

**PENGARUH *COMPOST TEA* (CT) SAMPAH BROMELAIN DI INDUKSI  
INOKULUM FUNGI SELULOLITIK *Aspergillus* sp. DAN LIGNINOLITIK  
*Trichoderma* sp. TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN PAKCOY  
(*Brassica rapa* L.)**

**(Skripsi)**

**Oleh  
Nurul Insani**



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

## ABSTRAK

### **PENGARUH *COMPOST TEA* (CT) SAMPAH BROMELAIN DIINDUKSI INOKULUM FUNGI SELULOLITIK *Aspergillus* sp. DAN LIGNINOLITIK *Trichoderma* sp. TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN PAKCOY (*Brassica rapa* L.)**

Oleh

**Nurul Insani**

Produksi nanas di provinsi lampung pada tahun 2020 mencapai 662.588 ton. Tingginya produksi nanas tersebut menyebabkan residu panen berupa serat bromelain yang melimpah dan menyebabkan permasalahan yang perlu diatasi. Serat bromelain terdiri selulosa, hemiselulosa dan lignin, kandungan-kandungan tersebut sulit terdekomposisi secara alami. Pada penelitian ini menggunakan pengomposan dengan 2 metode yaitu *Aerated Compost Tea* (ACT) dengan waktu aerasi 72 jam, dan *Non Aerated Compost Tea* (NACT). Metode tersebut sebagai salah satu cara untuk mempercepat proses dekomposisi. Prosesnya dibantu oleh fungi *Trichoderma* sp. dan *Aspergillus* sp. yang mempunyai kemampuan selulolitik dan ligninolitik. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 kali ulangan. A0 = kontrol; A1 = 50% ACT; A2 = 50% NACT; A3 = 75% ACT; A4 = 75% NACT; A5 = 100% ACT; A6 = 100% NACT. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ACT berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, berat basah kering, rasio akar tajuk, kadar klorofil a, b, dan klorofil total tetapi tidak berpengaruh nyata pada jumlah daun. Perlakuan A3 dengan dosis 50% ACT memberikan hasil terbaik pada parameter tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah dan berat kering, rasio akar tajuk, klorofil a, klorofil b, dan klorofil total jika dibandingkan dengan perlakuan yang lain.

Kata Kunci : *Trichoderma* sp., *Aspergillus* sp., Serat Bromelain, Dekomposisi, *Aerated Compost Tea* (ACT), *Non-Aerated Compost Tea* (NACT), Tanaman Pakcoy.

**PENGARUH *COMPOST TEA* (CT) SAMPAH BROMELAIN DIINDUKSI  
INOKULUM FUNGI SELULOLITIK *Aspergillus* sp. DAN LIGNINOLITIK  
*Trichoderma* sp. TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN PAKCOY  
(*Brassica rapa* L.)**

**Oleh**

**NURUL INSANI**

**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  
2023**

Judul Skripsi : **PENGARUH *COMPOST TEA* (CT) SAMPAH BROMELAIN DIINDUKSI INOKULUM FUNGI SELULOLITIK *Aspergillus* sp. DAN LIGNINOLITIK *Trichoderma* sp. TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN PAKCOY (*Brassica rapa* L.)**

Nama Mahasiswa : **Nurul Ansani**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1817021082**

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

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

**MENYETUJUI**

**1. Komisi Pembimbing**

Pembimbing I

Pembimbing II



**Dr. Bambang Irawan, M.Sc.**  
NIP. 19650303 1992031 006



**Wawan Abdullah Setiawan, S.Si., M.Si.**  
NIP. 19791230 2008121 001

**2. Ketua Jurusan Biologi**



**Dr. Jani Master, S. Si., M. Si.**  
NIP. 19830131 200812 1 001

**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

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



Sekretaris : **Wawan Abdullah Setiawan, S.Si., M.Si.**



Anggota : **Drs. Kusuma Handayani, M.Si.**



2. **Plt. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.**

NIP. 19711001 200501 1 002

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 10 Maret 2023**

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Nurul Insani

NPM : 1817021082

Dengan ini menyatakan apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya sendiri berdasarkan pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain hasil plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ilmiah ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 05 April 2023  
Yang menyatakan



Nurul Insani  
NPM. 1817021082

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Purwakarta, 01 Juli 1999 dari pasangan Bapak Erwin Santika F. dan Ibu Jamilah sebagai anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis mengawali pendidikan Sekolah Dasar di SDN Banjarsari 4 pada tahun 2006-2012. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di MTsN 1 Kota Serang pada tahun 2012-2015. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas di MAN 2 Kota Serang pada tahun 2015-2018.

Penulis melanjutkan pendidikan ke Perguruan Tinggi di Universitas Lampung Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam pada tahun 2018 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Penulis menyelesaikan pendidikan pada Perguruan Tinggi dan meraih gelar Sarjana Sains pada tahun 2023. Selama menjadi mahasiswa Jurusan Biologi FMIPA Unila, penulis aktif dalam Unit Kegiatan Mahasiswa Fakultas (UKMF) Klub Selam Anemon sebagai Anggota Pendidikan dan Latihan (DIKLAT) pada tahun 2019-2020 dan sebagai Sekertaris Umum pada tahun 2020-2021. Pada bulan januari tahun 2021 penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) selama 30 hari di Balai Karantina Pertanian (BKP) kelas 1 Bandar Lampung dengan laporan PKL yang berjudul “**Deteksi *Peronospora manshurica* N. Pada Kedelai (*Glycine max* (L) Merr. ) Impor Asal Amerika Menggunakan Metode *Washing Test* Dan Pemeriksaan Langsung Di Labortaorium Karantina Tumbuhan, Balai Karantina Pertanian Kelas 1 Bandar Lampung**”.

Pada bulan Oktober 2021 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari di desa Kedaung, Tangerang Selatan. Penulis menyelesaikan tugas akhirnya dalam bentuk skripsi pada tanggal 05 Maret 2023 dengan judul **“Pengaruh *Compost Tea* (CT) Sampah Bromelain Diinduksi Inokulum Fungi Selulolitik *Aspergillus* sp. dan Ligninolitik *Trichoderma* sp. Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.)**

## **PERSEMBAHAN**

Bismillahirrahmanirrahiim

Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT atas segala limpahan, rahmat, dan karunia-Nya

Ku persembahkan karya kecilku ini untuk :

Ibu Jamilah dan Bapak Erwin yang selalu memanjatkan doa dalam setiap sujudnya untuk keberhasilanku, memberi kasih sayang serta penyemangat dalam setiap langkahku,

Kakak dan adikku yang selalu memberi doa dan semangat,

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

Teman-teman, kakak-kakak, dan adik-adik yang telah memberikan pengalaman, dukungan serta semangat selama ini,

Serta Almamaterku tercinta

Universitas Lampung.

## MOTTO HIDUP

Maka Sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan

(QS. Asy Syarh: 5)

Life is hard. So, Choose Your Hard.

(Penulis)

Keberhasilan bukanlah milik orang pintar. Keberhasilan milik mereka yang terus  
berusaha

(B.J. Habibie)

Masa depan adalah milik mereka yang percaya pada keindahan impian mereka

(Eleanor Roosevelt)

Karena sesungguhnya Bersama kesulitan aka nada kemudahan

(QS. Al-Insyirah: 5)

...Janganlah engkau bersedih, sesungguhnya Allah Bersama kita..

(QS. Al-Baqarah: 216)

## SANWACANA

Dengan mengucapkan Alhamdulillah, puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan keridhaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh *Compost Tea* (CT) Sampah Bromelain Diinduksi Inokulum Fungi Selulolitik *Aspergillus* sp. dan Ligninolitik *Trichoderma* sp. Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.)”**

Selama penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa ada banyak pihak yang telah membantu dan memberikan semangat serta dorongan kepada penulis agar terselesaikannya skripsi ini. Dengan terselesaikannya skripsi ini, penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Erwin Santika F, Ibu Jamilah, kakak dan adik yang selalu mendoakan, memberikan dukungan, kasih sayang, dan juga memberikan semangat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Bambang Irawan, M.Sc., selaku pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan, nasihat, motivasi, pengetahuan, kritik dan saran yang sangat berguna bagi penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
3. Bapak Wawan Abdullah Setiawan, S. Si., M.Si. Selaku pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, nasihat, motivasi, pengetahuan, kritik dan saran yang sangat berguna bagi penulis.
4. Ibu Dr. Kusuma Handayani, S.Si., M.Si., selaku penguji utama pada ujian skripsi, yang telah memberikan dukungan, kritik, saran, dan nasihat yang membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini menjadi lebih baik.

5. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. selaku Plt. Dekan FMIPA Unila.
6. Bapak Dr. Jani Master, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Biologi FMIPA Unila.
7. Ibu Drs. Kusuma Handayani, M.Si., selaku Ketua Program Studi S1 Biologi, Jurusan Biologi, FMIPA Unila.
8. Teman-teman penelitian MILUMOY (Mikrobiologi Lucu dan Gemoy) 2018, Kartika, Masnoni, Inah, Puput Berbi, Ega, Cika, Rini, Dinda. Serta teman-teman penulis Lulu, Eva D, Eka, Alfi, Nanda, Bunga dan Yamartha yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan juga saran pada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
13. Laboran, Kakak dan adik tingkat Micro Family Ibu Oni, Kak Jo, Mba Tri, Ayuni, Emil, Zahwa, Amin, Zikrina, Salimah, Syifa dan Roni dan lain-lain yang selalu memberikan tawa, motivasi, dan semangat pada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
14. Almamater Universitas Lampung beserta seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian perkuliahan dan penulisan skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan mereka. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, akan tetapi besar harapan penulis semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan memberikan wawasan bagi kita semua.

Bandar Lampung, 05 April 2023

**Nurul Insani**



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>v</b>
<b>SURAT PERNYATAAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>vii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>viii</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>ix</b>
<b>SANWACANA .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vi</b>
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	4
1.3 Kerangka Pikir .....	4
1.4 Hipotesis .....	5

<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Nanas ( <i>Ananas comasus</i> (L.) Merr) .....	6
2.2 Enzim Bromelain .....	7
2.3 Serasah .....	8
2.4 Kompos .....	8
2.5 Fungi Ligninolitik .....	9
2.6 Fungi Selulolitik .....	11
2.7 Tanaman Pakcoy ( <i>Brassica rapa L.</i> ) .....	13
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>15</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	15
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	15
3.3 Rancangan Penelitian .....	16
3.4 Prosedur Kerja .....	17
3.4.1 Pembuatan Stok Media PDA .....	17
3.4.2 Peremajaan Fungi <i>Aspergillus</i> sp. dan <i>Trichoderma</i> sp. ....	17
3.4.3 Pembuatan Inokulum fungi <i>Aspergillus</i> sp. dan <i>Trichoderma</i> sp. ....	17
3.4.4 Pengaplikasian Inokulum Fungi <i>Aspergillus</i> sp. dan <i>Trichoderma</i> sp. pada Sampah Bromelain .....	18
3.4.5 Persiapan Pembuatan ACT .....	19
3.4.6 Penanaman Benih Pakcoy .....	19
3.4.7 Perlakuan Pemberian CT dan Pemeliharaan .....	19
3.4.8 Parameter yang diamati .....	20
3.4.8.1 Tinggi Tanaman .....	20

3.4.8.2 Jumlah Daun .....	20
3.4.8.3 Berat Segar dan Kering Tanaman .....	20
3.4.8.4 Rasio Akar/Pucuk .....	21
3.4.8.5 Kadar Klorofil .....	21
3.5 Analisis Data .....	22
3.6 Diagram Alir .....	23
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>24</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	24
4.1.1 Tinggi Tanaman .....	24
4.1.2 Jumlah Daun .....	26
4.1.3 Berat Segar dan Berat Kering .....	27
4.1.4 Rasio Akar Tajuk .....	29
4.1.5 Kadar Klorofil a, Klorofil b, dan Klorofil Total .....	30
4.2 Pembahasan .....	32
4.2.1 Tinggi Tanaman .....	32
4.2.2 Jumlah Daun .....	33
4.2.3 Berat Basah dan Berat Kering .....	34
4.2.4 Rasio Akar Tajuk .....	35
4.2.5 Kadar Klorofil a, Klorofil b, Klorofil Total .....	35
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>37</b>
5.1 Kesimpulan .....	37
5.2 Saran .....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>38</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>47</b>



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Morfologi Tanaman Nanas .....	6
Gambar 2. Fungi <i>Trichoderma</i> sp. ....	10
Gambar 3. Fungi <i>Aspergillus</i> sp.....	12
Gambar 4. Tanaman Sawi Pakcoy .....	13
Gambar 5. Diagram Alir Penelitian .....	23
Gambar 6. Grafik Tinggi Tanaman Pakcoy setelah pemberian CT inokulum fungi <i>Aspergillus</i> sp. dan <i>Trichoderma</i> sp. ....	25
Gambar 7. Grafik Berat Segar Tanaman Pakcoy setelah pemberian CT inokulum fungi <i>Aspergillus</i> sp. dan <i>Trichoderma</i> sp. ....	28
Gambar 8. Grafik Berat Kering Tanaman Pakcoy setelah pemberian CT inokulum fungi <i>Aspergillus</i> sp. dan <i>Trichoderma</i> sp. ....	28
Gambar 9. Grafik Rasio Akar Tajuk Berat Kering Tanaman Pakcoy setelah pemberian CT inokulum fungi <i>Aspergillus</i> sp. dan <i>Trichoderma</i> sp. ....	30
Gambar 10. Grafik Rasio Akar Tajuk Berat Segar Tanaman Pakcoy setelah pemberian CT inokulum fungi <i>Aspergillus</i> sp. dan <i>Trichoderma</i> sp.....	30

Gambar 11. Grafik Kadar Klorofil Tanaman Pakcoy setelah pemberian CT inokulum fungi <i>Aspergillus</i> sp. dan <i>Trichoderma</i> sp. ...	32
Gambar 12. Fungi <i>Aspergillus</i> sp. (Bio GGP 3) Yang Sudah di Remajakan Berumur 5 Hari. ....	57
Gambar 13. Proses Penimbangan Inokulum fungi. ....	57
Gambar 14. Perhitungan Kadar Klorofil .....	57
Gambar 15. Penimbangan Berat Basah, Akar, dan Tajuk .....	57
Gambar 16. Proses Penimbangan Kotoran Hewan. ....	57
Gambar 17. Proses Penyemaian Tanaman Pakcoy. ....	57
Gambar 18. Proses Penimbangan Serat Bromelain. ....	58
Gambar 19. Proses Pencampuran Serat Bromelain, Kotoran sapi, dan inokulum .....	58
Gambar 20. Tanaman Pakcoy Yang Sudah Dicabut. ....	58
Gambar 21. Kompos Berumur 1 Hari. ....	58
Gambar 22. Kompos Yang Sudah Matang Berumur 90 Hari. ....	58
Gambar 23. Fungi <i>Trichoderma</i> sp. (Bio GGP 5) yang baru diinokulasikan. ....	58
Gambar 24. Inokulum Siap Inkubasi. ....	59
Gambar 25. Proses Pembuatan NACT .....	59
Gambar 26. Proses Aerasi ACT Selama 72 Jam. ....	59
Gambar 27. Tata Letak Polybag. ....	59
Gambar 28. Kompos Berumur 60 Hari .....	59



## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 1. Tata letak Polybag Penanaman Pakcoy .....	16
Tabel 2. Rata-rata Pertumbuhan Tinggi Tanaman Pakcoy Setelah Pemberian CT terinduksi inokulum <i>Trichoderma</i> sp. dan <i>Aspergillus</i> sp. ....	24
Tabel 3. Rata-rata Jumlah Daun Tanaman Pakcoy Setelah Pemberian CT terinduksi inokulum fungi <i>Trichoderma</i> sp. dan <i>Aspergillus</i> sp. ....	26
Tabel 4. Rata-rata Berat Segar dan Berat Kering Tanaman Pakcoy Setelah Pemberian CT terinduksi inokulum fungi <i>Trichoderma</i> sp. dan <i>Aspergillus</i> sp. ....	27
Tabel 5. Rata-rata Rasio Akar Tajuk Tanaman Pakcoy Setelah Pemberian CT terinduksi inokulum fungi <i>Trichoderma</i> sp. dan <i>Aspergillus</i> sp. ....	29
Tabel 6. Rata-rata Kadar Klorofil a,b, dan total Tanaman Pakcoy Setelah Pemberian CT terinduksi inokulum fungi <i>Trichoderma</i> sp. dan <i>Aspergillus</i> sp. ....	31
Tabel 7. Hasil <i>Analysis Of Variance</i> (ANOVA) Tinggi Tanaman Pakcoy .....	47
Tabel 8. Hasil Uji BNT Tinggi Tanaman Pakcoy Pada 7 HST .....	47
Tabel 9. Hasil Uji BNT Tinggi Tanaman Pakcoy pada 14 HST .....	48
Tabel 10. Hasil Uji BNT Tinggi Tanaman Pakcoy pada 21 HST.....	48

Tabel 11. Hasil Uji BNT Tinggi Tanaman Pakcoy pada 28 HST .....	48
Tabel 12. Hasil Uji BNT Tinggi Tanaman Pakcoy pada 35 HST.....	49
Tabel 13. Hasil <i>Analysis Of Variance</i> (ANOVA) Jumlah Daun .....	49
Tabel 14. Hasil Uji BNT Jumlah Daun Pada 14 HST .....	50
Tabel 15. Hasil Uji BNT Jumlah Daun Pada 21 HST .....	50
Tabel 16. Hasil <i>Analysis Of Variance</i> (ANOVA) Berat Segar .....	51
Tabel 17. Hasil <i>Analysis Of Variance</i> (ANOVA) Rasio Akar Tajuk Segar .....	51
Tabel 18. Hasil Uji BNT Berat Segar Akar Tanaman Pakcoy .....	73
Tabel 19. Hasil Uji BNT Berat Akar Segar Tanaman Pakcoy .....	52
Tabel 20. Hasil Uji BNT Berat Tajuk Segar Tanaman Pakcoy .....	52
Tabel 21. Hasil Uji BNT Rasio Akar Tajuk Segar Tanaman Pakcoy .....	52
Tabel 22. Hasil <i>Analysis Of Variance</i> (ANOVA) Berat Kering .....	53
Tabel 23. Hasil <i>Analysis Of Variance</i> (ANOVA) Rasio Akar Tajuk Kering .....	53
Tabel 24. Hasil Uji BNT Berat Kering Akar Tanaman Pakcoy .....	54
Tabel 26. Hasil Uji BNT Berat Kering Tajuk Tanaman Pakcoy .....	54
Tabel 27. Hasil Uji BNT Rasio Akar Tajuk Kering .....	54
Tabel 28. Hasil Uji BNT Kadar Klorofil a, Klorofil b, dan Klorofil Total Tanaman Pakcoy .....	55
Tabel 29. Hasil Uji BNT Kadar Klorofil a Tanaman Pakcoy .....	55
Tabel 30. Hasil Uji BNT Kadar Klorofil b Tanaman Pakcoy .....	56
Tabel 31. Hasil Uji BNT Kadar Klorofil Total Tanaman Pakcoy .....	56
Tabel 32. Proses Pertumbuhan Tanaman Pakcoy Selama 5 Minggu. ....	60



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) setiap tahunnya mengalami peningkatan dalam hal produksi dan termasuk komoditas buah unggulan di Indonesia. Produksi nanas di provinsi Lampung pada tahun 2020 sebesar 662.588 ton (Badan Pusat Statistik, 2020). Banyaknya produksi nanas tersebut memberikan dampak lain berupa residu panen yang melimpah. Hal ini telah menimbulkan permasalahan yang perlu diatasi. Salah satu bentuk residu dari industri nanas adalah berupa serat bromelain yang sulit terdekomposisi secara alami. Namun demikian serat bromelain mempunyai potensi yang besar untuk dikembangkan sebagai sumber bahan organik melalui proses pengomposan.

Penerapan kemajuan teknologi pengomposan yang telah berkembang pesat salah satunya adalah teh kompos (*compost tea*) (Ingham, 2005). Teh kompos merupakan bentuk substitusi pengaplikasian kompos dalam bentuk cair. Unsur-unsur yang terkandung didalam kompos sangat dibutuhkan oleh tanaman dan mikroorganisme.

Manfaat dari pengaplikasian kompos yaitu dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap patogen dan memperbaiki kesuburan tanah melalui aktivitas mikroorganisme yang terkandung di dalamnya (St. Martin, 2015). Teh kompos memiliki 2 metode dalam pembuatannya, metode yang pertama *Aerated Compost Tea* (ACT) yaitu teh kompos yang dalam pembuatannya dipasok oksigen. Lalu ada *Non-Aerated Compost Tea* (NACT) yakni teh kompos yang dibatasi pasokan oksigennya.

Faktor utama yang mempengaruhi efektifitas *compost tea* adalah tingkat kematangan kompos, mikroorganismenya, dan sifat bahan sumber kompos (Deepthi *et al.*, 2013).

Bagian tubuh nanas yang bisa digunakan sebagai bahan baku kompos adalah seluruh biomassa nanas. Nanas mengandung enzim bromelain, yaitu suatu enzim proteolitik yang dapat menghidrolisis protein menjadi asam amino. Enzim bromelain terdapat diseluruh bagian tanaman nanas (Gautam *et al.*, 2010). Pada bonggol nanas mengandung selulosa sebanyak 28,53%, hemiselulosa 24,53% dan lignin 5,75% (Pardo, 2014). Selain itu, pada kulit nanas juga terdapat selulosa sebanyak 23,39%, hemiselulosa 42,72%, dan lignin 4,03% (Chaokaur, 2014). Senyawa selulosa, hemiselulosa, dan lignin merupakan senyawa yang memiliki komponen sebagai pembentuk dinding sel pada tanaman (Kartika, 2007).

Proses degradasi senyawa selulosa dan lignin jika secara alami sangatlah sulit, oleh karena itu dengan bantuan mikroorganismenya yang memiliki kemampuan enzim selulolitik dan ligninolitik dapat mempercepat proses degradasi senyawa tersebut (Saskiawan, 2015). Enzim ligninolitik mempunyai kemampuan untuk mendegradasi senyawa lignin (Lankinen, 2004). Sedangkan untuk mendegradasi senyawa selulosa adalah enzim selulolitik (Oramahi dkk., 2003). Keduanya merupakan enzim ekstraseluler. Mikroorganismenya yang mampu mendegradasi polimer tersebut berasal dari golongan mikrofungi (Kilham, 2006). Salah satu mikrofungi yang memiliki kemampuan ligninolitik adalah *Trichoderma* sp. (Wahyuningtyas, 2019) dan mikrofungi yang memiliki kemampuan selulolitik adalah *Aspergillus* sp. (Ayuningtyas, 2019). Proses degradasi senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana yang dilakukan oleh mikroorganismenya tersebut bermanfaat untuk kesuburan tanah dalam menyuplai hara terlarut bagi tanaman (Recycled Organics Unit, 2006).

Tanaman Pakcoy merupakan salah satu jenis tanaman sayuran yang masih dalam satu genus dengan sawi putih dan sawi hijau, selain itu pakcoy merupakan salah satu jenis sayuran yang memiliki nilai komersial dan banyak digemari oleh masyarakat karena rasanya enak, renyah, dan segar (Yuniarti dkk., 2017). Menurut Barokah dkk., (2017), tanaman pakcoy termasuk tanaman yang berumur pendek dan memiliki kandungan gizi yang diperlukan tubuh. Pakcoy mengandung protein, lemak, karbohidrat, Ca, P, Fe, vitamin A, B, C, E dan K yang sangat baik untuk kesehatan dan memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Produksi sawi pakcoy sendiri mengalami peningkatan pada 3 tahun terakhir menurut Badan Pusat Statistik, yaitu pada tahun 2018 sebesar 635.990 ton, tahun 2019 sebesar 652.727 ton dan pada tahun 2020 mencapai 667.473 ton. Artinya karena konsumsi tanaman pakcoy di Indonesia semakin meningkat perlu adanya peningkatan produksi sayuran untuk mengimbangi peningkatan kebutuhan komoditas sayuran sebagai akibat meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia.

Pada budidaya tanaman, termasuk tanaman pakcoy masih banyak yang menggunakan pupuk sintesis yang mana jika digunakan secara terus menerus dapat menyebabkan penurunan jumlah populasi mikroorganisme tanah yang berfungsi sebagai pengurai senyawa organik. Mikroorganisme tersebut juga membantu mempercepat proses penguraian, jika tidak ada mikroorganisme tersebut maka proses penguraiannya pun akan berlangsung sangat lama serta pertumbuhan dan perkembangan tanaman dapat mengalami penurunan (Irawan *et al.*, 2019). Penggunaan CT dapat dianggap sebagai metode yang potensial untuk mengurangi penggunaan pupuk sintetis pada tanaman budidaya. Penelitian ini berkaitan dengan pengaruh pemberian CT sampah bromelain yang terinduksi inokulum fungi ligninolitik *Trichoderma* sp. Dan selulolitik *Aspergillus* sp. terhadap pertumbuhan tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.).

## 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh *Compost Tea* (CT) sampah Bromelain yang terinduksi inokulum fungi selulolitik *Aspergillus* sp. (Bio GGP 3) dan ligninolitik *Trichoderma* sp. (Bio GGP 5) terhadap pertumbuhan tanaman Pakcoy.
2. Untuk mendapatkan dosis terbaik *Compost Tea* (CT) sampah Bromelain yang terinduksi inokulum fungi selulolitik *Aspergillus* sp. (Bio GGP 3) dan ligninolitik *Trichoderma* sp. (Bio GGP 5) terhadap pertumbuhan tanaman Pakcoy.

## 1.3 Kerangka Pikir

Pada industri nanas banyak dihasilkan residu bahan organik yang berpotensi sebagai unsur hara bagi tanaman jika terdekomposisi dengan sempurna. Salah satu bentuk residu industri nanas adalah berupa serat bromelain yang tersusun atas polimer kompleks yaitu lignin dan selulosa yang sulit terdekomposisi. Untuk itu diperlukan suatu penginduksi dekomposisi yang mampu mengurai senyawa-senyawa tersebut.

Penginduksi yang dapat mengurai senyawa lignin dan selulosa pada serat bromelain dapat berasal dari golongan mikrofungi. Lignin dapat didegradasi oleh enzim ligninolitik, sedangkan untuk mendegradasi senyawa selulosa adalah enzim selulolitik, keduanya merupakan enzim ekstraseluler. Salah satu mikrofungi yang memiliki kemampuan ligninolitik adalah *Trichoderma* sp. dan mikrofungi yang memiliki kemampuan selulolitik adalah *Aspergillus* sp. Mikrofungi mendegradasi tanaman melalui hifa yang mengeluarkan enzim dan merombak stuktur kimia/dinding sel tanaman.

Kompos mengandung unsur hara berupa unsur hara esensial dan non esensial dan mikroorganisme yang bermanfaat untuk tanaman dan ekosistem tanah sehingga pengaplikasiannya dapat memperbaiki kesuburan tanah melalui

aktivitas mikroorganisme yang terkandung didalamnya. Kompos dibedakan menjadi 2 jenis yaitu kompos padat dan kompos cair. Kompos cair dibedakan menjadi 2 jenis berdasarkan metode pembuatannya, yaitu *Aerated Compost Tea* (ACT) dan *Non-Aerated Compost Tea* (NACT). Efektifitas kedua jenis Compost Tea ini masih perlu didalami pada tanaman pakcoy.

#### 1.4 Hipotesis

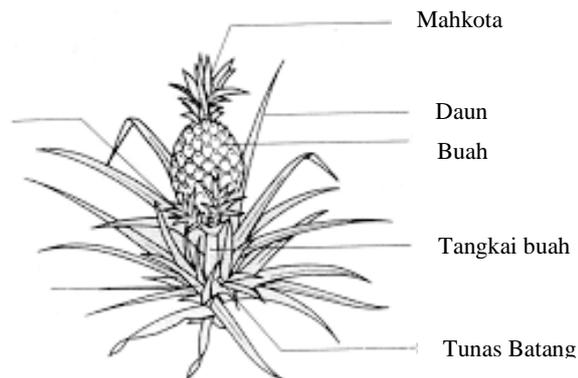
Hipotesis dari penelitian ini adalah

1. Pemberian *Compost Tea* (CT) sampah Bromelain yang terinduksi inokulum fungi selulolitik *Aspergillus* sp. (Bio GGP 3) dan ligninolitik *Trichoderma* sp. (Bio GGP 5) berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman Pakcoy.
2. Terdapat dosis terbaik *Compost Tea* (CT) sampah Bromelain yang terinduksi inokulum fungi selulolitik *Aspergillus* sp. (Bio GGP 3) dan ligninolitik *Trichoderma* sp. (Bio GGP 5) yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman Pakcoy.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Nanas (*Ananas comasus* (L.) Merr.)

Nanas memiliki nama latin yaitu *Ananas comasus* (L.) Merr. Merupakan buah yang berasal dari Brazilia, Argentina dan Paraguay. Tanaman nanas telah tersebar ke seluruh penjuru dunia terutama di sekitar daerah khatulistiwa yaitu antara 25° LU dan 25° LS (Rahmat dan Fitri, 2007). Kini tanaman nanas sudah dikembangkan sebagai tanaman perkebunan (Adawiyah, 2010).



Gambar 1. Morfologi Tanaman Nanas (Samson, 1986).

Tanaman nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) merupakan tanaman tahunan dan termasuk tanaman yang tahan terhadap kemarau. Susunan yang terdapat pada buah nanas yaitu akar, batang, daun, bunga, dan buah. Ada 2 jenis akar nanas yaitu akar tanah dan akar samping dengan kedalaman perakaran pada media tanah yang baik sekitar 30-50 cm. Nanas memiliki batang yang cukup panjang sekitar 20-25 cm, berdiameter 2,0-3,5 cm, dan beruas-ruas pendek. Daun nanas berukuran 130-150 cm x 3-5 cm (P x L), memiliki duri yang tajam meskipun beberapa ada yang tidak berduri. Setiap batang memiliki jumlah daun yang berbeda-beda, umumnya sekitar 70-80 helai.

Masa pertumbuhan bunga dari bagian dasar menuju bagian atas membutuhkan sekitar 10-20 hari. Waktu dari menanam sampai terbentuk bunga antara 6-16 bulan (Suprianto, 2016). Menurut Nuraini (2014) Tanaman *Ananas comosus* (L.) Merr. diklasifikasikan sebagai berikut:

Kerajaan : Plantae  
Divisi : Magnoliophyta  
Kelas : Liliopsida  
Bangsa : Bromoliales  
Suku : Bromeliaceae  
Marga : *Ananas*  
Jenis : *Ananas comosus* (L.) Merr.

Buah nanas mengandung enzim proteolitik bernama bromelin, yang mana enzim ini memiliki berbagai macam kegunaan seperti melunakkan daging dan lain sebagainya. Manfaat dari buah nanas tidak hanya terletak pada enzim, tetapi pada hampir semua bagiannya yaitu untuk pangan, pakan, maupun bahan baku industri (Bartholomew *et al.*, 2003). Nanas juga memiliki kandungan serat yang setara dengan separuh jeruk pada setiap 150 gr buah nanas, dimana serat ini sangat berguna dalam membantu proses pencernaan, menurunkan kolesterol dalam darah dan lain sebagainya (Winastia, 2011). Serat nanas tersusun oleh berbagai komponen diantaranya yaitu selulosa, hemiselulosa, lignin, pektin, lemak dan komponen lain yang bersifat larut dalam air (Riama dkk., 2012). Kandungan selulosa pada kulit nanas sebanyak 23,39%, hemiselulosa 42,72%, dan lignin 4,03% (Chaokaur *et al.*, 2014). Sedangkan pada bonggolnya terdapat 28,53% selulosa, hemiselulosa 24,53% dan lignin 5,75% (Pardo *et al.*, 2014).

## 2.2 Enzim Bromelain

Enzim bromelain adalah jenis enzim proteolitik asal nabati yang dapat diekstrak dari tanaman nanas dimana enzim ini dapat menghidrolisis ikatan peptida pada kandungan protein menjadi asam amino.

Setiap 100 gram buah nanas mengandung 24-39 % enzim bromelin. Bromelain merupakan enzim proteolitik yang mampu menghidrolisis protein menjadi asam amino, enzim bromelain dapat diekstraksi dari batang, buah, mahkota bunga, bonggol, dan kulit nanas (Wiyati dan Tjitraesmi, 2018). Produksi enzim bromelain akan menghasilkan limbah berupa sampah bromelain, sampah bromelain ini berpotensi sebagai sumber bahan organik di alam yang berfungsi untuk penyubur tanah jika dapat terdekomposisi dengan sempurna.

### **2.3 Serasah**

Serasah merupakan sisa dari tanaman yang terdapat diatas tanah dan sudah mati yang mana akan terjadi dekomposisi dan mineralisasi secara alami (Aprianis, 2011). Serasah tanaman adalah organ tumbuhan seperti daun, batang, ranting, atau akar. Lepasnya organ tumbuhan tersebut merupakan peristiwa jatuhnya serasah yang terjadi diluar organ tumbuh-tumbuhan, peristiwa tersebut merupakan input bahan material organik pada tanah dan siklus hara serta aliran energi (Chairul, 2010).

Fungsi dari serasah sendiri yaitu sebagai penyimpanan air sementara, yang kemudian dialirkan secara bertahap dan bersamaan dengan bahan-bahan organik yang terlarut ke dalam tanah. proses dekomposisi pada serasah yang terdapat dalam tanah menghasilkan unsur hara yang penting bagi mikroorganisme tanah sebagai sumber makanan (Abdurachman dkk., 2008). Dalam proses penyuburan tanah dan tanaman, peran serasah bergantung pada laju produksi dekomposisinya. Komposisi serasah berperan penting dalam membentuk substrat yang baik bagi organisme pengurai (Aprianis, 2011).

### **2.4 Kompos**

Kompos merupakan sisa bahan organik yang berasal dari tanaman, hewan dan limbah organik yang telah mengalami proses dekomposisi atau fermentasi. Beberapa kegunaan kompos adalah memperbaiki struktur tanah, memperkuat

daya ikat zat hara, meningkatkan daya tahan dan daya serap air, memperbaiki sistem pengaliran dan pori-pori dalam tanah, serta menambah dan mengaktifkan unsur hara (Susetya, 2016). Menurut Musnawar (2007), tingkat kandungan hara kompos sangat ditentukan oleh bahan dasar, cara pengomposan, dan cara penyimpanan. Proses pengomposan bekerja dengan menurunkan C/N bahan organik hingga sama dengan C/N tanah ( $< 20$ ). Selama proses pengomposan, terjadi perubahan-perubahan unsur kimia yaitu: karbohidrat, selulosa, hemiselulosa, lemak, dan lignin menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ . Penguraian senyawa organik menjadi senyawa yang dapat diserap tanaman (Mulyatun 2016) melibatkan sejumlah organisme tanah termasuk bakteri, Fungi, protozoa, aktinomisetes, nematoda, cacing tanah, dan serangga.

Dari sekian banyak produk pengomposan yang telah berkembang, salah satunya adalah *Compost Tea* (Ingham, 2005). Sebagian mikroorganisme yang terkandung di dalam kompos memiliki kapasitas kompetisi hara yang tinggi, memproduksi senyawa antibiotik, dan bersifat predator atau parasit sehingga aplikasi kompos dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap gangguan penyebab penyakit (St. Martin, 2015). Manfaat utama dari teh kompos adalah:

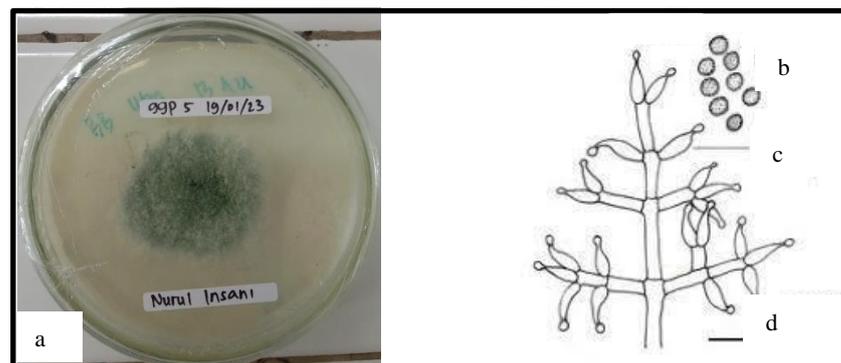
1. Meningkatkan kesehatan tanaman sehingga mengurangi penggunaan pestisida.
2. Penyedia suplai hara terlarut bagi tanaman sehingga mengurangi penggunaan pupuk kimia.
3. Meningkatkan populasi, diversitas dan aktivitas mikroorganisme tanah yang berperan dalam perbaikan struktur tanah, retensi air, penetrasi akar dan pertumbuhan tanaman (Recycled Organics Unit, 2006).

## 2.5 Fungi Ligninolitik

Lignin merupakan polimer yang tidak mudah diuraikan dan mengandung *hydroxycinnamyl alcohols* (atau monolignols), *coniferil alcohol*, dan *sinapyl alcohol* dengan jumlah kecil dari *p-coumaryl alcohol* (Vanholme *et al.*, 2010). Ikatan yang dapat dihidrolisis hanya sedikit karena strukturnya

heterogen dan kompleks. Lignin akan berhubungan dengan ikatan yang berbeda dan senyawa ini terkonsentrasi pada bagian lamella tengah serta lapisan dinding sel yang terbentuk pada proses lignifikasi yang terjadi pada jaringan tanaman (Steffen, 2003). Lignin dapat bertahan terhadap hidrolisis dikarenakan adanya ikatan aril eter yang terdiri atas karbon-oksigen (eter) dan karbon-karbon (C-C) (Parthasarathi *et al.*, 2011). Kandungan lignin sebanyak 30% dalam tumbuhan menyebabkan tumbuhan kuat terhadap serangan berbagai mikroorganisme (Orth *et al.*, 1993).

Kemampuan mendegradasi lignin akan sangat membantu mengembalikan unsur C pada bahan organik yang berasal dari tumbuhan sehingga membantu menyediakan kebutuhan hara tumbuhan (Yuleli, 2009). Mikroorganisme yang dapat membantu proses degradasi lignin salah satunya berasal dari golongan fungi yaitu *Trichoderma* sp. (gambar 2).



Gambar 2. (a) koloni *Trichoderma* sp. pada media PDA, (b) konidia, (c) fialid, (d) konidiofor. (sumber : Hoog *et al.*, 2000 dan dokumentasi pribadi)

Klasifikasi ilmiah dari *Trichoderma* sp. menurut Bisset (1991) adalah sebagai berikut :

Kerajaan : Fungi  
 Filum : Ascomycota  
 Kelas : Sordariomycetes  
 Bangsa : Hypocreales  
 Suku : Hypocreaceae

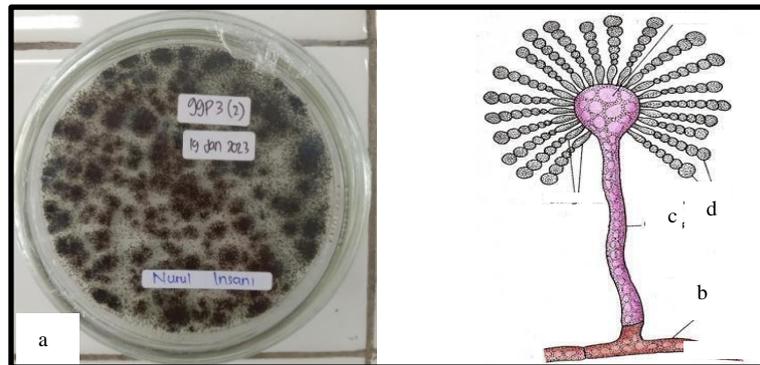
Marga : *Trichoderma*  
Jenis : *Trichoderma* sp.

Fungi *Trichoderma* sp. dikenal sebagai pengurai seresah karena fungi ini memiliki kemampuan untuk menghasilkan enzim kitinase, selulase, dan ligninase yang dapat menguraikan kitin, lignin dan selulosa yang tinggi menjadi senyawa yang lebih sederhana yang dapat diserap oleh tanaman. Pemberian *Trichoderma* sp. baik digunakan untuk dicampur dengan kompos karena dapat mempercepat waktu dekomposisi dan juga memperbaiki kualitas kompos. *Compost tea* memaksimalkan komunitas mikroorganisme dan memperpendek waktu pembuatan, dalam prosesnya melibatkan oksigenasi. Fungi mengubah senyawa-senyawa yang ada di dalam substrat untuk pertumbuhan dan pembentukan protein, sehingga hasil inokulasi merupakan bahan pakan dengan kandungan protein yang lebih tinggi. Selain itu terjadi juga perombakan senyawa-senyawa kompleks menjadi sederhana, perombakan ini terjadi karena proses fermentasi. Fungi memproduksi enzim yang melakukan perombakan terhadap senyawa - senyawa yang kompleks. Agen hayati cendawan *Trichoderma* sp. ini mampu mendekomposisi lignin, selulosa, dan kitin dari bahan-bahan organik menjadi unsur hara yang siap untuk diserap oleh tanaman (Lehar, 2012).

## 2.6 Fungi Selulolitik

Selulosa merupakan polisakarida yang ditemukan pada tanaman sebagai komponen penting pembentuk dinding sel yang keberadaannya sangat melimpah di biosfer (Tymoczko *et al.*, 2010). Selulosa merupakan polimer dari glukosa, semua monomer glukosa dalam selulosa berada dalam konfigurasi  $\beta$  (beta) (Campbell *et al.*, 2002). Selulosa dirombak oleh mikroba selulolitik dengan bantuan enzim selulase. Salah satu mikroba perombak selulosa adalah Fungi selulolitik. Selulosa dari sisa tumbuhan dan organisme lain diurai oleh mikroba menjadi senyawa sederhana berupa glukosa, CO<sub>2</sub> dan hidrogen yang sangat berguna sebagai zat hara bagi tumbuhan dan organisme tanah lainnya (Oramahi dkk., 2003). Salah satu mikroorganisme tanah tersebut adalah fungi.

Fungi yang paling umum dijumpai di tanah adalah *Aspergillus* sp. Gambar fungi *Aspergillus* sp. ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. (a) koloni *Aspergillus* sp. pada media PDA, (b) sel kaki, (c) konidiofor, (d) rantai konidia.(sumber : Hoog *et al.*, 2000 dokumentasi pribadi )

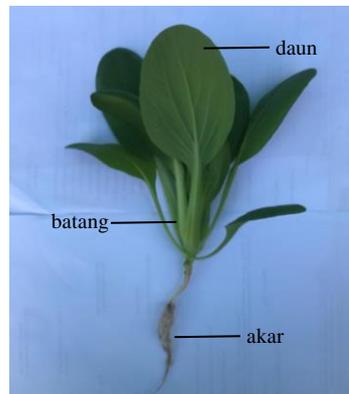
Klasifikasi ilmiah menurut Alexopoulos *et al.*, (1996) sebagai berikut:

Kerajaan : Fungi  
 Filum : Ascomycota  
 Kelas : Ascomycetes  
 Bangsa : Eurotiales  
 Suku : Trichocomaceae  
 Marga : *Aspergillus*  
 Jenis : *Aspergillus* sp.

*Aspergillus* sp. adalah fungi aerob yang dapat digunakan dalam dalam proses fermentasi karena memiliki kelebihan dalam penggunaan substrat terutama yang berasal dari limbah pertanian karena mampu menghasilkan enzim-enzim pengurai seperti amilase, selulase, dan amiloglucosidase. Fungi *Aspergillus* sp. merupakan mikroorganisme eukariot, saat ini diakui sebagai salah satu diantara beberapa makhluk hidup yang memiliki daerah penyebaran paling luas serta berlimpah di alam (Mizani dkk., 2016). Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa *Trichoderma* sp. memiliki kemampuan pendegradasi sampah paling tinggi, kemudian diikuti *Aspergillus* sp. dan *Fusarium* sp. (Kadarmoidheen *et al.*, 2012).

## 2.7 Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa L.*)

Pakcoy (*Brassica rapa L.*) adalah jenis tanaman sayur-sayuran yang termasuk keluarga Brassicaceae. Berikut merupakan gambar dari tanaman pakcoy



Gambar 4. Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa L.*)

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Tumbuhan pakcoy berasal dari China dan telah dibudidayakan setelah abad ke-5 secara luas di China selatan dan China pusat serta Taiwan. Saat ini pakcoy dikembangkan secara luas di Filipina, Malaysia, Indonesia dan Thailand (Setiawan, 2014). Menurut Setiawan dkk., (2014), Klasifikasi tanaman sawi pakcoy adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Spermatophyta
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Rhoadales
Famili	: Brassicaceae
Genus	: <i>Brassica</i>
Spesies	: <i>Brassica rapa L.</i>

Daun pakcoy bertangkai, berbentuk oval, berwarna hijau tua, dan mengkilat, tidak membentuk kepala, tumbuh agak tegak atau setengah mendatar, tersusun dalam spiral rapat, melekat pada batang yang tertekan. Tangkai daun, berwarna putih atau hijau muda, gemuk dan berdaging. Tanaman

mencapai tinggi 15–30 cm. Pakcoy mempunyai kecocokan terhadap iklim, cuaca dan tanah diIndonesia sehingga bagus untuk dikembangkan. Tanaman pakcoy (*Brassica rapa L.*) termasuk dalam jenis sayur sawi yang mudah diperoleh dan cukup ekonomis.

Pakcoy merupakan tanaman semusim yang hanya dapat dipanen satu kali. Pakcoy dapat dipanen pada umur 40-60 hari (ditanam dari benih) atau 25-30 hari (ditanam dari bibit) setelah tanam (Prastio, 2015). Daerah penanaman yang cocok adalah mulai dari ketinggian 5 meter sampai dengan 1.200 meter di atas permukaan laut. Tanaman pakcoy dapat tumbuh baik di tempat yang bersuhu panas maupun bersuhu dingin sehingga dapat diusahakan dari dataran rendah maupun dataran tinggi. Meskipun demikian pada kenyataannya hasil yang diperoleh lebih baik di dataran tinggi. Tanaman pakcoy tahan terhadap air hujan sehingga dapat di tanam sepanjang tahun, pada musim kemarau yang perlu diperhatikan adalah penyiraman secara teratur (Setiawan dkk., 2015).

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni – Desember 2022 di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

#### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: Botol kaca gepeng ukuran 250 ml, cawan petri, tabung reaksi, jarum ose runcing, erlenmeyer, lampu spiritus, pipet volumetri, bola hisap, spatula, pinset, neraca analitik, gelas ukur, rak tabung reaksi, *vortex mixer*, kulkas, *hot plate* dan *magnetic stirrer*, *haemocytometer*, keranjang sampah, pipet tetes, *beaker glass*, mikroskop, alat tulis, corong, alat siram tanaman, blender, timbangan analitik, oven, autoklaf, aerator, ember, dan penggaris.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: Isolat fungi *Trichoderma* sp. (Bioggp 5) dan Isolat fungi *Aspergillus* sp. (Bioggp 3) (koleksi pribadi Dr. Bambang Irawan, M.Sc.), media *Potato Dextrose Agar* (PDA), sorgum, beras,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaSO}_4$ , akuades, antibiotik kloramfenikol 100 mg/ 1.000 ml, alkohol, spiritus, etanol, sampah bromelain kering (berasal dari PT GGP (*Great Giant Pineapple*) Lampung), air, polybag, tanah, dan kardus.

### 3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan. Tahapannya yaitu: (1) Pembuatan inokulum fungi, (2) Aplikasi inokulum fungi pada campuran sampah bromelain, (3) Penyemaian dan penanaman pakcoy (4) Pembuatan ACT dan NACT, (5) Aplikasi ACT & NACT pada tanaman Pakcoy dan (6) Pemeliharaan. Penelitian ini dilakukan dengan 7 perlakuan (A0, A1, A2, A3, A4, A5, dan A6) dilakukan sebanyak 3 kali ulangan dengan kompos yang di aerasi, sehingga total polybag yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 21 polybag dengan volume 5 kg/polybag. ACT di aerasi dengan waktu aerasi 72 jam, berikut uraiannya :

**Tabel 1.** Tata letak Polybag Penanaman Pakcoy

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

Keterangan :

A0 = Kontrol

A1 = 75 ml ACT (50 %)

A2 = 75 ml NACT (50 %)

A3 = 112,5 ml ACT (75%)

A4 = 112,5 ml NACT (75%)

A5 = 150 ml ACT (100%)

A6 = 150 ml NACT (100%)

U1-U3 = Ulangan 1-3

### 3.4 Prosedur Kerja

Isolat Fungi *Aspergillus* sp. dan *Trichoderma* sp. diperoleh dari koleksi pribadi Dr. Bambang Irawan, M.Sc yang sudah dilakukan pengujian sifat biokimia, sehingga didapatkan hasil fungi dengan kode bio GGP 3 (selulolitik) dan bio GPP 5 (ligninolitik).

#### 3.4.1 Pembuatan stok media PDA (*Potato Dextrose Agar*)

Stok media PDA dibuat dengan menggunakan metode Malloch (1981) yaitu untuk membuat 500 ml PDA dibutuhkan kentang sebanyak 250 gr, *dextrose* 10 gr, agar kering 7,5 gr, dan aquades sebanyak 500 ml. kentang dipotong kecil-kecil seperti dadu dimasukkan kedalam beaker glass yang sudah berisi akuades sebanyak 500 ml, lalu dipanaskan hingga mendidih dan tekstur kentang menjadi lunak. Setelah itu pisahkan air rebusan kentang, lalu dimasukkan *dextrose* 10 gr dan agar 7,5 gr, dipanaskan kembali diatas *hotplate* dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* hingga campuran bahan menjadi larut, kemudian dimasukkan kedalam erlenmeyer dan disterilkan menggunakan autoklaf selama 15 menit. Media yang telah steril kemudian ditambahkan dengan antibiotik kloramfenikol sebanyak 100 mg/1000 ml. Media siap digunakan dan dapat disimpan di kulkas untuk penggunaan berikutnya.

#### 3.4.2 Peremajaan Fungi *Aspergillus* sp. dan *Trichoderma* sp.

Fungi *Trichoderma* sp. dan *Aspergillus* sp. dari stok kultur diambil satu ose dan diinokulasikan pada media PDA yang sudah padat di cawan petri yang berbeda, lalu diinkubasi selama 7-14 hari pada suhu ruang.

#### 3.4.3 Pembuatan Inokulum Fungi *Aspergillus* sp. dan *Trichoderma* sp.

Media inokulum yang digunakan merupakan modifikasi Gaid *et al.*, (2009), beras dan sorgum. Pembuatan media inokulum terlebih dahulu

dilakukan dengan pembuatan larutan  $\text{CaSO}_4$  4% dan  $\text{CaCO}_3$  2% (w/v). Untuk membuat larutan  $\text{CaSO}_4$  4% dan  $\text{CaCO}_3$  2% dilakukan dengan disiapkan 40 gr  $\text{CaSO}_4$  4% padat dan 20 gr  $\text{CaCO}_3$  2% padat. Masing-masing bahan dilarutkan ke dalam 1000 ml akuades pada *beaker glass* yang berbeda dan diaduk hingga merata. Dilakukan pembuatan media inokulum dengan menimbang beras dan sorgum masing-masing sebanyak 60 gr dan dimasukkan kedalam botol kaca gepeng steril ukuran 250 ml lalu ditambahkan larutan  $\text{CaSO}_4$  4% dan  $\text{CaCO}_3$  2% masing-masing sebanyak 7 ml. Metode ini merupakan metode modifikasi Irawan dkk., (2017). Larutan tersebut berfungsi untuk menjaga kelembaban dan penambah nutrisi pada media inokulum. Botol kaca disumbat dan disterilkan dengan autoklaf selama 15 menit. Media didiamkan hingga suhunya turun seperti suhu ruang, lalu diinokulasikan 1 ose biakan *Aspergillus* sp. dan 1 ose biakan *Trichoderma* sp. pada botol yang berbeda. Ditungkat kembali dengan sumbat yang dilapisi dengan plastik wrap kemudian inkubasi pada suhu 37° C selama 14 hari.

#### **3.4.4 Pengaplikasian Inokulum Fungi *Aspergillus* sp. dan *Trichoderma* sp. pada Sampah Bromelain**

Bahan kompos yang digunakan adalah sampah bromelain. Sampah bromelain didapatkan dari PT GGP Lampung. Metode pengomposan dilakukan berdasarkan modifikasi metode Ustuner *et al.*, (2009) yaitu 2:1 (w/w) untuk vegetasi tanaman dan kotoran hewan. Ditambahkan inokulum *Trichoderma* sp. 1 % dan *Aspergillus* sp. 1% dari berat bahan kompos (Gairind *et al.*, 2009). Komposisi kompos sampah bromelain yaitu: 2 kg sampah bromelain + 1 kg kotoran sapi + 15 g inokulum fungi *Trichoderma* sp. + 15 g inokulum fungi *Aspergillus* sp.

Proses pengomposan dilakukan dengan menggunakan keranjang berlubang yang dilapisi dengan kardus. Kompos disiram dengan air secukupnya hingga kadar kelembaban 60 % kemudian ditutup dengan

menggunakan kardus pada bagian atas keranjang. Kompos diaduk setiap 7 hari sekali untuk memberikan aerasi dan menjaga agar proses dekomposisi berjalan dengan optimal. Inkubasi dilakukan selama 12 minggu, kompos yang telah matang ditandai dengan perubahan warna yang menjadi kehitaman.

#### **3.4.5 Persiapan Pembuatan ACT**

Pembuatan ACT dilakukan dengan merendam kompos matang dalam air dengan perbandingan 1: 5 w/v (kompos : air) pada suhu ruang (Naidu *et al.*, 2012). Maka dibutuhkan 200 gr kompos padat untuk kemudian dilarutkan dalam air sebanyak 1.000 ml. Campuran air dan kompos diaerasi menggunakan pompa akuarium (aerator) dengan waktu aerasi, yaitu 72 jam.

#### **3.4.6 Penanaman Benih Pakcoy**

Penanaman benih pakcoy dilakukan setelah dilakukan persemaian dengan merendam benih pakcoy selama 10-15 menit untuk menyeleksi benih yang kurang baik. Benih yang digunakan untuk penelitian adalah benih yang tenggelam Ketika direndam. Kemudian benih di tanam di tray semai, penyemaian biji pakcoy dilakukan selama 6-8 hari dan dilakukan penyiraman pada sore hari untuk menjaga kelembapan tanah. Setelah itu, bibit yang telah tumbuh ditanam ke dalam polybag yang berisi 5 kg tanah.

#### **3.4.7 Perlakuan Pemberian ACT dan NACT dan Pemeliharaan**

Berdasarkan modifikasi dari penelitian Kroirunnisa dkk., 2021 pemberian ACT dan NACT dengan dosis 75 ml, 112 ml dan 150 ml dilakukan sekali dalam seminggu pada pagi hari dengan cara disiramkan pada tanah dan disemprotkan ke seluruh permukaan daun (Kim *et al.*, 2015). Pemberian ACT dan NACT pada tanaman pakcoy dilakukan selama lima minggu. Pelaksanaan pemeliharaan tanaman

yaitu meliputi: penyiraman, dan penyiangan. Penyiraman dilakukan pada pagi hari menggunakan air secukupnya. Penyiangan dilakukan dengan cara mencabut gulma yang tumbuh di dalam polybag menggunakan tangan, hal ini dilakukan agar tidak ada gulma yang mengganggu pertumbuhan tanaman pakcoy.

### **3.4.8 Parameter yang diamati**

Pengamatan pertumbuhan tanaman pakcoy dilakukan selama lima minggu setelah tanam. Parameter pada penelitian ini terdiri dari:

#### **3.4.8.1 Tinggi Tanaman**

Pengukuran tinggi tanaman pakcoy dilakukan dari pangkal batang sampai titik tumbuh dengan menggunakan penggaris. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan 7 hari sekali (Pratami dkk., 2015).

#### **3.4.8.2 Jumlah Daun**

Jumlah daun dihitung berdasarkan banyaknya daun yang muncul pada tanaman pakcoy yang telah mekar sempurna. Pengamatan Jumlah daun dilakukan 7 hari sekali (Pratami dkk., 2015).

#### **3.4.8.3 Berat Segar dan Kering Tanaman (g)**

Berat segar tanaman adalah berat tanaman setelah dipanen sebelum tanaman tersebut layu dan kehilangan air (Salisbury, 1995). Pengamatan berat segar tanaman dilakukan dengan menimbang seluruh bagian tanaman dengan menggunakan timbangan analitik. Pengamatan dilakukan diakhir penelitian.

Pengamatan berat kering tanaman dilakukan dengan cara tanaman dijemur di bawah sinar matahari atau di oven dengan

suhu 40° C sampai beratnya konstan, kemudian tanaman ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik.

#### 3.4.8.4 Rasio Akar/Pucuk (g)

Rasio akar pucuk ditentukan dengan membagi berat akar dan berat pucuk dan dinyatakan dalam bentuk gram (gr), perhitungan rasio akar/pucuk ini dilakukan untuk mengetahui mutu suatu bibit (Pratami dkk., 2015).

#### 3.4.8.5 Kadar Klorofil (mg/L)

Kadar Klorofil Analisis kadar klorofil a, b, dan total dilakukan pada hari terakhir pengamatan. Bahan yang digunakan untuk analisis klorofil yaitu daun pakcoy mengikuti metode Miazek (2002) dengan menggunakan spektrofotometer. Daun pakcoy ditimbang sebanyak 0,1 g, kemudian ditumbuk dengan mortar lalu diberi 10 ml ethanol 96 %. Larutan disaring dengan kertas saring lalu dimasukkan ke dalam flakon lalu ditutup rapat. Larutan sampel dan larutan standar (ethanol 96 %) diambil sebanyak 1 ml, kemudian dimasukkan ke dalam kuvet. Setelah itu dilakukan pembacaan serapan dengan spektrofotometer UV pada panjang gelombang (A) 648 dan 664 nm. Untuk menghitung kadar klorofil 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:

$\lambda 664$  Nilai absorbansi pada panjang gelombang 664 nm

$\lambda 648$  Nilai absorbansi pada panjang gelombang 648 nm

V = Volume ethanol

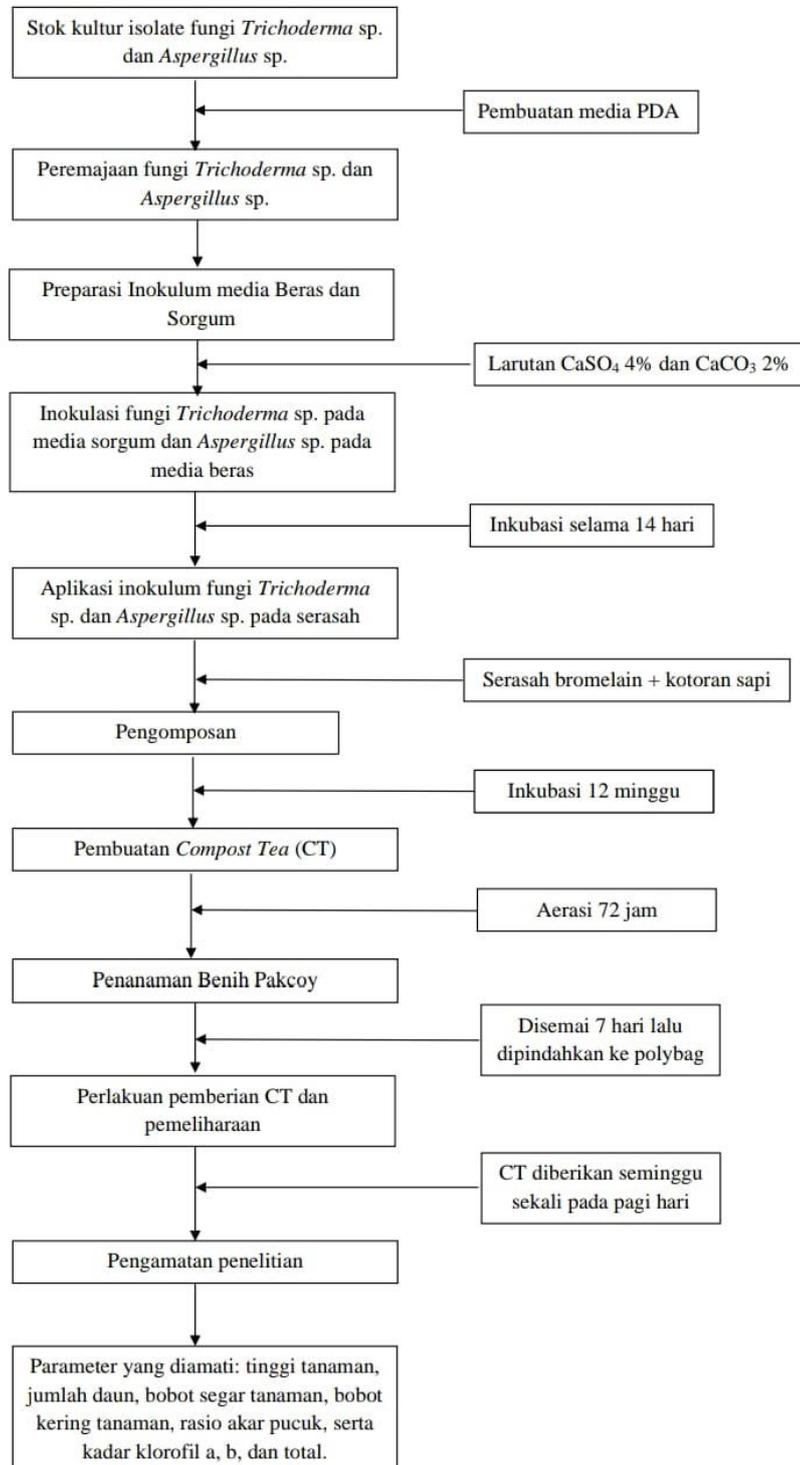
W = Berat daun yang di ekstrak

### **3.5 Analisis Data**

Data yang diperoleh dari hasil penelitian ini dianalisa secara statistik menggunakan Statistical Product and Service Solutions (SPSS) dengan metode uji Analysis of Variance (ANOVA)  $\alpha = 5\%$ . Jika terdapat beda nyata dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan selang kepercayaan 5%.

### 3.6 Diagram Alir

Tahapan penelitian yang akan dilakukan tertera pada diagram alir berikut:



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

1. Perlakuan pemberian CT sampah bromelain terinduksi inokulum fungi selulolitik *Aspergillus* sp. (bio GGP 3) dan Ligninolitik *Trichoderma* sp. (bio GGP 5) dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.), yaitu berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman; berat segar; berat kering; rasio akar tajuk; dan kadar klorofil, tetapi tidak berpengaruh nyata pada pertumbuhan daun.
2. CT sampah bromelain terinduksi inokulum fungi selulolitik *Aspergillus* sp. (bio GGP 3) dan Ligninolitik *Trichoderma* sp. (bio GGP 5) dengan dosis 75% (112,5 ml) efektif untuk pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada parameter tinggi tanaman; jumlah daun; berat segar; berat kering; rasio akar tajuk; serta kadar klorofil a, klorofil b, dan klorofil total.

### 5.2 Saran

1. Perlu adanya penelitian lanjutan terhadap *Compost Tea* bromelain pada masing-masing fungi dengan dosis yang berbeda dan dengan waktu aerasi yang berbeda.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai kandungan hara pada media tanam sesudah maupun sebelum perlakuan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, A. A., Dariah, dan A. Mulyani. 2008. Strategi dan Teknologi Pengelolaan Lahan Kering Mendukung Pengadaan Pangan Nasional. *Jurnal Litbang Pertanian*. 27 (2) : 43-49.
- Adawiyah, R. 2010. *Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Kulit Nanas (Ananas comosus (L.) Merrr.) Dan Lama Pemeraman Terhadap Randemen Dan Kualitas Minyak Kelapa (Cocos nucifera L.) skripsi*. Faklitas Sains dan Teknologi. UIN Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Aprianis, Y. 2011. *Produksi dan Laju Dekomposisi Serasah Acacia crassicarpa A. Cunn. Di PT. Arara Abadi Balai Penelitian Hutan Penghasil Serat*. 4 (1) hal 41-47.
- Alexpoulus, C. J., Mims, C. W., and Blackwell, M. 1996. *Introductory Micology Fundamental of the fungi*. Prentice Hall. New Jersey. 470-476.
- A., Lehninger. 2008. *Dasar-Dasar Biokimia, terj. Maggy Thenawidjaja*. Jakarta: Erlangga.
- Arifiansyah, Sidik., R. Nurjasmu, Ruswadi. 2020. Pengaruh Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Klorofil Wheatgrass. *Jurnal Ilmiah Respati* Vol 11 (2).
- Ayuningtyas, W. C. 2019. Kelimpahan Mikroplastik Pada Perairan di Banyuurip, Gresik, Jawa Timur. *Journal of fisheries and marine research*. Vol. 3 No.1, 41-45.
- BPS, 2022. *Statistik Tanaman Buah-buahan dan Sayuran Tahunan Indonesia*. <https://www.bps.go.id/indicator/55/61/1/produksi-tanaman-sayuran.html> (diakses pada hari Rabu, 25 Mei 2022).
- Bartholomew. D.P., R.E. Paull, and K.G. Rohrbaach (eds). 2003. *The pineapple: botany, production, and uses*. CABI, Wallingford, UK.301p.

- Barokah, R., Sumarsono, dan A. Darmawati. 2017. *Respon pertumbuhan dan produksi tanaman sawi Pakcoy (Brassica chinensis L.) akibat pemberian berbagai jenis pupuk kandang*. J. Agro Complex. 1(3): 120-125.
- Bisset, J. 1991. *A revision of the genus Trichoderma sp. II Infrageneric classification*. Can. J. Bot. Vol 69 : 2357-2372.
- Campbell, N. A., Reece, Jane B., dan Mitchell, Lawrence G., 2002. *Biologi edisi kelima*. Erlangga, Jakarta, 67-69.
- Chaokaur, A., Laikhonburi, Y., Kunmee, C., Santhong, C., Chimthong, S. (2014). Evaluation of nutritive value and sugar carbohydrate of pineapple residue. *Jurnal Khon Kaen Agr.* 42: 301-306. Columbia University Press. New York.
- Chairul. 2010. *Laju dekomposisi serasah daun beberapa jenis pohon pionir di plot permanen Hutan Penelitian dan Pendidikan Biologi (HPPB) Universitas Andalas Padang*. Prosiding seminar dan rapat tahunan BKS-PTN Wilayah 2,10-11 Mei 2010.
- Cardoba, A.M., Ferraz, A, and Machuca, A. 2003. Wood biodegradation and enzym production by Ceriporiopsis subvermispora guring solid state fermentation of Eucalyptus grandis. *Journal Enzyme Microb Technol.* 32 : 59-65.
- Caceres, R., N. Coromina, K. Malin´ska, 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. *Journal Bioresource Technology.*179: 398-406.
- De Hoog, G.S., Guarro, J., and Figueras, M.J., 2000. *Atlas of Clinical Fungi 2nd ed.* Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht.
- Dewi, Y.S. dan Treesnowati. 2012. Pengolahan sampah skala rumah tangga menggunakan metode composting. *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik LIMIT'S.* 8(2): 35-48.
- Deepthi, K.P., and P.N. Reddy. 2013. Compost tea- an organic source for crop disease management. *Jornal Innov.Biol.Res.* 2(1): 51-60.
- Dwidjoseputro, 1994. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Jakarta : Djambatan.

- Gabriel BP, Riyatno. 1989. *Metarhizium anisopliae (Metch) Sor: Taksonomi, Patologi, Produksi dan Aplikasinya*. Jakarta: Direktorat Perlindungan Tanaman Perkebunan, Departemen Pertanian.
- Gaind, S., L. Nain, and V.B. Patel. 2009. Quality evaluation of co-composted wheatstraw, poultry droppings and oil seeds cakes. *Journal Biodegradation*. 20: 307-317.
- Gautam, S. S.; Mishra, S. K.; Dash, V.; Goyal, A. K. and Rath, G. (2010). Comparative Study of Extraction, Purification and Estimation of Bromelain from Stem and Fruit of Pineapple Plant. *Thai Journal Pharmaceutical Science*. 34: 67-76.
- Gardner FB, Pearce RB, & Mitchell RL. (1991). *Physiology of crop anatomy*. Diterjemahkan oleh H. Susilo. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Haryadi, Dede, Yetti, Husna, & Yoseva, Sri. (2015). *Pengaruh pemberian beberapa jenis pupuk terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kailan (Brassica alboglabra L.)*. Riau University.
- Hegazy, M. I., E. I. Hussein, and A. S. Ali. 2015. Improving physico-chemical and microbiological quality of compost tea using different treatments during extraction. *African Journal of Microbiology Research*. 9 (11): 764-770.
- Ingham, E. R. 2005. *The compost tea brewing manual*. Soil Foodweb Inc. Oregon, USA.
- Indrakusuma, 2000. *Proposal Pupuk Organik Cair Suora Alam Lestari*. Yogyakarta: Surya Pratama Alam.
- Irawan, B., A. W. Septitasari, Zulkifli, T. T. Handayani, Damsir, 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 annum L.*). *J Pure Appl Microbiol*. 13 (2): 815-821
- 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.

- Kadarmoidheen M, Saranraj P, Stella D. 2012. Effect of cellulolytic fungi on the degradation of cellulosic agricultural wastes. *Journal Appl Microbil Sci 1* (2):13-23.
- Kartika, A. A. 2007. Isolasi dan Degradasi Hemiselulosa dari Tongkol Jagung Secara Enzimatis. Thesis, FMIPA, Universitas Airlangga, Surabaya.
- Khoirunisa, S., B. Irawan, Agustrina R, E. Nurcahyani, S. Wahyuningsih, 2021. Penggunaan Compost Tea yang Diinduksi Inokulum Fungi Lignoselulolitik Pada Media Tanam Cocopeat Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kailan (*Brassica oleracea* L.). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. Vol. 21 (1): 78-84
- Kim, K.H. and Hong, J., 2001. Supercritical CO<sub>2</sub> Pretreatment of Lignocellulose Enhances Enzymatic Cellulose Hydrolysis. *Bioresource Technol.* 77(2), 139-144
- Kim, M.J., C.K. Shim, Y. K. Kim, S. J. Hong, J. H. Park, E. J. Han, J. H. Kim, S. C. Kim. 2015. Effect of aerated compost tea on the growth promotion of lettuce, soybean, and sweet corn in organic cultivation. *Plant Pathol. J.* 3 (3): 259- 268.
- Kilham, W. 2006. The First Of The Occurrence Of Anthracnose Disease Caused By *Colletotrichum gloeosporoides* (Penz) Penz. And Sacc. On Dragon Fruit (*Hylcercus*). *American Journal Of Applied Science.* 6(5); 902-912.
- Lankinen, P. 2004. *Ligninolytic enzymes of basidiomycetous fungi agaricus bisporus and phlebia radiate on lignisellulose-containing media.* academic dissertation in microbiology.
- Lehar, L. 2012. Pengujian Pupuk Organik Agen Hayati (*Trichoderma* sp) terhadap Pertumbuhan Kentang (*Solanum tuberosum* L). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan* 12(2).
- Lehninger, L. A., 2008, *Biochemistry*. Worth Publisher Inc., USA
- Lingga, P dan Marsono. 2001 Petunjuk Penggunaan Pupuk. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Lynd, L. R., Weimer, P. J., Zyl, W. H. V., & Pretorius, I. S. (2002). *Microbial cellulose utilization: fundamentals and biotechnology*. *Microbiology and Molecular Biology Reviews.* 66(3), 506-577.

- Malloch, D. 1981. *Moulds Isolation, Cultivation, Identification, Mycology*. Toronto:Departement of Botany, University of Toronto.
- 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 Tanama.*, Vol. 1, No.2, Hal. 143-151 (Oktober 2012), ISSN 2301-7287.
- Mas'ud, H. 2009. Sistem Hidroponik dengan Nutrisi dan Media Tanam Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Selada. *Jurnal. Media Litbang Sulteng*. 2 (2): 131-136.
- Mizani K.D, Suharti N, Amir A, 2016. *Identifikasi Pertumbuhan Jamur Aspergillus sp Pada Roti Tawar Yang Dijual di Kota Padang Berdasarkan Suhu dan Lama Penyimpanan*. FK UNAND.
- Murtius, W. S. 2018. *Modul Praktek Dasar Mikrobiologi*. Padang: Universitas Andalas.
- Musnawar. 2007. *Petunjuk Penggunaan Pupuk Kalsium dan Magnesium*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Mulyatun. 2016. Sumber Energi Terbarukan dan Pupuk Organik dari Limbah Kotoran Sapi. *Jurnal Pertanian*. 16(1):191-214.
- Miazek K. 2002. *Chlorophyll Extraction From Harvested Plant Material*. Supervisor. Ha. Inz. Stainslaw Lekadowicz
- Nuraini, D., 2014. *Aneka daun berkhasiat untuk obat*. Yogyakarta: Gava Media.
- Naidu, Y., Meon, S., dan Siddiqui, Y. 2012. In vitro and in vivo evaluation of microbial-enriched compost tea on the development of powdery mildew on melon. *Journal Bio Control*. 57: 827-836.
- Nyakpa, M.y, Am Lubis, M.A. Pulung, Ghaffar Amrah, All Munawae, Go Ban Hon dan N. Hakim. 1988. *Kesuburan Tanah*. Universitas Lampung. Lampung.
- Orth AB, Royse DJ, Tien M. 1993. Ubiquity of lignin peroxidase among various wood-degradation fungi. *Journal Environ Microb*. 59(12):4017-4023

- Oramahi H.A., Darmadji P., Haryadi. 2003. *Optimasi Kadar Asam dalam Asap Cair dari Kayu Karet dengan RSM*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Parthasarathi R, Romero RA, Redondo A, Gnanakaran S. 2011. Theoretical Study of The Remarkably Diverse Linkages in Lignin. *The Journal of Physical Chemistry Letters*. 2: 2660-2666.
- Pardo, M. E. S., M. E. R. Casselis, R. M. Escobedo, and E. J. Garcia. 2014. Chemical characterisation of the industrial residues of the pineapple (*Ananas comosus*). *Journal of agricultural Chemistry and Environment*. 3: 53-56.
- Pereira, da S.A., B.L. Carlos., F.J. Cezar., R. Ralisch., M. Hungria., and G.M. De Fatima, 2014. Soil Structure and Its Influence On Microbial Biomass In Different Soil and Crop Management Systems. *Soil & Tillage Research*. Vol.142, pp. 42-53.
- Prastio, U. 2015. *Panen Sayuran Hidroponik Setiap Hari*. Yogyakarta: PT Agro Media Pustaka.
- 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.
- Rahmina, W., Nurlaelah., Handayani. 2017. Pengaruh Perbedaan Komposisi Limbah Ampas Tahu Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa L.*). *Quaagga*, Volume 9 No.2, 38-46.
- Rakhmat. F, H. Fitri, 2007. *Budidaya dan Pasca Panen nanas*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, Kalimantan Timur.
- Riama, E. 2012. *Keanekaragaman Genetik Nenas (Ananas comosus (L.) Merr.) di Kabupaten Kampar Provinsi Riau Berdasarkan Karakterisasi Morfologi dan Pola Pita Isozim Peroksinase*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Riau.
- Recycled Organics Unit. 2006. *Overview of compost tea use in New South Wales*. [www.recycledorganics.com](http://www.recycledorganics.com) (diakses pada 20 mei 2022).

- Rosdiana, Rosdiana. (2015). Pertumbuhan Tanaman Pakcoy Setelah Pemberian Pupuk Urin Kelinci. *Jurnal Matematika Sains Dan Teknologi*, 16(1), 1–9.
- Salisbury, F.B. dan C.W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan*. Penerjemah: Diah R., Lukman dan Sumaryono. Jilid 1. Edisi Keempat. Penerbit ITB. Bandung.
- Samson, J. A. 1986. *Tropical Fruits. Second edition*. Longman Group. London. 336 p.
- Saskiawan I. 2015. Penambahan inokulan mikroba selulolitik pada kompos jerami padi untuk substrat jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*). *Jurnal Biologi Indonesia*. 11(2): 187-193.
- Scheuerell, S. and W. Mahaffee. 2002. Compost tea: principles and prospects for plant disease control. *Compost Science and Utilization* 10 (4): 313-338.
- Sitompul, M. dan B. Guritno. 1995. Analisis Pertumbuhan Tanaman. Universitas Gadjah Mada Press. Yogyakarta.
- St Martin, C.C.G. 2015. *Meningkatkan penekanan tanah menggunakan kompos danteh kompos*. Dalam: M.K. Meghvansi, A. Varma (eds.), Amandemen Organik dan Penekanan Tanah dalam Manajemen Penyakit Tanaman, Biologi Tanah 46. Springer International Publishing. Swiss.
- Suprianto, Cahyo, 2016. *Tanam buah Anda sendiri - panduan praktis untuk menanam 28 tanaman buah populer di kebun*. Yogyakarta: Penerbit Lily, Penerbit Dan.
- Setiawan I.G.P., Ainin N., Kus H., and Sri Y. 2015. Pengaruh Dosis Vermikompos Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa L.*) dan Perubahan Beberapa Sifat Kimia Ultisol di Taman Bogo. *Jurnal Agrotech Tropis*. Jil. 3(1): 170-173.
- Supiandi, J. 1999. *Produksi enzim kitinase dan selulase Trichoderma sp. isolat perkebunan lada di Lampung*. Skripsi-S1. Jurusan Kimia FMIPA-UR, Pekanbaru
- Suprianto, E. 1998. Evaluasi beberapa varietas dan galur padi pada kondisi kekeringan. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

- Susie, R.H. 2017. Pengaruh Konsentrasi dan Interval Waktu Pemberian Pupuk Organik Cair Limbah Nabati Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa L.*). *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. Jil. 7(1):43-53.
- Sudantha, I.M., B. Supeno, Tarmizi dan N.M.L. Ernawati. 1999. *Pemanfaatan Jamur Trichoderma harzianum Sebagai Fungisida Mikroba untuk Pengendalian Patogen Penular Tanah pada Kedelai dan Tanaman Semusim Lainnya di Nusa Tenggara Barat*. Laporan Penelitian Hibah Kompetitif DP3M Dikti Fakultas Pertanian Universitas Mataram. 52 hal.
- Susetya, D. 2016. *Panduan Lengkap Pembuatan Pupuk Organik untuk Tanaman Pertanian dan pertanian*. Perpustakaan Pers baru. Yogyakarta. 194 halaman.
- Steffen KT. 2003. *Degradasi biopolimer bandel dan hidrokarbon aromatik polisikoleh jamur basidiomycetous pengurai serasah*. [Desertasi]. Universitas Helsinki. 69 hal.
- Tymoczko, J. L., Jeremy M. B., Lubert Stryer, 2010. *Biochemistry: A Short Course*. WH Freeman and Company. New York.
- Ustuner, O., S. Wininger, V. Gadkar, H. Badani, M. Raviv, N. Dudai, S. Medina, and Y. Kapulnik. 2009. Evaluation of different compost amendments with amfungal inoculum for optimal growth of chives. *Compost Science and Utilization*. 17 (4): 257-265.
- Vanholme R, Demedts B, Morreel K, Ralph J, Boerjan W. 2010. *Lignin Biosynthesis and Structure*. [www.plantphysiol.org/content/153/3/89](http://www.plantphysiol.org/content/153/3/89) (Diakses pada tanggal 20 mei 2022).
- Wahyuningtyas, Esther Arie (2019). *Karakterisasi Dan Identifikasi Keragaman Jamur Tiram Di Kabupaten Malang, Jawa Timur*.
- Winastia, B. 2011. *Analisa Asam Amino pada Enzim bromelain dalam buah nanas. (Ananas comosus (L.) Merrr.) menggunakan spektrofotometer*. Tugas Akhir Program Studi Diploma III Prodi Teknik Kimia. Semarang. Universitas Diponegoro.
- Wiyati, P. L., & Tjitraesmi, A. 2018. Review: Karakterisasi, Aktivitas Dan Isolasi Enzim Bromelin Dari Tumbuhan Nanas (*Ananas Sp.*). *Farmaka*. 16(2), 179-185.

- Yuleli. 2009. *Penggunaan Beberapa Jenis Fungi untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Karet (Hevea brasiliensis) di Tanah Gambut*. [Tesis]. Universitas Sumatera Utara, Sekolah Pascasarjana. Program Studi Biologi.
- Yuniarti, A., Suriadikusumah, A. dan Gultom2, J. U. 2017. Pengaruh pupuk anorganik dan pupuk organik cair terhadap ph, n-total, c-organik, dan hasil pakcoy pada inceptisols. *Prosiding Pertanian Dan Tanaman Herbal Berkelanjutan Di Indonesia*. 213-219.

