

**PENGARUH PEMBERIAN KOMPOS PADAT SAMPAH BROMELAIN
TERINDUKSI *Trichoderma* sp. (BIOGGP 2, LIGNINOLITIK) DAN
Aspergillus sp. (BIOGGP 3, SELULOTIK) TERHADAP PERTUMBUHAN
VEGETATIF TANAMAN BAYAM MERAH (*Amaranthus Tricolor* L.)**

(Skripsi)

Oleh

Rini Anggraini
1817021012



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

**PENGARUH PEMBERIAN KOMPOS PADAT SAMPAH BROMELAIN
TERINDUKSI *Trichoderma* sp. (BIOGGP 2, LIGNINOLITIK) DAN
Aspergillus sp. (BIOGGP 3, SELULOTIK) TERHADAP PERTUMBUHAN
VEGETATIF TANAMAN BAYAM MERAH (*Amaranthus Tricolor* L.)**

Oleh

Rini Anggraini

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS

Pada

Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

PENGARUH PEMBERIAN KOMPOS PADAT SAMPAH BROMELAIN TERINDUKSI *Trichoderma* sp. (BIOGGP 2, LIGNINOLITIK) DAN *Aspergillus* sp. (BIOGGP 3, SELULOTIK) TERHADAP PERTUMBUHAN VEGETATIF TANAMAN BAYAM MERAH (*Amaranthus Tricolor* L)

Oleh

Rini Anggraini

Bromelain merupakan enzim proteolitik atau protease yang hanya ditemukan pada tanaman nanas (*Ananas comosus* L. Merr). Produksi nanas di Lampung cukup besar, sehingga menghasilkan sampah dari hasil produksi nanas yang cukup besar juga. Sampah hasil produksi nanas ini bisa disebut dengan sampah bromelain, sampah bromelain sulit terdegradasi dengan alami sehingga memerlukan induser untuk mempercepat proses degradasinya. Penelitian ini menggunakan induser yaitu fungi ligninolitik dan selulolitik dengan tujuan fungsi tersebut mampu mempercepat proses degradasi senyawa yang terkandung dalam sampah bromelain tersebut. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pemberian kompos sampah bromelain yang terinduksi fungi dan memperoleh dosis kompos terbaik terhadap pertumbuhan bayam merah yang di Indonesia produksinya masih terbilang rendah. Pemberian kompos mampu memperbaiki unsur hara didalam tanah yang mengakibatkan kesuburan pada tanah dan meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan yaitu P0=0%, P1=0,6%, P2=1,2%, P3=1,8%, P4=2,4%, P5=3%, P6=3,6% dengan 3 ulangan pada setiap perlakuan. Parameter yang diukur yaitu pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun tanaman, bobot basah, bobot kering tanaman, kadar klorofil a; b; dan ab, serta rasio akar dan pucuk. Data tersebut dilanjutkan dengan analisis data menggunakan ANARA taraf nyata α 5%, dan dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil). Hasil yang didapatkan yaitu tanaman bayam merah yang diberi kompos padat sampah bromelain terinduksi inokulum fungi ligninolitik dan selulolitik menunjukkan pertumbuhan yang baik. kompos padat sampah bromelain terinduksi fungi ligninolitik dan selulolitik berpengaruh nyata terhadap

tinggi tanaman, jumlah daun, bobot basah, bobot kering, dan rasio akar/pucuk tanaman bayam merah. Dosis terbaik dari kompos padat sampah bromelain terinduksi fungi ligninolitik dan selulolitik pada pertumbuhan tanaman bayam merah yaitu A4=2,4% dalam media tanam.

Kata kunci : bromelain, fungi selulolitik, fungi ligninolitik, induser, bayam merah

Judul Skripsi

: **PENGARUH PEMBERIAN KOMPOS PADAT SAMPAH BROMELAIN TERINDUKSI *Trichoderma* sp. (BIOGGP 2, LIGNINOLITIK) DAN *Aspergillus* sp. (BIOGGP 3, SELULOTIK) TERHADAP PERTUMBUHAN VEGETATIF TANAMAN BAYAM MERAH (*Amaranthus Tricolor* L.)**

Nama Mahasiswa

: **Rini Anggraini**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1817021012**

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

Fakultas

: **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



Dr. Bambang Irawan, M.Sc.
NIP 19650303 199203 1 006

Wawan Abdullah Setiawan, S.Si., M.Si.
NIP 19791230 200812 1 001

MENGETAHUI

Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung

Dr. Jani Mater, M.Si.
NIP 19830131 200812 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

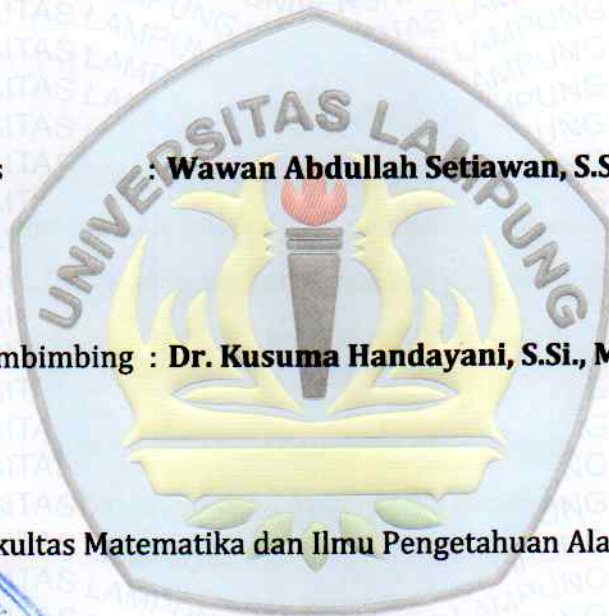
Ketua : Dr. Bambang Irawan, M.Sc.



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



**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Kusuma Handayani, S.Si., M.Si.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Supto Dwi Yuwono, M.T.
NIP 19740705 200003 1 001



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 21 November 2022

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rini Anggraini

NPM : 1817021012

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya 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 di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ilmiah ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 06 November 2022

Yang menyatakan,



Rini Anggraini
NPM. 1817021012

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, 06 September 1999 sebagai anak pertama dari Bapak May Tobing Wijayanto dan Ibu Zarmailin dengan seorang adik Alpha Rigi. Penulis menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-kanak (TK) Fransiskus 1 Tanjung Karang pada tahun 2006, Sekolah Dasar (SD) Fransiskus 1 Tanjung Karang yang diselesaikan pada tahun 2012, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Al-Azhar 3 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2015, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) Al-Azhar 3 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2018.

Tahun 2018, penulis terdaftar sebagai mahasiswa jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif mengikuti organisasi kemahasiswaan seperti Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) sebagai anggota pada periode 2019-2020. Penulis juga mengikuti UKM Saintek sebagai staff Manajemen Sumber Daya pada periode 2020 serta menjadi staff Pemberdayaan Sumber Daya Mahasiswa BEM FMIPA Unila periode 2020, dan dilantik menjadi Bendahara Dinas Pemberdayaan Wanita BEM FMIPA Unila periode 2021. Penulis melaksanakan kegiatan Praktik Kerja Lapangan di BKIPM (Balai Karantina Ikan Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan) Lampung pada bulan Januari-Februari 2021. Penulis juga melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata di Desa Negri Olok Gading, kecamatan Teluk Betung Barat, Kota Bandar Lampung pada bulan Agustus-September 2021.

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur kehadirat Allah SWT yang maha kuasa, saya persembahkan karya kecil ini dengan kesungguhan hati sebagai tanda cinta kepada:

Empat orang yang paling berharga bagi hidup saya, Bapak May Tobing Wijayanto, Ibu Zarmailin, Nenek Siti Aisah, dan Ibu tiri saya Mayriza yang telah memberikan kasih sayang, dukungan, motivasi, serta melindungi saya dengan do'a yang dipanjatkan setiap saat hingga langkah saya selalu dimudahkan hingga saat ini;

Om dan Tante yang saya sayangi serta seluruh keluarga besar yang senantiasa memberikan dukungan selama saya menempuh pendidikan hingga sampai di tahap ini;

Dosen-dosen yang telah menjadi orang tua kedua di kampus yang tak jemu mengajarkan saya ilmu serta bimbingan dengan tulus dan ikhlas hingga saya berhasil mengantungi gelar sarjana;

Sahabat dan teman-teman yang telah berjuang bersama dari awal saya memasuki dunia perkuliahan sampai saat ini dan seterusnya dan selalu mendukung saya dalam setiap perjalanan hidup saya;

Almamater tercinta yang menjadi kebanggaan saya dimanapun saya berada,
Universitas Lampung.

MOTTO

Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya
(Q.S 2:286)

Ilmu itu lebih baik dari kekayaan, karena kekayaan itu harus dijaga, sedangkan ilmu menjaga kamu
(Ali Bin Abi Thalib)

It always seems impossible until it's done
(Nelson Mandela)

Hidup itu sulit jika kamu tidak bersyukur dan tidak ikhlas, tapi insyaallah hidup itu penuh hikmah jika kamu bersyukur dan ikhlas
(Penulis)

Jangan biarkan hatimu tidak tenang hanya karena rasa kecewamu pada seseorang
(Penulis)

SANWACANA

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Pemberian Kompos Padat Sampah Bromelain Terinduksi *Trichoderma* sp. (BioGGP 2, Ligninolitik) dan *Aspergillus* sp. (BioGGP 3, Selulolitik) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus Tricolor L*)”**. Selama penyusunan skripsi ini, penulis menyadari ada banyak pihak yang telah membantu dan memberi semangat serta dorongan kepada penulis agar terselesaikannya skripsi ini. Dengan terselesaikannya skripsi ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Mohammad Sofwan Effendi, M. Ed., selaku Plt. Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, M.T., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Jani Master, S.Si., M.Si., selaku ketua jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung.
4. Bapak Dr. Bambang Irawan, M.Sc., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan kesempatan, kepercayaan, pengetahuan, motivasi, kritik, dan saran yang sangat bermanfaat bagi penulis, serta selalu sabar untuk membimbing penulis hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Bapak Wawan Abdullah Setiawan, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan banyak pelajaran, pengetahuan, pengalaman, kritik dan saran yang sangat bermanfaat bagi penulis, serta dengan sabar membimbing penulis hingga skripsi ini dapat terselesaikan.

6. Ibu Dr. Kusuma Handayani, S.Si., M.Si selaku pembahas skripsi yang telah memberikan dukungan, motivasi, pengetahuan, saran dan kritik serta kesediaannya menjadi pembahas dalam penelitian hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
7. Ibu Prof.. Dr. Emantis Rosa, M. Biomed., selaku dosen pembimbing akademik yang senantiasa memberikan saran dan bimbingan selama penulis mengemban pendidikan di bangku perkuliahan.
8. Seluruh Dosen Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat di bangku perkuliahan dan mengantarkan saya mencapai gelar sarjana.
9. Nenek Siti Aisah, Bapak May Tobing Wijayanto, ibu Zarmailin, Ibu Mayriza, Tante Nuning, Adik Rigi, dan Adik Nindy, terimakasih atas doa, support, kasih sayang, kenyamanan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar.
10. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung, terima kasih banyak atas bimbingan, arahan, kritik dan saran serta ilmu yang sudah diberikan kepada penulis selama penulis melaksanakan studi di Jurusan Biologi. Juga terima kasih kepada karyawan, staff dan laboran di lingkungan Jurusan Biologi dan Fakultas MIPA yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Muhammad Azriel Bintang Saputra yang tidak bosan-bosannya mendengarkan keluhan, tangisan, memberikan support, ketengangan, tenaga, dan menjadi penyemangat penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
12. Sahabat saya Rizky Baninta, Ega Fabiola, Gita Sefira, Aditia Adwijaya, Ricky Safei, Faiqotur Rohmah yang telah memberikan doa, semangat, yang tidak bosan-bosannya mendengarkan keluh kesah penulis, membantu penulis dalam proses dalam menyelesaikan skripsi dan seminar-seminar yang telah dilalui.
13. Mikro Family, Ibu Oni yang telah memberikan canda-tawa, suka-duka, semangat, serta tempat untuk melakukan penelitian dan seminar.
14. Teman-teman Pengurus HIMBIO yang telah memberikan pelajaran, pengalaman, dan tanggung jawab dalam berorganisasi di dunia kampus

15. Teman-teman Biologi angkatan 2018 yang tidak bias disebutkan satu persatu, terimakasih untuk rasa kekeluargaannya, dan kebersamaan yang terjalin selama ini.

16. Almamaterku, Universitas Lampung.

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan rahmat, kasih sayang, dan kebahagiaan kepada semua yang telah membantu penulis menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa ini jauh dari kata sempurna, namun penulis berharap semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi pembaca. Akhirnya, dengan mengucapkan Alhamdulillah, penulis dapat menyelesaikan skripsi pada waktu yang tepat.

Bandar Lampung, 06 November 2022

Rini Anggraini

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL DEPAN	i
ABSTRAK	ii
SAMPUL DALAM.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
SURAT PERNYATAAN	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
PERSEMBAHAN.....	ix
MOTTO	x
SANWACANA	xi
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xix
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.3 Manfaat Penelitian.....	4
1.4 Kerangka Pikir.....	4
1.5 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Bayam Merah (<i>A. Tricolor</i> L)	6

2.1.1	Morfologi Bayam Merah	6
2.1.2	Klasifikasi Bayam Merah	7
2.2	Kualitas Tanah dalam Budidaya Bayam Merah.....	8
2.3	Kompos	8
2.4	Fungi Dekomposer	9
2.5	<i>Aspergillus</i> sp.	10
2.5.1	Morfologi Fungi <i>Aspergillus</i> sp.....	10
2.5.2	Klasifikasi <i>Aspergillus</i> sp.	11
2.5.3	Aktivitas Selulolitik <i>Aspergillus</i> sp.	12
2.6	<i>Trichoderma</i> sp.....	13
2.6.1	Morfologi <i>Trichoderma</i> sp.....	13
2.6.2	Klasifikasi <i>Trichoderma</i> sp.....	14
2.6.3	Aktivitas Ligninolitik <i>Trichoderma</i> sp.	14
2.7	Tanaman Nanas (<i>Ananas comosus</i> L Merr.)	15
2.7.1	Klasifikasi Tanaman Nanas (<i>Ananas comosus</i> L Merr.).....	16
2.7.2	Enzim Bromelain.....	16
2.7.3	Sampah Bromelain	17
III.	METODE PENELITIAN	18
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.2	Bahan dan Alat	18
3.3	Metode Penelitian.....	19
3.4	Pelaksanaan Kerja	21
3.4.1	Pembuatan Stok Media PDA (Potato Dextrose Agar)	21
3.4.2	Peremajaan Fungi <i>Trichoderma</i> sp. (BioGGP 2) dan <i>Aspergillus</i> sp. (BioGGP 3)	22
3.4.3	Persiapan Inokulum Fungi <i>Trichoderma</i> sp. (BioGGP 2) dan <i>Aspergillus</i> sp. (BioGGP 3).....	22
3.4.4	Perhitungan Spora	23
3.4.5	Aplikasi Inokulum Fungi <i>Trichoderma</i> sp. (BioGGP 2) dan <i>Aspergillus</i> sp. (BioGGP 3).....	24
3.4.6	Aplikasi Kompos Pada Tanaman Bayam merah	24
3.4.7	Analisis Data	25
3.5	Parameter yang diamati	25
3.5.1	Pengukuran Tinggi Tanaman.....	26
3.5.2	Perhitungan Jumlah Daun	26
3.5.3	Analisis Bobot Basah dan Bobot Kering.....	26
3.5.4	Perhitungan Rasio Tajuk/Akar	27
3.5.5	Analisis Kadar Klorofil	27
3.6	Diagram Alir Penelitian.....	28

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Hasil.....	29
4.1.1 Tinggi Tanaman.....	29
4.1.2 Jumlah Daun.....	32
4.1.3 Bobot basah dan Bobot Kering.....	34
4.1.4 Kadar Klorofil.....	37
4.2 Pembahasan.....	38
4.2.1 Tinggi Tanaman.....	38
4.2.2 Jumlah Daun.....	40
4.2.3 Bobot basah dan Bobot Kering.....	41
4.2.4 Kadar Klorofil.....	46
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	48
5.1 Simpulan.....	48
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Rata-Rata Pertumbuhan Tinggi Tanaman Bayam Merah Setelah pemberian Kompos Padat Sampah Bromelain Terinduksi Fungi Ligninolitik (<i>Trichoderma</i> sp.) dan fungi selulolitik (<i>Aspergillus</i> sp.).....	30
2. Jumlah Daun (Helai) Tanaman Bayam Merah Setelah Pemberian Kompos Padat Sampah Bromelain Terinduksi Fungi <i>Trichoderma</i> sp. (BioGGP 2, Ligninolitik) dan <i>Aspergillus</i> sp. (BioGGP 3, Selulolitik).....	32
3. Rerata Rasio Akar Pucuk (g) Tanaman Bayam Merah Setelah Pemberian Kompos Padat Sampah Bromelain Terinduksi Fungi <i>Trichoderma</i> sp. (BioGGP 5, Ligninolitik) dan <i>Aspergillus</i> sp. (BioGGP 3, Selulolitik)	35
4. Hasil Analisis <i>One Way Anova</i> dari Pemberian Kompos Padat Sampah Bromelain Terinduksi Fungi Ligninolitik <i>Trichoderma</i> sp. Selulolitik <i>Aspergillus</i> sp. Terhadap pertumbuhan Tinggi Tanaman Bayam Merah	61
5. Hasil Analisis Beda Nyata Terkecil dari Pemberian Kompos Padat Sampah Bromelain Terinduksi Fungi Ligninolitik <i>Trichoderma</i> sp. Selulolitik <i>Aspergillus</i> sp. Terhadap Pertumbuhan Tinggi Tanaman Bayam Merah	62
6. Hasil Analisis <i>One Way Anova</i> dari Pemberian Kompos Padat Sampah Bromelain Terinduksi Fungi Ligninolitik <i>Trichoderma</i> sp. Selulolitik <i>Aspergillus</i> sp. Terhadap Pertumbuhan Jumlah Daun Tanaman Bayam Merah.....	63
7. Hasil Analisis BNT (Beda Nyata Terkecil) dari Pemberian Kompos Padat Sampah Bromelain Terinduksi Fungi Ligninolitik <i>Trichoderma</i> sp. Selulolitik <i>Aspergillus</i> sp. Terhadap Pertumbuhan Jumlah Daun Tanaman Bayam Merah.....	64

8. Hasil Analisis dari Pemberian Kompos Padat Sampah Bromelain Terinduksi Inokulum Fungi Ligninolitik *Trichoderma* sp. Selulolitik *Aspergillus* sp. Terhadap Bobot Basah Dan Rasio Akar/Pucuk Basah Tanaman Bayam Merah65
9. Hasil Analisis BNT (Beda Nyata Terkecil) dari Pemberian Kompos Padat Sampah Bromelain Terinduksi Fungi Ligninolitik *Trichoderma* sp. Selulolitik *Aspergillus* sp. Terhadap Bobot Basah dan Rasio Akar/Pucuk Basah Tanaman Bayam Merah65
10. Hasil Analisis *One Way Anova* dari Pemberian Kompos Padat Sampah Bromelain Terinduksi Fungi Ligninolitik *Trichoderma* sp. Selulolitik *Aspergillus* sp. Terhadap Bobot Kering dan Rasio Akar/Pucuk Kering Tanaman Bayam Merah67
11. Hasil Analisis BNT (Beda Nyata Terkecil) dari Pemberian Kompos Padat Sampah Bromelain Terinduksi Inokulum Fungi Ligninolitik *Trichoderma* sp. Selulolitik *Aspergillus* sp. Terhadap Bobot Kering dan Rasio Akar/Pucuk Kering Tanaman Bayam Merah67
12. Hasil Analisis *One Way Anova* dari Pemberian Kompos Padat Sampah Bromelain Terinduksi Fungi Ligninolitik *Trichoderma* sp. Selulolitik *Aspergillus* sp. Terhadap Kadar Klorofil69
13. Hasil Analisis BNT (Beda Nyata Terkecil) dari Pemberian Kompos Padat Sampah Bromelain Terinduksi Inokulum Fungi Ligninolitik *Trichoderma* sp. Selulolitik *Aspergillus* sp. Terhadap Kadar Klorofil69
14. Pertumbuhan Tanaman Bayam Merah Pada 1 MST dan 5 MST71

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Morfologi Bayam Merah	7
2. Struktur Makroskopis Fungi <i>Aspergillus</i> sp.....	10
3. Struktur Makroskopis Morfologi Fungi <i>Trichoderma</i> sp.	13
4. Tata Letak <i>Polybag</i> Penanaman Bayam Merah di Lahan.....	21
5. Diagram Alir Penelitian	28
6. Grafik Pertumbuhan Tinggi Tanaman Bayam Merah.....	31
7. Grafik Pertumbuhan Jumlah Daun Tanaman Bayam Merah	33
8. Rata-Rata Bobot Basah dan Bobot Kering Tanaman Bayam Merah....	34
9. Rata-Rata Rasio Akar/Pucuk dan Bobot Kering Tanaman Bayam merah	36
10. Perhitungan Kadar Klorofil A, B, dan AB.....	37
11. Isolat Fungi Ligninolitik <i>Trichoderma</i> sp.....	71
12. Isolat Fungi Ligninolitik <i>Aspergillus</i> sp.....	71
13. Inokulum Fungi <i>Trichoderma</i> sp. berumur 2 minggu.....	71
14. Inokulum Fungi <i>Aspergillus</i> sp. berumur 2 minggu	71
15. 1 Kg Kotoran Sapi.....	71

16. 2 Kg Sampah Bromelain	71
17. Sampah Bromelain, Kotoran Sapi, dan Inokulum Fungi 1 %	72
18. Sampah Bromelain Setelah Pencampuran	72
19. Kompos Bromelain Umur 1 Minggu Setelah Pencampuran.....	72
20. Kompos Bromelain Umur 2 Minggu Setelah Pencampuran.....	72
21. Kompos Bromelain Umur 3 Minggu Setelah Pencampuran.....	72
22. Kompos Bromelain Umur 4 Minggu Setelah Pencampuran.....	72
23. Kompos Bromelain Umur 5 Minggu Setelah Pencampuran.....	73
24. Kompos Bromelain Umur 6 Minggu Setelah Pencampuran.....	73
25. Kompos Bromelain Umur 7 Minggu Setelah Pencampuran.....	73
26. Kompos Bromelain Umur 3 Minggu Setelah Pencampuran.....	73
27. Penimbangan Berat Basah	73
28. Penimbangan Berat Kering	73

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Bayam merah (*Amaranthus Tricolor* L.) merupakan makanan nabati yang mengandung senyawa flavonoid berupa antosianin. Antosianin yang terkandung pada bayam merah mempunyai peran sebagai antioksidan yang berfungsi mencegah pembentukan radikal bebas (Lingga, 2010). Pada tahun 2020 produksi bayam merah di Indonesia sekitar 157.024 ton, akan tetapi produksi bayam merah ini terbilang rendah jika dibandingkan dengan produksi sayuran lainnya seperti kangkung yang produksinya mencapai 312.336 ton di Indonesia pada tahun yang sama. Produksi bayam merah yang rendah ini perlu dilakukan perbaikan dalam sistem budidaya bayam merah untuk meningkatkan produksi bayam merah (Badan Pusat Statistik, 2020).

Salah satu faktor yang berperan untuk meningkatkan produksi bayam merah adalah kondisi tanahnya. Untuk berproduksi maksimal, bayam merah membutuhkan tanah yang memiliki kandungan bahan organik yang tinggi, ketersediaan unsur hara nitrogen yang tinggi dan memiliki kisaran pH 6-7 (Pracaya, 2007). Kurangnya kesuburan tanah tersebut dapat dilakukan dengan cara pemupukkan. Pemupukkan merupakan usaha yang dilakukan untuk mencukupi kebutuhan tanaman akan unsur hara (Djarwatiningsih *et. Al*, 2017). Pemupukkan bisa dilakukan menggunakan pupuk anorganik dan pupuk organik. Pupuk anorganik adalah pupuk hasil proses rekayasa secara kimia, fisik dan biologis yang merupakan hasil industri atau pabrik pembuat

pupuk, Sedangkan pupuk organik adalah pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri dari bahan organik yang berasal dari tanaman dan atau hewan yang telah terurai dengan bantuan mikroorganisme lain didalamnya atau bisa juga disebut dengan kompos (Irawan,2019). Penggunaan kompos sebagai pupuk organik dianggap lebih baik dibandingkan dengan penggunaan pupuk anorganik karena kompos dapat mengurangi ancaman residu dari bahan-bahan kimia yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman (Asgharipour, 2010). Beberapa keunggulan lain dari kompos yaitu memperbaiki kualitas tanah, menjaga kelembapan tanah, mengurangi fluktuasi suhu tanah, menambah ketersediaan unsur-unsur hara makro, mengurangi erosi tanah, menstimulasi aktivitas biologi tanah, dan meningkatkan kapasitas tukar kation pada tanah dengan melepaskan unsur hara yang terkandung di dalamnya (Nduwayezu *et al.*, 2005).

Kompos bisa didapatkan dari berbagai macam sumber tanaman yang telah terdekomposisi salah satunya adalah tanaman nanas (*Ananas comosus* L. Merr) yang produksinya cukup besar di Lampung yaitu sekitar 662.588 ton (Badan Pusat Statistik, 2020). Tanaman nanas memiliki kandungan selulosa sebanyak 28,53%, hemiselulosa 24,53%, dan lignin 5,75% yang terdapat pada bonggol nanas sendiri (Pardo, 2014). Senyawa selulosa, hemiselulosa, dan lignin merupakan senyawa yang memiliki komponen sebagai pembentuk dinding sel pada tanaman (Kartika, 2007).

Pada industri nanas, terdapat salah satu produk berupa bromelain. Produksi bromelain dapat menghasilkan residu berupa serat polimer kompleks yang sulit terdegradasi sehingga diperlukan penambahan mikroba penginduksi (Salahudin, 2011). Mikroba penginduksi ini yang nantinya akan mendegradasi senyawa selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang terkandung di dalam sampah bromelain. Senyawa-senyawa yang sulit didekomposisi ini dapat didekomposisi oleh mikroorganisme salah satunya fungi (Martina, 2013).

Fungi *Aspergillus* sp. mempunyai sifat selulolitik sedangkan *Trichoderma* sp. mempunyai sifat ligninolitik. Keduanya memiliki memiliki peran sebagai pengurai senyawa organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dan menghasilkan hara mineral yang selanjutnya dapat dimanfaatkan oleh tanaman (Hairiah dkk., 2004). Proses pengomposan memerlukan waktu yang lama, akan tetapi proses ini akan lebih singkat dengan menambahkan fungi dekomposer sebagai induser pada kompos (Wahyuno, 2010).

Induser ditambahkan bersama media tumbuhnya. Media ini mengandung banyak nutrisi yang dibutuhkan untuk memperbanyak mikroba dekomposer. Mikroba dekomposer yang diproduksi di media tersebut digunakan sebagai inokulum dalam proses pengomposan (Wahyuno, 2010). Inokulum fungi yang digunakan dalam proses pengomposan berperan sangat besar karena mikroorganisme yang terdapat pada inokulum akan mendekomposisi bahan organik dalam waktu yang singkat (Widawati, 2005).

Trichoderma sp. dikenal dengan pemanfaatannya sebagai penyubur tanah. Selain sebagai penyubur tanah fungi ini juga mampu memberikan peningkatan dalam proses pemupukan (Sastrahidayat dkk., 2007), demikian juga dengan *Aspergillus* sp. (Subowo, 2012). Fungi ini dapat berperan dalam kesuburan tanah karena dapat menghasilkan unsur hara secara terus menerus di dalam tanah sehingga dapat mempercepat proses penguraian bahan organik (Irawan, 2019). Mikroorganisme yang digunakan dalam penelitian ini yaitu fungi ligninolitik *Trichoderma* sp. dan fungi selulolitik *Aspergillus* sp. Keduanya diharapkan mampu mendegradasi bahan lignin maupun selulosa yang terdapat dalam sampah bromelain menjadi kompos.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk ;

1. Mengetahui pengaruh pemberian kompos padat bromelain terinduksi fungi *Trichoderma* sp. (BioGGP 2, ligninolitik) dan fungi *Aspergillus* sp. (BioGGP 3, selulolitik) dalam pertumbuhan bayam merah (*A. tricolor* L.).
2. Memperoleh dosis kompos terinduksi fungi *Trichoderma* sp. (BioGGP 2, ligninolitik) dan *Aspergillus* sp. (BioGGP 3, selulolitik) terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman bayam merah (*A. Tricolor* L).

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh pemberian kompos bromelain yang terinduksi dua fungi (*Aspergillus* sp. dan *Trichoderma* sp.) terhadap pertumbuhan bayam merah (*A. Tricolor* L). Lebih jauh, hasil penelitian ini diharapkan dapat mengetahui dosis kompos sampah bromelain terinduksi fungi *Aspergillus* sp. dan *Trichoderma* sp. terbaik yang dapat digunakan untuk pertumbuhan bayam merah (*A. Tricolor* L).

1.4 Kerangka Pikiran

Produksi bayam merah di Indonesia rendah jika dibandingkan dengan sayuran lainnya seperti kangkung. Upaya yang dilakukan untuk meningkatkan produksi bayam merah salah satunya yaitu dengan pemberian kompos. Pemberian kompos pada tanah bertujuan untuk memperbaiki unsur hara dalam tanah. Kompos yang baik yaitu kompos organik yang berasal dari sisa-sisa makhluk hidup. Pembuatan kompos organik dapat menggunakan berbagai macam limbah tanaman salah satunya tanaman nanas yang memiliki produksi yang berlimpah di Lampung. Produksi nanas yang berlimpah menyebabkan limbah tanaman nanas juga melimpah yang menjadi permasalahan pada lingkungan, akan tetapi jika dapat terurai dengan sempurna dapat digunakan sebagai kompos untuk tanaman. Dialam limbah nanas atau yang biasa disebut

dengan sampah bromelain sulit terdekomposisi secara alami sehingga memerlukan waktu yang lama untuk mendekomposisinya. Oleh karena itu, diperlukan suatu mikroorganisme untuk menguraikan polimer kompleks tersebut menjadi bahan organik yang sederhana dalam waktu yang lebih singkat.

Mikroorganisme yang digunakan dalam penelitian ini adalah fungi *Trichoderma* sp. dan *Aspergillus* sp. juga dikenal dengan pemanfaatannya sebagai penyubur tanah. Keduanya memiliki peran sebagai pengurai senyawa organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dan menghasilkan hara mineral yang selanjutnya dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Fungi ini nantinya akan mendegradasi senyawa selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang terkandung dalam sampah bromelain. Dari kompos sampah bromelain yang terinduksi fungi tersebut diharapkan akan dihasilkan unsur-unsur hara yang mampu meningkatkan kesuburan tanaman. Fungi *Trichoderma* sp. mempunyai aktivitas ligninolitik dan *Aspergillus* sp. mempunyai aktivitas selulolitik. Fungi tersebut memproduksi enzim ekstraseluler untuk depolimerisasi senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dan larut dalam air (substrat bagi mikroba).

1.5 Hipotesis

1. Pemberian kompos padat bromelain terinduksi fungi *Trichoderma* sp. (BioGGP 2, ligninolitik) dan fungi *Aspergillus* sp. (BioGGP 3, selulolitik) mampu meningkatkan pertumbuhan bayam merah (*A. Tricolor* L).
2. Didapatkan dosis terbaik kompos padat bromelain terinduksi fungi *Trichoderma* sp. (BioGGP 2, ligninolitik) dan fungi *Aspergillus* sp. (BioGGP 3, selulolitik) untuk pertumbuhan tanaman bayam merah (*A. Tricolor* L).

II. TINJAUAN PUSTAKA

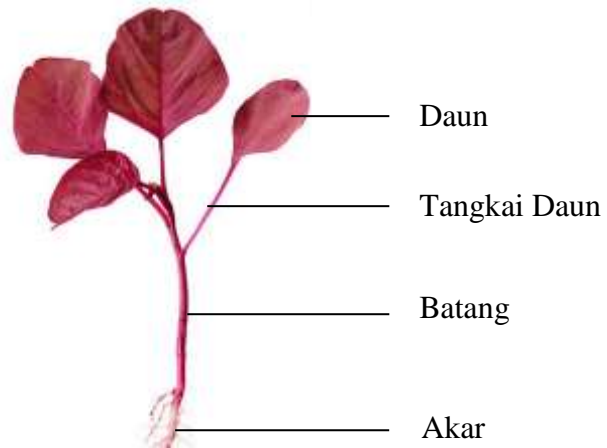
2.1 Bayam Merah (*Amarantus tricolor* L)

Bayam merah (*A. Tricolor* L) merupakan tanaman sayuran yang berasal dari wilayah Amerika dan sekarang tanaman itu tersebar di seluruh dunia. Bayam merah dimanfaatkan sebagai hidangan kuliner, seperti sayur dan kripik (Ramadhan, 2020). Bayam merah memiliki kandungan antosianin (pigmen merah) yang berperan untuk mencegah terjadinya oksidasi radikal bebas atau antioksidan (Lingga, 2010).

Untuk meningkatkan produksi bayam merah, diperlukan kualitas tanah yang baik. Salah satu cara memperbaiki kualitas tanah adalah melalui pemupukan. Salah satu unsur makro yang dibutuhkan oleh tanaman adalah nitrogen (N). Pupuk kandang mengandung sumber unsur hara untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman bayam merah karena mengandung unsur N dan unsur lainnya yang lengkap dibutuhkan oleh tanaman (Adil *et al.*, 2006).

2.1.1. Morfologi Bayam Merah

Bayam merah merupakan tanaman yang berbentuk perdu dan tingginya dapat mencapai $\pm 1\frac{1}{2}$ meter. Tanaman ini memiliki ciri-ciri akar tunggang yang menyebar dangkal pada kedalaman antara 20-40 cm. Batangnya lunak, berwarna putih kemerah-merahan, dan banyak mengandung air (herbaseus). Morfologi dari tanaman bayam merah ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Morfologi Bayam Merah
(Bandini dan Azis, 2004).

Bentuk daun tanaman ini adalah bulat telur. Bagian ujungnya meruncing, dengan warna kemerahan di bagian tepi dan tengah daun. Bunganya tersusun dalam malai yang tumbuh tegak, keluar dari ujung tanaman ataupun dari ketiak-ketiak daun (Bandini dan Azis, 2004).

2.1.2. Klasifikasi Bayam Merah

Klasifikasi tanaman bayam merah adalah sebagai berikut :

Kerajaan : Plantae (Tumbuhan)

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Magnoliopsida

Bangsa : Caryophyllales

Suku : Amaranthaceae

Marga : Amaranthus

Jenis : *Amaranthus Tricolor* L. (Saparinto, 2013).

2.2. Kualitas Tanah dalam Budidaya Bayam Merah

Penerapan teknologi pertanian modern (penggunaan bibit unggul, pupuk kimia, dan pestisida) dan intensifikasi penggunaan lahan menimbulkan penurunan kualitas tanah yang cukup besar sehingga mengakibatkan penurunan produktivitas tanaman pertanian. Penggunaan pupuk kimia secara berlebihan untuk meningkatkan produktivitas telah mengakibatkan permasalahan tersendiri yaitu menurunnya kesuburan unsur hara tanah (Setiono Hadi, 2010).

Permasalahan penurunan kualitas tanah dan produk pertanian dapat dipecahkan dengan penggunaan sistem pertanian organik. Pertanian organik memanfaatkan proses daur ulang unsur hara dalam produksi pertanian. Pemanfaatan pupuk organik baik dalam bentuk padat maupun cair menjadi solusi terbaik untuk mengembalikan tingkat kesuburan tanah secara aman (Rodiah, 2013).

2.3. Kompos

Sisa tanaman, hewan, atau kotoran hewan, juga sisa jutaan makhluk kecil yang berupa bakteri, fungi, ganggang, hewan satu sel, maupun banyak sel merupakan sumber bahan organik yang sangat potensial bagi tanah. Perannya sangat penting terhadap perbaikan sifat fisik, kimia dan biologi tanah, namun bila sisa hasil tanaman tidak dikelola dengan baik maka akan berdampak negatif terhadap lingkungan. Dampak negatifnya seperti mengakibatkan rendahnya keberhasilan pertumbuhan benih karena imobilisasi hara, allelopati, atau sebagai tempat berkembangbiaknya patogen tanaman.

Sisa-sisa bahan organik tersebut dapat dimanfaatkan untuk pembuatan kompos. Kompos adalah bahan organik berupa daun-daunan, jerami, alang-alang, rumput-rumputan, dedak padi, batang jagung, sulur, carang-carang, dan kotoran hewan yang telah mengalami proses dekomposisi oleh

mikroorganisme pengurai, sehingga dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah. Kompos mengandung hara-hara mineral yang esensial bagi tanaman (Setyorini, 2006).

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

2.4. Fungi dekomposer

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

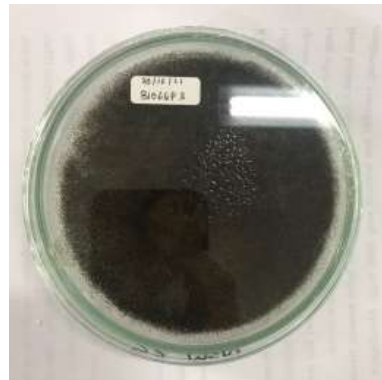
Fungi dekomposer dapat merombak senyawa organik pada substrat dengan mengeluarkan enzim ekstraseluler kemudian mengubahnya menjadi senyawa yang sederhana. Beberapa enzim yang berperan dalam proses perombakan bahan organik yaitu manganese peroksidase (MnP), lignin peroksidase (LiP), β -glukosidase, dan laktase (Lankinen, 2004).

2.5. *Aspergillus* sp.

Aspergillus sp. mampu hidup pada media dengan derajat keasaman 4,5-5,6. kandungan gula yang tinggi dan kelembapan yang tinggi juga mampu mendukung hidupnya. Fungi ini memiliki sifat sebagai parasit bila menyebabkan pembusukkan pada buah-buahan atau sayur-sayuram dan bersifat saprofit bila menguraikan sisa-sisa organisme pada makhluk hidup (Handajani, 2008).

2.5.1. Morfologi Fungi *Aspergillus* sp.

Aspergillus sp. merupakan organisme saprofit yang hidup bebas dan terdapat di mana-mana. *Aspergillus* sp. tumbuh cepat, menghasilkan hifa aerial yang memperlihatkan ciri khas struktur konidia, konidiafora panjang dengan vesikel di terminal, tempat fialid menghasilkan rantai-rantai basipetal konidia (Jawetz, 2013). Fungi *Aspergillus* sp. setelah diinkubasi selama 7 hari pada media PDA ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Struktur Makroskopis Morfologi Fungi *Aspergillus* sp. (Dokumentasi pribadi).

Struktur makroskopis fungi *Aspergillus* sp. pada media PDA memiliki ciri-ciri yaitu permukaannya berwarna hijau terang, hijau gelap hingga hitam, struktur fungi ini seperti tepung. Pada karakteristik mikroskopis

fungi *Aspergillus* sp. memiliki hifa bersepta dan hialin, bentuk konidia yaitu bulat hingga semi bulat, dinding konidia halus, memiliki dinding konidiofor yang tebal, memiliki vesikel serta fialid (Ristiari dkk, 2018)

2.5.2. Klasifikasi *Aspergillus* sp.

Menurut Alexopoulos *et al.*, (1996) klasifikasi dari *Aspergillus* sp. adalah sebagai berikut:

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

2.5.3. Aktivitas Selulolitik *Aspergillus* sp.

Selulosa biopolimer yang paling banyak dan melimpah di bumi, bahkan dianggap tidak ada habisnya. Selulosa merupakan salah satu sumber utama gula yang dapat difermentasikan dalam bahan baku lignoselulosa. Sistem selulase mikroba secara umum dapat dianggap sebagai kompleks atau tidak kompleks. Sistem selulase non kompleks terdapat dari jamur dan bakteri aerobik. Produksi selulase pada mikroba selulolitik diatur oleh represi katabolit. Mekanisme induksi dan represi membantu mikroba untuk menghemat energi (Rani, 2009).

Aspergillus sp. memiliki kemampuan selulolitik dengan menghidrolisis selulosa menjadi produk yang lebih sederhana berupa glukosa, CO₂, dan hidrogen dengan bantuan enzim selulase. Enzim selulase merupakan suatu kompleks enzim yang terdiri dari beberapa enzim yang berkerja bertahap dalam menghidrolisis selulosa. Hasil dari hidrolisis selulosa

ini dapat digunakan sebagai zat hara yang berguna bagi tumbuhan dan organisme tanah lainnya (Yuniar, 2013).

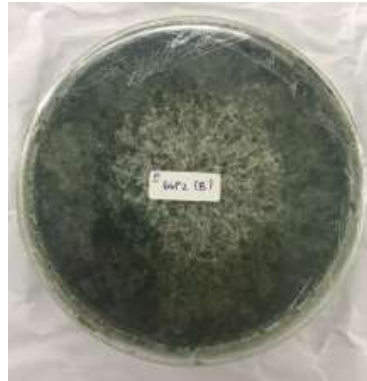
Mekanisme kerja enzim selulase dengan menghidrolisis selulosa dari dua tahap yaitu degradasi selulosa menjadi selobiosa oleh endo-1,4-glukanase dan ekso-1,4-glukanase dan dilanjutkan dengan pemecahan selobiosa oleh β -1,4 glukosidase (Juhasz, 2003). Proses hidrolisis selulosa dengan bantuan enzim ekstraseluler β -1,4-glukanase, Ekso β -1,4-glukanase dan β -glukosidase. Enzim Endo β -1,4-glukanase menghidrolisis polimer secara acak dan menghasilkan molekul selulosa sederhana, sedangkan Ekso β -1,4-glukanase menghidrolisis dua subunit glukosa pada bagian ujung sehingga menghasilkan selobiosa disakarida. Enzim β -glukosidase menghidrolisis selobiosa menjadi glukosa. Enzim memiliki kekhasan dalam mengenali dan mengikat substrat, karena enzim memiliki sisi aktif yang digunakan untuk mengikat substrat, sisi aktif yang dimiliki enzim sangat spesifik. Enzim selulase memiliki gugus aktif $-\text{COOH}$ yang merupakan gugus aktif dari asam amino jenis asam aspartat (Whithers, 1995 dalam Andamari, 2003).

2.6. *Trichoderma* sp.

Fungi *Trichoderma* sp. merupakan mikroorganisme tanah yang bersifat saprofit. Fungi ini secara alami menyerang fungi patogen dan bersifat menguntungkan bagi tanaman. Fungi *Trichoderma* sp. merupakan salah satu jenis fungi yang banyak dijumpai hampir pada semua jenis tanah dan dapat dimanfaatkan sebagai agens hayati pengendali patogen tanah. Fungi ini dapat berkembang biak dengan cepat pada daerah perakaran tanaman (Gusnawati, 2014).

2.6.1. Morfologi *Trichoderma* sp.

Pada pengamatan makroskopis, terlihat *Trichoderma* sp. memiliki koloni berwarna putih, hijau muda dan hijau tua. Fungi *Trichoderma* sp. setelah diinkubasi selama 7 hari pada media PDA ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Struktur Makroskopis Morfologi Fungi *Trichoderma* sp. (Dokumentasi pribadi).

Fungi ini memiliki hifa, berdinding halus, dan bercabang banyak. *Trichoderma* sp. dapat dibiakkan pada beberapa media tumbuh. Morfologi koloni *Trichoderma* sp. yang dikultur bergantung pada media tumbuhnya. Pada media yang nutrisinya terbatas, koloninya tampak transparan, sedangkan pada media yang nutrisinya lebih banyak (contoh : media PDA) koloninya dapat terlihat lebih hijau (Wijaya dkk, 2011).

2.6.2. Klasifikasi *Trichoderma* sp.

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

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

Suku : Hypocreaceae
Marga : *Trichoderma*
Jenis : *Trichoderma* sp.

2.6.3. Aktivitas Ligninolitik *Trichoderma* sp.

Lignin merupakan biopolimer yang melimpah dan kompleks karena proses penguraiannya yang rendah di alam. Fungi ligninolitik memiliki kemampuan sendiri untuk menghasilkan beberapa enzim ligninolitik untuk mendegradasi limbah lignoselulosa (Sanchez, 2009). Enzim ligninolitik utama adalah lakase, lignin peroksidase, dan mangan peroksidase (Kumar, 2019). *Trichoderma* sp. memiliki sifat ligninolitik dengan mendegradasi komponen lignin menjadi lebih sederhana dengan bantuan enzim ligninase. Lignin berperan sebagai penyusun dinding sel kayu karena dapat memperkuat struktur tanaman dalam menahan serangan mikroba dan tekanan oksidasi (Hendriks & Zeeman, 2009).

Lakase adalah enzim ekstraseluler yang mampu mengoksidasi senyawa aromatik dan non aromatik. Prosesnya dengan menghasilkan senyawa-senyawa sederhana yang mengandung unsur karbon yang mudah larut dalam air, seperti veratril alcohol dan dapat digunakan oleh mikroba sebagai sumber energi atau juga berupa radikal bebas atau kuinon (Dashtban, 2009). Lignin Peroksidase atau (LiP) merupakan enzim peroksidase ekstraseluler yang mempunyai potensial redoks yang besar dan pH optimum yang rendah. LiP mampu mengoksidasi inti aromatic (fenolik dan nonfenolik) melalui pelepasan satu elektron menghasilkan radikal kation dan fenoksi (Hofrichter, 2002).

Mangan peroksidase (MnP) merupakan enzim peroksidase eksternal yang mampu mendegradasi lignin menggunakan H_2O_2 . MnP mengoksidasi Mn^{2+} menjadi Mn^{3+} yang berperan dalam pemutusan unit fenolik lignin. Reaksi enzim MnP dengan cincin fenolik diawali dengan

pelepasan sebuah elektron dan membentuk ion fenol (radikal fenoksil). Radikal fenoksil bereaksi dengan O₂ dan mengalami resonansi sehingga membentuk eter peroksida. Eter peroksida selanjutnya mengalami pemecahan cincin secara spontan kemudian membentuk senyawa alifatik. Sistem enzim MnP membelah gugus ini menjadi CO₂ dan radikal alifatik. Radikal alifatik kemudian bereaksi kembali dengan enzim MnP menghasilkan lebih banyak CO₂ dan asam organik (Hofrichter, 2002).

2.7. Tanaman Nanas (*Ananas comosus* L Merr.)

Nanas (*Ananas comosus*) merupakan salah satu jenis tanaman buah yang banyak dibudidayakan di daerah tropis dan subtropis. Produksi nanas di Indonesia mencapai 2.447.243,00 ton pada tahun 2020 (BPS, 2020). Bentuk daun nanas yang dijumpai adalah lanset, bentuk ujung daun meruncing dan bentuk pangkal daun adalah membulat. Permukaan daun tanaman nanas licin dengan tulang anak daun yang lurus, bertepi rata, di sekeliling daun ada yang berduri, dan ada yang berduri hanya pada bagian ujungnya saja. (Ardi, *et al.*, 2019).

Buah tanaman nanas menunjukkan variasi pada ukuran buah, warna buah, rasa buah, maupun bentuk buah. Seperti halnya tinggi tanaman, pertumbuhan diameter buah nanas dipengaruhi oleh sifat genetik dari kultivar-kultivar. Ukuran diameter nanas yang baik yaitu ukuran diameter yang tidak lebar cenderung sempit (Departemen Pertanian, 2020). Buah nanas berbentuk silinder dihiasi oleh suatu roset daun-daun yang pendek dan tersusun spiral yang disebut mahkota. Tinggi mahkota nanas 10,5-30 cm, jumlah helaian daun mahkota yang dijumpai berkisar antara 60-93 buah, dengan bobot mahkota 1,4-4,5 g. (Ardi, *et al.*, 2019).

2.7.1. Klasifikasi Tanaman Nanas (*Ananas comosus* L Merr.)

Klasifikasi dari tanaman nanas adalah sebagai berikut :

Kerajaan	: Plantae
Divisi	: Spermatophyte
Kelas	: Angiospermae
Bangsa	: Farinosae
Suku	: Bromeliaceae
Marga	: Ananas
Jenis	: <i>Ananas Comosus</i> (L.) Merr (soedarya, 2009).

2.7.2. Enzim Bromelain

Enzim bromelain adalah enzim proteolitik yang salah satunya terdapat pada tanaman nanas. Enzim ini mampu memecah ikatan peptida pada protein dan mengubah protein tersebut menjadi lebih sederhana.

Peranannya mengkatalis pemutusan ikatan peptida pada bahan yang mengandung protein dengan cara hidrolisis. Kelebihan penggunaan enzim katalis jika dibandingkan dengan bahan kimia lain yaitu memiliki spesifikasi yang tinggi, enzim hanya mengkatalis substrat tertentu, tidak terbentuk produk sampingan yang tidak diinginkan, produktivitasnya tinggi sehingga mengurangi biaya dan produk akhir pada umumnya tidak terkontaminasi (Alfiyanti, 2019). Aktivitas bromelain dapat dipengaruhi oleh suhu dan pH. Suhu optimum yaitu pada 50°C, jika di atas atau di bawah suhu tersebut aktivitasnya akan menurun, sedangkan pH optimum berkisar 6,5-7 dimana enzim akan mempunyai aktivitas yang maksimal (Martin, *et al.*, 2014).

2.7.3. Sampah Bromelain

Sampah dari hasil pengekstraksian enzim bromelain disebut dengan sampah bromelain. Sampah bromelain dapat diperoleh dari tanaman

nanas (*Ananas comosus*). Bromelain didapatkan dari tumbuhan suku Bromeliaceae. Penemuan enzim ini paling banyak terdapat pada tumbuhan jenis nanas karena pada nanas hampir ditemukan diseluruh bagian tumbuhan nanas (Gautam *et al.*, 2010). Produksi nanas yang tinggi menyebabkan sisa produksi atau sampah bromelain ini juga menjadi tinggi. Sampah bromelain yang diperoleh dari tanaman nanas masih memiliki kandungan seperti selulosa, glukosa, dan karbohidrat yang merupakan senyawa pendukung mikroorganisme untuk bertahan hidup, akan tetapi sampah bromelain ini sudah tidak bermanfaat untuk bidang ekonomi (Niddai, 2015).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2022 sampai dengan bulan Juli 2022 di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Pengambilan sampah bromelain yang digunakan, diambil dari PT. Great Giant Pineapple (GGP), Kecamatan Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah, Provinsi Lampung. Pengaplikasian kompos pada tanaman bayam merah dilakukan di Laboratorium Botani Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

3.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu : media PDA (*Potato Dextrose Agar*), isolat fungi *Trichoderma* sp. (BioGGP 2) dan *Aspergillus* sp. (BioGGP 3) koleksi pribadi Dr. Bambang Irawan, M.Sc., Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung, jagung, beras, CaCO₃ 2%, CaSO₄ 4%, akuades, alkohol, etanol, spiritus, sampah bromelain kering yang didapat dari PT. GGP (Great Giant Pineapple) Lampung, bibit tanaman bayam merah, dan air.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: botol kaca pipih ukuran 250 ml, cawan petri, tabung reaksi, jarum ose, erlemeyer, lampu spiritus, pipet volumetri, bola hisap, Laminar Air Flow, spatula, drigalski spatula (alat untuk meratakan suspensi pada metode spread), pinset, neraca analitik, gelas ukur, rak tabung, *vortex mixer*, kulkas, *hot plate*, *magnetic stirrer*, *haemocytometer*, keranjang sampah, pipet tetes, gelas beaker, mikroskop, corong, *polybag*, alat siram tanaman, blander, dan autoklaf.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan dan 3 kali ulangan pada setiap perlakuannya. Parameter yang diukur dalam penelitian ini yaitu pertumbuhan variasi tanaman seperti pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun tanaman, bobot basah, bobot kering tanaman, kadar klorofil a; b; dan ab, serta rasio akar dan pucuk.

Perlakuan dalam penelitian ini adalah dosis kompos sampah bromelain terinduksi inokulum fungi *Trichoderma* sp. (BioGGP 2, ligninolitik) dan *Aspergillus* sp. (BioGGP 3, selulolitik). Metode pengomposan yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan perbandingan 2:1 (w/w) modifikasi metode Ustuner *et al* (2009) yaitu untuk perbandingan antara substrat kompos dengan kotoran hewan. Proses pengomposan memerlukan inokulum campuran sebanyak 1% (Kumar *et al*, 2008), sehingga komposisi bahan untuk dijadikan kompos yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah:

2 kg Sampah bromelain + 1 kg kotoran sapi + 1% inokulum

Kompos yang dihasilkan selanjutnya diaplikasikan pada tanaman bayam merah dengan variasi dosis yaitu 0%, 0,6%, 1,2%, 1,8%, 2,4%, 3%, dan 3,6% kedalam 5 kg tanah (Hernandes, 2010) dengan rincian sebagai berikut:

A0 : 5 kg tanah

A1 : 5 kg tanah + kompos 0,6 % bobot media tanam

- A2 : 5 kg tanah + kompos 1,2% bobot media tanam
- A3 : 5 kg tanah + kompos 1,8% bobot media tanam
- A4 : 5 kg tanah + kompos 2,4% bobot media tanam
- A5 : 5 kg tanah + kompos 3% bobot media tanam
- A6 : 5 kg tanah + kompos 3,6% bobot media tanam

Penelitian ini dilakukan dalam 5 tahap penelitian yaitu peremajaan isolat *Trichoderma* sp. (BioGGP 2) dan *Aspergillus* sp. (BioGGP 3) pembuatan inokulum dengan media jagung untuk *Trichoderma* sp. dan media beras untuk *Aspergillus* sp., aplikasi inokulum pada sampah bromelain kering, aplikasi kompos pada tanaman bayam merah, dan pengamatan pertumbuhan tanaman bayam merah setiap 7 hari sekali. Isolat yang digunakan yaitu isolat *Trichoderma* sp. (BioGGP 2) dan *Aspergillus* sp. (BioGGP 3) yang merupakan koleksi pribadi Dr. Bambang Irawan, M.Sc. Sebelum dijadikan inokulum, isolat *Trichoderma* sp. (BioGGP 2) dan *Aspergillus* sp. (BioGGP 3) harus diremajakan pada media PDA terlebih dahulu untuk mendapatkan isolat dengan umur yang cukup.

Pengadukan dan pengamatan kompos dilakukan setiap 7 hari hingga kompos matang. Dilakukan pengamatan terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman bayam merah seperti pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun tanaman, bobot basah, dan bobot kering tanaman bayam merah, kadar klorofil a; b; dan ab, serta rasio akar dan pucuk.

Pada penelitian ini, terdapat 21 unit percobaan yang berisi 7 perlakuan dengan 3 kali pengulangan. Tata letak penanaman bayam merah ditunjukkan pada gambar 4.

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

Gambar 4. Tata Letak *Polybag* Penanaman Bayam Merah di Lahan.

3.4. Pelaksanaan Kerja

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

Stok media PDA dibuat menggunakan empat bahan yaitu kentang, dextrose, agar, dan akuades. Untuk membuat media PDA sebanyak 1 liter, dimasukkan kentang sebanyak 500 gram, dextrose sebanyak 20 gram, agar sebanyak 15 gram, dan dilarutkan dalam 1 liter akuades. Dipanaskan pada suhu 60°C selama 1 jam pada *hot plate*. Air rebusan kentang disaring menggunakan saringan setelah itu tambahkan dextrose dan agar kemudian dipanaskan kembali dan dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer*. Setelah semua bahan larut, disterilkan menggunakan autoklaf selama 15 menit. Media yang telah steril kemudian ditambahkan antibiotik *Chloramphenicol*. Media siap digunakan dan dapat disimpan pada kulkas untuk penggunaan berikutnya (Malloch, 1981).

3.4.2 Peremajaan Fungi *Trichoderma* sp. (BioGGP 2) dan *Aspergillus* sp. (BioGGP 3)

Media PDA sebanyak 15-20 ml dituangkan pada cawan petri, kemudian ditunggu hingga memadat. Setelah padat, 1 ose biakan *Trichoderma* sp. (BioGGP 2) diinokulasikan pada media yang telah padat tersebut. Inkubasi pada suhu ruang selama 7-14 hari. Dilakukan hal yang sama pada fungi dan *Aspergillus* sp. (BioGGP 3) untuk peremajaan.

3.4.3 Persiapan Inokulum Fungi *Trichoderma* sp. (BioGGP 2) dan *Aspergillus* sp. (BioGGP 3)

Inokulum fungi *Trichoderma* sp. (BioGGP 2) menggunakan media jagung sedangkan *Aspergillus* sp. (BioGGP 3) menggunakan media beras, sesuai metode yang dimodifikasi Giand *et al* (2009).

Dilarutkan CaSO_4 4% dan CaCO_3 2% terlebih dahulu yang ke dalam 1000 mL aquades. Larutan tersebut berfungsi untuk menjaga kelembaban dan penambah nutrisi pada media inokulum. Jagung digiling 60 g kemudian dimasukkan ke dalam botol kaca berukuran 250 mL lalu ditambahkan 7,5 ml CaSO_4 4 % dan 7,5 mL CaCO_3 2 % . Setelah itu botol kaca disumbat dan dilapisi dengan plastik wrap. Disterilkan dengan autoklaf selama 15 menit. Media yang telah steril dikeluarkan dari autoklaf dan ditunggu hingga dingin. Dilakukan hal yang sama pada media beras. Setelah dingin, media diinokulasikan dengan 1 ose biakan *Trichoderma* sp. (BioGGP 2) pada media jagung dan 1 ose biakan *Aspergillus* sp. (BioGGP 3) pada media beras. Masing-masing media ditutup kembali dengan sumbat yang dilapisi dengan plastik wrap dan inkubasi pada suhu ruang selama 14 hari.

3.4.4 Perhitungan Spora

Perhitungan spora fungi *Trichoderma* sp. dan *Aspergillus* sp. dilakukan ketika inokulum sudah berumur 14 hari. Perhitungan jumlah spora bertujuan untuk mengetahui produktivitas inokulum fungi. Tujuan dilakukannya perhitungan spora yaitu untuk melihat kerapatan spora yang terkandung dalam media inokulum tersebut. Perhitungan spora dilakukan dengan menimbang 1 g inokulum yang akan diencerkan dengan 9 mL aquades steril. Hal ini dilakukan untuk menghasilkan dilusi 10^{-1} . Suspensi kemudian dihomogenkan dengan menggunakan *vortex mixer* agar spora menyebar atau tidak menggumpal. Sebanyak 1 mL suspensi diambil dan dipindahkan pada tabung reaksi ke-2 yang telah berisi aquades steril 9 mL, kemudian dihomogenkan kembali untuk menghasilkan dilusi 10^{-2} . Suspensi dilusi 10^{-2} tersebut diambil dengan pipet tetes dan diteteskan pada *haemocytometer* lalu ditutup dengan gelas penutup dan diamati di bawah mikroskop. Perhitungan spora dilakukan dengan menggunakan rumus Gabriel dan Riyanto (1989) sebagai berikut:

$$S = \frac{t \cdot d}{n \cdot 0,25} \times 10^{-6}$$

Keterangan:

S : Jumlah spora

t : Jumlah spora dalam kotak sampel yang diamati

d : Tingkat pengenceran

n : Jumlah kotak sampel yang diamati (5 kotak besar x 16 kotak kecil)

0,25: Faktor koreksi penggunaan kotak sampel skala kecil pada

Haemocytometer

3.4.5 Aplikasi Inokulum Fungi *Trichoderma* sp.(BioGGP 2) dan *Aspergillus* sp. (BioGGP 3) pada Subtrat Mengandung Sampah Bromelain

Pada sampah bromelain dengan kotoran sapi, pengomposan dilakukan berdasarkan modifikasi Metode Takakura Home (Ying *et al*, 2012). Sampah bromelain didapatkan dari PT. GGP Lampung. Kotoran sapi digunakan sebagai bahan campuran sampah bromelain kemudian ditambahkan dengan inokulum *Trichoderma* sp. dan *Aspergillus* sp.

Metode pengomposan dilakukan berdasarkan modifikasi metode Ustuner, *et al* (2009) yaitu 2:1 dimana untuk vegetasi tanaman dan kotoran sapi digunakan sampah bromelain 2 kg dan kotoran sapi 1 kg. Proses pengomposan ini dilakukan dengan menggunakan metode Irawan, *et al*. (2014) yaitu dengan menggunakan keranjang berlubang yang ditutup dan dilapisi dengan kardus pada bagian dalam keranjang. Bahan kompos disusun berurutan ke dalam keranjang yaitu sampah bromelain, kotoran sapi, inokulum *Trichoderma* sp. (BioGGP 2), *Aspergillus* sp. (BioGGP3), dan bromelain. Kompos dengan perlakuan kontrol memiliki susunan yang sama tetapi tidak ditambahkan inokulum *Trichoderma* sp. (BioGGP 2) dan *Aspergillus* sp. (BioGGP 3). Kompos disiram dengan air secukupnya hingga kadar kelembaban 60%, kemudian ditutup dengan menggunakan kardus pada bagian atas keranjang. Bahan kompos diaduk atau dibalik selama 7 hari sekali untuk memberikan aerasi dan menjaga agar proses dekomposisi berjalan dengan optimal. Inkubasi dilakukan selama 12 minggu, kompos padat sampah bromelain yang telah matang ditandai dengan perubahan warna yang menjadi kehitaman dan tidak tercium bau.

3.4.6 Aplikasi Kompos Padat Sampah Bromelain pada Tanaman Bayam Merah

Kompos yang telah matang selanjutnya digunakan sebagai pupuk untuk membantu pertumbuhan tanaman bayam merah dengan menggunakan dosis sebanyak 0%, 0,6%, 1,2%, 1,8%, 2,4%, 3% dan 3,6% per *polybag* yang berisi 5 kg tanah (Hernandes, 2010). Setelah itu benih bayam merah ditanam sedalam 2-3 cm dari permukaan media tanam sebanyak 2 benih per *polybag* (Benton, 2008). Setelah satu minggu penanaman bibit bayam merah, tanaman diberikan tiang atau penyangga untuk membantu agar tanaman dapat tumbuh dengan tegak (Annisava dkk., 2014). Penyiraman dilakukan selama dua kali sehari setiap pagi dan sore hari. Penyiangan dilakukan mulai dari penanaman benih tanaman bayam merah ke dalam *polybag* hingga tanaman bayam merah mengalami pertumbuhan bunga dengan cara menghilangkan gulma yang tumbuh di dalam *polybag* yang berisi tanaman bayam merah tersebut (Saputra, 2016).

3.4.7 Analisis Data

Data hasil pengukuran yang diperoleh dalam penelitian diuji menggunakan ANARA taraf nyata α 5%. Apabila ada perbedaan pada perlakuan dilanjutkan uji BNT untuk melihat perbedaan antar perlakuan.

3.5. Parameter yang Diamati

Selama proses perawatan tanaman bayam merah selama 5 MST (Minggu Setelah Tanam) atau hingga tanaman bayam merah berbunga dilakukan pengamatan dengan beberapa parameter seperti tinggi tanaman, jumlah daun tanaman, bobot basah, bobot kering, rasio akar/tajuk dan jumlah klorofil a, b dan ab.

3.5.1 Pengukuran Tinggi Tanaman

Pengukuran tinggi tanaman bayam merah dilakukan satu minggu sekali ketika tanaman bayam merah sudah berumur 1 MST. Tanaman diukur dari batang bawah hingga batang yang paling tinggi (cm) kemudian hasilnya dicatat. Pencatatan hasil pengukuran disertai dengan penambahan tanggal agar lebih mudah dalam mengetahui pertumbuhannya (Pratami, dkk., 2015).

3.5.2 Perhitungan Jumlah Daun

Perhitungan jumlah daun dilakukan satu minggu sekali dengan cara menghitung semua helaian daun yang masih hidup dan daun sudah membuka sempurna, sedangkan daun yang kering atau mati tidak dihitung pada masing-masing *polybag* sampai tanaman bayam merah mengalami pertumbuhan bunga (Pratami, dkk., 2015).

3.5.3 Analisis Bobot Basah dan Bobot Kering

Pengamatan bobot basah tanaman dilakukan dengan menimbang seluruh bagian tanaman (g) dengan menggunakan neraca analitik. Pengamatan ini dilakukan pada saat tanaman dipanen yaitu pada umur 5 MST. Pengamatan bobot kering tanaman adalah bobot tanaman yang tidak memiliki kandungan air. Pengamatan ini dilakukan dengan cara tanaman yang akan diamati dikeringkan di bawah sinar matahari selama 7 hari hingga mengering, setelah kering dilakukan penimbangan seluruh bagian tanaman dengan neraca analitik.

3.5.4 Perhitungan rasio akar/pucuk

Perhitungan rasio pucuk akar merupakan salah satu cara yang digunakan untuk mengetahui mutu suatu bibit. Perhitungan rasio akar/tajuk kering dilakukan dengan menimbang bagian akar dan batang secara terpisah dengan menggunakan timbangan digital (Patricia, 2017).

3.5.5 Analisis Kadar Klorofil

Analisis kandungan klorofil dilakukan berdasarkan metode *Winterman dan de Mots* (1965). Sampel daun bayam merah ditimbang sebanyak 0,1 g dan dihaluskan di dalam mortar kemudian di ekstraksi dengan penambahan alkohol 96% sebanyak 10 mL. Ekstrak kemudian disaring dengan kertas saring Whatman GF/C 42 μm . Filtrate yang diperoleh dimasukkan kedalam tabung reaksi dan diukur kadar klorofilnya. Kandungan klorofil diukur dengan spektrofotometer UV Vis pada panjang gelombang 649 dan 665 nm.

Kadar klorofil total dihitung dengan rumus:

$$\text{Klorofil a} = (13,7 \times A_{665}) - (5,67 \times A_{649})$$

$$\text{Klorofil b} = (25,8 \times A_{649}) - (7,7 \times A_{665})$$

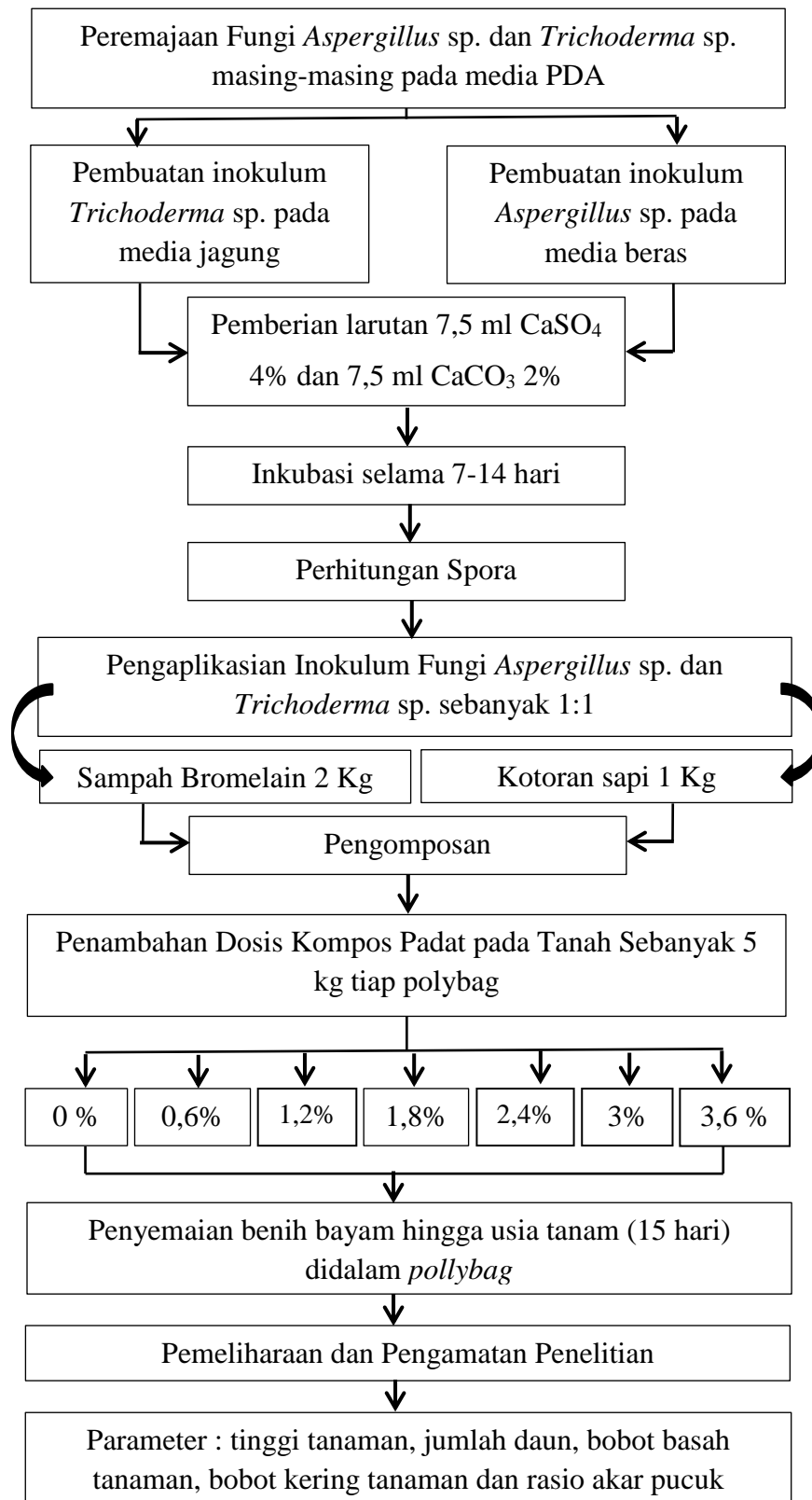
$$\text{Klorofil Total} = (20 \times A_{649}) + (6,1 \times A_{665})$$

Keterangan:

A₆₄₉ = Nilai Absorbansi pada Panjang Gelombang 649 nm

A₆₆₅ = Nilai Absorbansi pada Panjang Gelombang 665 nm

3.5.7 Diagram Alir Penelitian



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 SIMPULAN

1. Kompos padat sampah bromelain terinduksi fungi ligninolitik (*Trichoderma* sp.) dan fungi selulolitik (*Aspergillus* sp.) berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan vegetatif bayam merah (*A. Tricolor* L) yang meliputi pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun tanaman, bobot basah, bobot kering, dan rasio akar/pucuk tanaman.
2. Dosis kompos padat sampah bromelain terinduksi fungi ligninolitik (*Trichoderma* sp.) dan fungi selulolitik (*Aspergillus* sp.) terbaik pada 2,4% dalam media tanam atau 120 g.

5.2 SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang hubungan dosis pupuk dengan kandungan gizi atau kimia dari tanaman bayam merah (*A. Tricolor* L).
2. Perlu dilakukan analisis kandungan hara pada media tanam sebelum dan sesudah perlakuan

DAFTAR PUSTAKA

- Adil, W. H., N. Sunarlim, dan I. Roostika. 2006. Pengaruh Tiga Jenis Pupuk Nitrogen Terhadap Tanaman Sayuran. *J. Biodiversitas*. 7 (1) : 77 – 80.
- Alexopoulos, C.J., C.W. Mims dan M. Blackwell. 1996. *Introductory Micology*. Wiley. New York.
- Alfiyanti Retno Dewi. 2019. Efek Enzim Bromelin Buah Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr) Berbasis Sediaan Gel Terhadap Lebar Interbulus Dentin. *Jurnal Pustaka Kesehatan*. Vol 7(3).
- Alrasyid, II. 2000. Percobaan Penanaman Padi Gogo dibawah Tegakan Hutan Tanaman Acacia mangium di BKPH Parung Panjang, Jawa Barat. *Buletin Penelitian Hutan* no 621. hal 27-54.
- Anastasia Imelda, Munifatul Izatti, dan Sri Widodo Agung Suedi. 2014. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Padat dan Organik Cair Terhadap Porositas Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Bayam Merah (*A. Tricolor*).
- Annisava, A.R.,L. Anjela dan B. Solfan.2014. Respon Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) Terhadap Pemberian Beberapa Dosis Bokashi Sampah Pasar Dengan Dua Kali Penanaman Secara Vertikultur. *Jurnal Agoteknologi*. Vol. 5 (1):17 -24.
- Ardiansyah, M. 2013. Respons Pertumbuhan dan Produksi Kedelai Hasil Seleksi Terhadap Pemberian Asam Askorbat dan Inokulasi Fungi Mikoriza Arbuskular di Tanah Salin. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Ardi Joni, Melia Akrisa, Muhammad Arpah. Keragaman Morfologi Tanaman Nanas (*Ananas Comosus* (L) Merr) Di Kabupaten Indragiri Hilir *Jurnal Agro Indragiri*, Vol. IV No.I.
- Artiningsih T. 2006., Aktivitas Ligninolitik Jenis Ganoderma Pada Berbagai Sumber Karbon. *Jurnal Biodiversitas*, Vol 7, No 4 : 307-311. Balai

Penelitian Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Bogor.

Asgharipour MR, Armin M. Pertumbuhan dan Akumulasi Unsur Benih Tomat yang Ditumbuhkan dalam Kompos Padat. *Am-Euras J. Sustain. Ag.*,2010; 4(1): 94-101.

Badan Pusat Statistik. 2020. Statistik Tanaman Buah-buahan dan Sayuran Tahunan Indonesia. Badan Pusat Statistik/BPS-Statistics Indonesia. ISSN: 2088-8406, diakses pada 20 November 2021.

Bandini, Yusni dan Nurudin Aziz. 2004. Bayam. Jakarta: Penebar Swadaya.

Benton-Jones J. 2008. *Tomato Plant Culture in The Field, Geenhouse, and Home Garden*. Boca Raton. CRC Press. FL.

Benediktus, Dimas Surya Wirawan. 2016. Pengaruh Pemberian Magnesium, Boron dan Silikon terhadap Aktivitas Fisiologis, Kekuatan Struktural Jaringan Buah dan Hasil Pisang (*Musa acuminata*) Raja Bulu. *J vegetalika* vol 5 (4) Hal 1-14.

Bisset, J. 1991. A Revision of The Genus *Trichoderma* sp. II Infrageneric classification. *Can. J. Bot.* Vol 69 : 2357-2372.

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. *Bioresource Technology*. 179: 398-406.

Dashtban, M., Schraft, H. & Qin, W. 2009. Fungal Bioconversion of Lignocellulosic Residues; Opportunities & Perspectives. *International Journal of Biological Sciences* (6):578-595.

Dewantoro, T.G. 2017. Pengaruh Penyemprotan Silika dan Mangan Terhadap Pertumbuhan, Produksi dan Mutu Benih Kedelai (*Glucine max* [L.] Merrill) (Skripsi). Bandar Lampung: Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

- Djarwatiningsih, Widiwurjani, and Zulkarnaen, D. (2017). Penampilan fenolipe bayam merah akibat dari pemberian pupuk urea dan urine sapi.
- Djukri. 2009. Regulasi Ion Kalsium (Ca^{++}) dalam Tanaman untuk Menghadapi Cekaman Lingkungan. Yogyakarta. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Duaja, Made Devani. 2012. Pengaruh Bahan dan Dosis Kompos Cair Terhadap Pertumbuhan Selada (*Lactuca sativa* sp.). Jurnal Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jambi. Vol 1(1).
- Eka Nuryani, Gembong Haryono, Historiawati. 2019. Pengaruh Dosis Dan Saat Pemberian Pupuk P Terhadap Hasil Tanaman Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) Tipe Tegak. Jurnal Ilmu Pertanian Tropika dan Subtropika 4 (1).
- Fahmi Arifin., Syamsudin., Sri Nuryani H.U., Bostang Radjaguguk. 2010. The Effect of Interaction of Nitrogen and Phosphorus Nutrients on Maize (*Zea Mays* L) Grown In Regosol and Latosol Soils. Byologic News 10(3).
- Gardner, F. P. R. B Pear dan F. L. Mitaheel. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. Terjemahan Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Gusnawati, M. Taufik, dan Herman. 2014. Efektifitas Trichoderma Indigenus Sulawesi Tenggara Sebagai Biofungisida Terhadap *Colletotrichum* sp. Secara In-Vitro. Jurnal Agroteknos. 4 (1) : 38-43.
- Hadi, Setiono. 2010. Fisiologi Tumbuhan. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Hairiah, K., Widiyanto, D. Suprayogo, R. H. Widodo, P. Purnomosidhi, S. Rahayu, dan M. V. Noorwijk. 2004. Ketebalan Seresah Sebagai Indikator Daerah Aliran Sungai (DAS) Sehat. World Agroforestry. Diakses pada 12 oktober 2021.
<http://www.worldagroforestry.org/downloads/publications/PDFs/B13576.pdf>.
- Handajani, N.S., T. Purwoko. 2008. Aktivitas Ekstrak Rimpang Lengkuas (*Alpinia galaga*) Terhadap Pertumbuhan Jamur *Aspergillus* sp. Penghasil Aflatoksin dan *Fusarium moniliforme*. Biodiversitas 9(5): 161-164.

- Harjadi, S. S. 2002. Pengantar Agronomi. Gramedia. Jakarta.
- Hasanuddin. 2014. Jenis Jamur Kayu Makroskopis Sebagai Media Pembelajaran Biologi (Studi di TNGL Blangjerango Kabupaten Gayo Lues). Jurnal Biotik. 2(1): 1-76.
- Hendriks, A.T. and Zeeman, G. 2009. Pretreatments to Enhance the Digestibility of Lignocellulosic Biomass. *Bioresource Technology*, 100, 10-18.
- Hernandez, A., H. Castillo, D. Ojeda, A. Aras, J. Lopez, and E Sanchez. 2010. Effect of Vermicompost and Compost on Lettuce Production. *Chilean Journal of Agricultural Research* 70(4): 583-589.
- Hidayat, Taufik. 2016. Potensi Hasil Tanaman dan Hubungan SourceSink. <http://www.generasibiologi.com/2016/02/faktor-faktor-yang-mempengaruhi.html>. Diunduh 22 Agustus 2022.
- Hofrichter M. 2002. Review: Lignin conversion by manganese peroxidase (MnP). *Enzyme Microbiol. Technol.* 30:454-466.
- Irawan, B. 2014. Pengaruh Susunan Bahan Terhadap Waktu Pengomposan Sampah Pasar Pada Komposter Beraerasi. *Metana*, vol 10 (1).
- Irawan, B. et al. 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 Mikrobiol Appl Murni*. 13(2): 815-82.
- Irawan, B., R.S. Kasiandari., B.H. Sunarminto., and E. Sutariningsih. 2014. Preparation of Fungal Inoculum for Leaf Litter Composting from Selected Fungi. *Journal of agricultural and Biological Science*. Vol 9 (3): 89-94.
- Irawan, et. Al. 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.). *J Pure Appl Microbiol*, 13(2).

- Irianti, Agnes tutik Purwani dan Suyanto, agus. 2016. Pemanfaatan Jamur *Trichoderma* sp. dan *Aspergillus* sp. Sebagai Dekomposer Pada Pengomposan Jerami Padi. Jurnal Agrosains. Vol. 13 No. 2.
- Jadid MN. 2007. Uji Toleransi Aksesi Kapas (*Gossypium Hirsutum* L.) Terhadap Cekaman Kekeringan Dengan Menggunakan Polietilena Glikol (PEG) 6000. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang. Malang.
- Jawetz, Melnick dan Adelberg. 2013. Medical Microbiology. Edisi 26. New York: Mc Graw Hill.
- Kartika, A. A. 2007. Isolasi dan Degradasi Hemiselulosa dari Tongkol Jagung Secara Enzimatis. Thesis, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Airlangga, Surabaya.
- Kumar Adarsh, dan Ram Chandra. 2019. Enzim Ligninolitik Dan Mekanismenya untuk Degradasi Limbah Lignoselulosa di Lingkungan. India. Departemen Mikrobiologi Lingkungan.
- Kurniasih B, Wulandhany F. 2009. Penggulungan Daun, Pertumbuhan Tajuk dan Akar 62 JURNAL BIOS LOGOS, AGUSTUS 2013, VOL. 3 NOMOR 2 beberapa varietas padi gogo pada kondisi cekaman air yang berbeda. Agrivita 31:118-128.
- Kurniawan S, Bintoro A, dan Riniarti M. 2014. Pengaruh Beberapa Dosis Pupuk dan Beberapa Media Tumbuh Terhadap Pertumbuhan Bibit Jabon (*Anthocephalus cadamba*). Jurnal Sylva Lestari 2(1):31-40.
- Kurniawati, A. 2016. Kajian Produksi Sawi Hijau (*Brassica juncea*) Organik Pada Pergiliran Tanaman Jagung dan Kedelai Serta Dosis Pupuk Kandang. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Kusmanto, A.F. Aziez dan T. Soemarah. 2010. Pengaruh Dosis Pupuk Nitrogen dan Pupuk Kandang Kambing terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung Hibrida (*Zea Mays* L) Varitas Pioneer 21. Fakultas Pertanian. Universitas Pembangunan Surakarta. Surakarta . J. Agrineca.10 : 135-15

- Lakitan B. 2011. Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan. Jakarta (ID): Rajagrafindo Persada.
- Lankinen, P. 2004. Ligninolytic Enzymes of The Basidiomycetous Fungi *Agaricus Bisporus* and *Phlebia Radiata* on Lignocellulose-Containing Media. Dissertation. University of Helsinki. Finland.
- Li, R., P. Guo., M. Baum, S. Gando, and S. Ceccarelli. 2006. Evaluation of Chlorophyll Content and Fluorescence Parameters as Indicators of 43 Drought Tolerance in Barley. *Agricultural Sciences in China*. 5 (10): 751-757.
- Lingga, L. 2010. Cerdas Memilih Sayuran. PT. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Malloch, M. S.m1981. *Moulds : Their Isolation, Cultivation, and Identification*. University of Toronto Press.
- Manuputty, M. C., A. Jacob dan J.P. Haumahu, 2012. Pengaruh Effective Inoculant Promi Dan Em4 Terhadap Laju Dekomposisi dan Kualitas Kompos Dari Sampah Kota Ambon. *Agrologia Jurnal Ilmu Budidaya Tanaman*, Vol. 1, No. 2, Hal. 143- 151 (Oktober 2012), ISSN 2301-7287.
- Martina, A., L. Bernadeta, M. Fibriarti, Rodesia, Roza, Z. Delita, P. Eka, Sari. 2013. Isolasi dan Seleksi Kapang Ligninolitik dari Tanah Gambut di Desa Rimbo Panjang Kabupaten Kampar Propinsi Riau. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*. Bandar Lampung.
- Martin, B.C., R. Rescolinoa, D. F. Coelhob, B. Zanchettab, E. B. Tambourgib, and E. Silveira. 2014. Characterization of Bromelain from *Ananas Comosus* Agroindustrial Residues Purified by Ethanol Fractional Precipitation. *Chemical Engineering Transactions*. 37: 781-786.
- Nduwayezu, J.B., L. Lulandala dan S.A.O. Chamshama. 2005. Managing Decomposition and Mineralization of *Senna singueana* (Del.) Lock. Manure to Improve N Use Efficiency and Maize Yield in Morogoro, Tanzania. *Journal of Agronomy*. 4(4): 349-359.

- Niddai, N. H, A. Suwarni, dan R. Amalia. 2015. Pengaruh Penyemprotan Pupuk Organik Cair Limbah Jeroan Ikan dan Limbah Kulit Nanas terhadap Laju Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 6(3): 135-141.
- Novizan. 2002. *Petunjuk Pemupukan Yang Efektif*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Nyakpa, Y. M., A. M. Lubis, M. A. Pulung, A. G. Amrah, A. Munawar, G. B. Hong, dan N. Hakim. 1998. *Kesuburan Tanah*. Universitas Lampung. Lampung.
- Oramahi H.A., Darmadji P., Haryadi. 2003. *Optimasi Kadar Asam dalam Asap Cair dari Kayu Karet dengan RSM*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Pardo, M. E. S., M. E. S. Casselis. R. M. Escobedo. E. J. Garcia. 2014. Chemical Characterisation of The Industrial Residues of The Pineapple (*Ananas comosus*). *Journal of agricultural Chemistry and Environment*. 3: 53-56.
- Patricia CT, Nio SA, Perluhan S, Susan MM. 2013. Karakter Morfologi Akar Sebagai Indikator Kekurangan Air Pada Padi Lokal Superwin. *Bios Logos*. 3(1): 2-12.
- Pracaya. 2007. *Bertanam Tomat*. Kanisius. Yogyakarta.
- 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.
- Rani Reeta Singhanian.,. 2009. *Biotechnology for Agro-Industrial Residues Utilisation*. National Kaohsiung University of Science and Technology (NKUST).
- Ramadhan, M.F.(2020). *Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bayam Merah (A. Tricolor L.) Akibat Pemberian Berbagai Takaran Pupuk Bokashi Sembawa*. Skripsi. Universitas Tridinanti Palembang.
- Ristiari, P. N., K. S. M. Julyasih, dan I. A. P. Suryanti. 2018. Isolasi dan Identifikasi Jamur Mikroskopis pada Rizosfer Tanaman Jeruk Siam (*Citrus nobilislour.*) di Kecamatan Kintamani, Balini. *Jurnal Pendidikan Biologi*. 6(1). ISSN: 2599-1450e-ISSN: 2599-1485.

- Rodiah.,S.,I.2013. Manfaat Penggunaan Pupukorganik Untuk Kesuburan Tanah, Jurnal Universitas Tulungagung Bonorowo. 1 (1).
- Sampson, P.H., T.P. Zarco, G.H. Mohammed, J.R. Miller, and T. Noland. 2003. Hyperspectral remote sensing of forest condition: estimating chlorophyll content in tolerant hardwoods. *Forest Science*, 49 (3): 381 – 391.
- Sanchez, C., 2009. Residu Ligninoseulosa: Biodegradasi dan Biokonsevasi Oleh Jamur. *Bioteknologi. Adv.* 27, 185-194.
- Salahudin farid, 2011. Pengaruh Bahan Pengendap Pada Isolasi Enzim Bromelin dari Bonggol Nanas. 02(01).
- Saparinto, C. 2013. *Grow Your Own Vegetables-Panduan Praktis Menanam 14 Sayuran Konsumsi Populer Di Pekarangan*. Yogyakarta: Penebar Swadaya. 180 hlm.
- Sari, Nawang Vinda., Same Made.,Yonathan Parapasan. 2017. Pengaruh Konsentrasi dan Lama Fermentasi Urin Sapi sebagai Pupuk Cair pada Pertumbuhan Bibit Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). *Jurnal Agro Industri Perkebunan* Volume 5 No.1: 57-71.
- Sastrahidayat, I. R., Syamsuddin Djauhari, dan Nasir Saleh. 2007. Pemanfaatan Teknologi Pellet Mengandung Saproba Antagonis dan Endomikoriza (VAM) untuk Mengendalikan Penyakit Rebah Semai (*Slerotium rolfsii*) dan Meningkatkan produksi Kedelai. Laporan Hasil Penelitian Kerjasama Kemitraan Penelitian Pertanian dengan Perguruan Tinggi (KKP3T). Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.
- Saputra, A. 2009. Pengaruh Pemberian Bokhasi *Gliricidia sepium* Terhadap Pertumbuhan Kakao (*Theobroma cacao*) Pada Tanah Ultisol. Skripsi. UNP. Padang.
- Setyorini, D., R. Saraswati., dan E.K. Anwar. 2006. Kompos dalam Pupuk Organik dan Hayati. BBSDLP-Badan Litbang Pertanian.
- Soedarya. (2009). *Agribisnis Nanas*. CV.Pustaka grafika. Bandung.

- Solichatun, Endang Anggarwula, dan N. Widya Mudyantini. 2005. Pengaruh Ketersediaan Air terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Bahan Aktif Saponin Tanaman Ginseng Jawa (*Talinum paniculatum*, Gaertn.) http://biosains.mipa.uns.ac.id/F/F0302/F0302_03.pdf. Diunduh 6 Juli 2016.
- Subowo YB. 2012. Seleksi jamur tanah pendegradasi selulosa dan pestisida deltametrin dari beberapa lingkungan di Kalimantan Barat. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 13 (2): 221-230.
- Supriyadi, A., I. S.Rochdjatun dan S. Djauhari. 2013. Kejadian penyakit pada tanaman bawang merah yang dibudidayakan secara vertikultur di Sidoarjo. *Jurnal HPT*. 1 (3): 27-40.
- Suriadikarta, D. A., Setyorini, D., dan Hartatik, W., 2004. Petunjuk Teknis Uji Mutu dan Efektivitas Pupuk Alternatif Anorganik. Balai Penelitian Tanah, Puslitbangtanah Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Susanti, Ika Hendriyani dan Nintya Setiari. 2009. Kandungan Klorofil Dan Pertumbuhan Kacang Panjang (*Vigna Sinensis*) Pada Tingkat Penyediaan Air Yang Berbeda. *J. Sains & Mat.* Vol. 17(3).
- Taiz. L. & Zeiger, E. 2006. *Plant Physiology* (4th Ed., pp. 674). Sunderland, Massachusetts, USA: Sinauer Associates, Inc. Publishers.
- Ustuner O., Wininger S., Gadkar V., Badani H., Raviv M., Dudai N., Medina S., and Kapulnik Y. 2009. Evaluation of Different Compost Amendments with AM 46 Fungal Inoculum for Optimal Growth of Chieves. *Compost. Sci. Util.*17(4): 257-265.
- Verma AK, Kaur O. 2017. *Aspergillus* and Cervicovaginal Papanicolaou Smear: A Review. *Int Clin Pathol J.* 4(2): 86.
- Wahyuno, D., Manohara, D. dan Mulya, K. 2010. Peranan Bahan Organik Pada Pertumbuhan dan Daya Antagonisme *Trichoderma harzianum* dan Pengaruhnya Terhadap *Phytophthora capsici* Pada Tanaman Lada. *Jurnal Fitopatologi Indonesia* 7: 76-82.

- Wasis Basuki dan Fathia. 2011. Pengaruh Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan Semai Gmelina (*Gmelina arborea* Roxb.) Pada Media Tanah Bekas Tambang Emas (Tailing). *Jurnal Silvikultur Tropika* Vol. 02 (14-18).
- Wee, Y. C. dan M. L. C. Thongtham. 1997. *Ananas comosus* (L) Merr Dalam E.W.M. Verheij dan R. E. Coronell (Eds.). Sumber Daya Nabati Asia Tenggara 2, Buah-buahan yang Dapat Dimakan. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Widawati, Suliasih, dan A. Muharam. 2010. Pengaruh Kompos yang Diperkaya Bakteri Penambat Nitrogen dan Pelarut Fosfat Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kapri dan Aktivitas Enzim Fosfatase dalam Tanah. *J. Hort.* 20(3): 207-215.
- Widawati, S., Sudiana, I., Sukara, E., & Muharam, A. (2013). Teknologi Budidaya Tanaman Tomat Melalui Inverted Gardening dan Conventional Gardening Berbasis Pemanfaatan Bakteri Indigenus. *Jurnal Hortikultura*, 22(3).
- Wijaya. 2008. Nutrisi Tanaman Sebagai Penentu Kualitas Hasil dan Resistensi Alami Tanaman. *Agrosains*. Vol 9(2): 12-15.
- Wijaya, I., Oktarina., dan Viridanuriza, M. 2011. Pembiakan Massal Jamur *Trichoderma* sp. Pada Beberapa Media Tumbuh Sebagai Agen Hayati Pengendalian Penyakit Tanaman. *Agritrop Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*. <http://digilib.unmuhjember.ac.id/>. Diakses 28 Mei 2021.
- Wintermans, J. F. G. M and De Mots, A.1965. Spectrophotometric characteristics of Chlorophylls a and b and their pheophytins in etanol. *Biochimica Biophysica Acta*, 109: 448-453.
- Ying G.H., Chi L.S., and Ibrahim M.H. 2012. Changes of Microbial Biota during the Biostabilization of Cafeteria Wastes by Takakura Home Method (THM) Using Three Different Fermented Food Products. UMT 11th International Annual Symposium on Sustainability Science and Management 09th–11th July 2012. 1408-1413.

Yuniar, W., 2013. Skrinning dan Identifikasi Kapang Selulolitik Pada Proses Vermikomposting Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS). Universitas Jember. Jember.