

**PENAMBAHAN KOMPOS ENDAPAN *PALM OIL MILL EFFLUENT*
(POME) DENGAN INDUKSI INOKULUM *Aspergillus* sp. (Bio GGP 3)
TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN PAKCOY
(*Brassica rapa* L.)**

(Skripsi)

Oleh

**Nabila Rifa Anisa
1917021031**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

**PENAMBAHAN KOMPOS ENDAPAN *PALM OIL MILL EFFLUENT*
(POME) DENGAN INDUKSI INOKULUM *Aspergillus* sp. (Bio GGP 3)
TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN PAKCOY
(*Brassica rapa* L.)**

Oleh

NABILA RIFA ANISA

Skripsi

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

Pada

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



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

PENAMBAHAN KOMPOS ENDAPAN *PALM OIL MILL EFFLUENT* (POME) DENGAN INDUKSI INOKULUM *Aspergillus* sp. (Bio GGP 3) TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN PAKCOY (*Brassica rapa* L.)

Oleh

NABILA RIFA ANISA

Endapan limbah pabrik kelapa sawit mengandung biopolimer yang kompleks yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Kandungan biopolimer tersebut mengakibatkan proses degradasi endapan POME menjadi sulit. Induksi jamur selulolitik dalam bentuk inokulum dapat memfasilitasi degradasi bahan organik selama proses pengomposan. Penelitian ini difokuskan pada pengaruh dosis kompos endapan limbah cair pabrik kelapa sawit yang diinduksi jamur selulolitik terhadap tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan delapan perlakuan (K0 +, K0 -, P1, P2, P3, P4, P5, dan P6) dan tiga kali ulangan. Perlakuan penelitian adalah dosis kompos endapan POME yang diinduksi *Aspergillus* sp. Parameter yang diamati antara lain tinggi tanaman (cm), jumlah daun, berat segar dan berat kering (g), kandungan klorofil (mg/l), dan rasio akar/pucuk. Berdasarkan hasil analisis kimia, kompos induksi *Aspergillus* sp. menunjukkan kadar unsur hara yang lebih tinggi dibandingkan kompos endapan POME dan tanah pada unsur nitrogen (N), fosfor (P), dan pH. Aplikasi kompos endapan POME yang diinduksi oleh *Aspergillus* sp. pada tanaman pakcoy menunjukkan pertumbuhan tanaman yang lebih baik jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Aplikasi 2,5 % kompos endapan POME yang diinduksi oleh *Aspergillus* sp. (P6) berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman (cm), jumlah daun, berat segar, dan berat kering (g). Namun, tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan klorofil (mg/l) baik pada klorofil a, b, maupun total. Berdasarkan penelitian ini, pemberian kompos endapan POME yang diinduksi oleh *Aspergillus* sp. berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy.

Kata kunci: pupuk kompos, POME, *Aspergillus* sp., pakcoy

ABSTRACT

ADDITION OF PALM OIL MILL EFFLUENT (POME) SLUDGE COMPOST INDUCED BY INOCULUM OF *Aspergillus* sp. (Bio GGP 3) ON GROWTH OF PAKCOY (*Brassica rapa* L.)

By

NABILA RIFA ANISA

Palm oil mill effluent sludge contains a complex biopolymer of cellulose, hemicellulose, and lignin. Because of these biopolymer, the degradation process of POMEs get difficult. The induction of cellulolytic fungus in the form of inoculum can facilitate the degradation of organic materials while composting process. This study focused on the effect of the dose of palm oil mill effluent sludge compost induced by cellulolytic fungus on pakcoy (*Brassica rapa* L.). This study used a completely randomized design with eight treatments (K0 +, K0 -, P1, P2, P3, P4, P5, and P6) and three replications. The research treatment was the dose of POME sludge compost induced by *Aspergillus* sp. Parameters observed were plant height (cm), number of leaves, fresh and dry weight (g), chlorophyll content (mg/L), and root/shoot ratio. Based on the chemical analysis results, the induced compost by *Aspergillus* sp. showed higher nutrient levels than the POME sludge compost and soil on nitrogen elements (N), phosphorus (P), and pH. The application of POME sludge compost induced by *Aspergillus* sp. on pakcoy plants showed better plant growth when compared to control treatments. The application of 2.5 % POME sludge compost induced by *Aspergillus* sp. (P6) showed significantly affect on plant height (cm), number of leaves, fresh weight, and dry weight (g). But, no significant effect on chlorophyll content (mg/L) either in chlorophyll a, b, and total. Based on this study, the application of POME sludge compost induced by *Aspergillus* sp. influence the growth of pakcoy plants.

Key words: compost, POME, *Aspergillus* sp., pakcoy

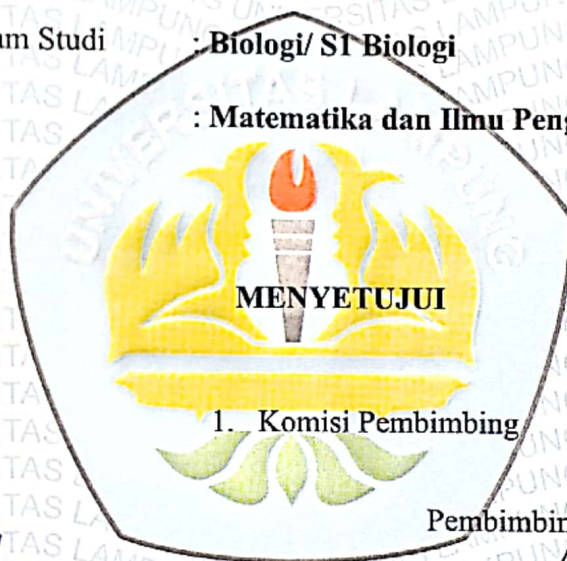
Judul Penelitian : **Penambahan Kompos Endapan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) dengan Induksi Inokulum *Aspergillus* sp. (Bio GGP 3) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.)**

Nama Mahasiswa : ***Nabila Rifa Anisa***

Nomor Pokok Mahasiswa : **1917021031**

Jurusan/Program Studi : **Biologi/ S1 Biologi**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

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

Pembimbing II

Dr. Kusuma Handayani, M.Si.
NIP. 197808192008012018

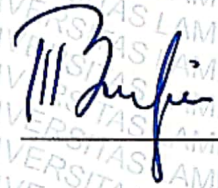
2. Ketua Jurusan Biologi

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

MENGENSAHKAN

1. Tim Penguji

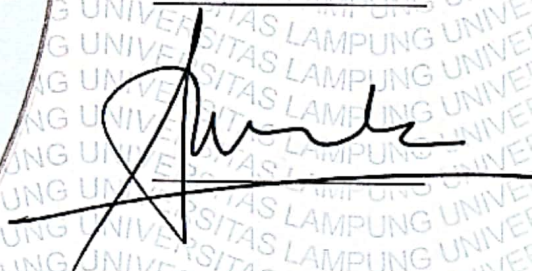
Ketua : Prof. Dr. Bambang Irawan, M.Sc.



Anggota : Dr. Kusuma Handayani, M.Si.



Penguji Utama : Prof. Dr. Sumardi, 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 Januari 2024

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Nabila Rifa Anisa
NPM : 1917021031
Program Studi : S1 Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul :

“Penambahan Kompos Endapan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) dengan Induksi Inokulum *Aspergillus* sp. (Bio GGP 3) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.)” adalah hasil penelitian saya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di perguruan tinggi. Skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain yang pernah ditulis atau diterbitkan, kecuali yang secara tertulis dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan aturan yang berlaku.

Bandarlampung, 23 Januari 2024



menyatakan,

Nabila Rifa Anisa
NPM. 1917021031

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Tempuran, 26 Agustus 2001 dari pasangan Bapak Heri Ermadi dan Ibu Riati Ningsih sebagai anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis mengawali pendidikan Sekolah Dasar di SDN 4 Metro Timur pada tahun 2007-2013. Penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMPN 4 Kota Metro pada tahun 2013-2016. Penulis melanjutkan pendidikan jenjang Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Kota Metro pada tahun 2016-2019.

Penulis melanjutkan Pendidikan ke Perguruan Tinggi di Universitas Lampung Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam pada tahun 2019 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Penulis menyelesaikan pendidikan pada Perguruan Tinggi dan meraih gelar Sarjana Sains pada tahun 2024. Selama menjadi mahasiswa Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung, penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Mikrobiologi Umum bagi mahasiswa program studi Biologi Angkatan 2021 dan Pendidikan Biologi FKIP angkatan 2020. Penulis turut aktif dalam Unit Kegiatan Mahasiswa Fakultas (UKMF) Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) FMIPA sebagai anggota Dinas Media dan Informasi pada tahun 2020-2021. Penulis juga menjadi anggota Biro Kesekretariatan dan Logistik di Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) pada tahun 2019-2021. Pada bulan Januari 2022 penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Laboratorium Kesehatan Masyarakat Veteriner Kota Metro selama 40 hari dengan laporan PKL yang

berjudul “**Uji Cemaran Mikroba Beberapa Jenis Telur dengan Metode Angka Lempeng Total Di Laboratorium Kesehatan Masyarakat Veteriner Kota Metro**”. Pada bulan Juli 2022 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari di Desa Margasari, Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur. Penulis menyelesaikan tugas akhir dalam bentuk skripsi pada tanggal 18 Januari 2024 dengan judul “**Penambahan Kompos Endapan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) dengan Induksi Inokulum *Aspergillus* sp. (Bio GGP 3) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.)**”.

PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT. atas segala limpahan rahmat dan karunia yang telah diberikan

Ku persembahkan karya sederhanaku ini untuk :

Bapak Heri dan Ibu Riati yang selalu memanjatkan doa dalam setiap sujudnya untuk keberhasilanku, memberikan segala waktu dan kasih sayang dalam setiap perjalananku,

Adik-adikku, Karin dan Garnis yang selalu memberikan dukungan dan warna kebahagiaan,

Bapak dan Ibu dosen yang dengan sabar dan tanpa kenal lelah memberikan bimbingan serta ilmu yang bermanfaat,

Teman-teman, kakak-kakak, dan adik-adik yang telah memberikan dukungan dan pengalaman selama mengemban pendidikan,

Serta Almamater tercinta

Universitas Lampung

MOTTO HIDUP

He is the One Who sends down rain after people have given up hope, spreading
out His mercy. He is the Guardian, the Praiseworthy

(QS. Ash-Shura: 28)

Do for this life as if you live forever, do for the afterlife as if you die tomorrow

(Ali ibn Abi Talib)

Life is like a rollercoaster, so hold on tight and be ready 'bout what's coming next

(Me)

My life is for me to lead, so I'll just be me

(Huang Renjun)

Like a small flower that has survived in the thick smoke

You're stronger than anyone

(Hello Future-NCT Dream)

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Penambahan Kompos Endapan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) dengan Induksi Inokulum *Aspergillus* sp. (Bio GGP 3) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.)”**, sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan mata kuliah wajib Skripsi pada Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

Penelitian ini dilaksanakan pada April 2023 sampai dengan September 2023.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan, dan nasihat dari berbagai pihak selama penyusunan skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih setulus-tulusnya kepada :

1. Kedua orangtua tercinta Bapak Heri Ermadi dan Ibu Riati Ningsih, serta adikku Nazia Karinnafila dan Garnis Alisa Savira tersayang, yang selalu memberikan doa terbaik, kasih sayang, semangat, dukungan, dan motivasi kepada penulis.
2. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Sc. selaku dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Jani Master, M.Si. selaku ketua jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
4. Ibu Dr. Kusuma Handayani, M.Si. selaku ketua program studi S1-Biologi dan dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta ilmu yang berharga selama penulis menyelesaikan tugas akhir skripsi.

5. Bapak Prof. Dr. Bambang Irawan, M.Sc. selaku dosen pembimbing 1 yang dengan penuh kesabaran memberikan bimbingan serta arahan kepada penulis selama pengerjaan tugas akhir skripsi.
6. Bapak Achmad Arifiyanto, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta ilmu yang berharga selama penulis menyelesaikan proposal penelitian skripsi.
7. Bapak Prof. Dr. Sumardi, M.Si. selaku dosen pembahas skripsi yang telah memberikan arahan, masukan, dan saran dalam pengerjaan skripsi.
8. Ibu Dr. Sri Wahyuningsih, M.Si. selaku pembimbing akademik selama perkuliahan.
9. Ibu Oni selaku laboran laboratorium mikrobiologi yang selalu membantu dan memberikan bimbingan selama penelitian serta memberikan semangat dan saran.
10. Sahabatku Wahyu Fitriyaningsih, Yuni Astuti, dan Mutia Farida Salsa Bela yang selalu memberikan semangat dan mendengarkan serta memberikan saran dari keluh kesahku.
11. Teman-teman Biologi Angkatan 2019 yang juga telah memberikan saran serta dukungan bagi penulis.
12. NCT dan EXO yang telah menjadi penyemangat dan memberikan motivasi bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir skripsi.
13. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyelesaian skripsi.

Dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan, karena itu segala saran dan masukan yang membangun akan memaksimalkan skripsi ini. Penulis berharap semoga Allah SWT. selalu melindungi kita semua dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat baik bagi penulis maupun para pembaca.

Bandarlampung, 23 Januari 2024

Penulis,

Nabila Rifa Anisa

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RIWAYAT HIDUP	viii
PERSEMBAHAN.....	x
MOTTO HIDUP	xi
UCAPAN TERIMA KASIH	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang dan Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Kerangka Pikir.....	4
1.5. Hipotesis Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA DAN TEORI	6
2.1. Pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.).....	6
2.1.1. Klasifikasi.....	7

2.1.2. Kandungan Nutrisi	7
2.1.3. Morfologi.....	8
2.1.4. Fase Perkecambahan	9
2.1.5. Syarat Tumbuh	10
2.2. Pupuk Kompos	11
2.3. Pengomposan (<i>Composting</i>).....	12
2.4. Unsur Hara Makro Pupuk Kompos	13
2.5. Kelapa Sawit (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.).....	15
2.6. <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME)	16
2.7. Biodekomposer	19
2.8. Jamur <i>Aspergillus</i> sp	20
III. METODE PENELITIAN	23
3.1. Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	23
3.2. Alat dan Bahan	23
3.2.1. Alat	23
3.2.2. Bahan.....	24
3.3. Rancangan Penelitian	24
3.4. Prosedur Penelitian.....	27
3.4.1. Pembuatan Media <i>Potato Dextrose Agar</i> (PDA)	27
3.4.2. Peremajaan Fungi <i>Aspergillus</i> sp. (Bio GGP 3).....	27
3.4.3. Pembuatan Inokulum.....	27
3.4.4. Pembuatan Kompos Endapan <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME) dengan Perlakuan Induksi.....	28
3.4.5. Analisis Kimia Pupuk Kompos	29
3.4.6. Penanaman Benih dan Aplikasi Dosis Kompos pada Tanaman Pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.).....	33
3.4.7. Pengamatan dan Pemeliharaan	33
3.4.8. Pemanenan.....	34
3.4.9. Analisis Data	34

3.5.	Variabel Pengamatan.....	34
3.6.	Diagram Alir.....	37
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....		38
4.1.	Hasil.....	38
4.1.1.	Analisis Kimia Tanah, Kompos Endapan POME, dan Kompos Induksi	38
4.1.2.	Tinggi Tanaman Pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.)	39
4.1.3.	Jumlah Daun Tanaman Pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.).....	40
4.1.4.	Kadar Klorofil Daun Tanaman Pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.)	41
4.1.5.	Berat Basah dan Berat Kering Pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.).....	42
4.1.6.	Rasio Akar Pucuk Tanaman Pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.).....	43
4.2.	Pembahasan	46
4.2.1.	Analisis Kimia Tanah, Kompos Endapan POME, dan Kompos Induksi	46
4.2.2.	Tinggi Tanaman Pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.)	47
4.2.3.	Jumlah Daun Tanaman Pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.).....	49
4.2.4.	Kadar Klorofil Daun Tanaman Pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.)	50
4.2.5.	Berat Basah dan Berat Kering Pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.).....	51
4.2.6.	Rasio Akar Pucuk Tanaman Pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.).....	53
V. SIMPULAN DAN SARAN		54
5.1.	Simpulan.....	54
5.2.	Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA		55
LAMPIRAN.....		61

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Nilai gizi pakcoy per 100 gram.....	7
2. Karakteristik POME dari berbagai referensi.....	17
3. Analisis kimia tanah, kompos endapan POME, dan kompos induksi	38
4. Tinggi tanaman pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.) setelah aplikasi kompos	39
5. Jumlah daun tanaman pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.) setelah aplikasi kompos	40
6. Berat basah dan berat kering tanaman pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.) setelah aplikasi kompos.....	42
7. Rasio akar pucuk tanaman pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.) setelah aplikasi kompos	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tanaman pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.).....	8
2. Fase utama selama proses pengomposan	13
3. Kolam <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME)	18
4. Endapan <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME)	18
5. Makroskopis jamur <i>Aspergillus</i> sp.....	21
6. Mikroskopis jamur <i>Aspergillus</i> sp	21
7. Tata letak perlakuan.	26
8. Diagram alir prosedur penelitian.....	37
9. Kadar klorofil tanaman pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.) setelah aplikasi kompos ...	41
10. Berat basah dan kering tanaman pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.) setelah aplikasi kompos	43
11. Rasio akar pucuk tanaman pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.) setelah aplikasi kompos.	45
12. Media <i>Potato Dextrose Agar</i> (PDA).....	61
13. Pupuk Kandang Kotoran Kambing	61
14. Endapan Limbah POME	61
15. Serasah Daun	61
16. Campuran Bahan Kompos	62
17. Kompos Umur 1 Minggu	62
18. Kompos Induksi Umur 3 Minggu	62
19. Kompos Endapan POME Umur 3 Minggu	62

20. Pengukuran pH Kompos	62
21. Media Semai (Sekam + Tanah).....	62
22. Benih Pakcoy	62
23. <i>Tray</i> Semai	62
24. Bibit Pakcoy 2 MST.....	63
25. Penimbangan Dosis Pupuk Kompos	64
26. Pengamatan Tinggi Tanaman.....	64
27. Maserasi Ekstrak Daun Pakcoy.....	65
28. Sampel Uji Kadar Klorofil	65
29. Penimbangan Berat Basah.....	65
30. Penimbangan Berat Pucuk Basah	65
31. Penimbangan Berat Akar Basah.....	65
32. Penimbangan Berat Kering	65
33. Penimbangan Berat Pucuk Kering	65
34. Penimbangan Berat Akar Kering	65

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Masalah

Pupuk kompos telah banyak dimanfaatkan dalam sektor pertanian yang menjadi salah satu sumber penunjang perekonomian negara. Kompos berkontribusi terhadap produktivitas hasil dan keberlanjutan pertanian. Pupuk kompos ditinjau dapat mengurangi penggunaan pupuk kimia atau anorganik yang berpengaruh negatif terhadap lingkungan. Kompos sebagai pupuk organik dapat membantu penyediaan unsur hara dalam tanah sehingga meningkatkan kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman. Unsur hara tersebut dapat diperoleh dari proses mineralisasi yang menjadi tahap akhir dari proses perombakan bahan organik. Dalam proses mineralisasi ini unsur hara makro serta hara mikro akan dilepaskan. Bahan organik yang terdapat dalam kompos dapat menjadi sumber energi bagi makro dan mikrofauna tanah sehingga meningkatkan aktivitas dan populasi mikroba dalam tanah (Baroroh *et al.*, 2015).

Penggunaan kompos dapat memperbaiki sifat fisik tanah seperti pembentukan agregat atau granulasi tanah serta meningkatkan permeabilitas dan porositas tanah (Bachtiar dan Ahmad, 2019). Pupuk kompos dapat menurunkan volume limbah buangan hasil produksi industri melalui pemanfaatan menjadi sumber alternatif yang bernilai, menurunkan serangan patogen dan benih gulma, serta menunjang berjalannya proses dekomposisi minyak bumi dan residu herbisida atau pestisida (Adugna, 2016).

Pupuk kompos dinilai lebih unggul dibandingkan pupuk anorganik. Beberapa keunggulan kompos antara lain bersifat ramah lingkungan, biaya pembuatan yang terjangkau, proses pembuatan yang relatif mudah, dan bahan baku yang tersedia dalam jumlah banyak serta mudah ditemukan (Bachtiar dan Ahmad, 2019). Terdapat banyak bahan organik yang berasal dari limbah buangan dapat digunakan sebagai pupuk kompos, salah satunya ialah *Palm Oil Mill Effluent* atau POME.

Pemanfaatan kembali endapan POME menjadi substrat dalam pupuk kompos menjadi cara yang efektif dalam mengurangi penumpukan limbah POME. POME mengandung biopolimer selulosa yang berkisar antara 250 - 8.000 mg/l (Hii *et al.*, 2012), 36,7 mg/l pada POME mentah yang segar, dan 15,3 mg/l pada endapan POME anaerob (Baharuddin *et al.*, 2011). Maharani *et al.*, (2017) menjelaskan bahwa POME memiliki nutrisi yang sangat baik bagi pertumbuhan tanaman. Hal ini dibuktikan dengan kandungan yang cukup besar dari senyawa organik, karbondioksida, nitrogen, fosfat, magnesium, dan kalium.

Tantangan utama dalam proses pengomposan bahan organik adalah sulit terdekomposisinya residu lignoselulosa dari bahan organik yang digunakan. POME dengan kandungan polimer selulosa memerlukan dekomposer yang efektif. Penambahan fungi sebagai agen biodekomposer mampu membantu proses dekomposisi dari substrat POME yang mengandung biopolimer kompleks selulosa. Penambahan induser berupa inokulum dapat mempercepat perombakan dari limbah yang digunakan, dengan mengonversi senyawa bersifat kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Salah satu mikroorganisme kelompok fungi selulolitik yang dapat digunakan adalah spesies dari *Aspergillus* sp. (Irawan *et al.*, 2023). *Aspergillus* sp. dapat berperan sebagai dekomposer sebab menghasilkan enzim ekstraseluler selulase, endo- β -glukanase, dan β -glukosidase dalam jumlah yang relatif besar (Hii *et al.*, 2012).

Pakcoy termasuk tanaman sayur sawi yang banyak dikonsumsi masyarakat karena harga yang relatif murah dan mengandung berbagai unsur esensial

yang diperlukan oleh tubuh (Ismayanti *et al.*, 2020). Pakcoy banyak dikembangkan oleh masyarakat sebab memiliki teknik budidaya yang mudah dan umur panen yang relatif singkat. Menurut data Badan Pusat Statistik Indonesia, pada tahun 2022 produksi petsai atau pakcoy di Provinsi Lampung mencapai 11.046 ton. Sementara pada tahun 2021, produksi pakcoy mencapai 10.180 ton. Data ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan hasil produksi pakcoy di Provinsi Lampung selama interval tahun 2022. Produksi pakcoy ini masih memiliki peluang untuk terus mengalami peningkatan seiring peningkatan teknik budidaya melalui pemupukan. Berdasarkan hal tersebut, penelitian terkait penambahan agen biodekomposer *Aspergillus* sp. dalam pupuk kompos endapan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh aplikasi kompos terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.).

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimanakah pengaruh variasi dosis kompos endapan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) yang diinduksi inokulum *Aspergillus* sp. (Bio GGP 3) terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.)?
- 2) Berapakah dosis kompos endapan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) dengan induksi inokulum *Aspergillus* sp. (Bio GGP 3) yang menunjukkan hasil terbaik terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.)?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- 1) Mengetahui pengaruh variasi dosis kompos endapan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) yang diinduksi inokulum *Aspergillus* sp. (Bio GGP 3) terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.).

- 2) Mengetahui dosis terbaik kompos endapan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) dengan induksi inokulum *Aspergillus* sp. (Bio GGP 3) terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.).

1.4. Kerangka Pikir

Limbah minyak kelapa sawit atau POME berasal dari limbah hasil industri perkebunan kelapa sawit. POME termasuk material bersifat kompleks yang terdiri dari molekul organik dengan konsentrasi yang sangat tinggi diantaranya protein, karbohidrat, asam lemak bebas, mineral, dan senyawa nitrogen. Pada endapan POME mengandung biopolimer kompleks molekul selulosa yaitu berkisar 10,45 %. Selulosa cukup sulit terdegradasi dikarenakan mengandung polimer kompleks glukosa yang mengakibatkan endapan POME semakin menumpuk. Dengan demikian, diperlukan adanya mikroba tambahan untuk membantu proses dekomposisi limbah tersebut.

Penguraian selulosa dapat berlangsung dengan bantuan enzim selulase yang dapat dihasilkan oleh mikroorganisme misalnya kelompok fungi. Bahan organik selulosa menjadi substrat bagi pertumbuhan fungi selulolitik. Fungi selulolitik salah satunya *Aspergillus* sp. mampu menghasilkan enzim β -glukosidase yang digunakan untuk menghidrolisis selulosa menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti glukosa. Induksi fungi selulolitik ke dalam bahan organik sebagai dekomposer dapat menghasilkan unsur seperti karbon (K), nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) yang menjadi unsur hara makro paling banyak dibutuhkan oleh tanaman dalam menunjang pertumbuhan.

1.5. Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian yang dilakukan ini adalah sebagai berikut:

- 1) Variasi dosis kompos endapan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) yang diinduksi inokulum fungi *Aspergillus* sp. (Bio GGP 3) memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.).

- 2) Diperoleh dosis terbaik kompos endapan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) dengan induksi inokulum fungi *Aspergillus* sp. (Bio GGP 3) terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.).

II. TINJAUAN PUSTAKA DAN TEORI

2.1. Pakcoy (*Brassica rapa* L.)

Pakcoy termasuk tanaman hortikultura yang berasal dari keluarga *Brassicaceae* (Setyaningsih, 2016). Tanaman sayur-sayuran ini dapat hidup pada daerah yang beriklim subtropis maupun tropis. Pakcoy termasuk salah satu jenis Sawi Cina yang seringkali dijuluki dengan *Brassica chinensis*. Pakcoy berasal dari kawasan Asia selatan. Budidaya pakcoy sudah dilakukan sejak abad ke-5 di kawasan Asia dan saat ini sudah ditanam secara meluas di banyak negara. Terdapat beberapa macam kultivar atau varietas pakcoy. Pakcoy memiliki nama tersendiri di berbagai negara diantaranya *pai-tsai*, *pak choi*, *pe-tsai*, *bok choi*, *tat soi* dan lainnya (Tuquero *et al.*, 2018).

Tanaman pakcoy banyak dibudidayakan oleh petani sebab memiliki biaya budidaya yang relatif murah, umur panen yang cepat kurang lebih 40 - 50 hari setelah tanam, dapat tumbuh di berbagai musim, dan memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi (Rakhmani *et al.*, 2021). Kandungan gizi yang dimiliki pakcoy antara lain protein, fosfor, vitamin A, vitamin C, vitamin K, dan vitamin B6. Pakcoy juga mengandung lemak jenuh dan kolesterol yang rendah (Tuquero *et al.*, 2018).

2.1.1. Klasifikasi

Pakcoy paling banyak dikonsumsi sebagai sayuran berdaun segar dalam hidangan seperti salad dan hidangan Kimchi Korea yang terkenal. Pakcoy juga digunakan sebagai sayuran yang dimasak dalam banyak hidangan (Tuquero *et al.*, 2018). Pakcoy dalam pengelompokan taksonomi memiliki sistem klasifikasi sebagai berikut (*Centre for Agriculture and Biosciences International*, 2019):

Kerajaan	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Dicotyledonae
Bangsa	: Brassicales
Suku	: Brassicaceae
Marga	: <i>Brassica</i>
Jenis	: <i>Brassica rapa</i> L.

2.1.2. Kandungan Nutrisi

Kandungan nutrisi dalam pakcoy tersedia dalam beragam komponen, mulai dari protein, lemak, karbohidrat, kalsium, dan fosfor.

Kandungan nilai gizi 100 gram pakcoy secara rinci (Tuquero *et al.*, 2018) terdapat dalam Tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1. Nilai gizi pakcoy per 100 gram

Nutrisi	Nilai Nutrien	Persentase AKG
Energi	13 kkal	< 1 %
Karbohidrat	2,18 g	1,5 %
Protein	1,5 g	3 %
Lemak Total	0,20 g	1 %
Kolesterol	0 mg	0 %
Serat Pangan	1 mg	2,5 %
Vitamin		

Folat	66 µg	16 %
Niasin	0,500 mg	3 %
Vitamin B5	0,088 mg	1,5 %
Thiamin	0,040 mg	3,5 %
Vitamin A	4468 SI	149 %
Vitamin C	45 mg	75 %
Vitamin K	45,5 µg	38 %
Elektrolit		
Sodium	65 mg	4 %
Potasium	252 mg	5 %
Mineral		
Kalsium	105 mg	10,5 %
Besi	0,80 mg	10 %
Magnesium	19 mg	5 %
Mangan	0,159 mg	7 %
Fosfor	37 mg	5 %
Zinc	0,19 g	1,5 %

2.1.3. Morfologi

Tanaman pakcoy dapat tumbuh hingga mencapai ketinggian 15 - 30 cm. Pakcoy berkerabat dekat dengan sawi sehingga memiliki morfologi yang hampir sama. Morfologi pakcoy seperti yang terlihat pada Gambar 1. memiliki tangkai daun yang kokoh dan lebar.



Gambar 1. Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa L.*)
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Selain itu, berwarna putih atau hijau muda serta tangkainya berdaging. Daun pakcoy lebih tebal dibandingkan sawi hijau, bertangkai, dan berbentuk oval. Daunnya berwarna hijau tua, bertekstur halus, mengkilap, tidak membentuk kepala, tumbuh tegak atau setengah mendatar. Daun pakcoy tersusun dalam spiral rapat dan melekat pada batang (Setyaningsih, 2016).

2.1.4. Fase Perkecambahan

Pakcoy memiliki tipe perkecambahan *epigeal* (Setyaningsih, 2016). Perkecambahan ini ditandai dengan hipokotil yang tumbuh memanjang sehingga plumula dan kotiledon terangkat ke atas permukaan tanah (Junaidi dan Ahmad, 2021). Tahapan dari proses perkecambahan adalah sebagai berikut (Lorenza, 2021):

1. Tahap pertama dimulai dengan proses imbibisi berupa penyerapan air oleh biji. Tekstur kulit biji yang melunak dan terjadi proses hidrasi dari protoplasma.
2. Tahap kedua ditandai dengan adanya aktivitas sel seperti aktifnya hormon giberelin. Hormon ini memicu sel untuk memproduksi enzim-enzim serta naiknya tingkat respirasi biji. Proses ini terjadi saat perkecambahan berumur 24 jam.
3. Tahap ketiga terjadi proses penguraian bahan-bahan seperti karbohidrat, lemak, protein menjadi bentuk yang lebih sederhana oleh bantuan enzim. Sehingga bagian hipokotil dan radikula biji terus mengalami pertumbuhan. Proses ini terjadi saat perkecambahan berumur 48 jam.
4. Tahap keempat adalah proses asimilasi dari bahan-bahan yang telah diuraikan sehingga menghasilkan energi bagi pembentukan komponen dan pertumbuhan sel-sel baru. Proses ini terjadi saat perkecambahan berumur 56 - 72 jam.

5. Tahap kelima terjadi pemanjangan hipokotil sehingga kotiledon dan daun pertama keluar. Pada tahap ini akan muncul akar lateral. Proses ini terjadi saat umur perkecambahan mencapai 80 jam.
6. Tahap selanjutnya terjadi proses pembelahan, pembesaran, dan pembagian sel-sel pada titik-titik pertumbuhan. Saat daun baru tumbuh, fotosintesis belum dapat dilakukan sehingga pertumbuhan kecambah sangat bergantung pada persediaan cadangan makanan dalam biji.

2.1.5. Syarat Tumbuh

Secara umum pakcoy dapat tumbuh dengan baik di daerah dataran rendah maupun tinggi. Kisaran nilai pH yang baik bagi pertumbuhan tanaman ini antara 6 sampai dengan 7. Pakcoy dapat ditanam langsung pada tanah. Temperatur optimum pertumbuhan pakcoy sekitar 20 - 25 °C pada siang hari dan < 10 °C pada malam hari (Setyaningsih, 2016), akan tetapi memiliki toleransi terhadap temperatur yang lebih tinggi. Di ladang terbuka, tanaman umumnya ditanam dengan jarak 8 - 20 inci, tergantung pada varietas. Pakcoy dapat ditanam dalam satu atau beberapa baris. Pengairan pakcoy dilakukan dengan cara menyiram tanaman sesering mungkin. Selama musim kemarau, tanah harus tetap lembab dan tidak terlalu basah. Pada iklim dengan curah hujan yang tinggi, penyiraman tidak perlu dilakukan sampai tanah hampir kering (Tuquero *et al.*, 2018). Temperatur yang optimal dapat membantu tanaman untuk memperoleh energi dan menjaga kelembaban udara. Tanaman pakcoy harus memperoleh sinar matahari yang cukup. Sinar matahari berperan dalam proses fotosintesis pada daun tanaman pakcoy. Proses fotosintesis dapat membantu pertumbuhan tanaman dengan menghasilkan energi (Setyaningsih, 2016).

2.2. Pupuk Kompos

Pupuk memiliki peranan penting dalam meningkatkan produksi tanaman dengan menambah kandungan unsur hara pada media tanam (Fitriani *et al.*, 2021). Pupuk menurut jenisnya terbagi menjadi dua yaitu pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk organik merupakan pupuk yang berasal dari bahan-bahan alami berupa jasad renik yang mudah terurai dalam tanah dan tidak menyebabkan efek kerusakan pada tanah (Indraswari *et al.*, 2018). Pupuk organik dapat berasal dari sisa-sisa tanaman, hewan, dan aktivitas manusia. Selain memiliki fungsi menambah kandungan unsur hara pada tanah, pupuk organik juga dapat meningkatkan porositas tanah sehingga memperbaiki drainase dan aerasi tanah. Ketersediaan bahan organik pada pupuk organik juga dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah dengan berperan sebagai penyedia nutrisi bagi pertumbuhan mikroorganisme (Fitriani *et al.*, 2021).

Pupuk anorganik merupakan jenis pupuk yang berasal dari bahan kimia, bersifat tidak mudah terurai dalam tanah, dan dapat meninggalkan residu yang berbahaya bagi lingkungan (Indraswari *et al.*, 2018). Apabila dilihat dari kandungan unsur hara yang tersedia pada masing-masing jenis pupuk, pupuk organik mengandung lebih banyak unsur hara dibandingkan pupuk anorganik. Salah satu pupuk organik yang dapat digunakan dalam pertumbuhan tanaman yaitu pupuk kompos (Fitriani *et al.*, 2021).

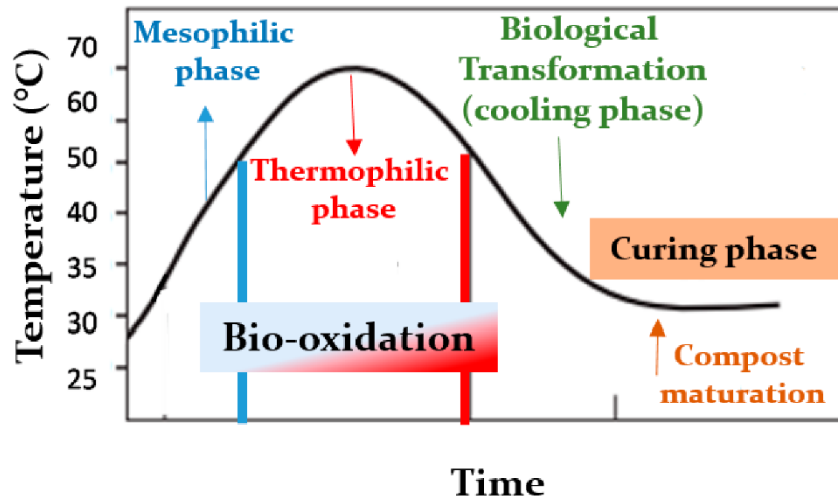
Kompos dapat diartikan sebagai bahan-bahan organik baik serasah daun, kotoran ternak, dan limbah organik lainnya, yang telah mengalami dekomposisi atau fermentasi sebab adanya interaksi antara mikroorganisme di dalamnya (Bachtiar dan Ahmad, 2019). Proses penguraian pada kompos dapat berlangsung secara aerob ataupun anaerob. Kompos memiliki fungsi utama memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Secara fisik, kompos dapat menggemburkan tanah sebab aplikasi kompos pada tanah dapat meningkatkan jumlah rongga dalam tanah. Selain itu, kelebihan dari pupuk kompos adalah kandungan unsur hara baik makro maupun mikro yang

lengkap. Unsur hara makro yang terdapat dalam kompos antara lain nitrogen (N), fosfor (F), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), belerang (S), sedangkan kandungan unsur hara mikro seperti klor (Cl), besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), seng (Zn), boron (B), dan molibdenum (Mo) (Indrawan *et al.*, 2016). Pupuk kompos menjadi salah satu pupuk organik yang diperlukan bagi pertumbuhan, perkembangan, dan pembuahan tanaman. Kandungan asam organik berupa asam humat pada kompos berfungsi menghancurkan bahan kimia yang berada di dalam tanah (Suratmin *et al.*, 2017).

2.3. Pengomposan (*Composting*)

Pengomposan merupakan proses transformasi biologis secara kompleks dari bahan organik yang dilakukan oleh suksesi komunitas mikroorganisme dengan pengaruh kondisi lingkungan (Baron *et al.*, 2019). Selama proses pengomposan terdapat tiga fase utama. Fase pertama yaitu fase termofilik, dimana pada fase ini mikroba yang dapat tumbuh merupakan jenis mikroba termofilik yang dapat hidup pada suhu 45 - 65 °C. Mikroba ini berperan dalam konsumsi karbohidrat dan protein supaya bahan kompos dapat terdegradasi dengan cepat sehingga menyebabkan suhu meningkat. Pada fase kedua, kompos memasuki fase mesofilik dimana mikroba mesofilik hidup pada suhu 25 - 45 °C dan berperan dalam memperkecil ukuran partikel bahan organik. Mikroorganisme ini dipengaruhi oleh udara dan senyawa organik. Fase ketiga yaitu fase pematangan yang ditandai dengan terjadinya kestabilan suhu. Suhu kompos yang stabil mengindikasikan bahwa proses degradasi karbon organik dan pengomposan hampir selesai (Hafizah *et al.*, 2022).

Dalam proses pengomposan perlu diperhatikan adanya parameter lingkungan. Parameter lingkungan tersebut antara lain suhu, kelembaban kompos, pH kompos, dan warna pupuk kompos. Suhu puncak dalam pengomposan yaitu sekitar 45 - 60 °C dengan pertumbuhan pesat mikroba termofilik dalam tumpukan bahan kompos (Baroroh *et al.*, 2015).



Gambar 2. Fase utama selama proses pengomposan
(Sumber: Papale *et al.*, 2021)

Penurunan kelembaban kompos diakibatkan adanya aktivitas mikroorganisme yang menggunakan air untuk proses kelangsungan hidupnya guna melakukan proses dekomposisi. Kelembaban optimum untuk metabolisme mikroba berada pada kisaran 40 - 60 %. Pada proses pengomposan pH optimum yang dibutuhkan berkisar antara 6,5 sampai dengan 7,5. Selama tahapan awal proses dekomposisi, akan menghasilkan asam-asam organik. Perubahan warna kompos yang mulanya berwarna coklat menjadi coklat kehitaman menunjukkan adanya aktivitas dekomposisi oleh mikroorganisme. Perubahan warna tersebut dikarenakan hilangnya unsur nitrogen akibat suhu panas dari proses dekomposisi yang mengakibatkan pemecahan ikatan lignin (Baroroh *et al.*, 2015).

2.4. Unsur Hara Makro Pupuk Kompos

Unsur hara makro merupakan unsur hara yang terkandung dengan jumlah besar di dalam pupuk kompos. Berikut unsur hara makro yang sebagian besar ditemukan dalam pupuk kompos (Baroroh *et al.*, 2015):

2.4.1. C-Organik

Unsur C-organik merupakan sumber energi dalam proses metabolisme dan perbanyakan sel. Karbon mengalami proses pertukaran antar tanah dan atmosfer melalui proses fotosintesis dan dekomposisi. Tanaman menyerap CO_2 dan menahan karbon, pada saat yang bersamaan melepaskan oksigen melalui proses fotosintesis. Karbon yang ditahan oleh tanaman, kemudian dipindahkan ke tanah melalui akar selama proses penguraian residu tanaman. Karbon ditahan di dalam tanah dalam bentuk residu tanaman yang secara perlahan menyatu ke dalam tanah melalui proses humifikasi.

2.4.2. Nitrogen (N)

Nitrogen merupakan unsur hara makro utama yang menjadi sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Nitrogen berperan penting dalam merangsang pertumbuhan vegetatif dari tanaman. Selain itu, nitrogen merupakan penyusun plasma sel dan memiliki peranan dalam pembentukan protein. Tanaman yang mengalami defisit unsur hara nitrogen memperlihatkan gejala antara lain pertumbuhan yang kerdil, perluasan capaian akar yang tidak luas sebab pertumbuhan akar terhambat, dan daun menjadi berwarna kuning pucat.

2.4.3. Fosfor (P)

Fosfor termasuk ke dalam unsur hara makro dengan peran penting dalam proses pertumbuhan tanaman. Kandungan fosfor dalam pupuk organik berperan dalam proses respirasi dan fotosintesis tanaman, penyusunan asam nukleat, pembentukan bibit tanaman, dan memacu penghasilan buah. Selain itu, fosfor juga mampu merangsang perkembangan akar sehingga tanaman tahan terhadap cekaman kekeringan dan mempercepat masa panen. Tanaman menyerap fosfor dari dalam tanah dalam bentuk H_2PO_4^- dan HPO_4^{2-} , disamping ion

tersebut penyerapan fosfor juga dalam bentuk asam nukleat, fitin, dan fosfohumat.

2.4.4. Kalium (K)

Kalium merupakan unsur hara makro yang sangat diperlukan oleh tanaman. Unsur kalium ini terdapat banyak dalam sitoplasma. Penyerapan kalium oleh tanaman dalam bentuk ion K^+ . Kalium berperan dalam mengatur turgor sel berkaitan dengan konsentrasi kalium dalam vakuola. Kalium yang berada dalam sitoplasma dan kloroplas diperlukan untuk menetralkan larutan sehingga mempunyai nilai derajat keasaman atau pH 7 - 8. Selain itu, kalium menjadi penting bagi pertumbuhan tanaman dikarenakan berperan sebagai aktivator enzim.

2.5. Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)

Kelapa sawit merupakan komoditas perkebunan yang menduduki posisi strategis khususnya dalam sektor perkebunan dimana melalui kelapa sawit ini pembangunan perkebunan turut meningkat, menciptakan lapangan pekerjaan, dan berperan sebagai sumber devisa negara. Kelapa sawit termasuk ke dalam tanaman keluarga *Arecaceae* (Hidayat *et al.*, 2017). Kelapa sawit dalam taksonomi memiliki sistem klasifikasi sebagai berikut (Stone, 2023):

Kerajaan	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Monocotyledonae
Bangsa	: Arecales
Suku	: Arecaceae
Marga	: <i>Elaeis</i>
Jenis	: <i>Elaeis guineensis</i> Jacq.

Tanaman kelapa sawit berasal dari dataran Afrika dan mulai dikenal di Indonesia sejak tahun 1848 (Purwanti dan Rahmawati, 2019). Pada pengembangan kelapa sawit, umumnya pembibitan dilakukan melalui dua tahap (*double stage nursery*). Tahap pertama yaitu tahap pembibitan awal (*pre nursery*), pada tahap ini kecambah ditanam sampai bibit mencapai umur 3 - 4 bulan. Tahap kedua yaitu tahap pembibitan utama (*main nursery*) dengan menggunakan *polybag* berukuran besar hingga bibit berumur 10 - 14 bulan (Hidayat *et al.*, 2017). Kelapa sawit menjadi tanaman penghasil minyak nabati terbanyak dibandingkan kedelai, zaitun, kelapa, dan bunga matahari. Hal ini dikarenakan buah kelapa sawit dapat menghasilkan minyak nabati sebanyak 6 ton/Ha sementara tanaman lainnya hanya menghasilkan sebanyak 4 hingga 4,5 ton/Ha. Bagian utama dari tanaman kelapa sawit yang digunakan dalam proses pengolahan produk adalah buah kelapa sawit. Buah kelapa sawit mengandung kurang lebih 80 % *pericarp* dan 20 % buah yang dilapisi kulit tipis (Purwanti dan Rahmawati, 2019).

Minyak kelapa sawit diperoleh dari bagian *mesocarp* buah kelapa sawit, yang secara alami berwarna merah karena adanya kandungan beta-karoten yang tinggi. Minyak kelapa sawit memiliki perbedaan dengan minyak inti kelapa sawit (*palm kernel oil*) yang dihasilkan dari inti buah kelapa sawit. Perbedaan mendasar dari kedua minyak tersebut adalah warna minyak inti sawit tidak berwarna merah sebab tidak adanya kandungan karotenoid, dan asam lemak penyusunnya. Selain itu, minyak kelapa sawit mengandung 41 % lemak jenuh, sedangkan minyak inti kelapa sawit sebesar 81 %. Minyak kelapa sawit merupakan bahan baku pembuatan biodiesel yang sangat mudah diperoleh dengan produk turunan diantaranya CPO (*Crude Palm Oil*), CPO *Low Grade*, PFAD (*Palm Fatty Acid Destilate*), dan RBDPO (*Refined Bleached Deodorized Palm Oil*) (Mahmud, 2019).

2.6. Palm Oil Mill Effluent (POME)

Palm Oil Mill Effluent (POME) merupakan limbah utama industri pengolahan minyak kelapa sawit tepatnya pada proses ekstraksi dengan potensi

menyebabkan pencemaran bagi ekosistem dan lingkungan (Osman *et al.*, 2020). POME merupakan cairan kecoklatan yang berbentuk suspensi koloid dengan bau yang khas. Secara fisik, POME yang baru saja dikeluarkan dari pabrik pengolahan memiliki temperatur berkisar 85 - 90 °C dengan tekstur kurang kental dan berwarna kecoklatan. POME yang didinginkan pada suhu ruang memiliki tekstur menjadi lebih kental dikarenakan padatan cenderung menggumpal. POME memiliki pH yang asam antara 3,5 - 4,7. POME pada umumnya terdiri atas air 95 - 96 %, minyak 0,6 - 0,7 %, dan padatan tersuspensi 4 - 5 %. POME dihasilkan dari tiga proses utama yaitu, proses sterilisasi tandan buah kelapa sawit segar, proses penjernihan *Crude Palm Oil* (CPO), dan proses pemisahan hidrosiklon campuran kernel dan cangkang sawit yang retak (Hii *et al.*, 2012). Pada Tabel 2 berikut adalah karakteristik POME dari berbagai referensi:

Tabel 2. Karakteristik POME dari berbagai referensi

No	Parameter					Referensi
	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	TSS (mg/L)	O&G (mg/L)	pH	
1.	25.000	15.600	20.000	2.000	3,6	Nasrullah <i>et al.</i> , (2017)
2.	50.340	21.060	54.748	7.213	4,5	Loh <i>et al.</i> , (2017)
3.	75.900	34.393	14.467	191	4,7	Bala <i>et al.</i> , (2015)
4.	70.000	30.100	28.900	10.540	4,5	Chan <i>et al.</i> , (2012)
5.	13.452	16.307	11.978	-	4,5	Nwoko and Ogunyemi (2010)
6.	55.775	25.545	-	8.020	3,5	Vijayaraghavan <i>et al.</i> , (2007)

POME mempunyai berbagai macam manfaat yang dapat dipergunakan dalam kehidupan seperti sebagai sumber terbarukan dari karoten yang merupakan prekursor vitamin A. Konsentrasi normal dari kandungan karoten dalam POME berkisar antara 400 dan 350 ppm. POME juga dapat menjadi pakan

ternak dan organisme akuakultur serta diberikan sebagai pengganti konstituen ransum (Hii *et al.*, 2012).

Pada peternakan unggas, POME telah terbukti menjadi pengganti jagung dan kedelai yang ekonomis. POME juga dapat berperan sebagai media fermentasi dengan kandungan karbohidrat, protein, senyawa nitrogen, lipid, dan mineral yang dimiliki. POME dan turunannya telah digunakan sebagai media fermentasi untuk pembuatan antibiotik, bioinsektisida, asam organik, enzim, hidrogen, dan produksi karoten (Hii *et al.*, 2012).



Gambar 3. Kolam *Palm Oil Mill Effluent* (POME) PTPN VII Unit Bekri
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)



Gambar 4. Endapan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) PTPN VII Unit Bekri
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

POME diketahui dapat memberikan kadar air yang lebih baik dan nutrisi yang cukup bagi pertumbuhan mikroorganisme dalam mendegradasi suatu material. Disamping itu, POME mengandung mikroorganisme pendegradasi yang dapat menghasilkan enzim hidrolitik seperti selulase, xylanase, dan lipase guna menguraikan polimer kompleks sehingga mempercepat proses dekomposisi (Rahmayuanda *et al.*, 2019). POME dapat digunakan sebagai pupuk bagi pertumbuhan tanaman. Kandungan fosfor, nitrogen, kalsium, magnesium, sodium, dan potasium yang dapat meningkatkan kesuburan tanah dengan memperbaiki struktur serta mengurangi tingkat toksisitas tanah (Hii *et al.*, 2012).

Limbah padat merupakan salah satu bahan organik yang diperoleh dari hasil pengolahan minyak kelapa sawit kasar. Pada POME masih terdapat banyak kandungan padatan terlarut. Limbah padat mentah memiliki karakteristik bentuk dan konsistensi seperti ampas tahu dengan warna yang kecoklatan dan masih mengandung minyak CPO sekitar 1,5 %. Limbah padat ini mengandung bahan kering 81,56 % dimana di dalamnya terdapat protein kasar 12,63 %, serat kasar 9,98 %, lemak kasar 7,12 %, kalsium 0,03 %, fosfor 0,003 %, dan energi sebesar 154 kal/100 g (Hidayat *et al.*, 2017).

2.7. Biodekomposer

Secara alami proses pengomposan membutuhkan waktu yang sangat lama untuk menguraikan bahan organik yang terkandung di dalamnya, akan tetapi dengan adanya peran dari biodekomposer. Biodekomposer merupakan mikroorganisme yang memiliki kemampuan perombakan bahan organik yang terkandung dalam kompos sehingga dapat mempercepat proses pengomposan dan meningkatkan mutu kompos. Pemanfaatan biodekomposer yang memiliki kesesuaian dengan substrat bahan organik serta kondisi tanah menjadikan proses dekomposisi berjalan lebih cepat dan efisien sekaligus menjadi suplementasi pemupukan. Biodekomposer terdiri dari kelompok mikroorganisme jamur dan bakteri (Irianti dan Suyanto, 2016).

Salah satu mikroorganisme yang berperan sebagai biodekomposer yaitu jamur. Mekanisme jamur sebagai biodekomposer adalah menghasilkan suatu enzim pendegradasi polimer senyawa kompleks seperti karbohidrat pada bahan organik menjadi senyawa yang lebih sederhana (Irawan *et al.*, 2023). Aplikasi biodekomposer pada tumpukan residu tanaman sektor perkebunan atau pertanian dapat mempercepat perombakan dari residu menjadi bahan organik tanah. Bahan organik ini akan menyimpan dan melepaskan nutrisi di sekitar tanaman (Saraswati dan Praptana, 2017).

2.8. Jamur *Aspergillus* sp.

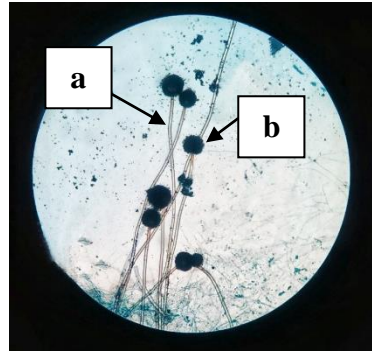
Aspergillus sp. merupakan salah satu mikroorganisme bersifat eukariot dengan daerah penyebaran yang luas dan jumlahnya melimpah di alam (Murtafi'ah *et al.*, 2021). Karakteristik ciri morfologi yang dimiliki *Aspergillus* sp. diantaranya koloni yang berwarna hitam, dan memiliki hifa (miselium) bercabang yang bersekat atau bersepta. Jamur *Aspergillus* sp. memiliki konidia yang berbentuk bulat yang berperan sebagai reproduksi aseksual. Konidiofor *Aspergillus* sp. berbentuk batang, tegak, dan tidak bercabang. Konidiofor ini berasal dari sel kaki yang membesar dan merupakan bagian miselium dengan dinding tebal. *Aspergillus* sp. memiliki vesikula berbentuk bulat yang tersusun atas *phialid* (Mawarni *et al.*, 2021). Klasifikasi dari jamur *Aspergillus* sp. menurut Alexopoulos *et al.*, (1996) adalah sebagai berikut:

Kerajaan	: Fungi
Filum	: Ascomycota
Kelas	: Ascomycetes
Bangsa	: Eurotiales
Suku	: Trichocomaceae
Marga	: <i>Aspergillus</i>
Jenis	: <i>Aspergillus</i> sp.

Mekanisme reproduksi secara aseksual jamur *Aspergillus* sp. dengan menggunakan spora, yang diawali dengan terbawanya spora oleh angin ataupun hewan. Hal ini dapat terjadi dikarenakan spora *Aspergillus* sp. bersifat kosmopolitan, dimana spora atau konidia bersifat ringan dan berukuran cukup kecil sehingga mudah dibawa oleh angin atau aktivitas hewan (Mawarni *et al.*, 2021).



Gambar 5. Makroskopis jamur *Aspergillus* sp.
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)



Gambar 6. Mikroskopis jamur *Aspergillus* sp. Keterangan: (a) Konidiofor, (b) Konidia
(Sumber : Safira, 2023)

Aspergillus sp. menjadi salah satu jamur yang dapat dimanfaatkan dalam sektor pertanian sebab perannya sebagai agensia hayati. *Aspergillus* sp. dapat bersimbiosis dengan akar tanaman sehingga berpengaruh besar terhadap pemenuhan nutrisi tanaman. Selain itu, pada daerah *rhizosfer* terdapat nutrisi yang berasal dari sisa-sisa organisme yang telah mati sehingga hal tersebut dapat mendukung kelangsungan hidup *Aspergillus* sp. *Aspergillus* sp. memiliki kemampuan menghasilkan suatu metabolit sekunder dan melarutkan unsur fosfat dalam tanah dengan mensekresikan berbagai asam organik seperti asam format, asetat, propionat, laktat, glikolat, fumarat, dan suksinat sehingga dapat digunakan oleh tanaman dalam proses pertumbuhannya dan juga dapat menjaga serta meningkatkan kualitas tanah (Mawarni *et al.*, 2021).

Genus fungi *Aspergillus* merupakan fungi selulolitik yang dapat menghasilkan enzim selulase. Enzim selulase mempunyai kemampuan dalam mendegradasi selulosa dan memproduksi senyawa oligosakarida serta disakarida dengan monomer glukosa terlarut. Glukosa selanjutnya digunakan sebagai sumber karbon dalam metabolisme fungi (Irawan *et al.*, 2023).

Aspergillus dapat memanfaatkan berbagai sumber nitrogen diantaranya amonium, nitrat, asam amino seperti histidin atau prolin, serta substrat kompleks seperti kolagen dan elastin. Hal yang menarik adalah jalur asimilasi nitrat, sebuah mekanisme utama dalam siklus nitrogen global yang sangat

penting bagi ekologi dan pertanian. Reduksi total nitrat oleh jamur menghasilkan amonium, yang akhirnya bergabung dalam asam amino glutamat dan glutamin yang bertindak sebagai penyumbang nitrogen. Tiga senyawa terakhir umumnya merupakan sumber nitrogen primer untuk jamur berfilamen, sedangkan nitrat, purin atau asam amino adalah contoh sumber nitrogen sekunder. Jalur asimilasi nitrat pada dasarnya terdiri dari komponen transporter spesifik nitrat (CrnA) dan dua enzim yang mengkatalisis reduksi bertahap nitrat melalui nitrit menjadi amonium (NiaD dan NiiA). Pada *Aspergillus*, lokus *areA* bertindak secara aktif pada gen yang diperlukan untuk pemanfaatan sumber nitrogen, dan produk gen *nirA* secara khusus menginduksi gen yang diperlukan untuk pengambilan dan pengurangan nitrat (Krappmann and Braus, 2005).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai dengan September 2023. Peremajaan dan pembuatan inokulum *Aspergillus* sp. dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Universitas Lampung. Pengujian analisis kimia pupuk kompos dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian antara lain cawan Petri, rak dan tabung reaksi *Pyrex*[®], *beaker glass Pyrex*[®] 600 ml, Erlenmeyer *Schott Duran* 500 ml, pipet volumetri *Pyrex*[®] 1 ml, *bulb D&N*, gelas ukur *Pyrex*[®], jarum ose, blender *Philips*, pinset, oven *Heraeus*, bunsen, neraca analitik *US SOLID*, *vortex mixer Thermolyne Maxi Mix II*, gelas objek, gelas penutup, inkubator *FAZ Maintenance*, autoklaf *ALP*, lemari pendingin *sharp*, *hot plate* Mega Guna Ganda Semesta (MGGS) MG-78-1, pipet tetes, mikroskop *Nikon Eclipse E100*, *haemocytometer Weber Scientific International (WSI)*, corong

Pyrex[®], alat siram tanaman, botol kaca inokulum 250 ml, dan *Laminar Air Flow Labconco*[®].

3.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain isolat murni fungi *Aspergillus* sp. (Bio GGP 3), *tray*, keranjang sampah, *plastic wrap*, kertas kardus, *polybag* 40 × 40 cm, kentang, agar padat AA, *dextrose Baker Analyzed*[®], kloramfenikol, beras, kapas, kasa, tali kasur, *aluminium foil*, akuades, endapan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) PTPN VII Unit Bekri, serasah daun, kotoran ternak kambing, benih pakcoy *Nauli FI*[®], air, etanol 96 %, *CaCO₃ Baker Analyzed*[®] 2 %, dan *CaSO₄* 4 %.

3.3. Rancangan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari lima tahapan. Tahap pertama yaitu peremajaan isolat *Aspergillus* sp. (Bio GGP 3). Tahapan kedua yaitu pembuatan inokulum dengan menggunakan media beras. Tahapan ketiga yaitu pembuatan pupuk kompos endapan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) yang diinduksi inokulum *Aspergillus* sp. (Bio GGP 3). Tahapan selanjutnya, yaitu aplikasi pupuk kompos endapan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.). Tahapan terakhir dari penelitian ini adalah pengamatan pertumbuhan tanaman pakcoy.

Uji *in vivo* pupuk kompos endapan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) yang diinduksi inokulum *Aspergillus* sp. (Bio GGP 3). Metode pengomposan pada penelitian ini menggunakan perbandingan 1:1:1 (w/w) (endapan POME : serasah daun : kotoran kambing). Proses pengomposan memerlukan inokulum sebanyak 1 % (Kumar *et al.*, 2008).

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan dan ulangan.

Aplikasi kompos pada tanaman pakcoy menggunakan berat keseluruhan media tanam sebesar 5 kg. Pada tahap aplikasi kompos terdapat kontrol positif berupa pemberian kompos endapan POME dan media tanah tanpa inokulum dan kontrol negatif hanya dengan pemberian media tanah. Pada pemberian kompos endapan POME dan inokulum *Aspergillus* sp., media tanah ditambahkan sesuai dengan persentase kebutuhan kompos dari setiap perlakuan. Adapun, pengaplikasian pada tanaman pakcoy sesuai dengan perlakuan sebagai berikut:

- K0 (-) = 5 kg media tanah (tanpa kompos POME dan inokulum)
- K0 (+) = media tanah + 1,9 % kompos POME (tanpa inokulum *Aspergillus* sp.)
- P1 = media tanah + 1 % kompos POME (dengan inokulum *Aspergillus* sp.)
- P2 = media tanah + 1,3 % kompos POME (dengan inokulum *Aspergillus* sp.)
- P3 = media tanah + 1,6 % kompos POME (dengan inokulum *Aspergillus* sp.)
- P4 = media tanah + 1,9 % kompos POME (dengan inokulum *Aspergillus* sp.)
- P5 = media tanah + 2,2 % kompos POME (dengan inokulum *Aspergillus* sp.)
- P6 = media tanah + 2,5 % kompos POME (dengan inokulum *Aspergillus* sp.)

Setiap perlakuan (K0 – P6) dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali sehingga diperoleh 24 unit percobaan. Tata letak satuan penelitian dapat dilihat sebagai berikut:

K0(+) U1	P3 U1	K0(-) U3
P1 U1	P2 U2	P4 U1
P3 U2	P1 U2	P5 U1
P4 U2	K0(+) U2	P6 U1
P5 U2	P2 U1	P5 U3
P6 U2	P6 U3	P3 U3
P2 U3	K0(-) U2	K0(+) U3
K0(-) U1	P4 U3	P1 U3

Gambar 7. Tata letak perlakuan

3.4. Prosedur penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah (Gambar 8) :

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

Media PDA digunakan untuk peremajaan fungi *Aspergillus* sp. (Bio GGP 3). Pembuatan media ini menggunakan modifikasi metode Malloch and Hobbie (1981). Sebanyak 250 gram kentang yang sudah dibersihkan dan dipotong kecil-kecil, dimasukkan ke dalam 500 ml akuades. Potongan kentang direbus menggunakan *hot plate* selama 1 jam. Hasil rebusan kentang disaring untuk mendapatkan ekstrak sari kentang. *Dextrose* sebanyak 10 gram dan 7,5 gram agar-agar padat ditambahkan ke dalam air sari kentang. Selanjutnya, dihomogenkan menggunakan *hot plate magnetic stirrer* selama 20 - 30 menit dan disterilisasi dalam autoklaf selama 15 menit dengan suhu 121 °C dan tekanan sebesar 1 atm. Media PDA yang telah steril ditambahkan antibiotik kloramfenikol. Kemudian, media dituangkan ke dalam cawan Petri hingga memadat.

3.4.2. Peremajaan Fungi *Aspergillus* sp. (Bio GGP 3)

Peremajaan fungi *Aspergillus* sp. (Bio GGP 3) dilakukan menggunakan media PDA steril. Peremajaan diawali dengan mengambil satu ose isolat fungi *Aspergillus* sp. kemudian secara aseptik diinokulasikan pada media PDA padat dalam cawan Petri. Fungi *Aspergillus* sp. (Bio GGP 3) diinkubasi selama 7 hari pada suhu ruang hingga tumbuh spora (Dewi dan Khotimah, 2019).

3.4.3. Pembuatan Inokulum

Pembuatan media inokulum dilakukan menggunakan modifikasi metode Gaid *et al.*, (2009) dan Irawan *et al.*, (2023). Media inokulum

yang digunakan adalah beras yang sebelumnya telah diblender kasar dan disaring sebanyak 60 gram. Media beras dimasukkan ke dalam botol inokulum steril. Kemudian media diberikan sebanyak 7,5 ml CaSO_4 4 % dan 7,5 ml CaCO_3 2 % (dilarutkan ke dalam 100 ml akuades). Larutan tersebut memiliki fungsi untuk menjaga kelembaban dan menambah nutrisi pada media inokulum fungi. Botol kaca kemudian disumbat, dilapisi dengan *plastic wrap* lalu disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121 °C selama 15 menit. Media yang telah steril didiamkan agar dingin. Setelah itu 1 ose penuh biakan *Aspergillus* sp. diinokulasikan pada substrat beras dengan tujuan agar mengalami pertumbuhan secara maksimal. Substrat beras mengandung amilum yang merupakan salah satu nutrisi bagi pertumbuhan fungi. Botol media inokulum ditutup kembali dengan sumbat yang dilapisi dengan *plastic wrap* dan diinkubasi pada suhu 37 °C selama 14 hari atau hingga spora muncul.

3.4.4. Pembuatan Kompos Endapan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) dengan Perlakuan Induksi

Pengomposan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) dilakukan dengan menggunakan modifikasi metode Kumar *et al.*, (2008) dan Takakura *Home Method* (Ying *et al.*, 2012). Inokulum *Aspergillus* sp. yang digunakan untuk menginduksi kompos endapan POME adalah inokulum yang berumur 14 hari. Bahan untuk pembuatan kompos yaitu limbah endapan minyak kelapa sawit atau POME yang berasal dari PT. Perkebunan Nusantara VII Unit Bekri Lampung Tengah yang telah dikeringanginkan. Sebagai bahan campuran kompos, digunakan serasah daun dan kotoran kambing kering. Bahan kompos tersebut ditambahkan inokulum sebanyak 1 % dari berat kompos keseluruhan. Serasah daun kering yang digunakan, dicacah hingga mencapai ukuran berkisar 2 - 3 cm.

Proses pengomposan diawali dengan menyiapkan keranjang pengomposan dengan lubang-lubang kecil beserta tutup dan dilapisi kardus pada bagian dalam dan atas keranjang. Hal ini bertujuan menjaga kondisi kelembaban saat pengomposan berlangsung. Selanjutnya, campuran bahan kompos disiapkan dengan komposisi berdasarkan modifikasi Ustuner *et al.*, (2009) yaitu endapan *Palm Oil Mill Effluent (POME)* : serasah daun : kotoran kambing (1:1:1) dan 1 % inokulum fungi *Aspergillus sp.* (Bio GGP 3).

Penyiraman air pada kompos bertujuan untuk menjaga kelembaban hingga kadar kelembaban kurang lebih 60 %. Setelahnya, kompos ditutup dengan menggunakan kardus pada bagian atas keranjang. Bahan kompos dilakukan pembalikan setiap satu minggu sekali agar proses dekomposisi berjalan secara optimal dan aerasi udara kompos dapat dipertahankan (Raisyadikara *et al.*, 2022). Inkubasi pupuk kompos dilakukan selama ± 3 minggu. Apabila kompos telah berwarna coklat kehitaman, tidak tercium bau, dan suhu kompos sama dengan suhu kamar, menunjukkan bahwa kompos telah matang (Irawan *et al.*, 2019).

3.4.5. Analisis Kimia

Analisis kimia dilakukan terhadap sampel tanah, pupuk kompos POME, dan kompos matang dengan beberapa pengujian diantaranya kadar Karbon (C)-organik, Nitrogen (N), Kalium (K), Fosfor (F), rasio C/N, pH, dan kadar air.

3.4.5.1. Kadar C-Organik

Sampel yang sudah dihaluskan, ditimbang teliti 0,1 gram dan dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml. $K_2Cr_2O_7$ sebanyak 5 ml ditambahkan ke dalam labu takar tersebut,

lalu dihomogenkan. H_2SO_4 pekat 7 ml ditambahkan, lalu homogenkan dan larutan tersebut didiamkan 30 menit. Setelah itu, sampel diencerkan dengan akuades steril hingga tanda batas labu takar. Campuran dihomogenkan dan dibiarkan selama 24 jam. Selanjutnya, absorbansi sampel diukur menggunakan spektrofotometer VIS pada $\lambda_{\text{max}} = 610 \text{ nm}$.

3.4.5.2. Kadar Nitrogen (N)

Sampel yang belum halus dihaluskan terlebih dahulu, kemudian ditimbang sebanyak 1 gram dan dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl 100 ml. Sebanyak 7,5 gram garam Kjeldahl dan 25 ml H_2SO_4 pekat ditambahkan dalam labu Kjeldahl. Sampel didestruksi pada suhu $300 - 350 \text{ }^\circ\text{C}$ selama 2 jam hingga larutan menjadi jernih. Larutan hasil destruksi didinginkan. Setelah dingin, campuran diencerkan dengan akuades sampai 100 ml. Setelah pengenceran, ditambahkan larutan NaOH 40%. Selanjutnya, labu Kjeldahl segera dihubungkan dengan alat pendingin dan didestilasi. Hasil dari destilasi ditampung dalam Erlenmeyer 100 ml yang telah diisi dengan 15 ml H_3BO_3 1 % dan 3 tetes indikator BCG + MR. Destilasi dihentikan setelah 10 menit dihitung sejak tetes pertama. Amonia yang tersuling dititrasi dengan H_2SO_4 0,1 N dari warna hijau sampai warna mulai menjadi merah muda. Titrasi juga dilakukan terhadap blanko.

3.4.5.3. Kadar Fosfor (P)

Sebanyak 1 ml ekstrak B dimasukkan ke dalam tabung reaksi 20 ml. Pereaksi pembangkit warna ditambahkan sebanyak 9 ml ke dalam setiap sampel dan deret standar.

Kemudian, sampel dihomogenkan menggunakan *vortex mixer* dan dibiarkan selama 15 - 25 menit. Setelah itu, kadar fosfor ditentukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum 693 nm (Gani *et al.*, 2021).

3.4.5.4. Kadar Kalium (K)

Sampel kompos yang telah dihaluskan sebanyak 0,5 gram, dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl dan ditambahkan 5 ml HNO₃ dan 0,5 HClO₄. Sampel dihomogenkan dan dibiarkan semalaman. Selanjutnya, sampel dipanaskan mulai dari suhu 100 °C. Setelah uap kuning habis, suhu dinaikkan menjadi 200 °C. Proses destruksi berakhir ditandai keluarnya uap putih dan cairan dalam labu tersisa 0,5 ml. Cairan didinginkan dan diencerkan menggunakan H₂O hingga volume labu kjeldahl menjadi 50 ml. Sampel dihomogenkan dan dibiarkan selama semalaman. Larutan sampel disaring dengan kertas saring W-41 agar diperoleh ekstrak jernih. Sebanyak 1 ml larutan ekstrak A dimasukkan dalam tabung reaksi volume 20 ml dan ditambahkan 9 ml akuades, lalu dihomogenkan menggunakan *vortex mixer*. Ekstrak yang dihasilkan dari pengenceran 10× disebut dengan ekstrak B. Pengukuran absorbansi K dalam ekstrak B dilakukan menggunakan SSA dengan deret standar sebagai pembanding (Gani *et al.*, 2021).

3.4.5.5. Rasio C/N

Pengukuran dilakukan dengan menghitung perbandingan nilai C-organik total dan N total yang diperoleh dari data hasil analisis.

3.4.5.6. Derajat Keasaman (pH)

Pengukuran pH dilakukan menggunakan pH meter. pH meter dikalibrasi terlebih dahulu dengan *buffer* pH 4, 7, dan 10. Elektroda dibilas lalu dicelupkan ke dalam larutan sampel. Hasil pengukuran yang tertera pada layar dapat dicatat (Sulistia dan Septisya, 2022).

3.4.5.7. Kadar Air

Sampel sebanyak 5 gram ditimbang pada sebuah cawan tertutup yang telah diketahui bobotnya (W). Sampel dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 105 °C selama 16 jam. Sampel kemudian didinginkan dalam desikator selama 30 menit. Cawan tertutup yang berisi sampel ditimbang kembali (W_1). Perhitungan untuk menentukan kadar air adalah sebagai berikut (Zakiyah *et al.*, 2018) :

$$\text{Kadar Air} = (W - W_1) \times 100/W$$

Keterangan :

W = Bobot contoh asal (gram)

W_1 = Bobot contoh setelah dikeringkan (gram)

100 = Faktor koreksi ke %

3.4.6. Penanaman Benih dan Aplikasi Dosis Kompos pada Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.)

Biji pakcoy terlebih dahulu diseleksi dengan perendaman dalam air bersih selama 2 jam. Persemaian benih dilakukan dalam *tray* dengan media berupa tanah dan pupuk kandang kambing dengan perbandingan 2 : 1 (Jayanti, 2020). Pindahkan bibit pakcoy dilakukan setelah mencapai umur 2 MST atau memiliki 3 - 5 helai daun (Himawarni dan Nuraini, 2022). Indikator pemilihan bibit sebagai bahan tanam diantaranya berukuran seragam, daun berwarna hijau dan tidak layu, tidak terserang penyakit, dan tumbuh tegak (Damayanti *et al.*, 2019). Penanaman benih dilakukan dengan cara membuat lubang tanam pada bagian tengah *polybag* berukuran 40 × 40 cm dengan kedalaman ± 5 cm. *Polybag* tersebut telah berisi media tanam sesuai dengan dosis kompos dan tanah yang telah ditentukan. Bibit pakcoy dimasukkan ke dalam lubang tanam sebanyak 1 bibit per *polybag* dan diratakan kembali dengan tanah (Himawarni dan Nuraini, 2022).

Pupuk kompos yang telah matang sebagai perlakuan selanjutnya digunakan sebagai pupuk untuk membantu pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) dengan variasi dosis 1 %, 1,3 %, 1,6 %, 1,9 %, 2,2 %, dan 2,5 % per *polybag*. Pemberian dosis pupuk kompos dilakukan satu kali dalam 7 hari (Radin dan Warman, 2010).

3.4.7. Pengamatan dan Pemeliharaan

Pengamatan tanaman pakcoy dilakukan untuk mengetahui pertumbuhan tanaman setiap 1 minggu sekali pada interval 1 MST, 2 MST, 3 MST, 4 MST, dan 5 MST (Himawarni dan Nuraini, 2022). Pemeliharaan pada tanaman meliputi penyiraman dilakukan satu kali sehari sekali dengan volume penyiraman 700 ml/*polybag* (Safitri *et al.*, 2020) untuk menjaga kelembaban tanah. Pengendalian hama dan

penyakit melalui teknik pemotongan organ dengan gejala serangan penyakit dengan tujuan mencegah adanya organisme pengganggu tanaman (OPT), dan penyiangan gulma dilakukan ketika terlihat adanya gulma di dalam maupun sekitar *polybag* (Sarwanidas dan Setyowati, 2017).

3.4.8. Pemanenan

Pemanenan tanaman pakcoy dilakukan secara manual dengan mencabut tanaman hingga ke bagian akar. Pemanenan dilakukan saat tanaman pakcoy telah berumur 35 HST dengan ciri morfologi daun dewasa berbentuk oval melebar (Damayanti *et al.*, 2019) berwarna hijau tua dengan tangkai daun berwarna hijau cerah dan daging batang yang kokoh (Himawarni dan Nuraini, 2022).

3.4.9. Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan analisis ragam atau *Analysis of Variance* (ANOVA) uji F taraf 5 % dan apabila diperoleh hasil pengaruh yang nyata maka dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5 %.

3.5. Variabel Pengamatan

Variabel yang diamati dalam penelitian adalah sebagai berikut:

3.5.1.1. Tinggi Tanaman

Pengukuran dilakukan setiap 1 minggu sekali dimulai setelah tanaman berumur 1 MST dengan area pengukuran mulai dari pangkal batang hingga titik tumbuh daun tertinggi (Sarwanidas dan Setyowati, 2017). Pengukuran dapat menggunakan alat ukur meteran.

3.5.1.2. Jumlah Daun

Penghitungan jumlah daun (helai) dilakukan setiap 1 minggu sekali sedari 1 MST. Jumlah daun dihitung mulai dari daun muda tanaman pakcoy yang telah terbuka sempurna sampai daun yang paling tua (Safitri *et al.*, 2020).

3.5.1.3. Kadar Klorofil

Penghitungan kadar klorofil a, b, dan total menggunakan spektrofotometer. Sampel daun dihancurkan sampai halus sebanyak 0,1 gram dengan menggunakan mortar dan ditambahkan 20 ml etanol 96 %. Setelahnya, sampel disaring menggunakan kertas saring. Ekstrak klorofil sebanyak 1 ml diambil dan dimasukkan ke dalam kuvet untuk mengukur kadar klorofilnya dengan spektrofotometer UV pada $\lambda = 648$ nm dan $\lambda = 664$ nm (Irawan *et al.*, 2019).

Kandungan klorofil sampel dihitung menggunakan rumus:

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

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

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

Keterangan:

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

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

V = Volume etanol 96 %

W = Berat daun pakcoy yang diekstrak

3.5.1.4. Berat Basah

Berat basah dilakukan dengan menimbang tanaman yang telah dicabut dari permukaan tanah. Tanaman tersebut dibersihkan

bagian yang kotor dengan menggunakan air dan dikeringanginkan. Setelahnya, tanaman ditimbang menggunakan neraca analitik (Irawan *et al.*, 2019).

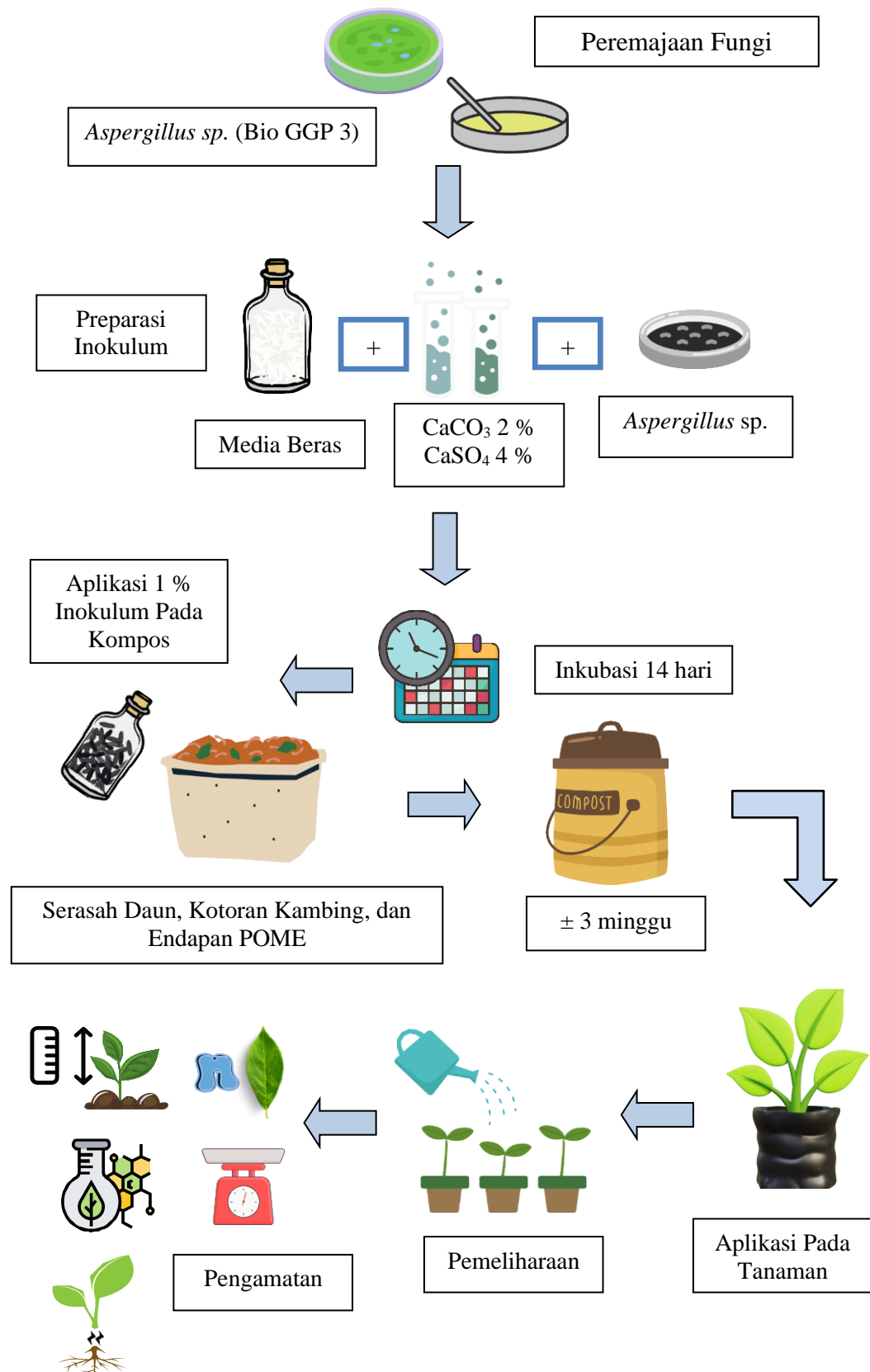
3.5.1.5. Berat Kering

Berat kering diperoleh dengan cara tanaman yang telah ditimbang berat basah nya kemudian dibungkus dengan kertas dan dikeringkan pada oven suhu 80 °C selama 5 hari atau dilakukan penjemuran di bawah sinar matahari sampai diperoleh berat konstan. Kemudian ditimbang kembali beratnya menggunakan neraca analitik (Safitri *et al.*, 2020).

3.5.1.6. Rasio Akar Pucuk

Perhitungan diperoleh dengan membagi antara berat bagian akar dan berat bagian pucuk (A/P).

3.6. Diagram Alir



Gambar 8. Diagram alir prosedur penelitian

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian penambahan kompos endapan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Variasi dosis kompos endapan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) yang diinduksi inokulum *Aspergillus* sp. (Bio GGP 3) berpengaruh nyata terhadap parameter pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) yang meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah, dan berat kering tanaman.
2. Dosis 2,5 % kompos endapan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) yang diinduksi inokulum *Aspergillus* sp. (Bio GGP 3) menunjukkan hasil tertinggi terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, kadar klorofil, berat basah dan berat kering tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.). Pada variabel pengamatan rasio akar pucuk, distribusi pertumbuhan tanaman lebih mengarah pada pertumbuhan pucuk.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian penambahan kompos endapan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) dapat dilakukan peningkatan variasi dosis kompos dan aplikasi pupuk kompos terhadap tanaman menggunakan kombinasi inokulum fungi bersifat selulolitik dan ligninolitik sebagai biodekomposer.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulah, R. dan A. Syakur. 2022. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Kambing Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica chinensis* L.). *Agrotekbis: Jurnal Ilmu Pertanian*. 10(2): 457–464.
- Alexopoulos, C. J., C. W. Mims, and M. Blackwell. 1996. *Introductory Micology 4th edition*. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Anjani, B. P. T., B. B. Santoso, dan Sumarjan. 2022. Pertumbuhan dan Hasil Sawi Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Sistem Tanam Wadah Pada Berbagai Dosis Pupuk Kascing. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek*. 1(1): 1–9.
- 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.
- Badan Pusat Statistik. 2022. *Produksi Tanaman Sayuran*. Badan Pusat Statistik Indonesia. Jakarta.
- Baharuddin, A. S., N. A. A. Rahman, U. K. M. Shah, M. A. Hassan, M. Wakisaka, and Y. Shirai. 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.
- Bala, J. D., J. Lalung, and N. Ismail. 2015. Studies on The Reduction of Organic Load from Palm Oil Mill Effluent (POME) by Bacterial Strains. *International Journal of Recycling Organic Waste in Agriculture*. 4: 1–10.
- Baron, V., J. Supriatna, C. Maréchal, R. Sadasiban, and X. Bonneau. 2019. Waste Reduction and Nutrient Recovery During The Co-Composting of Empty Fruit Bunches and Palm Oil Mill Effluent. *Menara Perkebunan*. 87(2): 77–86.
- Baroroh, A., P. Setyono, dan R. Setyaningsih. 2015. Analisis Kandungan Unsur Hara Makro Dalam Kompos dari Serasah Daun Bambu dan Limbah Padat Pabrik Gula (Blotong). *Bioteknologi*. 12(2): 46–51.

- Chan, Y. J., M. F. Chong, and C. L. Law. 2017. Performance and Kinetic Evaluation of An Integrated Anaerobic–Aerobic Bioreactor in The Treatment of Palm Oil Mill Effluent. *Environmental Technology*. 38(8): 1005–1021.
- 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.
- Fitriani, E. Kurniawan, dan Jalaluddin. 2021. Pemanfaatan Limbah Cair Industri Kelapa Sawit Sebagai Pupuk Organik Cair dengan Penambahan Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi ke-11 Tahun 2021*. 39–44.
- Gaind, S., L. Nain, and V. B. Patel. 2009. Quality Evaluation of Co-Composted Wheat Straw, Poultry Droppings and Oil Seed Cakes. *Biodegradation*. 20: 307–317.
- Gani, A., S. Widiyanti, dan Sulastri. 2021. Analisis Kandungan Unsur Hara Makro dan Mikro Pada Kompos Campuran Kulit Pisang dan Cangkang Telur Ayam. *Jurnal Kimia Riset*. 6(1): 8–19.
- Hafizah, N., Jumar, dan R. A. Saputra. 2022. Biopengomposan Limbah Kelapa Sawit Padat dengan Dekomposer yang Berbeda dan Kriteria Fisikokimia untuk Penilaian Kualitas Kompos. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. 24(2): 109–119.
- Herawati, J., Indarwati, dan B. A. Christiantoro. 2023. Pengaruh Komposisi Media Tanam Organik Terhadap Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Journal of Applied Plant Technology*. 2(1): 1–10.
- Hidayat, K. A. T., B. Saleh, dan Hermansyah. 2017. Pengaruh Pupuk Organik Limbah Kelapa Sawit dan Pupuk Anorganik terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) pada Pembibitan Utama. *Akta Agrosia*. 20(1): 1–8.
- Hii, K. L., S. P. Yeap, and M. D. Mashitah,. 2012. Cellulase Production from Palm Oil Mill Effluent in Malaysia: Economical and Technical Perspectives. *Engineering in Life Sciences*. 12(1): 7–28.
- Huda, M. S., H. Suheri, dan N. H. Nufus. 2023. Pengaruh Perbedaan pH Larutan Hara Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy Dalam Sistem Hidroponik *Nutrient Film Technique* (NFT). *Agroteksos: Jurnal Ilmiah Ilmu Pertanian*. 33(1): 108–116.
- Indraswari, E., Y. Alia, dan N. Soverda. 2018. Respons Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) Terhadap Pemberian Pupuk Organik Kompos Ampas Tebu. *Agrium: Jurnal Ilmu Pertanian*. 15(2): 70–74.
- Irawan, B., A. Y. Septitasari, Zulkifli, T. T. Handayani, Damsir, and S. Hadi. 2019. Effect of Induced Compost by Cellulolytic (*Aspergillus fumigatus*) and Ligninolytic (*Geotrichum* sp.) Fungi Inoculum Application on Vegetative

- Growth of Red Chili (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Pure and Applied Microbiology*. 13(2): 815–821.
- Irawan, B., A. Saputra, S. Farisi, Y. Yulianty, S. Wahyuningsih, N. Noviany, Y. 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.
- Irianti, A. T. P. dan A. Suyanto. 2016. Pemanfaatan Jamur *Trichoderma* sp. dan *Aspergillus* sp. Sebagai Dekomposer Pada Pengomposan Jerami Padi. *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*. 13(2): 1–9.
- Ismayanti, R. T., E. Fuskhah, dan Sutarno. 2020. Pengaruh Berbagai Dosis Pupuk Kompos Eceng Gondok dan Pupuk Hijau *Azolla microphylla* Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Buana Sains*. 20(2): 217–226.
- Johnson, V. J. and A. Mirza. 2020. Role of Macro and Micronutrients in The Growth and Development of Plants. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 9(11): 576–587.
- Junaidi dan F. Ahmad. 2021. Pengaruh Suhu Perendaman Terhadap Pertumbuhan Vigor Biji Kopi Lampung (*Coffeacanephora*). *Jurnal Inovasi Penelitian*. 2(7): 1911–1916.
- Krappmann, S. and G. H. Braus. 2005. Nitrogen Metabolism of *Aspergillus* and Its Role In Pathogenicity. *Medical Mycology*. 43: 31–40.
- Kumar, A., S. Gaiind, and L. Nain. 2008. Evaluation of Thermophilic Fungal Consortium for Paddy Straw Composting. *Journal Biodegradation*. 19: 395–402.
- Kurniawan, A., T. Islami, dan Koesriharti. 2017. Pengaruh Aplikasi Pupuk N dan K Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* var. *chinensis*) Flamingo F1. *Jurnal Produksi Tanaman*. 5(2): 281–289.
- Lorenza, R. 2023. Penerapan Model *Predator-Prey* pada Proses Perkecambahan Biji Kacang Hijau. *Indonesian Journal of Applied Mathematics*. 2(2): 44–50.
- Loh, S. K., A. B. Nasrin, S. M. Azri, B. N. Adela, N. Muzzammil, T. D. Jay, R. A. S. Eleanor, W. S. Lim, Y. M. Choo, and M. Kaltschmitt. 2017. First Report on Malaysia's Experiences and Development in Biogas Capture and Utilization from Palm Oil Mill Effluent Under The Economic Transformation Programme: Current and Future Perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 74: 1257–1274.
- Maharani, P. L., P. Pamoengkas, dan I. Mansur. 2017. Pemanfaatan Pome Sebagai Pupuk Organik Pada Lahan Pascatambang Batubara. *Jurnal Silviculture Tropika*. 8(3): 177–182.
- Mahmud, S. F. 2019. Proses Pengolahan CPO (*Crude Palm Oil*) menjadi RBDPO

- (*Refined Bleached and Deodorized Palm Oil*) di PT XYZ Dumai. *Unitek*. 12(1): 55–64.
- Malloch, M. S. and J. E. Hobbie. 1981. *Moulds: Their Isolation, Cultivation, and Identification*. University of Toronto Press. Canada.
- 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.
- Mawarni, N. I. I., I. Erdiansyah, dan R. Wardana. 2021. Isolasi Cendawan *Aspergillus* sp. pada Tanaman Padi Organik. *Agriprima Journal of Applied Agricultural Sciences*. 5(1): 68–74.
- Murtafi'ah, N., N. Sapitri, dan A. J. Pitono. 2021. Identifikasi Jamur *Aspergillus* sp. Pada Roti Tawar Sebelum Masa Kadaluarsa Di Pasar Burungtungku Kota Bandung. *Jurnal Analis Kesehatan Klinikal Sains*. 9(2): 122–130.
- Nasrullah, M., L. Singh, Z. Mohamad, S. Norsita, S. Krishnan, N. Wahida, and A. W. Zularisam. 2017. Treatment of Palm Oil Mill Effluent by Electrocoagulation with Presence of Hydrogen Peroxide as Oxidizing Agent and Polialuminum Chloride as Coagulant-Aid. *Water Resources and Industry*. 17: 7–10.
- Nwoko, C. O. and S. Ogunyemi. 2010. Effect of Palm Oil Mill Effluent (POME) on Microbial Characteristics in a Humid Tropical Soil under Laboratory Conditions. *International Journal of Environmental Science and Development*. 1(4): 307–314.
- Osman, N. A, F. A. Ujang, A. M. Roslan, M. F. Ibrahim, and M. A. Hassan. 2020. The Effect of Palm Oil Mill Effluent Final Discharge on The Characteristics of *Pennisetum Purpureum*. *Scientific Reports*. 10(6613): 1–10.
- Papale, M., I. Romano, I. Finore, A. L. Giudice, A. Piccolo, S. Cangemi, V. D. Meo, B. Nicolaus, and A. Poli. 2021. Prokaryotic Diversity of The Composting Thermophilic Phase: The Case of Ground Coffee Compost. *Microorganisms*. 9(2): 1–19.
- Purwanti, A. dan Rahmawati. 2019. Analisis Proses Pemisahan Kadar Produksi *Crude Palm Oil* (CPO) Di PTP Nusantara 1 Tanjung Seumantoh-Aceh Tamiang. *Jurnal Hadron*. 1(1): 5–8.
- Radin, A. M. and P. R. Warman. 2010. Assessment of Productivity and Plant Nutrition of Brussels Sprouts Using Municipal Solid Waste Compost and Compost Tea as Fertility Amendments. *International Journal of Vegetable Science*. 16(4): 374–391.
- Rahmayuanda, M., A. Ahmad, dan D. Andrio. 2019. Pengaruh Penambahan POME Terhadap Konsentrasi N, P, K Pada Proses Pengomposan Tandan Kosong Sawit. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik*. 6(2): 1–7.

- Rakhmani, D., E. Fuskhah, dan Sutarno. 2021. Pertumbuhan dan Produksi Sawi Pakchoy (*Brassica chinensis* L.) Pada Berbagai Dosis Ekstrak Limbah Teh dan Pupuk Kandang Sapi. *Jurnal Sungkai*. 9(1): 19–29.
- Ramadhan, R., G. Tampubolon, dan Ermadani. 2021. Pengaruh Pemberian Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah dan Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit Pada Pembibitan Utama. *Jurnal Silva Tropika*. 5(1): 339–356.
- Safira, M. F. 2023. *Pengaruh Compost Tea (CT) Serat Bromelain Terinduksi Fungi Trichoderma sp. (Bioggp 2) dan Aspergillus sp. (Bioggp 3) Terhadap Pertumbuhan Kangkung Darat (Ipomoea reptans Poir.)*. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Salsabila, R. K. dan Winarsih. 2023. Efektivitas Pemberian Ekoenzim Kulit Buah sebagai Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*. 12(1): 50–59.
- Saraswati, R. dan R. H. Praptana. 2017. Percepatan Proses Pengomposan Aerobik Menggunakan Biodekomposer. *Perspektif*. 16(1): 44–57.
- Sarwanidas, T. dan M. Setyowati. 2017. Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) pada Berbagai Konsentrasi Hormon GA3 dan Dosis Pupuk NPK. *Jurnal Agrotek Lestari*. 4(2): 62–70.
- Setyaningsih, D. W. 2016. Pertumbuhan dan Perkecambahan Tanaman Pak Choi (*Brassica rappa*, L). *Media Soerjo*. 19(2): 115–123.
- Stone, P. B. 2023. *Elaeis guineensis (African Oil Palm)* In: CABI Compendium. Wallingford, UK: CABI, 1–28.
- Sulistia, S. dan A. C. Septisya. 2019. Analisis Kualitas Air Limbah Domestik Perkantoran. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*. 12(1): 41–57.
- Tuquero, J., R. G. Chargualaf, and M. Marutani. 2018. *Growing Bok Choy (Brassica rapa Chinensis Group) Varieties for Guam*. The College of Natural & Applied Sciences (CNAS). University of Guam, 1–6.
- Turnip, D. E., E. D. Purbajanti, dan Sutarno. 2022. Efektifitas Pupuk Organik dan NPK Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Agri-Tek: Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Eksakta*. 23(1): 1–4.
- 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.
- Vijayaraghavan, K., D. Ahmad, and M. E. B. A. Aziz. 2007. Aerobic Treatment of Palm Oil Mill Effluent. *Journal of Environmental Management*. 82(1): 24–31.
- Ying, G. H., L. S. Chi, and M. H. Ibrahim. 2012. Changes of Microbial Biota

During The Biostabilization of Cafeteria Wastes by Takakura Home Method (THM) Using Three Different Fermented Food Products. *International Annual Symposium on Sustainability Science and Management*. 1408–1413.

Yunasfi, S. S. Silaban, dan B. Utomo. 2020. Aplikasi Fungi *Aspergillus niger*, *Aspergillus* sp. 1, *Aspergillus* sp. 2 Untuk Meningkatkan Pertumbuhan *Rhizophora apiculata* Di Kecamatan Pangkalan Susu Kabupaten Langkat. *Agricultural and Natural Resources Conference Series 03*. 110–118.

Zakariyya F., D. Inradewa, dan T. I. Santoso. 2019. Distribusi Asimilat dan Analisis Laju Pertumbuhan Bibit Sambung Pucuk Kakao dengan Klone Batang Atas Berbeda Berdasarkan Tiga Interval Waktu Siram. *Agritrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*. 17(2): 207–213.

Zakiyah Z. N., C. Rahmawati, dan I. Fatimah. 2018. Analysis of phosphorus and Potassium Levels In Organic Fertilizer In The Integrated Laboratory of Jombang District Agriculture Office. *Indonesian Journal of Chemical Research*. 3(2): 38–48.

Zewdi, I. and Y. Reta. 2021. Review on The Role of Soil Macronutrient (NPK) on The Improvement and Yield and Quality of Agronomic Crops. *Direct Research Journal of Agriculture and Food Science*. 9(1): 7–11.

Zudri, F. dan Nofrianil. 2023. Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Pada Berbagai Jenis Media Tanam Secara Hidroponik. *Jurnal Agrohitia*. 8(1): 242–247.