Pertumbuhan Kedelai di Entisol. *Agroteknologi* 2(3): 1151-1159.
- Giri, I. G. 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. *J. Agrotek Tropika* 8 (1): 1 – 10.
- Gunawan, E. 2007. Kajian Pertumbuhan dan Produksi Nenas pada Lahan Gambut dan Lahan Aluvial di Kalimantan Barat. *Tesis*. IPB. Bogor. 50-55 hlm.
- Hamed, M.H., El-Desoky, M. A., Ghallab, M.M.A., dan Faragallah, M.A.. 2014. Effect Of Incubation Periods and Some Organic Materials On Phosphorus Forms In Calcareous Soils. *International Journal Of Technology Enhancements And Emerging Engineering Research* 2 (6) : 2347-4289.
- Hanafiah, K. A. 2009. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta. 355 hlm.
- Hardjowigeno, S. 2007. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta. 250 hlm.
- Holilullah, H., Afandi, A., dan Hery, N. 2015. Karakteristik Sifat Fisik Tanah Pada Lahan Produksi Rendah dan Tinggi di PT Great Giant Pineapple. *Jurnal Agrotek Tropika* 3 (2): 278-282.
- Irfan, I., Rasdiansyah, R., dan Munadi, M. 2017. Kualitas Bokasi dari Kotoran Berbagai Jenis Hewan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia* 9(1): 23-27.
- 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.
- Karnilawati, K., Yusnizar, Y., dan Zuraida, Z. 2018. Pengaruh Jenis dan Dosis Bahan Organik pada Entosil terhadap Total Mikroorganisme Tanah dan Aktivitas Mikroorganisme (Respirasi) Tanah pada Rhizosfer Kedelai. *In Prosiding Seminar Nasional Biologi, Teknologi dan Kependidikan* 4(1): 7.
- Kuntyastuti dan Lestari. 2016. Pengaruh Interaksi antara Dosis Pupuk dan Populasi Tanaman terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Hijau pada Lahan Kering Beriklim Kering. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 35(5): 21-35.

- Kusumawati, I. A. 2018. Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Biomassa Karbon Mikroba dan Total Populasi Bakteri di UB Forest. *Skripsi*. 56 hlm.
- Liddicoat, C., Schapel A., Davenport, D., dan Dwyer, D. 2010. Soil Carbon and Climate Change. For the Sustainable Systems Group, Agriculture, Food and Wine, Primary Industries and Resources SA. *PIRSA Discussion Paper* Waite Campus, Australia. 70 hlm.
- Muyassir dan Manfarizah. 2012. Variasi Dosis dan Teknik Pemupukan NPK terhadap Sifat Kimia Tanah, Serapan Hara serta Hasil Terung (*Solanum melongena* L.). *Lentera* 12 (2): 3-5.
- Mukrin, Y. 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. *Jurnal Forest Sains* 16 (2): 77 – 84.
- Murnita dan Taher, Y. A. 2021. Dampak Pupuk Organik dan Anorganik terhadap Perubahan Sifat Kimia Tanah dan Produksi Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.). *Menara Ilmu* 15 (02): 67-76.
- Natalia, M., Wirnannditami, H., dan Doni, R, W. 2019. Pemanfaatan Limbah Daun Nanas sebagai Bahan Baku Pembuatan Plastik Biodegradable. *Environmetal Scientae* 5(3): 357-364.
- Nugraha, I. N. T. Sritamin, C.M., dan Wirawan, I.G.P. 2017. Keberadaan Mikroorganisme Tanah pada Areal Rehabilitasi Takino Soil Protection Sheet dan Kemampuan Menahan Erosi Permukaan di Kaldera Gunung Batur. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika* 6 (4): 349-359.
- Nurhandayani, R., Linda, R., dan Khotimah, S. 2013. Inventarisasi Jamur Mikoriza Vesikular Arbuskular dari Rhizosfer Tanah Gambut Tanaman Nanas (*Ananas comosus* L.). *Jurnal Protobiont* 2(3): 146-151.
- Nurmegawati, A., dan Sugandi, D. 2014. Kajian Kesuburan Tanah Perkebunan Karet Rakyat di Provinsi Bengkulu. *Jurnal Littri* 20(1): 17-26.
- Nursyamsi, D., Adiningsih, J. S., Sholeh dan Adi, A. 1996. Penggunaan Bahan Organik untuk Meningkatkan Efisiensi Pupuk N dan Produktivitas Tanah Ultisol di Sitiung, Sumbar. *Jurnal Tanah Trop* 2:26-33.
- Pasaribu, S. M., Suradisastra, K., Sayaka, B., dan Dariah, A. 2010. *Pengendalian dan Pemulihan Degradasi Ekosistem Pertanian*. Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian. Bogor. 7-22 hlm.
- Pramiadi, D., dan Djukri. 2004. Penambahan Bahan Organik pada Tanah Bermasalah dan Efeknya terhadap Pertumbuhan Sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains* 2(9): 110-111.

- Prawito, P. 2007. Bahan Organik dan Respirasi di Bawah Beberapa Tegakan pada Das Musi Bagian Hulu. *Jurnal Akta Agrosia* 2(1): 172-175.
- Prihandini, P. W., dan Purwanto, T. 2007. *Petunjuk Teknis Pembuatan Kompos Berbahan Kotoran Sapi*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Bogor. 2-4 hlm.
- Priyadi, P., Kurniawati, N., dan Nugroho, P. A. 2018. Aktivitas Biologi Tanah yang Berasal dari Perkebunan Karet pada Berbagai Kondisi Kelengasan. *Jurnal EnviScience (Environment Science)* 2(1): 10-15.
- Purba, S. T., Damanik, M. M. B., dan Lubis, K. S. 2017. Dampak Pemberian Pupuk TSP dan Pupuk Kandang Ayam terhadap Ketersediaan dan Serapan Fosfor serta Pertumbuhan Tanaman Jagung pada Tanah Inceptisol Kwala Bekala. *Jurnal Online Agroteknologi* 5(3): 638-643.
- Purnomo, R., Santoso, M., dan Heddy, S. 2013. Pengaruh Berbagai Macam Pupuk Organik dan Anorganik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus* L.). *Jurnal produksi tanaman* 1(3): 93-100.
- Putri, D. A. 2018. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pemupukan Jangka Panjang Terhadap Respirasi Tanah pada Pertanaman Kedelai (*Glycine max* L.) di Lahan Politeknik Negeri Lampung Tahun ke-29. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 105 hlm.
- Putri, P. 2010. Pengaruh Pupuk Kandang, Zeolit, dan Skim Lateks Press Bandung terhadap Berbagai Sifat Fisik Tanah Latosol Darmaga. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 15-16 hlm.
- Rukshana, F., Butterly, C. R., Xu, J.-M., Baldock, J. A., dan Tang, C. 2014. Organic Anion-Toacid Ratio Influences pH Change of Soils Differing in Initial pH. *Journal of Soils and Sediments*, 14(2), 407–414.
- Sagita, L., Siswanto. B., dan Hairiah. K. 2014. Studi Keragaman dan Kerapatan Nematoda pada Berbagai Sistem Penggunaan Lahan di Sub Das Konto. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* 1(1): 23-63.
- Saidy, A. R. 2018. *Bahan Organik Tanah: Klasifikasi, Fungsi dan Metode Studi*. Lambung Mangkurat University Press. Banjarmasin. 128 hlm.
- Salam, A. K. 2012. Ilmu Tanah Fundamental. Global Madani Press. Bandar Lampung. 362 hlm.
- Sandrawati, A. 2007. Pengaruh Kompos Sampah Kota dan Pupuk Kandang Ayam terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea Mays Saccharata*) pada Fluventic Eutrudeps Asal Jatinangor Kabupaten Sumedang. *J. Ilmu Tanah* 14: 13-14.
- Sanewski, G. M., Bartholomew, D. P., dan Paull, R. E. 2018. *The Pineapple, Botany, Production and Uses*. CAB International. 172 hlm.

- Saragih M, I., Fauzi dan Sabrina, T. 2019. Aplikasi Biochar dan Pupuk Kandang sebagai Ameliorant dan SP-36 Terhadap Peningkatan P-Tersedia, Serapan P dan Pertumbuhan Jagung (*Zea mays* L.) di Tanah Ultisol. *Jurnal Online Agroteknologi* 7(3): 532-541.
- Salsavira, K. 2024. Analisis Kandungan C-Organik Tanah dan Total Populasi Mikroorganisme Tanah Sebelum dan Setelah Aplikasi Pupuk Organik Blotong pada Lahan Tebu PTPN XI di Kebun Mrawan dan Kebun RVO Tapen. *Undergraduate thesis*. Politeknik Negri Jember.
- Syahputra, I. 2006. Pengaruh Bahan Organik terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah serta Populasi dan Aktivitas Mikroorganisme Rhizosfer Jagung (*Zea mays* L.) pada Lahan Kering Masam. *Skripsi*. Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh. 54 hlm.
- Sentana, S. 2010. Pupuk Organik, Peluang dan Kendalanya. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mika Kejuangan Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*. 1-4 hlm.
- 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. *Dharmakarya: Jurnal Aplikasi Ipteks Untuk Masyarakat* 4(1): 47-53.
- Setiawan, D., Niswati, A., Sarno, S., dan Yusnaini, S. 2016. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Aplikasi Mulsa Bagas terhadap Respirasi Tanah pada Pertanaman Tebu (*Saccharum Officinarum* L) Tahun Ke-5 Plant Cane di PT Gunung Madu Plantations. *Jurnal Agrotek Tropika* 4(1): 99-104.
- Setiawati, S. B. M., Dermiyati., Arif S..M. A., dan Yusnaini,S. 2021. Pengaruh Pemberian Pupuk Organonitrofos Plus, Pupuk Anorganik, dan Kombinasinya terhadap Karbon Mikroorganisme (C-MIK) pada Tanah Ultisol Taman Bogo yang Ditanami Jagung Manis (*Zea mays* (L.) Saccharata Strut). *Jurnal Agrotek Tropika* 9(1): 103-111.
- Shabrina, S. 2019. Aktivitas Mikroorganisme Tanah, Pertumbuhan, dan Produktivitas Tanaman Kentang pada Berbagai Dosis Pupuk Kandang dan Pupuk NPK. *Skripsi*. Universitas Brawijaya. Malang. 48 hlm.
- Sirappa, M. P., dan Razak, N. 2010. Peningkatan Produktivitas Jagung melalui Pemberian Pupuk N, P, K dan Pupuk Kandang pada Lahan Kering di Maluku. *Prosiding Pekan Serealia Nasional 2010*. 277-286 hlm.
- Soekamto, M. H., dan Fahrizal, A. 2019. Upaya Peningkatan Kesuburan Tanah pada Lahan Kering di Kelurahan Aimas Distrik Aimas Kabupaten Sorong. *Abdimas: Papua Journal of Community Service* 1(2): 14-23.
- Subowo, G. 2012. Pemberdayaan Sumberdaya Hayati Tanah Untuk Rehabilitasi Tanah Ultisol Terdegradasi. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 6 (2): 79-88.

- Suharta, N. 2010. Karakteristik dan Permasalahan Tanah Marginal dari Batuan Sedimen Masam di Kalimantan. *Jurnal Litbang Pertanian* 29(4): 139-146.
- Sumarsih, S. 2003. Mikrobiologi Dasar. Fakultas Pertanian UPN Veteran. Yogyakarta. 76-105 hlm.
- Sunarjono. 2000. *Prospek Berkebun Buah*. PT. Penebar Swadaya. Jakarta. 3-14 hlm.
- Susanti, P. D., dan Halwany, W. 2017. Dekomposisi Serasah dan Keanekaragaman Makrofauna Tanah pada Hutan Tanaman Industri Nyawai (*Ficus variegata*. Blume). *Ilmu Kehutanan*, 1(2): 22–29.
- Syah, M. A. L., Anom, E., dan Putra, S. L. 2016. Pengaruh Pemberian Beberapa Dosis Pupuk NPK Tablet terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Nanas (*Ananas comosus* L) di Lahan Gambut. *Jurnal Online Mahasiswa Faperta* 2(1): 1-6.
- Trop, T. 2009. Pengaruh Kombinasi NPK dan Pupuk Kandang terhadap Sifat Tanah dan Pertumbuhan serta Produksi Tanaman Caisin. *Jurnal Tanah Tropika* 14(3): 211-219.
- Utami, A. D., Wiyono, S., Widyaastuti, R., dan Cahyono, P. 2020. Keanekaragaman Mikroba Fungsional Rizosfer Nanas dengan Berbagai Tingkat Produktivitas. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 25(4): 584-591.
- Wahyunindyawati, F., Kasijaidi dan Abu. 2012. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Biogreen Granul terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah. *Jurnal Basic Science and Technology*. 1(1): 21-25.
- 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.
- 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. *Jurnal Sains Pertanian Equator* 4(1): 1-13.
- Widati, S. 2007. *Metode Analisis Biologi Tanah*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bandung.
- Widyati, E. 2013. Intervensi Manusia terhadap Komunitas Rhizosfer. *Jurnal Manusia dan Lingkungan* 26(1): 10–19.
- Wiraatmaja, W. 2016. *Bahan Ajar Pergerakan Hara Mineral dalam Tanaman*. Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Unud. Denpasar. 48 hlm.

- Yulnafatmawita, Y., Detafiano, D., Afner, P., dan Adrinal, A. 2014. Dynamics of Physical Properties of Ultisol Under Corn Cultivation in Wet Tropical Area. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology* 4(5): 313-317.
- Yusdian, Y., Kamajaya, A. Y., Santoso, J., dan Setiawan, B.. 2018. Kombinasi Dosis Pupuk Phosfat dan Organik Cair terhadap Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika (*Coffea arabica* (L.)). *Jurnal Ilmiah Pertanian* 1(1): 25–32.
- Zhuang, Y.H.P., Himmel, M.E dan Mielenz, J. R. 2013. Outlook for Cellulase Improvement: Screening and Slection Strategies. *Biotech*, 24(5): 452-481.
- Zimmerman, C.F. 1997. Determination of Carbon and Nitrogen in Sediment and Particular of Estuarine/coastal Water Using Element Analysis. U.S. Environmental Protection Agency. Cincinnati. Ohio.
- Zulkarnain, M., Prasetya, B., dan Soemarno, S. 2013. Pengaruh Kompos, Pupuk Kandang, dan Custom-Bio terhadap Sifat Tanah, Pertumbuhan dan Hasil Tebu (*Saccharum officinarum* L.) pada Entisol di Kebun Ngrangkah-Pawon, Kediri. *The Indonesian Green Technology Journal*. 2(1): 45-52.