

**PENGARUH KOMPOS ENDAPAN LIMBAH *PALM OIL MILL EFFLUENT* (POME) DIINDUKSI INOKULUM *Trichoderma* sp.
(Bio GGP 5) TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN
KACANG TANAH (*Arachis hypogaea* L.)**

(Skripsi)

Oleh

Wahyu Fitriarningsih

1917021010



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

PENGARUH KOMPOS ENDAPAN LIMBAH *PALM OIL MILL EFFLUENT* (POME) DIINDUKSI INOKULUM *Trichoderma* sp. (Bio GGP 5) TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN KACANG TANAH (*Arachis hypogaea* L.)

Oleh

Wahyu Fitriainingsih

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS

Pada

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



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

PENGARUH KOMPOS ENDAPAN LIMBAH *PALM OIL MILL EFFLUENT* (POME) DIINDUKSI INOKULUM *Trichoderma* sp. (Bio GGP 5) TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN KACANG TANAH (*Arachis hypogaea* L.)

Oleh

Wahyu Fitriainingsih

Limbah *Palm Oil Mill Effluent* (POME) merupakan limbah yang dihasilkan dari pengolahan minyak kelapa sawit. Senyawa organik dan kandungan lignin yang tinggi dalam limbah POME memiliki banyak manfaat untuk tanaman, akan tetapi sulit terdegradasi secara alami sehingga membutuhkan induser untuk mempercepat proses degradasinya. Penelitian ini menggunakan induser fungi ligninolitik *Trichoderma* sp. (Bio GGP 5). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kompos endapan limbah POME yang diinduksi fungi *Trichoderma* sp. dan memperoleh dosis kompos terbaik terhadap pertumbuhan tanaman kacang tanah. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan yaitu A0 = 100 % tanah, A1 = 99,2 % tanah + 0,8 % kompos, A2 = 98,4 % tanah + 1,6 % kompos, A3 = 97,6 % tanah + 2,4 % kompos, A4 = 96,8 % tanah + 3,2 % kompos, A5 = 96 % tanah + 4,0 % kompos, A6 = 95,2 % tanah + 4,8 % kompos dengan 3 kali ulangan setiap perlakuan. Data dianalisis secara statistik menggunakan SPSS dengan metode ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan taraf 5 %. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian kompos endapan limbah POME memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah dan berat kering, berat buah, rasio akar pucuk tanaman, dan kadar klorofil. Dosis terbaik dari kompos endapan limbah POME diinduksi fungi *Trichoderma* sp. pada pertumbuhan tanaman kacang tanah yaitu A2 = 98,4 % tanah + 1,6 % kompos dalam media tanam.

Kata kunci : Limbah *Palm Oil Mill Effluent* (POME), *Trichoderma* sp., Kompos, Tanaman Kacang Tanah.

ABSTRACT

EFFECT OF PALM OIL MILL EFFLUENT (POME) SLUDGE COMPOST INDUCED BY *TRICHODERMA* SP. (BIO GGP 5) INOCULUM ON GROWTH OF PEANUT PLANT (*Arachis hypogaea* L.)

By

Wahyu Fitriarningsih

Palm Oil Mill Effluent (POME) is waste produced from the palm oil processing. The high organic compounds and lignin content in POME have many benefits for plants, but are difficult to degrade naturally and thus requires an inducer to accelerate the degradation process. This research used the ligninolytic fungus inducer *Trichoderma* sp. (Bio GGP 5). The purpose of this research was to determine the effect of POME sludge compost induced by the fungus *Trichoderma* sp. and to obtain the best compost dosage on peanut plant growth. This research used the Complete Randomized Design (CRD) method. with 7 treatments, namely A0 = 100 % soil, A1 = 99.2 % soil + 0.8 % compost, A2 = 98.4 % soil + 1.6 % compost, A3 = 97.6 % soil + 2.4 % compost, A4 = 96.8 % soil + 3.2 % compost, A5 = 96 % soil + 4.0 % compost, A6 = 95.2 % soil + 4.8 % compost with 3.8 % compost. 4.8% compost with 3 replications of each treatment. Data were analyzed statistically using SPSS with the ANOVA method and continued with the least significant difference (LSD) test at the 5% levels. The results of this study showed that the application of POME sludge compost has a significant effect on plant height, number of leaves, wet and dry weight, fruit weight, root shoot ratio, and chlorophyll content. The best dose of POME sludge compost induced by *Trichoderma* sp. fungus on the growth of peanut plants is A2 = 98.4% soil + 1.6% compost in the planting media.

Keywords : Palm Oil Mill Effluent (POME), *Trichoderma* sp., Compost, Peanut Plants

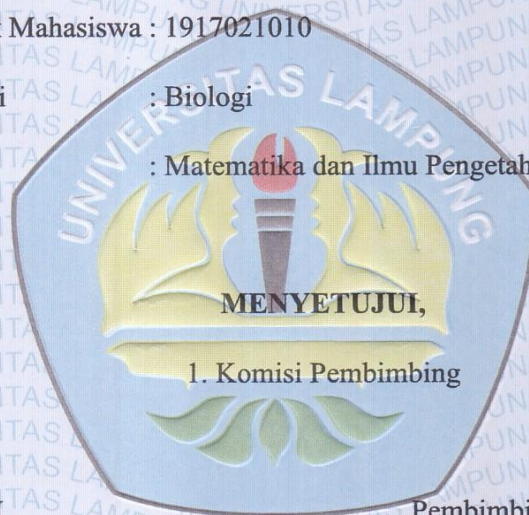
Judul Skripsi : PENGARUH KOMPOS ENDAPAN LIMBAH
PALM OIL MILL EFFLUENT (POME)
DIINDUKSI INOKULUM *Trichoderma* sp.
(Bio GGP 5) TERHADAP PERTUMBUHAN
TANAMAN KACANG TANAH
(*Arachis hypogaea* L.)

Nama Mahasiswa : Wahyu Fitriyaningsih

Nomor Pokok Mahasiswa : 1917021010

Program Studi : Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Pembimbing I

Prof. Dr. Bambang Irawan, M.Sc.
NIP. 196503031992031006

Pembimbing II

Ir. Salman Farisi, M.Si.
NIP. 196104181987031001

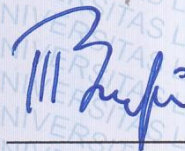
2. Ketua Jurusan Biologi
FMIPA Universitas Lampung

Dr. Jani Mäster, M.Si.
NIP 198301312081210001

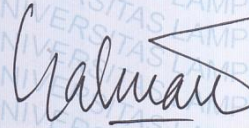
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

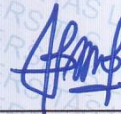
Ketua : Prof. Dr. Bambang Irawan, M.Sc.



Sekretaris : Ir. Salman Farisi, M.Si.

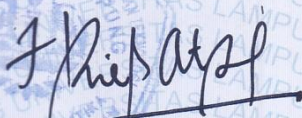


Anggota : Dr. Kusuma Handayani, M.Si.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 197110012005011002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 18 Desember 2023

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wahyu Fitriainingsih
NPM : 1917021010
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Menyatakan dengan sebenar-benarnya, bahwa skripsi saya yang berjudul:

“PENGARUH KOMPOS ENDAPAN LIMBAH *PALM OIL MILL EFFLUENT* (POME) DIINDUKSI INOKULUM *Trichoderma* sp. (Bio GGP 5) TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN KACANG TANAH (*Arachis hypogaea* L.)”

Baik gagasan, data, maupun pembahasannya adalah **benar** karya saya sendiri. Selanjutnya, saya juga tidak keberatan apabila sebagian hasil skripsi tersebut digunakan oleh dosen atau program studi untuk keperluan publikasi sepanjang nama saya disebutkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, apabila pernyataan ini tidak benar atau melanggar norma dan etika yang berlaku. Saya siap mempertanggung jawabkannya.

Bandar Lampung, 18 Desember 2023

Yang menyatakan,



Wahyu Fitriainingsih
NPM. 1917021010

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bakauheni, 31 Januari 2002, sebagai anak tunggal dari bapak Widodo (Alm) dan ibu Nurhayati. Seiring berjalannya tahun, penulis menjadi anak keempat dari lima bersaudara karena ibu menikah dengan bapak Karyono. Penulis menempuh pendidikan pertama di TK Pertiwi pada tahun 2006. Pada tahun 2007, penulis melanjutkan sekolah di SDN 2 Donomulyo dan menyelesaikannya di tahun 2013. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan pendidikan di SMPN 1 Bumi Agung. Pada tahun 2016, penulis melanjutkan pendidikan di SMAN 1 Sekampung dan menyelesaikannya di tahun 2019. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Lampung dan diterima sebagai mahasiswa Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam melalui jalur SNMPTN.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) pada tahun 2020. Penulis juga pernah aktif menjadi Sekretaris Biro Dana dan Usaha Rois FMIPA Unila pada tahun 2021, aktif sebagai Bendahara Dinas Pemberdayaan Wanita BEM FMIPA Unila 2022, dan aktif sebagai Ketua Bidang Komunikasi dan Informasi Paguyuban KSE Universitas Lampung 2023. Tidak hanya itu, penulis juga pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah mikrobiologi umum (jurusan Biologi FMIPA dan jurusan Pendidikan Biologi FKIP) pada tahun 2022-2023.

Penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Laboratorium Kesehatan Masyarakat Veteriner Kota Metro pada tahun 2022 dengan judul “Uji Cemarkan Mikroba pada Daging Ayam Menggunakan Metode *Total Plate Count* (TPC) di Laboratorium Kesehatan Masyarakat Veteriner Kota Metro”. Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Jabung, Kecamatan Jabung, Kabupaten Lampung Timur pada bulan Juni-Agustus 2022.

MOTTO

“Lakukanlah kebaikan sekecil apapun, karena engkau tidak pernah tahu kebaikan mana yang akan membawamu ke surga.”

(Imam Hasan Al-Bashri)

“Jangan engkau bersedih, sesungguhnya Allah bersama kita.”

(QS. At-Taubah: 40)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

(QS. Al-Baqarah: 286)

“Look at the stars, and see you there”

(Wahyu Fitrianiingsih)

PERSEMBAHAN

الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ

Dengan mengucapkan puji dan syukur kepada Allah SWT. atas segala limpahan rahmat, nikmat, hidayah dan karunia-Nya.

Kupersembahkan skripsi ini kepada orang tua dan nenekku. Terima kasih karena selalu memberikan kasih sayang, semangat, nasihat, serta tak henti mendoakan aku agar selalu terlimpahkan kebaikan dan kebahagiaan kapanpun dan dimanapun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. yang telah memberikan kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Kompos Endapan Limbah *Palm Oil Mill Effluent* (POME) diinduksi Inokulum *Trichoderma* sp. (Bio GGP 5) terhadap Pertumbuhan Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.)”**

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis menyadari adanya keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki, sehingga penulis membutuhkan dukungan, saran dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah subhanahu wa ta'ala yang telah memberikan limpahan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis.
2. Bapak Widodo (Alm), Bapak Karyono, Ibu Nurhayati, Ibu Boini, Ibu Ambar dan Ibu Sulistiani, selaku keluarga penulis yang selalu memberikan kasih sayang, semangat, nasihat, serta tak henti mendoakan penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Prof. Dr. Bambang Irawan, M.Sc., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan pengetahuan, bimbingan, saran dan motivasi kepada penulis dari awal penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.
4. Bapak Ir. Salman Farisi, M.Si., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan pengetahuan, bimbingan, saran, motivasi dan pengalaman kehidupan yang bermanfaat bagi penulis.
5. Ibu Dr. Kusuma Handayani, M.Si., selaku dosen pembahas skripsi yang telah memberikan pengetahuan, motivasi, saran dan masukan yang bermanfaat dalam upaya perbaikan skripsi ini.

6. Bapak Dr. Jani Master, M.Si., selaku ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung.
7. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, M.Si., selaku dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
8. Ibu Gina Dania Pratami, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing akademik.
9. Seluruh Dosen Jurusan Biologi dan staff FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat di bangku perkuliahan dan mengantarkan saya mencapai gelar sarjana.
10. Ibu Oni, selaku laboran dan para peneliti di laboratorium mikrobiologi yang telah memberikan pengetahuan, motivasi serta pengalaman kepada penulis ketika menjadi asisten praktikum dan peneliti di Lab. Mikrobiologi.
11. Nabila Rifa, Mutia Farida, Yuni Astuti, Ireniza Pradevi, Revita Setianingsih dan Rachma adji selaku sahabat penulis yang telah memberikan semangat, doa, bantuan, dan dukungan serta menemani penulis melewati suka dan duka selama menyelesaikan perkuliahan dan skripsi ini.
12. Mba Masnoni dan mba Ulil, selaku kakak tingkat yang telah memberikan arahan, motivasi dan semangat kepada penulis.
13. Seluruh teman-teman Jurusan Biologi Angkatan 2019.
14. Yayasan Beasiswa Karya Salemba Empat, yang telah memberikan bantuan *financial* dan pengalaman kepada penulis melalui berbagai pelatihan yang diberikan.
15. Almamater tercinta Universitas Lampung dan semua pihak yang banyak membantu dalam penyelesaian penelitian dan penyusunan skripsi.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diperlukan dalam penulisan dikemudian hari.

Bandar Lampung, 14 Oktober 2023

Penulis

Wahyu Fitrianingsih

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN JUDUL DALAM	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
MOTTO	x
PERSEMBAHAN.....	xi
UCAPAN TERIMA KASIH	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL	xix
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.3. Kerangka Pikir	4
1.4. Hipotesis	4

II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Tanaman Kelapa Sawit	5
2.2. Limbah <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME)	6
2.3. Fungi Dekomposer	8
2.4. Fungi <i>Trichoderma</i> sp.	9
2.4.1. Klasifikasi <i>Trichoderma</i> sp.	9
2.4.2. Morfologi <i>Trichoderma</i> sp.	9
2.4.3. Aktivitas Lignolitik <i>Trichoderma</i> sp.	10
2.5. Inokulum	12
2.6. Kompos	12
2.7. Pemupukan Unsur Hara	13
2.8. Tanaman Kacang Tanah (<i>Arachis hypogaea</i> L.)	15
2.8.1. Klasifikasi Tanaman Kacang Tanah	15
2.8.2. Morfologi Tanaman Kacang Tanah	16
2.8.3. Pemilihan Benih Kacang Tanah.....	16
2.8.4. Syarat Tumbuh Tanaman Kacang Tanah.....	17
III. METODE PENELITIAN	19
3.1. Waktu dan Tempat	19
3.2. Alat dan Bahan.....	19
3.3. Rancangan Penelitian	20
3.4. Prosedur Kerja.....	22
3.4.1. Pembuatan Stok Media <i>Potato Dextrose Agar</i> (PDA)	22
3.4.2. Peremajaan Fungi <i>Trichoderma</i> sp. (Bio GGP 5).....	22
3.4.3. Pembuatan Media Inokulum	23
3.4.4. Pembuatan Kompos Limbah Endapan <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME) Diinduksi <i>Trichoderma</i> sp.	23
3.4.5. Aplikasi Kompos Limbah Endapan <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME) dan Pemeliharaan Tanaman Kacang Tanah	24
3.4.6. Analisis Data	25
3.5. Parameter yang Diamati	25
3.5.1. Tinggi Tanaman	25
3.5.2. Jumlah Daun	25

3.5.3. Berat Basah dan Berat Kering Tanaman.....	25
3.5.4. Rasio Akar Pucuk.....	26
3.5.5. Berat Buah	26
3.5.5. Analisis Kadar Klorofil.....	26
3.6. Diagram Alir Penelitian	28
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1. Pengaruh Kompos Endapan Limbah <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME) Diinduksi Inokulum <i>Trichoderma</i> sp. (Bio GGP 5) Terhadap Tinggi Tanaman Kacang Tanah.....	29
4.2. Pengaruh Kompos Endapan Limbah <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME) Diinduksi Inokulum <i>Trichoderma</i> sp. (Bio GGP 5) Terhadap Jumlah Daun Tanaman Kacang Tanah	32
4.3. Pengaruh Kompos Endapan Limbah <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME) Diinduksi Inokulum <i>Trichoderma</i> sp. (Bio GGP 5) Terhadap Berat Basah dan Berat Kering Kacang Tanah	35
4.4. Pengaruh Kompos Endapan Limbah <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME) Diinduksi Inokulum <i>Trichoderma</i> sp. (Bio GGP 5) Terhadap Rasio Akar Pucuk Tanaman Kacang Tanah	38
4.5. Pengaruh Kompos Endapan Limbah <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME) Diinduksi Inokulum <i>Trichoderma</i> sp. (Bio GGP 5) Terhadap Berat Buah Tanaman Kacang Tanah	41
4.6. Pengaruh Kompos Endapan Limbah <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME) Diinduksi Inokulum <i>Trichoderma</i> sp. (Bio GGP 5) Terhadap Kadar Klorofil Tanaman Kacang Tanah.....	43
V. SIMPULAN DAN SARAN	47
5.1. Simpulan	47
5.2. Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kolam Pembuangan Limbah di Lahan Kelapa Sawit	7
2. <i>Chemical Compoosition of Palm Oil Mill Effluent (POME)</i>	8
3. Struktur Mikroskopis <i>Trichoderma</i> sp.	10
4. Tata Letak <i>Polybag</i> Penanaman Kacang Tanah.....	21
5. Diagram Alir Penelitian	28
6. Tinggi Tanaman Kacang Tanah (1-4 MST).....	30
7. Jumlah Daun Tanaman Kacang Tanah (1-4 MST)	33
8. Berat Basah dan Berat Kering Tanaman Kacang Tanah (4 MST)..	36
9. Rasio Akar Pucuk Basah dan Rasio Akar Pucuk Kering Tanaman Kacang Tanah (4 MST).....	40
10. Berat Buah Tanaman Kacang Tanah (4 MST).....	42
11. Kadar Klorofil Tanaman Kacang Tanah (4 MST).....	45
12. Media PDA	59
13. Peremajaan <i>Trichoderma</i> sp.....	59
14. Inokulum <i>Trichoderma</i> sp.....	59
15. Limbah POME	59
16. Kotoran Kambing.....	59
17. Serasah Daun.....	59
18. Pembuatan Kompos	59
19. Kompos Usia 1 Minggu	59
20. Kompos Usia 2 Minggu	60
21. Kompos Usia 3 Minggu	60

22. Penanaman Tanaman Kacang Tanah	60
23. Pengukuran Tinggi Tanaman	60
24. Penyiangian Gulma	60
25. Pemupukan kompos	60
26. Uji Kadar Klorofil	60
27. Pengeringan Tanaman	60
28. Penimbangan Berat Pucuk	61
29. Penimbangan Berat Akar	61
30. Penimbangan Berat Basah	61
31. Penimbangan Berat Kering	61
32. Penimbangan Berat Buah	61
33. Tanaman Kacang Tanah yang Diamati	61
34. Tanaman Kacang Tanah Usia 1-4 MST	62

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Pengaruh Kompos Endapan Limbah <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME) Diinduksi Inokulum <i>Trichoderma</i> sp. (Bio GGP 5) Terhadap Tinggi Tanaman Kacang Tanah.....	30
2. Pengaruh Kompos Endapan Limbah <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME) Diinduksi Inokulum <i>Trichoderma</i> sp. (Bio GGP 5) Terhadap Jumlah Daun Tanaman Kacang Tanah	33
3. Pengaruh Kompos Endapan Limbah <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME) Diinduksi Inokulum <i>Trichoderma</i> sp. (Bio GGP 5) Terhadap Berat Basah dan Berat Kering Kacang Tanah	36
4. Pengaruh Kompos Endapan Limbah <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME) Diinduksi Inokulum <i>Trichoderma</i> sp. (Bio GGP 5) Terhadap Rasio Akar Pucuk Tanaman Kacang Tanah	39
5. Pengaruh Kompos Endapan Limbah <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME) Diinduksi Inokulum <i>Trichoderma</i> sp. (Bio GGP 5) Terhadap Berat Buah Tanaman Kacang Tanah	42
6. Pengaruh Kompos Endapan Limbah <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME) Diinduksi Inokulum <i>Trichoderma</i> sp. (Bio GGP 5) Terhadap Kadar Klorofil Tanaman Kacang Tanah	44
7. Uji ANOVA Tinggi Tanaman.....	63
8. Uji BNT Tinggi Tanaman	63
9. Uji ANOVA Jumlah Daun	67
10. Uji BNT Jumlah Daun	67
11. Uji ANOVA Berat Basah dan Berat Kering Tanaman	70
12. Uji BNT Berat Basah dan Berat Kering Tanaman.....	71
13. Uji ANOVA Rasio Akar Pucuk Basah	72

14. Uji BNT Rasio Akar Pucuk Basah.....	73
15. Uji ANOVA Rasio Akar Pucuk Kering.....	75
16. Uji BNT Rasio Akar Pucuk Kering	75
17. Uji ANOVA Kadar Klorofil	78
18. Uji BNT Kadar Klorofil.....	78
19. Uji ANOVA Berat Buah	81
20. Uji BNT Berat Buah.....	81

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Industri kelapa sawit melakukan pengolahan buah segar menjadi minyak sawit *Crude Palm Oil* (CPO). Pada tahun 2022, produksi minyak sawit di Indonesia sebesar 46,73 ton (GAPKI, 2023). Akibat tingginya produksi minyak sawit tersebut, limbah yang dihasilkan juga mengalami peningkatan. Salah satu limbah proses pengolahan minyak kelapa sawit ialah limbah *Palm Oil Mill Effluent* (POME). Jumlah limbah yang dihasilkan mencapai 700-800 L/ton Tandan Buah Segar (TBS) (Winanti dkk., 2019). Limbah ini apabila dibiarkan dalam jangka waktu yang lama akan mencemari lingkungan. Namun demikian, endapan dari limbah POME ini dapat dimanfaatkan sebagai pupuk kompos (Maharani dkk., 2017).

Penggunaan limbah POME sebagai bahan pengomposan menjadi pilihan yang tepat, karena limbah ini kaya akan senyawa organik. Menurut Sakiah dan Wahyuni (2018) senyawa organik yang terkandung dalam limbah POME yaitu C-Organik sebesar 22,26 mg/L, Nitrogen 457 mg/L, Fosfor 12 mg/L, Magnesium 56 mg/L, dan Kalium 375 mg/L. Selain senyawa organik, kandungan lignin dalam limbah POME juga cukup tinggi yaitu mencapai 2900 – 7800 mg/L (Hii *et al.*, 2012) dan Baharuddin *et al.*, (2011) juga menyatakan kandungan lignin dalam endapan POME sebesar 43,8 mg/L.

Lignin merupakan senyawa yang mampu memperkuat struktur dinding sel tanaman dalam menahan tekanan oksidasi dan serangan mikroba patogen (Hendriks and Zeeman, 2009).

Proses degradasi senyawa lignin jika secara alamiah sangatlah sulit, karena lignin mempunyai struktur senyawa yang sangat kompleks. Oleh karena itu, dalam proses pengomposan limbah POME perlu ditambahkan bantuan mikroorganisme yang memiliki kemampuan enzim ligninolitik agar mempercepat proses degradasi senyawa lignin (Valencia dan Meitiniarti, 2017). Salah satu fungi yang mempunyai kemampuan ligninolitik adalah *Trichoderma* sp. (Irawan *et al.*, 2023).

Fungi *Trichoderma* sp. dikenal sebagai pengurai lignoselulosa, karena memiliki kemampuan untuk menghasilkan spora produktif yang dapat menyerang substrat dengan cepat (Tengerdy and Szakacs, 2003). Selain itu, menurut Sadhasivams *et al.*, (2008) fungi *Trichoderma* sp. memiliki enzim laccase. Laccase merupakan enzim yang mampu mendegradasi ikatan kompleks lignin. Proses degradasi tersebut akan menghasilkan senyawa sederhana berupa karbondioksida, air dan unsur hara yang bermanfaat untuk kesuburan tanah dalam menyuplai hara terlarut bagi tanaman (Roni, 2015).

Tanaman kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) merupakan salah satu jenis tanaman leguminose yang dijadikan sebagai bahan pangan karena memiliki kandungan lemak dan protein tinggi (Kariya dkk., 2022). Pada budidaya tanaman kacang tanah, penggunaan pupuk sintetis masih sering digunakan. Pupuk sintetis yang digunakan secara terus-menerus dapat menyebabkan penurunan jumlah mikroorganisme tanah yang berperan sebagai pengurai senyawa organik (Irawan *et al.*, 2019).

Penggunaan pupuk kompos limbah POME dianggap sebagai metode yang potensial untuk mengurangi penggunaan pupuk sintetis pada tanaman budidaya. Berdasarkan hasil penelitian Ermadani dan Arsyad (2013) pemberian kompos limbah POME mampu melakukan perbaikan sifat kimia tanah dan berpengaruh nyata terhadap bobot kering pucuk, jumlah polong

dan bobot kering biji pada tanaman polong. Tidak hanya itu, penggunaan kompos POME yang dicampur kotoran ternak juga mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman seperti jumlah daun dan tinggi tanaman (Adela *et al.*, 2014). Pada penelitian Syofia dan Daulay (2015) menunjukkan bahwa dosis 39 ton/ha memberi pengaruh nyata pada tinggi tanaman dan jumlah polong kacang tanah. Namun, pada penelitian tersebut pengaruh kompos endapan limbah POME diinduksi fungi *Trichoderma* sp. belum tersedia informasi terkait parameter jumlah daun, berat basah dan berat kering, rasio akar pucuk dan kadar klorofil. Oleh karena itu, penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh kompos endapan limbah POME diinduksi fungi *Trichoderma* sp. terhadap parameter tersebut pada tanaman kacang tanah.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah pemberian kompos endapan limbah *Palm Oil Mill Effluent* (POME) diinduksi *Trichoderma* sp. (Bio GGP 5) memberi pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan tanaman kacang tanah?
2. Pada dosis berapa kompos endapan limbah *Palm Oil Mill Effluent* (POME) diinduksi *Trichoderma* sp. (Bio GGP 5) memberi pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan tanaman kacang tanah?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh pemberian kompos endapan limbah *Palm Oil Mill Effluent* (POME) diinduksi *Trichoderma* sp. (Bio GGP 5) terhadap pertumbuhan tanaman kacang tanah.
2. Mengetahui dosis terbaik pemberian kompos endapan limbah *Palm Oil Mill Effluent* (POME) diinduksi *Trichoderma* sp. (Bio GGP 5) terhadap pertumbuhan tanaman kacang tanah.

1.4. Kerangka Pikir

Penggunaan kompos sangat diperlukan oleh tanaman untuk menyediakan unsur hara dan meningkatkan aktivitas mikroba pada tanah. Limbah endapan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) mengandung sejumlah besar unsur hara N, P, K, Mg dan Ca sehingga sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan pupuk kompos. Selain mengandung unsur hara, limbah POME juga mengandung lignin yang cukup tinggi sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk mendekomposisinya. Oleh karena itu, diperlukan agen dekomposer untuk menguraikan polimer kompleks tersebut menjadi bahan organik yang lebih sederhana agar proses dekomposisi berlangsung lebih singkat.

Agen dekomposer yang digunakan pada penelitian ini yaitu fungi *Trichoderma* sp. (Bio GGP 5). Fungi *Trichoderma* sp. mempunyai aktivitas lignolitik untuk menghasilkan beberapa enzim ligninase seperti enzim laccase, lignin peroksidase, dan mangan peroksidase yang berperan untuk mendegradasi lignin menjadi polimer yang lebih sederhana sehingga dapat menjadi sumber energi bagi fungi dan mikroba lainnya dan menyediakan unsur hara. Dari kompos yang diinduksi fungi tersebut diharapkan akan menghasilkan unsur-unsur hara yang mampu meningkatkan kesuburan tanah sehingga tanaman kacang tanah dapat tumbuh secara optimal.

1.5. Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pemberian pupuk kompos endapan limbah *Palm Oil Mill Effluent* (POME) diinduksi *Trichoderma* sp. efektif meningkatkan pertumbuhan tanaman kacang tanah.
2. Didapatkan dosis terbaik pemberian kompos endapan limbah *Palm Oil Mill Effluent* (POME) diinduksi *Trichoderma* sp. yang efektif meningkatkan pertumbuhan tanaman kacang tanah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) merupakan komoditi perkebunan yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Kelapa sawit berperan penting dalam peningkatan devisa negara, penyerapan tenaga kerja dan peningkatan perekonomian di Indonesia (Purba dan Sipayung, 2017).

Kelapa sawit dapat tumbuh baik pada daerah beriklim tropis dengan ketinggian 0-500 m dpl. Curah hujan yang diperlukan tanaman kelapa sawit agar tumbuh optimal adalah rata-rata 2.000-2.500 mm/tahun dengan distribusi merata sepanjang tahun. Lama penyinaran optimum antara 5-7 jam/hari. Suhu ideal agar tanaman kelapa sawit dapat tumbuh dengan baik sekitar 24–28 °C. Meskipun demikian, tanaman kelapa sawit masih dapat tumbuh pada suhu terendah 18 °C dan tertinggi 32 °C (Suwanto, 2010).

Kelapa sawit termasuk tanaman monokotil. Batangnya tumbuh lurus, tidak bercabang dan tidak mempunyai kambium. Tanaman ini tergolong *monoecius* (berumah satu), yaitu bunga jantan dan bunga betina terdapat dalam satu pohon. Tanaman kelapa sawit terbagi menjadi bagian vegetatif dan bagian generatif. Bagian vegetatif terdiri atas akar, batang dan daun. Sedangkan bagian generatif terdiri atas bunga dan buah yang berfungsi sebagai alat perkembangbiakan (Semangun, 2008).

Salah satu produk yang dihasilkan kelapa sawit adalah minyak. Minyak kelapa sawit mengandung karotenoid yang cukup tinggi. Karotenoid merupakan pigmen penghasil warna merah (Lubis dan Widarnako, 2011). Menurut Orji *et al.*, (2006) kebutuhan minyak kelapa sawit di dunia kian tahun terus meningkat. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut maka industri kelapa sawit mengupayakan untuk meningkatkan jumlah produksinya. Akan tetapi, karena meningkatnya jumlah industri kelapa sawit ini, mengakibatkan limbah yang dihasilkan pun menumpuk. Limbah yang dihasilkan dapat berupa limbah padat seperti tandan kosong, cangkang dan sabut serta limbah cair *Palm Oil Mill Effluent* (POME) yang merupakan limbah dari industri pengolahan sawit menjadi minyak.

2.2. Limbah *Palm Oil Mill Effluent* (POME)

Perkebunan kelapa sawit di Indonesia cukup melimpah dan penyebarannya banyak terdapat di Pulau Sumatera. Oleh karena itu, terdapat banyak industri yang bergerak dalam pengolahan kelapa sawit. Industri kelapa sawit akan melakukan pengolahan kelapa sawit menjadi *Crude Palm Oil* (CPO). Akibat pengolahan tersebut, akan tersisa 75 % limbah hasil pembuangan kegiatan produksi berupa limbah padat dan limbah cair. Limbah padat berupa tandan kosong, serat atau serabut dan cangkang, sementara limbah cair yang dihasilkan berupa lumpur POME (*Palm Oil Mill Effluent*) dan sludge. Limbah-limbah tersebut apabila dibiarkan dalam jangka waktu yang lama dapat berpotensi mencemari lingkungan (Fitriany dan Sukandar, 2009).

Setiap pabrik kelapa sawit mempunyai sistem pengolahan limbah yang dilakukan dalam IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah). Limbah ini akan diproses ke dalam kolam-kolam limbah untuk diolah. Terdapat tiga kolam utama diantaranya kolam anerobik, kolam fakultatif, dan kolam aerobik. Pada kolam anaerobik menghasilkan lumpur padat. Kemudian diteruskan ke kolam fakultatif lalu ke kolam aerobik. Limbah cair ini diolah untuk menurunkan kadar polutan limbah sebelum dibuang ke aliran sungai atau dibuang kembali ke lahan kelapa sawit (Gambar 1) (PPKS, 2005).



Gambar 1. Kolam Pembuangan Limbah di Lahan Kelapa Sawit
(Dokumentasi pribadi)

Menurut Zahrim *et al.*, (2007) lumpur (*sludge*) merupakan benda padat yang tenggelam di dasar bak pengendapan. Terdapat dua sumber terbentuknya *sludge* ini diantaranya lumpur dari proses pemurnian minyak (*clarification*) menggunakan *decanter* dan dari instalasi pengolahan limbah cair. *Sludge* dari *decanter* berupa kotoran minyak yang bercampur dengan kotoran yang lain. Sedangkan, *sludge* dari instalasi pengolahan limbah cair berasal dari endapan suspensi limbah cair dan mikroorganisme yang hidup di dalamnya (Wahyono dkk., 2010). Menurut Assadiq (2015) *Sludge* hasil Pengolahan Minyak Sawit (PMS) dapat digunakan sebagai pupuk karena mengandung unsur hara fosfor, nitrogen, magnesium, kalium dan kalsium yang cukup tinggi. Berdasarkan data Sinnaraprasat and Fongsatikul (2011) Komposisi limbah *Palm Oil Mill Effluent* (POME) adalah sebagai berikut: (Gambar 2).

Parameters	Concentration (g/L)	
	Range	Mean±S.D.
Fiber	0.70-2.30	1.50±0.8
Total sugar	1.50-3.00	2.29±0.67
Carbohydrate	28.10-30.30	29.20±1.1
Protein	4.20-6.00	5.10±0.9
Ash	6.50-9.70	8.10±1.6
Fat	6.00-7.20	6.60±0.6
COD	60.00-90.00	73.00±12.17
BOD	20.00-37.50	28,785±5.47
Suspended solid	18.50-25.00	21.21±2.31

Gambar 2. *Chemical Composition of Palm Oil Mill Effluent (POME)* (Sinnaraprasat and Fongsatikul, 2011)

Menurut Musnawar (2010) penggunaan *sludge* dari pengolahan kelapa sawit, selain bermanfaat sebagai pengganti pupuk yang bisa menekan biaya pemupukan, juga dapat mengurangi pencemaran lingkungan di sekitar pabrik. Sebelum digunakan sebagai pupuk, limbah ini harus melewati tahap pengeringan di tempat terbuka terlebih dahulu. Namun, apabila musim hujan, proses tersebut menimbulkan masalah seperti bau tidak sedap, menggundang serangga datang dan banjir lumpur (Zahrim, 2007).

2.3. Fungi Dekomposer

Fungi merupakan makhluk hidup eukariot yang dinding selnya tersusun atas kitin dan belum ada diferensiasi jaringan. Fungi memiliki peran penting dalam ekosistem yaitu sebagai pengurai (dekomposer). Fungi mampu menguraikan bahan organik seperti selulosa, hemiselulosa, lignin, protein, dan senyawa pati. Fungi menguraikan bahan organik menjadi senyawa sederhana yang diserap dan digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangannya (Hasanuddin, 2014). Fungi dekomposer dapat merombak senyawa organik pada substrat dengan mengeluarkan enzim ekstraseluler kemudian mengubahnya menjadi senyawa yang sederhana. Beberapa enzim

yang berperan dalam proses perombakan bahan organik yaitu manganese peroksidase (MnP), lignin peroksidase (LiP), β -glukosidase, dan laccase (Lankinen, 2004).

2.4. Fungi *Trichoderma* sp.

Trichoderma sp. merupakan mikroorganisme tanah yang bersifat saprofit sehingga memiliki kemampuan menyerang fungi patogen (Purwantisari, 2009). Mekanisme yang dilakukan oleh agen antagonis *Trichoderma* sp. terhadap patogen adalah mikoparasit dan antibiosis (Arwiyanto, 2003). Di dalam tanah, aktivitas *Trichoderma* sp. menjadi kompetitor terhadap ruang dan nutrisi sehingga mampu menekan patogen tanah (Sudantha *et al.*, 2011). Tidak hanya itu, fungi ini juga dapat berkembang biak dengan cepat pada daerah perakaran tanaman (Gusnawati, 2014).

2.4.1. Klasifikasi *Trichoderma* sp.

Menurut Bissett (1991), klasifikasi ilmiah *Trichoderma* sp. adalah sebagai berikut:

Kerajaan : Fungi
Filum : Ascomycota
Kelas : Sordariomycetes
Bangsa : Hypocreales
Suku : Hypocreaceae
Marga : *Trichoderma*
Jenis : *Trichoderma* sp.

2.4.2. Morfologi *Trichoderma* sp.

Pada pengamatan makroskopis, terlihat *Trichoderma* sp. memiliki koloni berwarna putih, hijau muda dan hijau tua. Fungi *Trichoderma* sp. memiliki konidiofora dan konidia bening (hylin), tegak lurus, berseptum, bercabang, phialida tunggal atau kelompok serta bantalan konidia berwarna hijau (Gambar 3). *Trichoderma* sp.

mempunyai tingkat pertumbuhan yang cukup cepat, mampu bertahan pada kondisi yang kurang menguntungkan dan konidia yang dihasilkan melimpah (Suanda, 2019).



Gambar 3. Struktur Mikroskopis *Trichoderma* sp.
(a. *Conidiophore*, b. *Phialides*, c. *Conidia*)
(Azimova *et al.*, 2016).

2.4.3. Aktivitas Ligninolitik *Trichoderma* sp.

Lignin merupakan biopolimer kompleks yang melimpah. Fungi ligninolitik memiliki kemampuan sendiri untuk menghasilkan beberapa enzim ligninolitik guna mendegradasi limbah lignoselulosa (Sanchez, 2009). *Trichoderma* sp. memiliki sifat ligninolitik yang mendegradasi komponen lignin menjadi lebih sederhana dengan bantuan enzim ligninase. Lignin berperan sebagai penyusun dinding sel kayu karena dapat memperkuat struktur tanaman dalam menahan serangan mikroba dan tekanan oksidasi (Hendriks and Zeeman, 2009).

Fungi *Trichoderma* sp. memiliki kemampuan untuk mendekomposisi sampah organik dengan menghasilkan enzim laccase dan mangan peroksidase yang memecah ikatan kompleks dari lignin. Fungi ini juga menghasilkan enzim endo-1,4- β -glukanase yang mampu mendegradasi ikatan β -1,4-glikosidik pada selulosa yang terkandung dalam sampah organik. *Trichoderma* sp. dikenal luas sebagai pengurai lignoselulosa karena memiliki kemampuan untuk menghasilkan spora yang produktif yang dapat menyerang substrat dengan cepat (Tengerdy and Szakacs, 2003).

Menurut Kumar (2019) enzim ligninolitik yang dimiliki oleh *Trichoderma* sp. adalah laccase, lignin peroksidase, dan mangan peroksidase. Laccase adalah enzim ekstraseluler yang mampu mengoksidasi senyawa aromatik dan non aromatik. Prosesnya dengan menghasilkan senyawa-senyawa sederhana yang mengandung unsur karbon yang mudah larut dalam air, seperti *veratril alcohol* dan dapat digunakan oleh mikroba sebagai sumber energi atau juga berupa radikal bebas atau kuinon (Dashtban, 2009).

Lignin Peroksidase atau (LiP) merupakan enzim peroksidase ekstraseluler yang mempunyai potensial redoks yang besar dan pH optimum yang rendah. LiP mampu mengoksidasi inti aromatik (fenolik dan nonfenolik) melalui pelepasan satu elektron menghasilkan radikal kation dan fenoksi (Hofrichter, 2002).

Mangan peroksidase (MnP) merupakan enzim peroksidase eksternal yang mampu mendegradasi lignin menggunakan H_2O_2 . MnP mengoksidasi Mn^{2+} menjadi Mn^{3+} yang berperan dalam pemutusan unit fenolik lignin. Reaksi enzim MnP dengan cincin fenolik diawali dengan pelepasan sebuah elektron dan membentuk ion fenol (radikal fenoksil). Radikal fenoksil bereaksi dengan O_2 dan mengalami resonansi sehingga membentuk eter peroksida. Eter peroksida selanjutnya mengalami pemecahan cincin secara spontan kemudian

membentuk senyawa alifatik. Sistem enzim MnP membelah gugus ini menjadi CO₂ dan radikal alifatik. Radikal alifatik kemudian bereaksi kembali dengan enzim MnP menghasilkan lebih banyak CO₂ dan asam organik (Hofrichter, 2002).

2.5. Inokulum

Menurut Pelczar dkk., (2007) inokulum merupakan bahan cair atau padat yang diinokulasikan pada medium. Inokulum memberikan pengaruh besar dalam pengomposan, karena inokulum yang ditambahkan ke dalam bahan kompos dapat meningkatkan proses pelepasan unsur hara dari bahan organik kompos tersebut (Irawan *et al.*, 2017).

Teknik pembuatan inokulum digunakan agar mikroorganisme yang ditumbuhkan pada media tersebut tumbuh sedikit berjauhan dari sesamanya dan memungkinkan setiap sel-sel yang terbentuk berhimpun membentuk koloni. Koloni yaitu sekelompok massa sel yang dapat dilihat dengan mata telanjang. Media yang digunakan untuk pembuatan inokulum dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan karakteristik fungsinya (Pelczar dkk., 2007).

2.6. Kompos

Kompos merupakan campuran bahan organik yang membusuk atau telah dicerna oleh organisme dekomposer yang kemudian berfungsi untuk menyuburkan tanah dan memberikan nutrisi untuk tanaman. Kompos umumnya terbuat dari serasah daun dan kotoran hewan. Kotoran hewan ditambahkan supaya unsur nitrogen dan karbon seimbang, sehingga proses pembusukan dapat berlangsung lebih cepat dan rasio C/N yang dihasilkan ideal. Kotoran ternak sapi, kambing, dan ayam dapat ditambahkan pada kompos karena memiliki berbagai kandungan unsur hara dan juga kaya akan mikroba (Sulistiyorini, 2005). Menurut Indriani (2011) pengomposan adalah proses dekomposisi bahan organik yang dibantu oleh agen dekomposer, seperti: bakteri, *Actinomyces*, fungi, dan organisme tanah lainnya.

Kompos merupakan senyawa organik yang telah mengalami dekomposisi oleh mikroorganisme pengurai seperti mikrofungi saprotrof tanah dan bakteri sehingga dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki sifat-sifat dan struktur tanah, kompos pada umumnya dapat berupa dedaunan, jerami, alang-alang, rumput-rumputan, dedak padi, batang jagung, sulur, carang-carang, serasah serta kotoran hewan. Kompos mengandung hara-hara mineral esensial yang bermanfaat bagi tanaman (Setyorini dkk., 2006).

Pembuatan kompos perlu mengatur dan mengontrol campuran bahan organik yang seimbang, pemberian air yang cukup, pengaturan dan pemberian aktivator pengomposan (Manuputty dkk., 2012). Pengomposan merupakan upaya yang sudah ada sejak lama digunakan untuk mereduksi sampah organik karena dapat memperbaiki sifat fisik tanah seperti pembentukan agregat atau granulasi tanah serta meningkatkan permiabilitas dan porositas tanah (Caceres *et al.*, 2015). Syarat yang diperlukan dalam proses pengomposan berjalan lancar yaitu perbandingan antara sumber nitrogen dan karbon (C/N rasio) di dalam bahan, kadar air bahan, bentuk dan jenis bahan, temperature, pH, dan jenis mikroba yang berperan di dalamnya (Irawan, 2014).

2.7. Pemupukan dan Unsur Hara

Pemupukan memegang peranan penting untuk menyediakan dan menggantikan unsur hara yang habis terpakai dalam proses pertumbuhan, perkembangan, dan produksi suatu tanaman serta memperbaiki struktur tanah yang mengalami kerusakan (Mulyani, 2010). Salah satu jenis pupuk yang digunakan untuk memperbaiki kesuburan tanah adalah pupuk anorganik. Unsur hara N, P dan K merupakan unsur hara utama untuk pertumbuhan kacang tanah.

Unsur N merupakan unsur hara yang berperan untuk pembentukan organ vegetatif tanaman dan merupakan unsur utama pembentuk asam amino dan protein. Unsur N berperan penting dalam pembentukan klorofil, semakin tinggi ketersediaan dan serapan N maka klorofil yang terbentuk dapat

meningkat. Klorofil berfungsi sebagai pengabsorpsi cahaya matahari sehingga dapat meningkatkan laju fotosintesis dan fotosintat yang dihasilkan. Semakin meningkat laju fotosintesis maka fotosintat yang dihasilkan akan ditranslokasi ke batang tanaman, sehingga dapat meningkatkan tinggi tanaman dan diameter batang. Suryantini (2013) menyatakan bahwa banyaknya kandungan N yang tersedia pada tanah memberi kontribusi besar terhadap ketersediaan dan serapan N oleh tanaman. Tanaman dengan serapan N rendah, menghasilkan kandungan klorofil yang rendah juga.

Unsur P bagi tanaman merupakan unsur hara esensial makro yang penting setelah nitrogen. Tanaman mengambil hara P dalam jumlah besar, walaupun jumlah P yang dibutuhkan tanaman atau yang terdapat dalam tanaman lebih kecil dibandingkan dengan N dan K. Namun, P dapat dianggap berperan sangat penting dalam kehidupan tanaman. Unsur P yang diserap tanaman dalam bentuk ion anorganik cepat berubah menjadi senyawa fosfor organik. Unsur P berperan penting dalam transfer energi pada sel tanaman, pembentukan membran sel dan meningkatkan efisiensi dalam penggunaannya. Selain itu, P sangat diperlukan oleh tanaman pada saat pembentukan biji dan buah. Fosfor juga berguna untuk mempercepat pemasakan buah pada tanaman. Kekurangan P pada kebanyakan tanaman terjadi sewaktu tanaman masih muda, hal ini karena belum adanya kemampuan yang seimbang antara penyerapan P yang tersedia oleh akar dan P yang tersedia dalam tanah (Agustina, 2004).

Unsur K sangat penting dalam proses pembentukan biji kacang tanah bersama hara P disamping juga penting sebagai pengatur berbagai mekanisme dalam proses metabolik seperti fotosintesis, transportasi hara dari akar ke daun, translokasi asimilat dari daun ke seluruh jaringan tanaman (Susilo dkk., 2019).

2.8. Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.)

Kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) ialah tanaman pangan yang mengandung lemak dan protein tinggi. Permintaan pasar terhadap kacang tanah terus meningkat setiap tahun. Peningkatan tersebut disebabkan oleh bertambahnya kebutuhan gizi dan bertambahnya kebutuhan industri pangan di Indonesia. Akan tetapi, kebutuhan kacang tanah belum mencukupi keperluan produksi sehingga masih memerlukan impor dari luar negeri (Sembiring dkk., 2015).

Tanaman kacang tanah umumnya ditanam di daerah dataran rendah dengan ketinggian < 1000 m dari permukaan laut. Kacang tanah tumbuh dengan baik apabila mendapat sinar matahari yang cukup, suhu kisaran 25 °C-32 °C, dan iklim yang cocok. Kacang tanah dapat tumbuh di berbagai jenis tanah. Struktur tanah remah menjadi pilihan terbaik untuk menjadi media tanam karena mampu mempermudah pembentukan polong dan mempercepat pertumbuhan (Tim Bina Karya Tani, 2009).

Kacang tanah sebagai anggota familia Leguminosae memiliki kemampuan membentuk bintil akar dan menambat nitrogen udara melalui hubungan simbiosis dengan bakteri *Rhizobium*. Tanaman kacang tanah berfungsi sebagai inang, menyediakan tempat bagi rhizobium dalam bintil akar, dan energi untuk menambat nitrogen. Sebaliknya tanaman menerima nitrogen yang ditambat dari bintil untuk nutrien dan bahan baku protein (Suryantini, 2016).

2.8.1. Klasifikasi Tanaman Kacang Tanah

Menurut Suprpto (1985) klasifikasi tanaman kacang tanah adalah sebagai berikut:

Kerajaan	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub Divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae

Bangsa : Leguminales
Suku : Papilionaceae
Marga : *Arachis*
Jenis : *Arachis hypogaea* L

2.8.2. Morfologi Tanaman Kacang Tanah

Kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) merupakan tanaman legum atau polong yang mampu tumbuh secara perdu setinggi 30-50 cm. Tanaman ini tersusun atas organ akar, bunga, batang, daun, dan buah (Trustinah, 2015).

Karakteristik morfologi kacang tanah tersusun sebagai berikut:
Kacang tanah merupakan tanaman herba semusim yang mempunyai sistem perakaran tunggang, dengan akar primer yang tidak tumbuh dominan melainkan akar sekunder yang mengalami perkembangan. Panjang akarnya bisa mencapai 50-55 cm dan pada seluruh aksesi akar kacang tanah dapat dijumpai bintil (nodul), Bunga kacang tanah memiliki warna kuning berjumlah 5 helai dan bijinya terdapat di dalam polong bulat sedikit lonjong dan mulai berbunga pada umur 20 hari hingga 75 hari (Trustinah, 2015). Batang tanaman ini berukuran pendek dan berbuku-buku. Batangnya memiliki bulu halus dan memiliki warna merah, hijau dan ungu (Reiza, 2016). Kacang tanah memiliki bentuk daun majemuk bersirip genap, yang terdiri atas empat anak daun berbentuk oval sedikit lancip dan berbulu serta umumnya berwarna hijau. Tanaman ini memiliki tangkai daun dengan panjang 5-10 cm (Evita, 2012).

2.8.3. Pemilihan Benih Kacang Tanah

Pemilihan benih sebelum menanam tanaman kacang tanah penting untuk dilakukan. Benih yang baik akan berdaya tumbuh tinggi, pertumbuhannya cepat, seragam, dan menghasilkan tanaman dengan pertumbuhan yang normal serta berdaya hasil tinggi. Benih yang

digunakan yaitu varietas lokal yang diambil dari petani setelah panen, kemudian dijemur di bawah terik matahari selama 2 hari. Benih telah diseleksi terlebih dahulu dengan kriteria biji utuh, ukurannya seragam, kulit ari tipis dan mengkilap dan tidak terdapat noda apapun pada bijinya, biji tidak terserang hama maupun penyakit, biji bersih dari kotoran, biji tidak tercampur dengan varietas lain dan biji tidak keriput (Muhsin dkk., 2017).

2.8.4. Syarat Tumbuh Tanaman Kacang Tanah

Menurut Sutarto (2000) kacang tanah dapat tumbuh baik pada tanah yang gembur dengan unsur mikro yang cukup. Tanah sebagai media tanam berpengaruh besar terhadap pertumbuhannya. Kacang tanah menghendaki jenis tanah lempung berpasir, liat berpasir, atau lempung liat berpasir. Tanah dengan sistem drainase yang baik akan menciptakan aerasi yang baik, sehingga penyerapan air, unsur hara N, CO₂ dan O₂ oleh tanaman akan lebih mudah dilakukan (Adisarwanto, 2001).

Iklim yang cocok juga berpengaruh terhadap pertumbuhan kacang tanah. Faktor iklim yang berpengaruh langsung adalah suhu, curah hujan, dan cahaya. Suhu udara untuk pertumbuhan optimum berkisar 27 °C sampai 30 °C. Total curah hujan optimum selama 3-3,5 bulan atau sepanjang periode pertumbuhan sampai panen adalah 300-500 mm (Adisarwanto, 2003). Sedangkan, suhu optimum untuk pertumbuhan kacang tanah adalah 30 °C dan pertumbuhannya akan terhambat pada 15 °C. Kacang tanah termasuk tanaman yang memerlukan sinar matahari penuh. Adanya keterbatasan cahaya matahari akibat naungan dari 30 % akan menurunkan hasil kacang tanah karena cahaya mempengaruhi fotosintesis dan respirasi. Intensitas cahaya yang rendah pada saat pembentukan ginofor akan mengurangi jumlah ginofor, sedangkan rendahnya intensitas cahaya pada masa pengisian polong akan menurunkan jumlah dan berat

polong serta akan menambah jumlah polong hampa (Maesen dan Somaatmadja, 2005).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2023 sampai bulan September 2023 di Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung dan Desa Donomulyo, Kecamatan Bumi Agung, Lampung Timur.

3.2. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu cawan petri, jarum ose, lampu spiritus, erlenmeyer, pipet volumetri, bola hisap, tabung reaksi, rak tabung, pipet tetes, botol kaca pipih, pinset, corong, kertas saring, spatula, gelas beaker, gelas ukur, blender, neraca analitik, *autoclave*, *hot plate*, *vortex mixer*, *magnetic stirrer*, *haemocytometer*, kulkas, keranjang sampah, *polybag*, dan alat siram tanaman.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu isolat fungi *Trichoderma* sp. (Bio GGP 5) koleksi pribadi Prof. Dr. Bambang Irawan, M.Sc, media *Potato Dextrose Agar* (PDA), sorgum, limbah *Palm Oil Mill Effluent* (POME) yang didapat dari PT. Perkebunan Nusantara (PTPN) 7 Unit Bekri, Lampung Tengah, *aquadest*, alkohol 70 %, *chloramphenicol*, spiritus, ethanol 96 %, serasah daun kering, benih tanaman kacang tanah, dan air.

3.3. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan dan 3 kali ulangan pada setiap perlakuan. Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah dan berat kering tanaman, berat buah, rasio akar pucuk dan kadar klorofil.

Perlakuan dalam penelitian ini adalah dosis kompos limbah POME diinduksi inokulum fungi *Trichoderma* sp. (Bio GGP 5). Metode pengomposan dilakukan berdasarkan modifikasi metode Ustuner *et al.*, (2009) yaitu 1:1:1 untuk perbandingan antara substrat kompos, kotoran kambing dan serasah daun. Proses pengomposan membutuhkan inokulum sebanyak 1 % (Kumar *et al.*, 2008).

Kompos yang dihasilkan selanjutnya diaplikasikan pada tanaman kacang tanah menggunakan metode Syofia and Daulay (2015) yang dimodifikasi dengan variasi dosis 0 %, 0,8 %, 1,6 %, 2,4 %, 3,2 %, 4,0 %, dan 4,8 % dalam 5 kg media tanam (Andriyani dkk., 2022) dengan rincian sebagai berikut:

- A0 : 100 % tanah
- A1 : 99,2 % tanah + kompos 0,8 % bobot media tanam
- A2 : 98,4 % tanah + kompos 1,6 % bobot media tanam
- A3 : 97,6 % tanah + kompos 2,4 % bobot media tanam
- A4 : 96,8 % tanah + kompos 3,2 % bobot media tanam
- A5 : 96 % tanah + kompos 4,0 % bobot media tanam
- A6 : 95,2 % tanah + kompos 4,8 % bobot media tanam

Pemberian kompos limbah padat *Palm Oil Mill Effluent* (POME) pada tanaman kacang tanah dilakukan dengan metode Gusmeizal dkk., (2021) yang dimodifikasi. Tanaman kacang tanah diberi kompos setelah berumur 2 MST (Minggu Setelah Tanam) sampai 4 MST (Minggu Setelah Tanam). Pengaplikasian dilakukan dengan interval satu kali dalam 2 minggu, dimana dosis kompos sesuai dengan konsentrasi perlakuan yang sudah ditentukan.

Penelitian ini dilakukan dalam 5 tahapan yaitu peremajaan isolat *Trichoderma* sp. (Bio GGP 5), pembuatan inokulum dengan media sorgum, pembuatan kompos limbah endapan POME yang diinduksi inokulum *Trichoderma* sp., aplikasi kompos pada tanaman kacang tanah, dan pengamatan pertumbuhan tanaman kacang tanah.

Pengadukan dan pengamatan kompos dilakukan setiap 7 hari sekali hingga kompos matang. Kompos yang sudah matang ditandai dengan perubahan warna menjadi kehitaman dan memiliki bau khas seperti bau tanah.

Pengamatan terhadap pertumbuhan tanaman kacang tanah meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah dan berat kering, rasio akar pucuk, berat buah dan kadar klorofil. Pengamatan tinggi tanaman dan jumlah daun dilakukan setiap 1 minggu sekali hingga tanaman berusia 4 MST (Minggu Setelah Tanam). Sedangkan, parameter berat basah dan berat kering, berat buah, rasio akar pucuk, serta kadar klorofil dilakukan pengamatan setelah tanaman berusia 4 MST.

Pada penelitian ini terdapat 21 unit percobaan dengan 7 perlakuan dan 3 kali pengulangan. Tata letak penanaman tanaman kacang tanah ditunjukkan pada Gambar 4.

A0U1	A3U1	A1U3
A1U1	A2U2	A4U1
A3U2	A1U2	A5U1
A4U2	A0U2	A6U1
A5U2	A2U1	A5U3
A6U2	A6U3	A3U3
A2U3	A4U3	A0U3

Gambar 4. Tata Letak *Polybag* Penanaman Kacang Tanah

3.4. Prosedur Kerja

Prosedur yang dilakukan pada penelitian ini adalah: (Gambar 5)

3.4.1. Pembuatan Stok Media *Potato Dextrose Agar* (PDA)

Pembuatan stok media PDA dilakukan menggunakan metode Malloch (1981). Media PDA yang dibuat akan digunakan untuk peremajaan fungi *Trichoderma* sp. Terdapat empat bahan yang digunakan dalam pembuatan media PDA yaitu kentang, *dextrose*, agar-agar dan *aquadest*. Untuk membuat PDA sebanyak 1000 mL, dibutuhkan kentang sebanyak 500 g, *dextrose* sebanyak 20 g, agar-agar sebanyak 15 g dan *aquadest* sebanyak 1000 mL. Kentang yang sudah dibersihkan dipotong kecil-kecil dan dimasukkan ke dalam *aquadest* 1000 mL. Potongan kentang kemudian direbus selama 1 jam. Rebusan kentang kemudian disaring menggunakan kertas saring untuk mendapatkan air sari kentang. Setelah itu, air sari kentang ditambahkan *dextrose* dan agar-agar lalu dipanaskan dan dihomogenkan menggunakan *hot plate magnetic stirrer*. Setelah semua bahan larut, disterilkan menggunakan *autoclave* selama 15 menit dengan tekanan 2 atm pada suhu 121 °C. Media yang telah steril kemudian ditambahkan antibiotik *Chloramphenicol* dan dituang ke dalam cawan petri sebanyak 15-20 mL lalu dibiarkan hingga memadat.

3.4.2. Peremajaan Fungi *Trichoderma* sp. (Bio GGP 5)

Peremajaan fungi *Trichoderma* sp. dilakukan menggunakan media PDA dalam cawan petri steril. Sebanyak satu ose biakan fungi *Trichoderma* sp. (Bio GGP 5) secara aseptik diinokulasikan pada media PDA padat dalam cawan petri, kemudian diinkubasi selama 7-14 hari pada suhu ruang (Dewi dan Khotimah, 2019).

3.4.3. Pembuatan Media Inokulum

Pembuatan media inokulum dilakukan dengan metode Gaiind *et al.*, (2009) dan Irawan *et al.*, (2023) yang dimodifikasi. Adapun bahan yang digunakan dalam pembuatan media inokulum ini diantaranya sorgum, larutan CaSO₄ 4 %, dan larutan CaCO₃ 2 %. Kedua larutan tersebut berfungsi untuk menjaga kelembaban dan penambah nutrisi pada media inokulum. Untuk membuat larutan CaSO₄ 4 %, dan larutan CaCO₃ 2 % dilakukan dengan disiapkan 40 g CaSO₄ 4 % padat dan 20 g CaCO₃ 2 % padat. Masing-masing bahan dilarutkan ke dalam 1000 mL *aquadest* pada gelas beaker yang berbeda dan diaduk hingga merata. Untuk pembuatan media inokulum sebanyak 60 g sorgum dimasukkan ke dalam botol kaca gepeng steril ukuran 250 mL, lalu disterilisasi dalam *autoclave* pada suhu 121 °C, tekanan 2 atm selama 15 menit. Setelah media dingin, kemudian ditambahkan larutan CaSO₄ 4 % dan CaCO₃ 2 % masing-masing sebanyak 7,5 mL dan diinokulasikan sebanyak 1 ose isolat *Trichoderma* sp. (Bio GGP 5), lalu diinkubasi selama 14 hari atau hingga spora muncul.

3.4.4. Pembuatan Kompos Endapan Limbah *Palm Oil Mill Effluent* (POME) diinduksi *Trichoderma* sp.

Metode pengomposan dilakukan berdasarkan modifikasi metode Ustuner *et al.*, (2009) yaitu 1:1:1 dimana bahan yang digunakan untuk kompos yaitu 4 kg limbah POME, 4 kg kotoran kambing dan 4 kg serasah daun. Kemudian campuran tersebut ditambah inokulum sebanyak 1 % dari berat kompos keseluruhan. Induksi inokulum *Trichoderma* sp. pada pengomposan ini diharapkan mampu mempercepat proses dekomposisi dan meningkatkan kualitas kompos.

Proses pengomposan dilakukan menggunakan metode Irawan *et al.*, (2019). Proses ini diawali dengan menyiapkan keranjang berlubang beserta tutupnya dan dilapisi kardus bekas pada bagian dalam keranjang, guna menjaga kelembaban saat pengomposan berlangsung.

Bahan kompos yang digunakan yaitu limbah POME, kotoran kambing, serasah daun dan inokulum *Trichoderma* sp. (Bio GGP 5). Kompos disiram dengan air secukupnya hingga kadar kelembapan 60 %, kemudian ditutup dengan menggunakan kardus pada bagian atas keranjang. Bahan kompos diaduk setiap 7 hari sekali untuk memberikan aerasi dan menjaga agar proses dekomposisi berjalan dengan optimal. Inkubasi dilakukan selama 3 minggu, kompos yang telah matang ditandai dengan perubahan warna menjadi kehitaman dan memiliki bau khas seperti bau tanah (Zainudin dkk., 2020).

3.4.5. Aplikasi Kompos Limbah Endapan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) dan Pemeliharaan Tanaman Kacang Tanah

Kompos yang telah matang digunakan sebagai pupuk untuk membantu pertumbuhan tanaman kacang tanah dengan dosis sebanyak 0 %, 0,8 %, 1,6 %, 2,4 %, 3,2 %, 4,0 %, dan 4,8 % dalam 5 kg media tanam per *polybag* (Andriyani dkk., 2022). Tanaman kacang tanah ditanam sebanyak 3 benih per *polybag* dengan kedalaman ± 2 cm dari permukaan tanah, setelah tanaman berusia 1 minggu dilakukan penjarangan. Penjarangan dilakukan dengan mencabut 2 tanaman yang pertumbuhannya kurang baik dan menyisakan 1 tanaman yang baik untuk obyek pengamatan (Ramadani dkk., 2015). Penyiraman dilakukan setiap hari bila tidak hujan atau pada waktu yang diperlukan sesuai kebutuhan tanaman. Penyiraman dilakukan tidak perlu basah, karena tanah becek atau air yang menggenang akan menyebabkan polong dan perakaran membusuk (Hartanti dan Yumadela, 2017). Penyiangan dilakukan mulai dari penanaman benih hingga tanaman kacang tanah terus bertumbuh dengan cara menghilangkan gulma yang tumbuh di dalam *polybag* (Saputra, 2016).

3.4.6. Analisis Data

Data hasil pengamatan dan pengukuran yang diperoleh dalam penelitian ini akan diuji menggunakan metode uji *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan taraf nyata α 5 %. Jika terdapat beda nyata dilanjutkan uji BNT selang kepercayaan 5 % untuk melihat perbedaan antar perlakuan.

3.5. Parameter yang Diamati

Selama proses perawatan tanaman kacang tanah hingga 4 MST (Minggu Setelah Tanam) dilakukan pengamatan dengan beberapa parameter diantaranya tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah dan berat kering tanaman, berat buah, rasio akar pucuk dan kadar klorofil.

3.5.1. Tinggi Tanaman

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan setiap 1 minggu sekali selama 4 minggu. Tinggi tanaman diukur dengan cara menempatkan penggaris pada permukaan tanah dan mengukur sampai bagian tertinggi tanaman (tinggi tanaman dalam satuan cm) (Pratami dkk., 2015).

3.5.2. Jumlah Daun

Perhitungan jumlah daun dilakukan 1 minggu sekali selama 4 minggu dengan cara menghitung keseluruhan daun yang terbentuk pada tanaman kacang tanah (Pratami dkk., 2015).

3.5.3. Berat Basah dan Berat Kering Tanaman

Pengamatan berat basah dan berat kering tanaman dilakukan pada saat tanaman umur 4 MST. Perhitungan berat basah dilakukan dengan menimbang seluruh bagian tanaman (dalam satuan g) menggunakan neraca analitik. Sedangkan, perhitungan berat kering dilakukan

penimbangan setelah dikeringkan di bawah sinar matahari hingga berat kering tanaman konstan (Xie *et al.*, 2022).

3.5.4. Rasio Akar Pucuk

Hasil rasio akar pucuk didapatkan dengan cara membagi berat akar dan berat pucuk (dinyatakan dalam satuan gram). Perhitungan rasio akar pucuk dilakukan untuk mengetahui mutu suatu bibit.

Perhitungan ini dilakukan dengan menimbang bagian akar dan pucuk secara terpisah dengan menggunakan timbangan digital, lalu membagi berat akar dan berat pucuk (akar : pucuk) (Torey dkk., 2013). Nilai rasio akar pucuk terbaik bagi pertumbuhan tanaman adalah 1-5 (Harris, 1992).

3.5.5. Berat Buah

Parameter berat buah dilakukan dengan menimbang jumlah total buah per tanaman. Penimbangan dilakukan dengan menggunakan timbangan digital dan buah yang ditimbang masih dalam kondisi segar (Anshori dkk., 2022).

3.5.6. Analisis Kadar Klorofil

Analisis kadar klorofil dilakukan berdasarkan metode Miazek (2002). Daun yang digunakan adalah daun ketiga dihitung dari daun teratas tanaman kacang tanah. Sebanyak 0,1 g sampel daun dihaluskan kemudian diberi penambahan ethanol 96 % sebanyak 10 mL. Larutan kemudian disaring menggunakan kertas saring. Filtrat yang diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam kuvet. Setelah itu, dilakukan pembacaan serapan dengan spektrofotometer UV pada panjang gelombang (λ) 648 dan 664 nm.

Kadar klorofil dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Klorofil a} = (13,36 \times \lambda_{664}) - (5,19 \times \lambda_{648}) (V / W \times 1000)$$

$$\text{Klorofil b} = (27,43 \times \lambda_{648}) - (8,12 \times \lambda_{664}) (V / W \times 1000)$$

$$\text{Klorofil Total} = 5,24 (\lambda_{664}) + 22,24 (\lambda_{648}) (V / W \times 1000)$$

Keterangan:

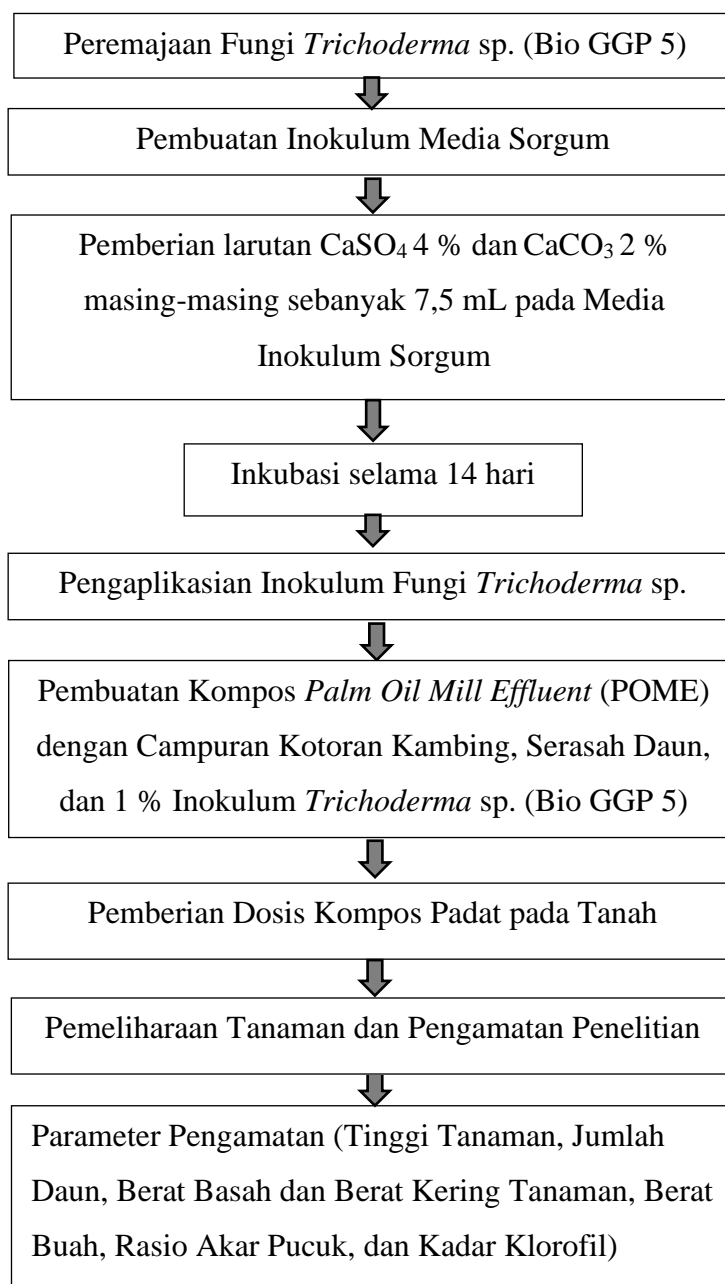
λ_{648} = Nilai absorbansi pada panjang gelombang 648 nm

λ_{664} = Nilai absorbansi pada panjang gelombang 664 nm

V = Volume ethanol

W = Berat daun yang diekstrak

3.5.7. Diagram Alir Penelitian



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Pemberian kompos endapan limbah *Palm Oil Mill Effluent* (POME) diinduksi inokulum *Trichoderma* sp. (Bio GGP 5) mampu meningkatkan semua parameter pertumbuhan tanaman kacang tanah yang meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah dan berat kering tanaman, rasio akar pucuk, berat buah dan nilai kadar klorofil tanaman.
2. Dosis terbaik pemberian kompos endapan limbah *Palm Oil Mill Effluent* (POME) diinduksi inokulum *Trichoderma* sp. (Bio GGP 5) terhadap pertumbuhan tanaman kacang tanah yaitu pada perlakuan A2 (98,4 % tanah + kompos 1,6 % bobot media tanam).

5.2. Saran

Perlu adanya penelitian lanjutan terhadap uji analisis kimia pada kompos endapan limbah POME yang diinduksi fungi *Trichoderma* sp. (Bio GGP 5) untuk mengetahui kandungan unsur hara makro dan mikro secara jelas.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Abror, M., dan R. P. Harjo. 2018. Efektifitas Pupuk Organik Cair Limbah Ikan dan *Trichoderma* sp. terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae* sp.). *Jurnal Agrosains dan Teknologi*. 3(1): 1-12.
- Adela, B. N., N. Muzzammil, S. K. Loh, and Y. M. Choo. 2014. Characteristics of Palm Oil Mill Effluent (POME) in an Anaerobic Biogas Digester. *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences*. 16(1): 225-231.
- Adi, I. P. T. S., M. S. Yuliantini, and I. G. B. Udayana. 2020. Effect of Rabbit Compost and NPK on The Growth and Yield of Zucchini (*Cucurbita pepo* L.). *Sustainable Environment Agricultural Sciences*. 4(2): 151-156.
- Adisarwanto, T. 2001. *Meningkatkan Hasil Panen Kedelai di Lahan Sawah dan Lahan Kering*. Penebar Swadya. Jakarta.
- Adisarwanto, T., Santoso, dan Sumarno. 2003. Kacang Tanah untuk Identifikasi Teknologi Budidaya Kacang Tanah di Lahan Kering. *Makalah Balittan*. Malang.
- Agustina, L. 2004. *Dasar Nutrisi Tanaman*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Andriyani, L.Y., B. Daeng, Y. Muyan, dan J. Payai. 2022. Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Tanah terhadap Perbedaan Dosis Pupuk Kotoran Sapi. *Jurnal Agrotek*. 10(1): 27-32.
- Anshori, B. A., M. Ihsan, dan L. Widiastuti. 2022. Pengaruh PGPR dan Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Paprika (*Capscium annuum* L.) di Dataran Rendah. *Jurnal Daun*. 9(1).
- Arwiyanto. 2003. Pengendalian Hayati Penyakit Layu Bakteri Tembakau. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 3(1): 54-60.
- Assadiq. 2015. Pemberian Sludge Kelapa Sawit dengan Dosis yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Dua Varietas Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata*). *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

- Azimova, N. S., D. M. Khamidov, M. B. Djumagulov, and Z. S. Shakirov. 2016. Purification and some properties of Endo-1,4- β -Glucanases of *Trichoderma harzium* UzCF-28. *Open Journal of Applied Sciences*. 6: 514-523.
- Baharuddin, A. S., N. A. A. Rahman, U. K. M. Shah, M. A. Hassan, M. Wakisaka, and S. Y. Yoshihito. 2011. Evaluation of Pressed Shredded Empty Fruit Bunch (EFB)-Palm Oil Mill Effluent (POME) Anaerobic Sludge Based Compost using Fourier Transform Infrared (FTIR) and Nuclear Magnetic Resonance (NMR) Analysis. *African Journal of Biotechnology*. 10(41): 8082-8089.
- Bisset, J. 1991. A Revision of the Genus *Trichoderma* II. Infrageneric Classification. *Can.J.Bot.* 69: 2357-2372.
- Caceres, R., N. Coromina, K. Malin'ska, and O. Marfà. 2015. Evolution of Process Control Parameters during Extended Co-Compost of Green Waste and Solid Fraction of Cattle Slurry to Obtain Growing Media. *Bioresource Technology*. 179: 398-406.
- Coder, K. D. 2020. *Soils & Tree Nitrogen*. Warnell School of Forestry & Natural Resources. University of Georgia.
- Dashtban, M., H. Schraft, and W. Qin. 2009. Fungal Bioconversion of Lignocellulosic Residues; Opportunities & Perspectives. *International Journal of Biological Sciences*. (6): 578-595.
- Dewi, R. S., dan K. Khotimah. 2019. *Aspergillus* sp. 3 pada Pengolahan Limbah Cair Batik Kutawaru Cilacap dan Pengaruhnya terhadap *Zea mays* dan *Vigna radiata*. *Life Science*. 8(2): 150-159.
- Dharmadewi, I. M. 2020. Analisis Kandungan Klorofil pada Beberapa Jenis Sayuran Hijau Sebagai Alternatif Bahan Dasar *Food Supplement*. *Jurnal Emasains : Jurnal Edukasi Matematika dan Sains*. 9(2): 171-176.
- Ermadani, and A. R. Arsyad. 2013. Utilizing Palm Oil Mill Effluent Compost for Improvement of Acid Mineral Soil Chemical Properties and Soybean Yield. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*. 3(1): 54-58.
- Evita. 2012. Pertumbuhan dan Hasil Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) pada Perbedaan Tingkat Kandungan Air. *Bioplantae*. 1(1).
- Fitriany, I. A., dan Sukandar. 2009. Uji Pendahuluan Pemanfaatan Sludge CPO (*Crude Palm Oil*) sebagai Bahan Baku RDF (*Refused Derived Fuel*). *Jurnal Teknik Lingkungan*. 15(2): 81-90.
- Gaind, S., L. Nain, and V. Patel. Quality Evaluation of Co-Composted Wheat Straw, Poultry Droppings, and Oil Seed Cakes. *Biodegradation*. 20(3): 307-317.

- GAPKI (Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia). 2023. *Kinerja Industri Minyak Sawit : Produksi Naik, Stok Meningkat*. Jakarta.
- Gusmeizal, G., R. Aziz, dan E. Pradana. 2021. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dan Pupuk Kompos Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Skripsi*. Universitas Negeri Medan.
- Gusnawati, M. Taufik, dan Herman. 2014. Efektifitas *Trichoderma Indigenus* Sulawesi Tenggara Sebagai Biofungisida Terhadap *Colletotrichum* sp. secara *In-Vitro*. *Jurnal Agroteknos*. 4(1): 38-43.
- Hamid, A. 2019. Pengaruh Pemberian Kompos *Trichoderma* dan Pupuk TSP Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Skripsi*. Universitas Islam Riau.
- Harjadi, B. 2007. Analisis Karakteristik Kondisi Fisik Lahan DAS dengan PJ dan SIG di DAS Benain-Noemina, NTT. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 7(2): 74-79.
- Harris, R. W. 1992. Root-Shoot Ratios. *Journal of Arboriculture*. 18(1): 39-42.
- Hartanti, A., dan J. Yumadela. 2017. Korelasi Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) Terhadap Konsentrasi dan Frekuensi Pemberian Larutan MOL (Mikroorganisme Lokal) Bonggol Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*). *Agrotechbiz*. 5(2): 8-18.
- Haryadi, D., H. Yetti, dan S. Yoseva. 2015. Pengaruh Pemberian Beberapa Jenis Pupuk Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kalia (*Brassica alboglabra* L.). *Jom Faperta*. 2(2).
- Hasanuddin. 2014. Jenis Jamur Kayu Makroskopis Sebagai Media Pembelajaran Biologi (Studi di TNGL Blangjerango Kabupaten Gayo Lues). *Jurnal Biotik*. 2(1): 1-76.
- Hendriks, A.T., and G. Zeeman. 2009. Pretreatments to Enhance the Digestibility of Lignocellulosic Biomass. *Bioresource Technology*. 100: 10-18.
- Hidajat, M. S., dan R. Amirta. 2011. Pemanfaatan Limbah Sawit untuk Bahan Baku Bio-Pellet sebagai Sumber Energi Terbarukan yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Kehutanan Tropika Humida*. 4(1): 67-79.
- Hii, K. W., S. P. Yeap, and M. D. Mashitah. 2012. Cellulase Production from Palm Oil Mill Effluent in Malaysia : Economical and Technical Perspectives. *Eng. Life Sci*. 12(1): 7-28.

- Hofrichter, M. 2002. Review : Lignin Conversion by Manganese Peroxidase (MnP) Enzyme Microbiol. *Technol.* 30: 454-466.
- Hoidal, N. and C. Rosen. 2021. *How to correct problems caused by using too much compost and manure.* University of Minnesota Extension.
- Indriani, Y. H. 2011. *Membuat Kompos Secara Kilat.* Penebar Swadaya. Jakarta.
- Irawan, B. 2014. Pengaruh Susunan Bahan Terhadap Waktu Pengomposan Sampah Pasar pada Komposter Beraerasi. *Metana.* 10(1): 18-24.
- Irawan, B., D. P. Andeska, C. N. Ekowati, Yulianty, and S. Hadi. 2017. Effects of pH on Inoculum Production of *Aspergillus tubingensis* on the Acid Rice Media. *International Journal of Scientific Engineering and Applied Science.* 3(7): 107-111.
- Irawan, B., R. S. Kasiamdari, B. H. Sunarminto, E. S. Soetarto, dan S. Hadi. 2019. Effect of Fungal Inoculum Application on Changes in Organic Matter of Leaf Litter Composting. *Polish Journal of Soil Science.* 52(1): 143-152.
- Irawan, B., A. Saputra, S. Farisi, Yulianty, S. Wahyuningsih, Noviany, Yandri, and S. Hadi. 2023. The Use of Cellulolytic *Aspergillus* sp. Inoculum to Improve The Quality of Pineapple Compost. *AIMS Microbiology.* 9(1): 41-54.
- Irawan, B., S. K. Jabbar, S. Farisi, and Yulianty. 2023. Application of *Trichoderma* sp. in Pineapple Biomass Composting. *Magna Scientia Advanced Biology and Pharmacy.* 9(2): 48-53.
- Jufri, A., dan M. Rosjidi. 2013. *Pengaruh Zeolit dalam Pupuk Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Padi Sawah di Kabupaten Badung Provinsi Bali.* Pusat Teknologi Produksi Pertanian. Jakarta.
- Kariya, S., dan Hasanuddin. 2022. Pengaruh Dosis Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Dua Varietas Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Jurnal Floratek.* 17(1): 28-35.
- Kartana, S. N., A. Febrianto, dan Wawan. 2022. Peranan Solid Kelapa Sawit dalam Meningkatkan Hasil Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Piper.* 18(1): 14-19.
- Khasanah, A., O. D. Hajoeningtjas, G. P. Budi, dan R. B. Pamungkas. 2020. Uji Pupuk Urea *Slow Release Matriks* Komposit pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Caisin (*Brassica chiensis* L.). *Prosiding Semnas Pertanian 2020.* 173-180.
- Kumar, A., S. Gaind, and L. Nain. 2008. Evaluation of Thermophilic Fungal Consortium for Paddy Straw Composting. *Journal Biodegradation.* 19: 395-402.

- Kumar, A., dan R. Chandra. 2019. *Enzim Ligninolitik Dan Mekanismenya untuk Degradasi Limbah Lignoselulosa di Lingkungan*. Departemen Mikrobiologi Lingkungan. India.
- Lankinen, P. 2004. Ligninolytic Enzymes of The Basidiomycetous Fungi *Agaricus Bisporus* and *Phlebia Radiata* on Lignocellulose-Containing Media. *Dissertation*. University of Helsinki. Finland.
- Lubis, R. E., dan A. Widanarko. 2011. *Buku Pintar Kelapa Sawit*. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Maesesn, L. J. G., dan S. Somaatmadja. 2005. Plant Resources of South East Asia No. 1 : Pulses Prosea. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. Bogor, Indonesia.
- Maharani, P. L., P. Pamoengkas, dan I. Mansur. 2017. Pemanfaatan POME sebagai Pupuk Organik pada Lahan Pascatambang Batubara. *Jurnal Silvikultur Tropika*. 8(3): 177-182.
- Malloch, M. S. 1981. *Moulds : Their Isolation, Cultivation, and Identification*. University of Toronto Press.
- Manggas, Y., Widowati, dan H. T. Soelistiari. 2021. Kadar Klorofil dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Setelah 2 Tahun Penerapan Biochar dan Pupuk Organik di Entisol. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia*. 23(1): 23-29.
- Manuputty, M. C., A. Jacob, dan J. P. Haumahu. 2012. Pengaruh Effective Inoculant Promi dan EM4 Terhadap Laju Dekomposisi dan Kualitas Kompos dari Sampah Kota Ambon. *Agrologia Jurnal Ilmu Budidaya Tanaman*. 1(2): 143-151.
- Miazek, K. 2002. *Chlorophyll Extraction From Harvested Plant Material*. Supervisor. Ha. Inz. Stainslaw Lekadowicz.
- Morgan, J. B., and E. L. Connolly. 2013. Plant-Soil Interactions: Nutrient Uptake. *Nature Education Knowledge*. 4(8): 2
- Muhsin, K., Y. Patadungan, dan M. Basir. 2017. Respon Tanaman Kacang Tanah Terhadap Berbagai Jenis Pupuk pada Entisols di Kelurahan Tondo. *e-Jurnal Mitra Sains*. 5(1): 1-11.
- Mulyani, S. M. 2010. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Musnawar, E. 2010. *Pupuk Organik : Cair dan Padat, Pembuatan dan Aplikasi*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Nurdin. 2011. Penggunaan Lahan Kering di Das Limboto Provinsi Gorontalo untuk Pertanian Berkelanjutan. *Jurnal Litbang Pertanian*. 30(3): 98-107.

- Nurhayati, D. R. 2021. *Pengantar Nutrisi Tanaman*. Unisri. Surakarta.
- Nursayuti. 2019. Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Melon (*Cucumis melo* L.) Akibat Aplikasi Pupuk Cair dan Pupuk Kandang. *Jurnal Penelitian Agrosamudra*. 6(1).
- Orji, M. U., S. O. Nwokolo, and I. Okoli. 2006. Effects of Palm Oil Mill Effluent on Soil Microflora. *Nigerian Journal of Biology*. 20(2): 1026-1031.
- Pelczar, J. Michael, dan E. C. S. Chan. 2007. *Dasar-Dasar Mikrobiologi Jilid I*. UI Press. Jakarta.
- Poerwodidodo. 2009. *Telaah Kesuburan Tanah*. Angkasa Persada. Bandung.
- PPKS. 2005. Pengolahan Limbah Pabrik Kelapa Sawit Ramah Lingkungan. PPKS. Medan.
- Pratami, M. P., S. Haryanti, dan M. Izzati. 2015. Interaksi antara Aplikasi Gelombang Suara Sonic Bloom dan Jenis Pupuk Cair terhadap Jumlah dan Pembukaan Stomata serta Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea Mays* L.). *Jurnal Biologi*. 4(1): 1-12.
- Purba, J. H. V., dan T. Sipayung. 2017. Perkebunan Kelapa Sawit Indonesia dalam Perspektif Pembangunan Berkelanjutan. *Jurnal Masyarakat Indonesia*. 43(1): 81-94.
- Purwantisari, S. 2009. Isolasi dan Identifikasi Cendawan *Indigenous rhizosfer* Tanaman Kentang dari Lahan Pertanian Kentang Organik di Desa Pakis. Magelang. *Jurnal Bioma*. 11(2): 45.
- Putri, V. J., R. Mabun, M. Rizal, dan V. I. Sari. 2023. Interaksi Pemberian Limbah Cair Kelapa Sawit dan Pupuk Kiserit Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*. Jacq) di *Main Nursery*. *Jurnal Agrotela*. 3(1): 17-23.
- Ramadani, S., R. Linda, dan T. R. Setyawati. 2015. Pertumbuhan Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) pada Tanah Gambut yang diaplikasikan dengan Bokashi Jerami dan Pupuk Petrikaphos. *Jurnal Protobiont*. 4(1): 1-9.
- Reiza, M. 2016. Pertumbuhan dan Produksi Dua Varietas Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) terhadap Waktu Aplikasi Pupuk Kandang Sapi. *Skripsi*. Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Roni, N. G. K. 2015. *Tanah Sebagai Media Tanam, Bahan Ajar Fakultas Peternakan*. Universitas Udayana.

- Rusmana. 2017. Rasio Pucuk Akar Tanaman Melon (*Cucumis melo* L.) pada Media Tanam dan Ketersediaan Air yang Berbeda. *Jurnal Agroekoteknologi*. 9(2): 137-142.
- Sadhasivams, S., S. Savitha, K. Swaminathan, and F. H. Lin. 2008. Production, Purification and Characterization of Mid-Redox Potential Laccase from A Newly Isolated *Trichoderma Harzanium* WL1. *Process Biochemistry*. 43: 736-742.
- Sakiah, and M. Wahyuni. 2018. Analysis of C-Organic, Nitrogen, Phosphorus and Potassium in Application Areas and Without Application of Palm Oil Mill Effluent. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*. 11(4): 23-27.
- Sanchez, C. 2009. Residu Ligninoseulosa: Biodegradasi dan Biokonsevasi oleh Jamur. *Bioteknologi. Adv.* 27: 185-194.
- Saputra, A. 2009. Pengaruh Pemberian Bokhasi *Gliricidia sepium* Terhadap Pertumbuhan Kakao (*Theobroma cacao*) pada Tanah Ultisol. *Skripsi*. UNP. Padang.
- Sari, P., Y. I. Intara, dan A. P. D. Nazari. 2019. Pengaruh Jumlah Daun dan Konsentrasi Rootone F Terhadap Pertumbuhan Bibit Jeruk Nipis Lemon (*Citrus limon* L.) Asal Stek Pucuk. *Zira'ah*. 44(3): 365-376.
- Semangun. 2008. *Penyakit-penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sembiring, J. V., Nelvia, dan A. E. Yulia. 2015. Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.) di Pembibitan Utama pada Medium Sup Soil Ultisol yang diberi Asam Umat dan Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Agroteknologi*. 6(1): 25-32.
- Setiari, N. dan Y. Nuchayati. 2009. Eksplorasi Kandungan Klorofil pada Beberapa Sayuran Hijau sebagai Alternatif Bahan Dasar Makanan Tambahan. *Bioma*. 11(1): 6-10.
- Setyorini, D., R. Saraswati, Anwar, dan E. Kosman. 2006. *Kompos dalam Pupuk Organik dan Hayati*. BBSDLP - Badan Litbang Pertanian. 11-40.
- Sinnaraprasat, S., and Fongsatitkul. 2011. Optimal Condition of Fenton's Reagent to Enhance the Alcohol Production from Palm Oil Mill Effluent (POME). *Environment Asia*. 4(2): 9-16.
- Suanda, I. W. 2019. Karakterisasi Morfologis *Trichoderma* sp. Isolat JB dan Daya Hambatnya terhadap Jamur *Fusarium* sp. Penyebab Penyakit Layu dan Jamur Akar Putih pada Beberapa Tanaman. *Widya Biologi*. 10(2): 99-112.

- Sudantha, I. M., I. Kesratarta, dan Sudana. 2011. Uji Antagonisme beberapa Jenis Jamur Saprofit terhadap *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Penyebab Penyakit Layu pada Tanaman Pisang serta Potensinya sebagai Agens Pengurai Serasah. *Jurnal Agroteksos*. 21(2): 2-3.
- Sulistyaningsih, E., B. Kurniasih, E. Kurniarsih. 2005. Pertumbuhan dan Hasil Caisin pada Berbagai Warna Sungkup Plastik. *Ilmu Pertanian*. 12(1): 65-76.
- Sulistyorini, L. 2005. Pengelolaan Sampah dengan Cara Menjadikannya Kompos. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 2(1): 77-84.
- Suprpto, H. S. 1985. *Bertanam Kacang Tanah*. Yasaguna. Jakarta.
- Suryantini. 2013. Pembintilan dan Penambahan Nitrogen pada Tanaman Kacang Tanah. *Balitekabi*. 234-250.
- Suryantini. 2016. Pembintilan dan Penambatan Nitrogen pada Tanaman Kacang Tanah. Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. *Monograf Balikabi*. No.13.
- Susilo, E., Parwito, dan H. Pujiwati. 2019. Perbaikan Pertumbuhan dan Hasil Kacang Tanah di Tanah Ultisol dengan Aplikasi Pupuk P dan K. *Agritepa*. 5(2): 126-136.
- Sutarto. 2000. *Uji Daya Hasil Beberapa Kultivar Kacang Tanah (Arachis hypogaea L.)*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Suwarto, Y dan Octaviany. 2010. Budidaya Tanaman Perkebunan Unggul. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Syofia, I., and F. A. Daulay. 2015. The Effect of Micoriza Organic Fertilizer and Solid Waste (Sludge) on The Growth and Production of Peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Agrium*. 19(2): 143-151.
- Tahoni, D., O. R. Nahak, dan P. W. Bani. 2019. Efektivitas Teh Kompos Berbahan Dasar Berbeda pada Pertumbuhan dan Produksi Rumput Benggala (*Panicum maximum*). *Juournal of Animal Science*. 4(3): 30-32.
- Tengerdy, R. P., and G. Szakacs. 2003. Bioconversion of Lignocellulose in Solid Substract Fermentation. *Biochemichal Enginneering Journal*. 13: 169-179.
- Tim Bina Karya Tani. 2009. *Pedoman Bartanam Kelapa Sawit*. CV. Yrama Widya. Bandung.
- Torey, P. C., S. A. Nio, S. Perluhutan, dan M. M. Susan. 2013. Karakter Morfologi Akar Sebagai Indikator Kekurangan Air Pada Padi Lokal Superwin. *Bios Logos*. 3(1): 2-12.
- Trustinah. 2015. *Morfologi dan Pertumbuhan Kacang Tanah*. Balitekabi. 40-59.

- Ustuner, O., S. Wininger, V. Gadkar, H. Badani, M. Raviv, N. Dudai, S. Medina and Y. Kapulnik. 2009. Evaluation of Different Compost Amendments with AM Fungal Inoculum for Optimal Growth of Chives. *Compost Science & Utilization*. 17(4): 257-265.
- Valencia, P. E., dan V. I. Meitiniarti. 2017. Isolasi dan Karakterisasi Jamur Ligninolitik serta Perbandingan Kemampuannya dalam Biodelignifikasi. *Scripta Biologica*. 4(3): 171-175.
- Wahyono, S., F. L. Sahwandan, dan F. Suryanto. 2010. Tinjauan Terhadap Perkembangan Penelitian Pengolahan Limbah Padat Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 64-74.
- Wijayanti, P., E. D. Hastuti, dan S. Haryanti. 2019. Pengaruh Masa Inkubasi Pupuk dari Air Cucian Beras Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 4(1): 21-28.
- Wijayanto, N., dan K. K. Kardiyono. 2020. Pengaruh Dosis Pupuk Organik Cair Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) dan Komposisi Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Bibit Mindi (*Melia azedarach* L.). *Jurnal Silvikultur Tropika*. 11(3): 132-140.
- Winanti, W. S., P. Prasetyadi, dan W. Wiharja. 2019. Pengolahan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) menjadi Biogas dengan Sistem Anerobik Tipe *Fixed Bed* tanpa Proses Netralisasi. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 20(1): 143-150.
- Xie, Y., Y. Lin, X. Li, H. Yang, J. Han, C. Shang, A. Li, H. Xiao, and F. Lu. 2022. Peanut Drying Effects of Various Drying Methods on Drying Kinetic Models, Physicochemical Properties, Germination Characteristics, and Microstructure. *Information Processing in Agriculture*. 1-12.
- Yuli A., Hidayati., H. Ellin, dan T. M. Eulis. 2011. Kualitas pupuk cair hasil pengolahan Feses Sapi Potong Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Ilmu Ternak*. 11(2).
- Zahrim, A. Y., A. R. Rakmi, and M. S. Kalil. 2007. Sludge Composting : A Case Study on Palm Oil Mill Sludge (POMS). *AJChE*. 7(2): 102.
- Zainudin, T. Nugrahini, dan R. Kesumaningwati. 2020. Kompos Pelepah Kelapa Sawit dengan Bioaktivator Mol Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit untuk Perbaikan Sifat Kimia Tanah Lahan Sub Optimal. *Ziraa 'ah*. 45(1): 54-61.
- Zubaidah, Y. dan R. Munir. 2007. Aktivitas Pemupukan Fosfor (P) pada Lahan Sawah dengan Kandungan P Sedang. *Jurnal Solum*. 4(1): 1-4.