

**PENGARUH APLIKASI CENDAWAN SELULOLITIK TERHADAP LAJU  
DEKOMPOSISI CAMPURAN SERASAH DAN BLOTONG  
TEBU (*Saccharum officinarum* L.)**

(Skripsi)

Oleh

**Suci Husna Isnaini**  
2014121033



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

## ABSTRAK

### PENGARUH APLIKASI CENDAWAN SELULOLITIK TERHADAP LAJU DEKOMPOSISI CAMPURAN SERASAH DAN BLOTONG TEBU (*Saccharum officinarum* L.)

Oleh

Suci Husna Isnaini

Pengembalian limbah dari perkebunan berupa serasah dan limbah pabrik berupa blotong tebu ke lahan menjadi salah satu upaya pemanfaatan limbah sebagai sumber bahan organik. Pengembalian limbah ke lahan sebagai sumber bahan organik membutuhkan waktu yang cukup lama sehingga perlu dilakukan pengomposan. Pengomposan serasah dan blotong tebu membutuhkan waktu yang lama karena kandungan selulosa, hemiselulosa, dan lignin dalam serasah tebu begitu tinggi sehingga sulit terurai. Penambahan cendawan selulolitik digunakan untuk mempercepat proses dekomposisi karena kemampuannya dalam menghasilkan enzim pemecah substrat karbohidrat tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan cendawan selulolitik terhadap laju dekomposisi, mendapatkan satu perlakuan terbaik, dan mengetahui korelasi rasio C/N, sisa bobot, suhu, pH, dan kadar air dengan konstanta kecepatan dekomposisi. Perlakuan yang diujikan yakni (K0) kontrol, (K1) pemberian cendawan *Cunninghamella* sp., (K2) pemberian cendawan *Trichoderma* sp., dan (K3) pemberian kombinasi kedua cendawan tersebut. Percobaan perlakuan dilakukan sebanyak 4 ulangan, dan 3 kali pengamatan yang dilakukan setiap 3 pekan sekali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian cendawan selulolitik mempercepat penurunan rasio C/N dan sisa BKO pada kompos serasah dan blotong tebu, laju dekomposisi terjadi lebih cepat pada 3 pekan pertama, dan terjadi korelasi negatif antara rasio C/N, sisa BKO dan suhu dengan konstanta laju dekomposisi (k) serta terdapat korelasi positif antara pH dan kadar air dengan konstanta laju dekomposisi (k). Perlakuan terbaik terdapat pada penambahan kombinasi cendawan *Cunninghamella* sp., dan *Trichoderma* sp.

Kata Kunci : cendawan selulolitik, laju dekomposisi, serasah dan blotong tebu

## ABSTRACT

### THE EFFECT OF CELLULOLYTIC FUNGUS APPLICATION ON THE DECOMPOSITION RATE OF SUGARCANE (*Saccharum officinarum* L.) LITTER AND FILTER CAKE MIXTURE

By

**Suci Husna Isnaini**

*Returning waste from plantations in the form of litter and factory waste in the form of sugar cane cake to the land is one of the efforts to utilize waste as a source of organic material. Returning waste to land as a source of organic material takes quite a long time so composting is necessary. Composting sugarcane litter and filter cakes takes a long time because the cellulose, hemicellulose and lignin content in sugarcane litter is so high that it is difficult to decompose. The addition of cellulolytic fungi is used to speed up the decomposition process because of its ability to produce enzymes that break down carbohydrate substrates. This research aims to determine the effect of adding cellulolytic fungi on the decomposition rate, obtain the best treatment, and determine the correlation between the C/N ratio, residual weight, temperature, pH, water content with the decomposition rate. The treatments tested were (K0) control, (K1) giving fungus *Cunninghamella* sp., (K2) giving fungus *Trichoderma* sp., and (K3) giving a combination of the two fungi. The treatment experiment was carried out in 4 repetitions, and 3 observations were carried out every 3 weeks. The results showed that the application of cellulolytic fungi accelerated the decrease in the C/N ratio and BKO residues in the litter compost and sugar cane filter cake, the decomposition rate occurred faster in the first 3 weeks, and there was a negative correlation between temperature, C/N ratio, BKO residues with the decomposition rate (k) and a positive correlation between pH and water level with the decomposition rate (k). The best treatment is the addition of a combination of the fungi *Cunninghamella* sp., and *Trichoderma* sp.*

*Keywords: cellulolytic fungi, decomposition rate, sugarcane litter and filter cake.*

**PENGARUH APLIKASI CENDAWAN SELULOLITIK TERHADAP LAJU  
DEKOMPOSISI CAMPURAN SERASAH DAN BLOTONG  
TEBU (*Saccharum officinarum* L.)**

**Oleh**

**SUCI HUSNA ISNAINI**

**Skripsi**

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

**Pada**

**Jurusan Agroteknologi  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

Judul Skripsi :

**PENGARUH APLIKASI CENDAWAN  
SELULOLITIK TERHADAP  
LAJU DEKOMPOSISI CAMPURAN  
SERASAH DAN BLOTONG TEBU  
(*Saccharum officinarum* L.)**

Nama Mahasiswa :

**Suci Husna Isnaini**

Nomor Pokok Mahasiswa :

2014121033

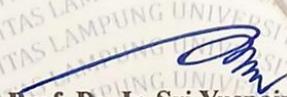
Program Studi :

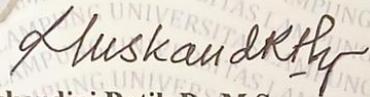
Agroteknologi

Fakultas :

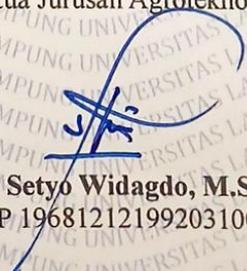
Pertanian



  
**Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.**  
NIP 196305081988112001

  
**Dr. Ir. Suskandini Ratih D., M.S.**  
NIP 196105021987072001

2. Ketua Jurusan Agroteknologi,

  
**Ir. Setyo Widagdo, M.Si.**  
NIP 196812121992031004

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

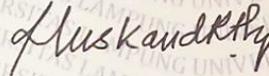
**Pembimbing Utama**

**Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.**



**Anggota Pembimbing**

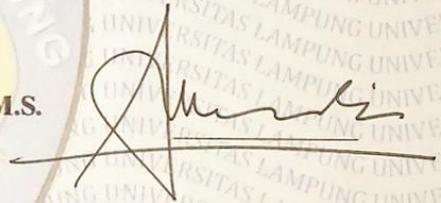
**Dr. Ir. Suskandini Ratih D., M.S.**



**Penguji**

**Bukan Pembimbing**

**Prof. Dr. Sumardi, M.S.**

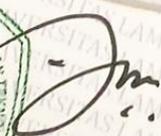


**2. Dekan Fakultas Pertanian**



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

**NIP.196411181989021002**



**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 16 Agustus 2024**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“PENGARUH APLIKASI CENDAWAN SELULOLITIK TERHADAP LAJU DEKOMPOSISI CAMPURAN SERASAH DAN BLOTONG TEBU (*Saccharum officinarum L.*)”** merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Penelitian ini merupakan penelitian proyek milik Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah-kaidah penulisan karya tulis ilmiah Universitas Lampung. Jika di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 16 Agustus 2024  
Penulis,



**Suci Husna Isnaini**  
NPM 2014121033

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Gedung Meneng, 3 Desember 2001 sebagai anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Tri Budi Rahayu dan Ibu Suyati.

Penulis menyelesaikan Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Tumijajar pada 2020 dan pada tahun yang sama terdaftar menjadi mahasiswa Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di berbagai kegiatan seperti menjadi asisten praktikum Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman, Penyakit Penting Tanaman, dan Teknik Pengendalian Penyakit Tanaman di tahun 2023/2024, melaksanakan kegiatan Praktik Pengenalan Pertanian tahun 2020/2021. Penulis juga aktif pada organisasi Forum Studi Islam (FOSI-FP) sebagai sekertaris BSO Imperti Unila (2020), wakil kepala BSO Imperti Unila (2021). Penulis juga aktif dalam Ikatan Mahasiswa Muslim Pertanian Indonesia (IMMPERTI) menjabat sebagai sekertaris jenderal (2021-2022).

Pada 2022, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Luas, Kecamatan Batu Ketulis, Lampung Barat. Pada 2023, penulis melakukan magang di PT Pupuk Sriwidjaja Palembang selama 3 bulan pembinaan dan 3 bulan penempatan di Pondok Pesantren Nurul Fattah, Tulang Bawang.

## **PERSEMBAHAN**

Dengan penuh rasa Syukur dan atas Ridho Allah SWT, penulis persembahkan skripsi ini kepada:

Ayah dan Ibu tercinta  
Tri Budi Rahayu dan Suyati

Adik tersayang  
Keisha Hana Salsabila

Terima kasih atas semua doa dan dukungan serta motivasi yang telah diberikan kepadaku selama ini

serta

Almamater tercinta,  
Jurusan Agroteknologi  
Fakultas Pertanian  
Universitas Lampung

## MOTTO

*but I have never been disappointed in my prayer to You, my Lord!*

(Q.S. Maryam (19) : 4)

*If you stand for nothing, you'll fall for anything*

(*One by One* dipopulerkan oleh One Ok Rock)

*That's a great universe out there. And we are one little grain of sand in it. But that doesn't mean that the actions we possess can't turn into big boulders. No matter what age you are, or what your life is filled with, there's still so many kind things to do*

*May the journeys be mine and victory be God's*

## SANWACANA

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat, hidayah, serta segala nikmat yang tidak terhingga sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Pada kesempatan ini, dengan segenap rasa hormat, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

- (1) Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
- (2) Ir. Setyo Widagdo, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi Universitas Lampung;
- (3) Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Pembimbing Utama sekaligus Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta ilmu selama penulis menjalankan proses pembelajaran di bangku kuliah serta dalam proses pelaksanaan penelitian dari awal hingga akhir sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini;
- (4) Dr. Ir. Suskandini Ratih D., M.S., selaku Pembimbing Kedua yang telah memberikan bimbingan, ilmu, nasehat, dan bantuan kepada penulis dalam melaksanakan penelitian hingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi;
- (5) Prof. Dr. Sumardi, M.S., selaku Pembahas atas segala arahan, ilmu, dan nasehat dalam penulisan skripsi ini;
- (6) Kedua orang tua penulis, Ayahanda Tri Budi Rahayu dan Ibunda Suyati yang telah mencurahkan segala cinta, kasih sayang, dukungan, serta doa dan semangat di sepanjang hidup penulis;
- (7) Adik saya, Keisha Hana Salsabila yang selalu menjadi motivasi saya supaya saya dapat menjadi contoh yang baik baginya;

- (8) Keluarga besar saya, terima kasih telah selalu memberikan dukungan dan doa untuk kesuksesan saya;
- (9) Dia yang baik hatinya, terimakasih telah menjadikan aku baik, namun sebaik-baiknya aku, lebih baik kamu yang telah menjadikanku baik;
- (10) Kepada diri saya sendiri yang selalu berusaha hingga sampai pada titik ini;
- (11) Kepada Keluarga Besar Pondok Pesantren Nurul Fattah dan masyarakat Desa Luas yang telah bersedia menerima saya untuk melaksanakan seluruh kegiatan dan bersedia belajar bersama;
- (12) Teman-teman berbagi kisah dan kasih saya;
- (13) Teman-teman Agroteknologi 2020 yang senantiasa tolong menolong dalam melaksanakan perkuliahan di Universitas Lampung;
- (14) Almamater tercinta, Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, namun semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

Bandar Lampung, 16 Agustus 2024

Penulis

Suci Husna Isnaini

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xviii</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Kerangka Pemikiran .....	3
1.5 Hipotesis Penelitian .....	7
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>8</b>
2.1 Limbah Serasah Tebu dan Kandungannya .....	8
2.2 Limbah Blotong dan Kandungannya .....	9
2.3 Pengomposan .....	9
2.4 Dekomposer Cendawan Selulolitik .....	16
2.4.1. Cendawan <i>Cunninghamella sp.</i> .....	18
2.4.2 Cendawan <i>Trichoderma sp.</i> .....	19
2.5 Laju Dekomposisi .....	19
2.6 Kompos Serasah dan Blotong Tebu .....	20
<b>III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN</b> .....	<b>22</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	22
3.2 Alat dan Bahan .....	22
3.3 Rancangan Penelitian .....	23
3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	23

3.4.1 Subkultur Cendawan Selulolitik .....	23
3.4.2 Pengumpulan bahan .....	24
3.4.3 Pembuatan <i>Starter</i> dan Pengenceran Isolat.....	24
3.4.4 Pengaplikasian Isolat ke Serasah dan Blotong Tebu.....	25
3.4.5 Pengamatan dan Pembalikan .....	26
3.4.6 Analisis Laboratorium.....	26
3.4.7 Analisis Data .....	27
3.5 Parameter Pengamatan.....	<b>30</b>
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>33</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	33
4.1.1 Kadar C-Organik, N-Total, Rasio C/N Kompos Campuran Serasah dan Blotong Tebu Selama Periode Pengamatan.....	33
4.1.2 Nilai Sisa Bobot Kompos Campuran Serasah dan Blotong Tebu Selama Periode Pengamatan .....	35
4.1.3 Pengaruh Aplikasi Cendawan Selulolitik terhadap Laju Dekomposisi Campuran Serasah dan Blotong Tebu .....	36
4.1.4 Kadar Air, Suhu, dan derajat keasaman (pH) Kompos Campuran Serasah dan Blotong Tebu Selama Periode Pengamatan.....	38
4.1.5 Uji Korelasi antara Rasio C/N, Sisa Bobot, Suhu, pH, dan Kadar Air dengan Konstanta Laju Dekomposisi Selama 9 Pekan.....	41
4.2 Pembahasan.....	43
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>52</b>
5.1 Simpulan .....	52
5.2 Saran .....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>53</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>58</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Uji BNT Pengaruh Pemberian Cendawan Selulolitik terhadap Kadar C-Organik, N-Total, dan Rasio C/N Serasah dan Blotong Tebu pada Pekan ke-9.....	33
2. Uji BNT Pengaruh Pemberian Cendawan Selulolitik terhadap Sisa Bobot Campuran Serasah dan Blotong Tebu Pekan ke-9.....	36
3. Uji BNT Konstanta Laju Dekomposisi Campuran Serasah dan Blotong Tebu Pekan ke-6 dan Pekan ke-9.....	37
4. Uji BNT Pengaruh Pemberian Cendawan Selulolitik terhadap Kadar Air Serasah Tebu dan Blotong Pekan ke-6.....	39
5. Kadar C-Organik Tiap Perlakuan Selama 9 Pekan Pengamatan .....	59
6. Pengaruh Perlakuan Pemberian Cendawan terhadap C-Organik Pengomposan Campuran Serasah dan Blotong Tebu Pekan ke-9 ...	59
7. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Pemberian Cendawan terhadap C-Organik Pengomposan Campuran Serasah tebu dan blotongpada Pekan ke-9.....	60
8. Hasil Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Pemberian Cendawan terhadap C-Organik Pengomposan Campuran Serasah dan Blotong Tebu pada Pekan ke-9.....	60
9. Kadar N-Total Tiap Perlakuan Selama 9 Pekan Pengamatan.....	61
10. Pengaruh Perlakuan Pemberian Cendawan terhadap N-Total Pengomposan Campuran Serasah dan Blotong Tebu Pekan ke-9 ...	61
11. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Pemberian Cendawan terhadap N-Total Pengomposan Campuran Serasah dan Blotong Tebu Pekan ke-9 .....	62
12. Hasil Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Pemberian Cendawan terhadap N-Total Pengomposan Campuran Serasah dan Blotong Tebu Pekan ke-9 .....	62

13.	Rasio C/N Tiap Perlakuan Selama 9 Pekan Pengamatan .....	63
14.	Pengaruh Perlakuan Pemberian Cendawan terhadap Rasio C/N Pengomposan Campuran Serasah dan Blotong Tebu pada Pekan ke-9 .....	63
15.	Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Pemberian Cendawan terhadap Rasio C/N Pengomposan Campuran Serasah dan Blotong Tebu Pekan ke-9.....	64
16.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Pemberian Cendawan terhadap Rasio C/N Pengomposan Campuran Serasah Tebu dan Blotong pada Pekan ke-9 .....	64
17.	Sisa Bobot (g) Tiap Perlakuan Selama 9 Pekan Pengamatan .....	65
18.	Pengaruh Perlakuan Pemberian Cendawan terhadap Sisa Bobot Pengomposan Campuran Serasah Tebu dan Blotong Pekan ke-9 ...	66
19.	Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Pemberian Cendawan terhadap Sisa Bobot Pengomposan Campuran Serasah dan Blotong Tebu Pekan ke-9.....	66
20.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Pemberian Cendawan terhadap Sisa Bobot Pengomposan Campuran Serasah dan Blotong Tebu pada Pekan ke-9 .....	67
21.	Rata-rata $X_t/X_0$ Tiap Perlakuan Selama 9 Pekan Pengamatan .....	67
22.	Rata-rata $\ln X_t/X_0$ Tiap Perlakuan Selama 9 Pekan Pengamatan ...	68
23.	Persamaan Regresi, Konstanta Laju Dekomposisi (k), dan R-Squared ( $R^2$ ) Pada Tiap Perlakuan Selama 9 Pekan Pengamatan....	69
24.	Konstanta Laju Dekomposisi Serasah Tebu dan Blotong Pekan ke-3 .....	71
25.	Uji Homogenitas Konstanta Laju Dekomposisi Pekan ke-3 .....	72
26.	Analisis Ragam Konstanta Laju Dekomposisi Pekan ke-3 .....	72
27.	Konstanta Laju Dekomposisi Serasah Tebu dan Blotong Pekan ke-6 .....	72
28.	Uji Homogenitas Konstanta Laju Dekomposisi Pekan ke-6 .....	73
29.	Analisis Ragam Konstanta Laju Dekomposisi Pekan ke-6 .....	74
30.	Konstanta Laju Dekomposisi Serasah Tebu dan Blotong Pekan ke-9 .....	74
31.	Uji Homogenitas Konstanta Laju Dekomposisi Pekan ke-9 .....	75
32.	Analisis Ragam Konstanta Laju Dekomposisi Pekan ke-9 .....	75
33.	Korelasi Rasio C/N dan Sisa Bobot dengan Konstanta Laju Dekomposisi Selama 9 Pekan.....	76

34.	Perhitungan Uji Korelasi Antara Rasio C/N dengan Konstanta Laju Dekomposisi (k) Selama 9 Pekan.....	76
35.	Perhitungan Uji Korelasi Sisa Bobot dengan Konstanta Laju Dekomposisi (k) Selama 9 Pekan.....	77
36.	Perhitungan Uji Korelasi Kadar Air dengan Konstanta Laju Dekomposisi (k) Selama 9 Pekan.....	77
37.	Perhitungan Uji Korelasi Suhu dengan Konstanta Laju Dekomposisi (k) Selama 9 Pekan.....	78
38.	Perhitungan Uji Korelasi pH dengan Konstanta Laju Dekomposisi (k) Selama 9 Pekan.....	78
39.	Kadar Air Tiap Perlakuan Selama 9 Pekan Pengamatan .....	79
40.	Pengaruh Perlakuan Pemberian Cendawan terhadap Kadar Air Pengomposan Campuran Serasah dan Blotong Tebu Pekan ke-6 ...	79
41.	Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Pemberian Cendawan terhadap Kadar Air Pengomposan Campuran Serasah dan Blotong Tebu Pekan ke-6 .....	80
42.	Hasil Analisis Ragam Pengaruh Pemberian Cendawan terhadap Kadar Air Pengomposan Campuran Serasah dan Blotong Tebu Pekan ke-6 .....	80

## DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
1.	Kerangka pemikiran.....	6
2.	Proses dekomposisi bahan organik (sumber: Ahmed dan Shahab, 2009) .....	11
3.	Reaksi umum proses perombakan bahan organik oleh mikroba .....	17
4.	Hubungan antara sisa BKO dengan lama waktu pengomposan .	28
5.	Hubungan $\ln[X_t/X_0]$ dengan waktu (t).....	29
6.	Kadar C-Organik tiap perlakuan yang dikomposkan selama 9 pekan.....	32
7.	Kadar N-Total tiap perlakuan yang dikomposkan selama 9 pekan.....	32
8.	Rasio C/N tiap perlakuan yang dikomposkan selama 9 pekan ...	33
9.	Sisa bobot tiap perlakuan yang dikomposkan selama 9 pekan ...	35
10.	Laju dekomposisi tiap perlakuan pengomposan selama 9 pekan	37
11.	Kadar air tiap perlakuan yang dikomposkan selama 9 pekan.....	39
12.	Suhu tiap perlakuan yang dikomposkan selama 9 pekan.....	40
13.	Derajat keasaman tiap perlakuan yang dikomposkan selama 9 pekan.....	41
14.	Uji korelasi antara rasio C/N dengan konstanta laju dekomposisi .....	42
15.	Uji korelasi antara sisa bobot dengan konstanta laju dekomposisi .....	42
16.	Uji korelasi antara suhu dengan konstanta laju dekomposisi .....	42
17.	Uji korelasi antara pH dengan konstanta laju dekomposisi .....	43
18.	Uji korelasi antara kadar air dengan konstanta laju dekomposisi .....	43

19.	Cendawan indigenous Coprinus sp.: (a dan b) makroskopis dan (c) mikroskopis .....	68
20.	Grafik Rata-rata $X_t/X_0$ Tiap Perlakuan Selama 9 Pekan Pengamatan .....	71



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Data BPS tahun 2021 menyatakan bahwa luas areal perkebunan tebu dan produksi gula di Indonesia meningkat dibanding tahun 2020, yakni sekitar 449.008 ha dengan produksi mencapai 2,35 juta ton. Adanya peningkatan luas areal dan produksi gula tentu diiringi dengan peningkatan limbah baik di lahan perkebunan tebu maupun di pabrik gula. Menurut Basit dan Nurhidayati (2016), volume limbah serasah tiap kali pemanenan tebu mencapai 20-25 ton atau sekitar 10-15% dari total biomassa tebu. Sedangkan menurut Ismanaya dkk. (2012), menyatakan bahwa sebanyak 3,8% blotong dari total bobot tebu dihasilkan dalam satu kali proses penggilingan tebu. Menurut Kurniasari dkk. (2019), pemanfaatan blotong sebagai pupuk hanya mencapai 50% dari 14.000 ton blotong yang dihasilkan dari pabrik gula.

Jumlah limbah yang besar sangat potensial untuk digunakan kembali (Supari dkk., 2015). Selain itu, limbah serasah dan blotong tebu masih memiliki kandungan kimia yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Menurut Tayade *et al.* (2017), limbah serasah mengandung 0,42% N, 0,15% P, dan 0,57% K. Sedangkan menurut Pusat Penelitian Gula PTPN X (2015), serasah tebu mengandung 0,72% N, 0,15% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,13% K<sub>2</sub>O, 0,36% Ca, 0,0094% Mg, 506 ppm Fe, 98 ppm Mn, 14 ppm Cu, 15 ppm Zn. Di sisi lain, blotong mengandung 1,13% N, 1,05% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,16 ppm K<sub>2</sub>O, 10.308,67 ppm Fe, 759,597 ppm Mn, 50,75 ppm Cu, dan 90,68 ppm Zn, dan kandungan tersebut berbeda persentasinya bergantung pada asal tebu (Supari dkk., 2015).

Selama ini perkebunan tebu dan pabrik gula tidak melakukan pengolahan lanjutan terhadap kedua jenis limbah tersebut. Perkebunan mengatasi penumpukan serasah dengan melakukan pembakaran. Hal tersebut dapat mendegradasi lahan, membahayakan kesehatan utamanya pernafasan, menjadi penyebab *global warming* (Furqon dkk., 2018). Padahal menurut UU Perkebunan No.18 tahun 2004 mewajibkan melakukan *zero burning* baik di tahap pembukaan lahan maupun penyiapan lahan. Selain itu, kebanyakan pabrik gula tidak melakukan pengolahan terhadap blotong dan tidak sedikit pabrik gula yang membuang limbah blotong ke aliran air sehingga menyebabkan pencemaran air karena kurangnya informasi mengenai pemanfaatan dan penggunaannya. Padahal apabila limbah serasah dan blotong tebu dikelola dengan baik akan bernilai ekonomis dan bermanfaat.

Opsi terbaik untuk memanfaatkan limbah tersebut yakni dengan menjadikan serasah dan blotong tebu sebagai bahan kompos sehingga dapat menjaga kesuburan tanah. Namun pengomposan limbah serasah tebu memerlukan waktu yang lama karena kandungan kimia yang terdapat di dalam limbah tebu yang mengandung 3,98% abu, 5,52% lignin, 30,6% hemiselulosa, 38,30% selulosa, dan 10,37% kadar air (Kurniawan dan Yuliatun, 2008). Tingginya kandungan selulosa dalam limbah tebu mengakibatkan sulitnya bahan tersebut terdegradasi sehingga proses pengomposan berjalan lambat. Meskipun begitu, selulosa tetap dapat dipecah oleh beberapa jenis bakteri dan jamur. Selain itu, blotong yang baru dihasilkan tidak dapat diaplikasikan langsung ke lahan perkebunan karena masih panas dan membutuhkan proses fermentasi sehingga kandungan dalam blotong lebih sederhana dan dapat diserap oleh tanaman (Supari dkk., 2015).

Secara alami, proses pengomposan terjadi dalam waktu 3-4 bulan bahkan hingga 1-2 tahun. Hal tersebut berarti kecepatan dekomposisi berbeda-beda. Laju dekomposisi yang lambat tentunya menjadi masalah berupa penumpukan limbah sehingga mengganggu proses olah tanah dan penanaman berikutnya khususnya dalam skala perkebunan. Strategi yang dapat digunakan untuk mempercepat proses dekomposisi tersebut adalah dengan memanfaatkan mikroba perombak

selulolitik sebagai biodegradator, substrat patogen, serta menghindari adanya immobilisasi hara dan alelopati (Saraswati dan Praptana, 2017).

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- (1) Apakah penambahan cendawan selulolitik dapat mempercepat laju dekomposisi campuran serasah tebu dan blotong?;
- (2) Apakah terdapat korelasi rasio C/N, sisa bobot, suhu, pH, dan kadar air pada pengomposan campuran serasah dan blotong tebu dengan konstanta kecepatan dekomposisi?.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini sebagai berikut:

- (1) Mempelajari peran cendawan selulolitik dalam proses dekomposisi campuran serasah tebu dan blotong;
- (2) Mempelajari perlakuan terbaik dari pemberian cendawan selulolitik dalam proses dekomposisi campuran serasah tebu dan blotong;
- (3) Mempelajari korelasi rasio C/N, sisa bobot, suhu, pH, dan kadar air pengomposan campuran serasah tebu dan blotong dengan konstanta kecepatan dekomposisi.

## 1.4 Kerangka Pemikiran

Pemanenan tebu dapat dilakukan dengan cara membakar (*burn cane*) atau panen tebu hijau (tanpa bakar/*green cane*). Pemanenan tebu tanpa bakar dilakukan dengan menebang tebu dekat tunggul. Pemanenan dengan metode ini sedikit lebih rumit karena tebu harus dibersihkan dari akar, tanah, daun hijau atau pucuk, dan sogolan kurang dari 1 meter harus dibuang atau pembersihan tebu yang akan digiling dari serasah tebu (Evizal, 2018). Serasah tebu merupakan salah satu limbah yang banyak dihasilkan oleh pemanenan tebu tebang hijau yang terdiri

dari daun tebu kering, pucuk tebu, tebu muda, dan batang tebu. Limbah sisa pemanenan tebu di lahan perkebunan tebu menjadi masalah apabila serasah dibiarkan begitu saja di atas lahan dengan jumlah yang besar. Hal ini akan mengganggu proses budidaya dan pemeliharaan selanjutnya. Sejauh ini perkebunan tebu umumnya melakukan pembakaran serasah tebu. Namun, apabila pembakaran serasah dilakukan secara terus menerus maka akan menyebabkan efek yang buruk terhadap kondisi lingkungan, kesehatan, dan kondisi tanah. Berdasarkan Mashoko *et al.* (2010), budidaya tebu berperan dalam pemanasan global dan perubahan iklim akibat proses pembakaran tebu ketika melakukan pemanenan.

Permasalahan limbah tidak hanya terjadi di areal perkebunan namun juga pabrik gula, yakni limbah dalam bentuk cair dan padat. Salah satu produk limbah padat yang banyak dihasilkan berupa blotong yang merupakan hasil pengendapan nira kotor yang dipisahkan antara zat padat dan larutannya. Produksi blotong dari keseluruhan tebu yang digiling mencapai 3.8%. Blotong yang baru dihasilkan oleh pabrik gula bertemperatur tinggi dan masih mengandung air serta akan menimbulkan bau busuk sehingga menjadi masalah yang serius bagi pabrik gula dan masyarakat sekitar (Dewi, 2009). Limbah blotong merupakan limbah yang tingkat pencemarannya tertinggi apabila dibandingkan dengan limbah pabrik gula lainnya. Umumnya, limbah blotong dibuang ke sungai sehingga menimbulkan pencemaran air karena bahan organik yang terkandung dalam blotong akan terurai secara alami sehingga mengurangi kadar oksigen dalam air, merubah warna air menjadi gelap, dan berbau busuk. Padahal blotong memiliki potensi untuk dijadikan pupuk karena mengandung unsur hara, meningkatkan kapasitas menahan air, menurunkan laju pencucian hara, memperbaiki drainase tanah, menetralkan pengaruh Al<sup>3+</sup> sehingga P tersedia dalam tanah (Helena, 2012).

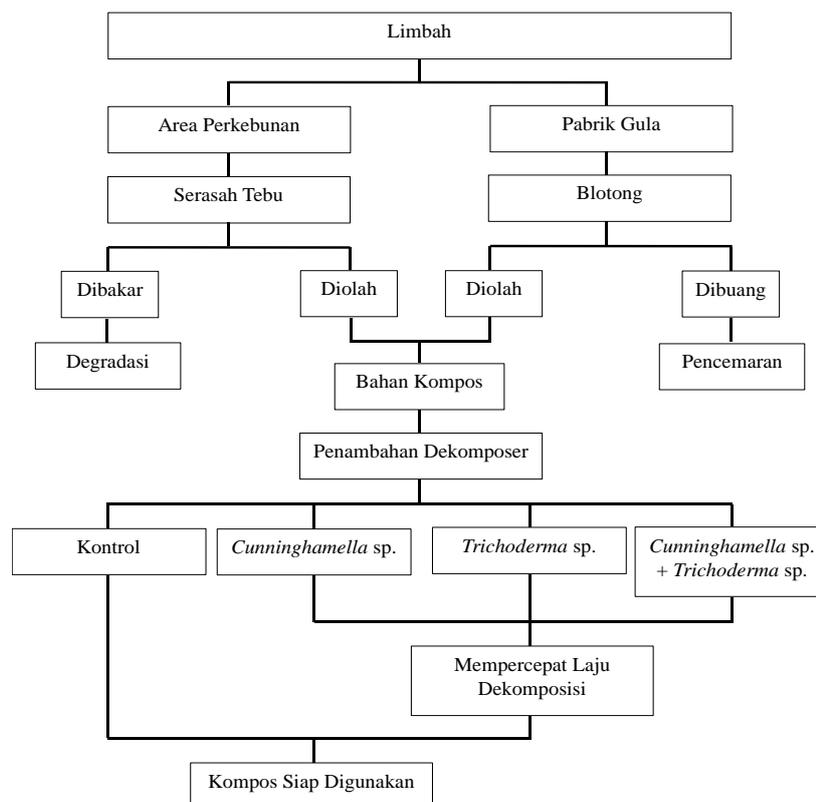
Kualitas tanah dan lingkungan yang tidak menunjang produktivitas tebu disebabkan oleh residu/limbah yang dihasilkan tidak dikembalikan ke lahan. Maka, penting untuk mempertahankan kualitas tanah dan lingkungan di lahan (Basit dan Nurhidayati, 2016). Kualitas tanah dapat dipertahankan dengan

mengupayakan amandemen bahan organik seperti pemberian produk samping pengolahan gula seperti serasah dan blotong tebu. Pemberian bahan organik dapat meningkatkan KTK, menambah unsur hara, dan meningkatkan kapasitas tanah dalam menahan air, meningkatkan populasi makro dan mikrofauna dalam tanah, hingga meningkatkan produktivitas tebu (Putra dkk., 2021).

Limbah tebu mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang cukup tinggi sehingga dampak positif pengembalian limbah serasah tebu ke lahan memerlukan waktu yang cukup lama. Hal tersebut membuat proses penguraian limbah berupa serasah tebu menjadi lambat. Maka dari itu, perlu dilakukan pengomposan limbah serasah tebu dan penambahan blotong serta mikroba dekomposer pada limbah tebu menjadi salah satu alternatif yang dapat dilakukan untuk mempercepat proses pengomposan. Penambahan mikroba dekomposer dapat berupa jamur, bakteri, atau *actinomycetes*. Namun, pemberian mikroba dekomposer harus disesuaikan dengan karakteristik limbah karena setiap mikroorganisme menunjukkan peran dan kapasitas yang berbeda-beda dalam proses dekomposisi. Beberapa mikroorganisme mampu mendegradasi lignoselulosa dan mikroorganisme lain hanya mampu mendegradasi selulosa (Andlar dkk., 2018). Keberagaman variasi tersebut bergantung pada kemampuan mikroba dalam memproduksi enzim metabolisme dekomposer. Selulosa dan lignin merupakan polisakarida yang kompleks sehingga hanya sedikit mikroorganisme yang memiliki potensi untuk mendegradasi polimer tersebut menjadi lebih sederhana/monomer (Huai-Liang, 2010; Mohammad dkk., 2013; Kumar dan Chandra, 2020). Cendawan merupakan mikroorganisme yang paling efisien diantara mikroorganisme lainnya dalam melakukan aktivitas degradasi lignoselulolitik. Cendawan dari spesies *Trichoderma* (*T. viride*, *T. harzianum*, dan *T. asperellum*) berturut-turut menunjukkan frekuensi keterjadian pada jerami yang telah terurai sebagian sebesar 40%, 45%, dan 43%; sedangkan cendawan *Cunninghamella* sp., *Penicillium* sp. 1, *Penicillium* sp. 2, dan *Goidanichiella* sp. berturut-turut menunjukkan frekuensi keterjadian sebesar 30%, 23%, 13%, dan 13% pada jerami padi yang membusuk (Undugoda dan Kannagara, 2022).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Setiawan (2023), hasil isolasi yang dilakukan dari sampel tanah perkebunan tebu Desa Gunung Waras, Way Kanan didapatkan cendawan *Cunninghamella* sp. dan *Trichoderma* sp. yang memiliki indeks selulolitik atau kemampuan degradasi selulosa masing-masing sebesar 0,754 dan 0,403. Menurut Thiep *et al.* (2019), kombinasi kedua cendawan tersebut dapat bersinergi sebagai biodekomposer dan dapat digunakan untuk menghasilkan pupuk hayati sehingga dapat mempercepat proses dekomposisi. Hal ini dikarenakan cendawan *Cunninghamella* sp. memiliki kemampuan yang tinggi dalam mendegradasi selulosa dan silanase. Selain itu, kemampuan degradasi silanase yang tinggi juga ditunjukkan oleh isolate *Trichoderma* sp.

Pada penelitian ini diuji kemampuan cendawan *Cunninghamella* sp., dan *Trichoderma* sp. dalam menghasilkan enzim selulolitik untuk mengetahui kemampuan cendawan dalam melakukan degradasi. Kerangka pemikiran pada penelitian ini ditunjukkan pada bagan alir seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pemikiran

## 1.5 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini sebagai berikut:

- (1) Pemberian cendawan selulolitik dapat mempercepat laju dekomposisi;
- (2) Terdapat satu perlakuan terbaik dari penambahan cendawan selulolitik terhadap proses dekomposisi campuran serasah tebu dan blotong;
- (3) Terdapat korelasi negatif antara rasio C/N, sisa bobot, dan suhu dengan konstanta laju dekomposisi dan terdapat korelasi positif antara pH dan kadar air dengan konstanta laju dekomposisi campuran serasah dan blotong tebu.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Limbah Serasah Tebu dan Kandungannya

Potensi ketersediaan limbah serasah tebu di perkebunan tebu PG Takalar mencapai rata-rata 20% dari bobot tanaman tebu (Iqbal dkk., 2012). Hal tersebut didukung oleh Yadav (1987) bahwa limbah serasah tebu yang tidak terangkut di lahan perkebunan dapat mencapai 10-20% dari bobot tanaman tebu. Namun menurut Basit dan Nurhaidayati (2016), jumlah limbah tiap satu kali pemanenan tebu per hektar mencapai 20-25 ton atau sekitar 10-15% dari total biomassa tebu.

Kandungan lignin dan selulosa pada serasah tebu merupakan faktor pembatas terhadap kecepatan dan efisiensi dekomposisi karena menghalangi akses enzim selulolitik dalam degradasi bahan lignoselulosa. Selulosa merupakan salah satu kandungan yang memiliki jumlah terbesar pada serasah tebu. Selulosa merupakan polimer karbohidrat atau polisakarida yang memiliki rumus  $C_6H_{10}O_5$  dengan ikatan  $\beta$ -1-4-glukosida pada residu glukosilnya membentuk rantai polimer linear glukosa dengan struktur rantai yang seragam. Struktur selulosa berkaitan dengan hemiselulosa dan struktur polisakarida lain dan diikat oleh ikatan lignin yang menyebabkan kekakuan pada dinding sel tanaman. Ikatan lignin mencegah enzim masuk dan asam mencapai daerah polimer selulosa. Selain karena selulosa berikatan dengan komponen karbohidrat lain, selulosa juga sulit dihidrolisis karena memiliki ikatan antar molekul berstruktur kristalin (Santosa dkk., 2009).

## 2.2 Limbah Blotong dan Kandungannya

Pabrik gula juga menghasilkan produk sampingan berupa blotong, abu, bagas, dan molase selain menghasilkan gula sebagai produk utama dari pengolahan tebu,. Blotong/*filter cake/filter press mud* merupakan limbah padat yang dihasilkan dari proses pemurnian nira tebu di pabrik gula yang berbentuk seperti tanah berwarna hitam, memiliki bau busuk, dan mengandung bahan koloid organik yang bercampur dengan anion organik dan anorganik (Muhsin, 2011).

Limbah blotong mengandung Ca 25,02 ppm; K 43,87 ppm; Na 2 0,89 ppm; Mg 45,89 ppm; Cu 1,89 ppm; Zn 2,71 ppm; Fe 34.33 ppm; Cr 0,26 ppm; Co 0,11 ppm; Pb 0,17 ppm; Cd 0,04 ppm; P 43,1 ppm; C  $34,4 \pm 0,45\%$ ; S  $9,93 \pm 0,23\%$ ; dan N  $2,07 \pm 0,39\%$ . Blotong dapat mengandung  $20,6 \pm 0,4\%$  bahan mineral. Namun, komposisi setiap blotong dapat berbeda tergantung pada varietas tebu, kondisi tanah, nutrisi yang diberikan, suhu, faktor lingkungan, dll. (Abera *et al.*, 2020).

## 2.3 Pengomposan

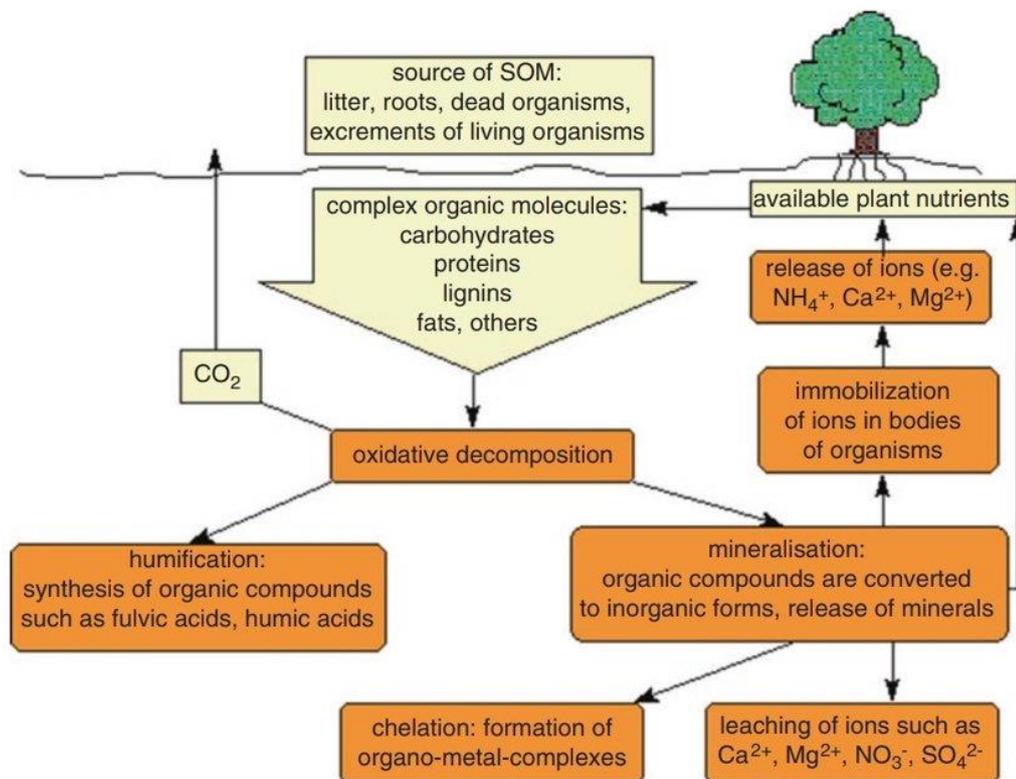
Pengomposan merupakan metode untuk menguraikan bahan organik menjadi bahan yang lebih sederhana dengan memanfaatkan lingkungan biotik dan abiotik. Pengomposan dinilai menjadi salah satu metode paling efektif untuk mendaur ulang sampah organik, mengurangi ketergantungan pertanian terhadap produk pupuk kimia, meningkatkan kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman, serta mengurangi pencemaran lingkungan (Xu, *et al.*, 2023).

Prinsip dalam pengomposan bahan organik adalah menurunkan nilai C/N rasio menjadi sama dengan C/N rasio tanah yakni  $<20$ . C/N rasio adalah perbandingan antara karbohidrat dan nitrogen. Nilai rasio C/N berkisar antara 10-12. Nilai C/N kompos yang dihasilkan harus sama dengan tanah karena nilai rasio tersebut yang memungkinkan bahan tersebut dapat diserap oleh tanaman. Selama proses pengomposan terjadi beberapa perubahan diantaranya yakni penguraian senyawa

organik menjadi senyawa yang dapat diserap tanaman dan karbohidrat, selulosa, hemiselulosa, lemak, dan lignin akan menjadi CO<sub>2</sub> dan air. Perubahan tersebut akan menurunkan kadar karbohidrat bahan organik dan meningkatkan kadar senyawa N yang larut (ammonia) sehingga nilai rasio C/N semakin rendah dan stabil hingga mendekati nilai rasio C/N tanah (Susetya, 2021).

Proses pengomposan dapat dilakukan secara aerobik maupun anaerobik. Pengomposan secara aerobik menghasilkan gas CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, unsur hara, dan sebagian humus. Energi yang dihasilkan dalam proses pengomposan aerobik yakni 484-674 kcal/mol glukosa sehingga waktu yang dibutuhkan jauh lebih singkat. Pengomposan secara aerobik meliputi tiga tahap perubahan suhu. Sedangkan pengomposan anaerobik menghasilkan CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, dan seringkali menimbulkan bau busuk akibat H<sub>2</sub>S dan sulfur organik seperti merkaptan. Energi yang dihasilkan hanya 26 kcal/mol glukosa sehingga proses pengomposan membutuhkan waktu yang lebih lama (Saraswati dan Praptana, 2017).

Secara sederhana, pengomposan terjadi dalam dua tahap yakni tahap aktif dan tahap pematangan. Pada tahap aktif/tahap awal pengomposan, senyawa dan oksigen akan terdegradasi dan dimanfaatkan oleh mikroba mesofilik hingga suhu meningkat akibat adanya aktivitas mikroba termofilik. Pada tahap ini, suhu akan meningkat hingga melebihi 60°C yang diikuti oleh penurunan pH kompos. Perombakan bahan organik terjadi sangat aktif oleh mikroba yang memanfaatkan oksigen untuk merombak bahan organik menjadi karbon dioksida, hara, uap air, dan panas. Kemudian setelah bahan organik banyak yang terurai, suhu kompos akan kembali turun yang kemudian terjadi tahap pematangan kompos yakni dengan pembentukan kompleks humus. Proses dekomposisi menyebabkan penyusutan volume bahan mentah maupun biomassa hingga 40-50% dari awal volume bahan (Santosa dkk., 2009 dan Susetya, 2021). Ilustrasi dekomposisi (mineralisasi) bahan organik secara sederhana dalam sistem tanah-tanaman disajikan pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Proses dekomposisi bahan organik (sumber: Ahmed dan Shahab, 2009).

Pengomposan terbagi menjadi tiga tahap yakni fase awal (1-3 hari), fase termofilik dimana merupakan fase kenaikan suhu akibat adanya aktivitas mikroorganisme (3-18 hari untuk pengomposan alami dengan suhu mencapai  $>45^{\circ}\text{C}$  dan 3-22 hari untuk pengomposan dengan inokulasi mikroorganisme dengan suhu meningkat cepat hingga  $>45^{\circ}\text{C}$  pada hari ketiga dan mencapai suhu maksimal  $72^{\circ}\text{C}$  pada hari kelima. Kemudian suhu turun bertahap hingga fase selanjutnya), serta fase pendinginan yakni 18-46 hari untuk pengomposan tanpa inokulasi dan 22-46 hari untuk pengomposan dengan inokulasi mikroorganisme (Zang *et al.*, 2018).

Parameter yang menentukan kematangan kompos yakni karakteristik fisik kompos seperti suhu, warna, tekstur; nilai C/N rasio rendah, dan tidak berbau dan bebas dari patogen/biji gulma. Pengomposan yang telah selesai menghasilkan kompos/humus yang berarti sisa-sisa tumbuhan dan hewan yang mengalami perombakan oleh organisme dalam tanah yang berwarna coklat kehitaman dalam

keadaan remah. Total kandungan karbon dalam humus adalah 56.24% sedangkan kandungan N sebesar 16% dalam protein. Humus mengandung 35% protein sehingga kadar N humus adalah  $35 \times 0.16 = 5.6\%$ . Maka C/N humus yakni  $56.24/5.6 = 10.04\%$ . Maka dari itu, salah satu faktor yang mencirikan kompos telah matang adalah nilai C/N rasio berkisar antara 10-12 (Susetya, D., 2021).

Percepatan dalam proses pengomposan dapat dilakukan dengan cara memenuhi faktor-faktor pengomposan. Selain itu, percepatan pengomposan juga dapat dilakukan khususnya untuk bahan kompos berserat lignin dan selulosa yang memiliki nilai C/N rasio tinggi yakni dengan penggunaan kapur untuk melemahkan lignin, penggunaan agen pengompos unggul golongan lignoselulolitik, penambahan hara N dan P, gula sederhana sebagai starter untuk perkembangan mikroba.

Pengomposan dapat berlangsung dalam waktu yang cukup lama. Terdapat banyak faktor yang dapat memengaruhi waktu pengomposan. Kecepatan proses pengomposan dipengaruhi oleh banyak faktor, yaitu aerasi, kelembaban, rasio C/N bahan kompos, derajat kemasaman (pH), temperatur, tinggi tumpukan pengomposan, dan ukuran bahan yang dikomposkan. Faktor-faktor tersebut lebih lanjut dijelaskan sebagai berikut:

### **2.3.1.1 Aerasi**

Aerasi berperan dalam suplai oksigen dan pelepasan panas khususnya setelah fase termofilik agar tidak terjadi *overheated* yang berdampak negatif terhadap mikroorganisme yang membantu proses pengomposan. Cara mengupayakan agar aerasi terjaga yakni ditutup dengan plastik. Penutupan kompos dengan plastik gelap ditujukan untuk merangkap panas dan tidak terjadi pencucian hara oleh air hujan, substrat tidak terlalu lembab juga tidak terlalu kering (40-60% ideal). Aerasi harus diperhatikan pada kondisi pengomposan aerob karena oksigen harus cukup tersedia dalam tumpukan. Apabila kekurangan oksigen, proses dekomposisi

tidak dapat berjalan. Tumpukan kompos harus dibalik secara teratur untuk menghindari kekurangan oksigen minimal sepekan sekali (Susetya, D., 2021).

### **2.3.1.2 Kelembaban**

Kelembaban perlu disesuaikan supaya cendawan dapat hidup karena lingkungannya yang sesuai. Kelembaban yang diharapkan dalam proses pengomposan diantara 50-65%. Dalam keadaan lembab, cendawan dapat melakukan proses fisik dengan baik seperti imbibisi, osmosis, dan aliran masa unsur-unsur yang diperlukan.

Kelembaban <40% dapat menghambat proses pengomposan akibat aktivitas mikroba akan mengalami penurunan, sedangkan >65% juga menghambat proses pengomposan akibat suplai oksigen berkurang dan terjadinya proses anaerob sehingga aroma busuk tercium. Kelembaban >65% juga menyebabkan hara tercuci, volume udara berkurang. Kelembaban perlu dipertahankan selama proses pengomposan berlangsung. Kelembaban 50-60% dicirikan dengan bahan terasa basah apabila diremas namun tidak menyebabkan air sampai menetes (Susetya, D., 2021 dan Nisa dkk., 2016).

### **2.3.1.3 Nilai C/N**

Rasio C/N penting diketahui untuk mendapatkan bahan organik dan pendegradasi biologis yang sesuai untuk dijadikan kompos dan menunjukkan tingkat kematangan kompos. Nilai C/N yang tinggi dapat memperlama proses pengomposan. Apabila jumlah karbon dan tidak mencukupi untuk pertumbuhan dan aktivitas mikroba akan menghambat pengomposan akibat enzimatik yang dihasilkan lebih rendah. Namun apabila terlalu tinggi dapat menyebabkan masa pengomposan lebih lama karena waktu untuk memasuki fase termofilik pada tumpukan kompos juga sulit (Wang *et al.*, 2017 dan Yang *et al.*, 2021). Rasio C/N bahan yang dikomposkan setidaknya berkisar antara 30-40. Hal tersebut dikarenakan rata-rata mikroorganisme mampu mendegradasi 30 bagian C

dan memerlukan 1 bagian N sehingga pada nilai C/N, unsur N bukan sebagai faktor pembatas. Pada rasio C/N antara 30-40, mikroorganisme mendapatkan cukup C untuk energi dan N untuk sintesis protein (Susetya, 2021).

Limbah serasah tebu dan blotongtebu mengandung substrat selulosa, hemiselulosa, dan kandungan lignin yang tinggi sehingga kesulitan limbah tersebut sulit diurai. Tingkat kesulitan penguraian tergantung pada nilai rasio C/N dimana semakin tinggi nilai C/N maka semakin lama proses perombakan secara alami terjadi. Apabila limbah organik memiliki kandungan rasio C/N tinggi, maka cendawan/fungi lebih tepat digunakan sebagai agen dekomposer karena cenderung menyokong pertumbuhan fungi (Santosa dkk., 2009).

#### **2.3.1.4 Derajat Keasaman (pH)**

Derajat keasaman (pH) yang ideal ketika proses pengomposan terjadi yakni pH 6-8 dan optimum pada pH 6,5-7,5. Hal tersebut dikarenakan apabila pH ketika pengomposan >8, maka terjadi pelepasan gas ammonia ke udara. Proses pelepasan kemudian dapat menurunkan nilai pH sehingga menjadi asam. Proses selanjutnya, mikroorganisme lain akan memakan asam organik dan produksi ammonia dari senyawa yang mengandung nitrogen dan mengakibatkan pH naik kembali pada fase awal pengomposan dan kembali netral ketika kompos sudah matang. Kenaikan pH disebabkan oleh perombakan kandungan nitrogen dengan melepaskan  $\text{OH}^-$  dan menghasilkan ammonium (Kusuma, 2012).

Tingkat keasaman pada proses pengomposan berkaitan dengan kesesuaian lingkungan hidup mikroorganisme yang membantu dalam mempercepat proses dekomposisi. Tingkat keasaman yang tidak sesuai dalam pengomposan dapat mengganggu aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Menurut Sundayanti dkk. (2016), pH yang optimum untuk pertumbuhan bakteri dan mikroba pengomposan sekitar 6-8.

### **2.3.1.5 Temperatur dan Tinggi Tumpukan Pengomposan**

Metabolisme mikroba menghasilkan energi yang kemudian membentuk panas dalam tumpukan. Panas yang dihasilkan sebagian tersimpan dan sebagian lainnya terlepas dalam proses penguapan. Maka dari itu, selama proses pengomposan, suhu dan kadar air yang dihasilkan dari penguapan saling memengaruhi. Korelasi antara temperatur/suhu dengan kadar air adalah berbanding terbalik. Apabila temperature meningkat, maka kadar air mengalami penurunan begitu juga sebaliknya.

Mikroorganisme melepaskan energi dalam bentuk panas ketika melakukan perombakan bahan organik. Panas yang tersimpan dapat meningkatkan temperatur tumpukan. Semakin tinggi temperatur tumpukan menandakan semakin tinggi aktivitas mikroba dekomposer dan semakin tinggi pula penggunaan oksigen yang berarti semakin cepat proses penguraian bahan. Temperatur ideal tumpukan kompos adalah 55-65°C. Tumpukan kompos 45 cm dapat menghasilkan temperatur >45°C. Pada temperatur tersebut, banyak mikroorganisme yang dapat mati dan hanya menyisakan mikroorganisme termofilik saja yang dapat bertahan hidup.

### **2.3.1.6 Ukuran Bahan yang Dikomposkan**

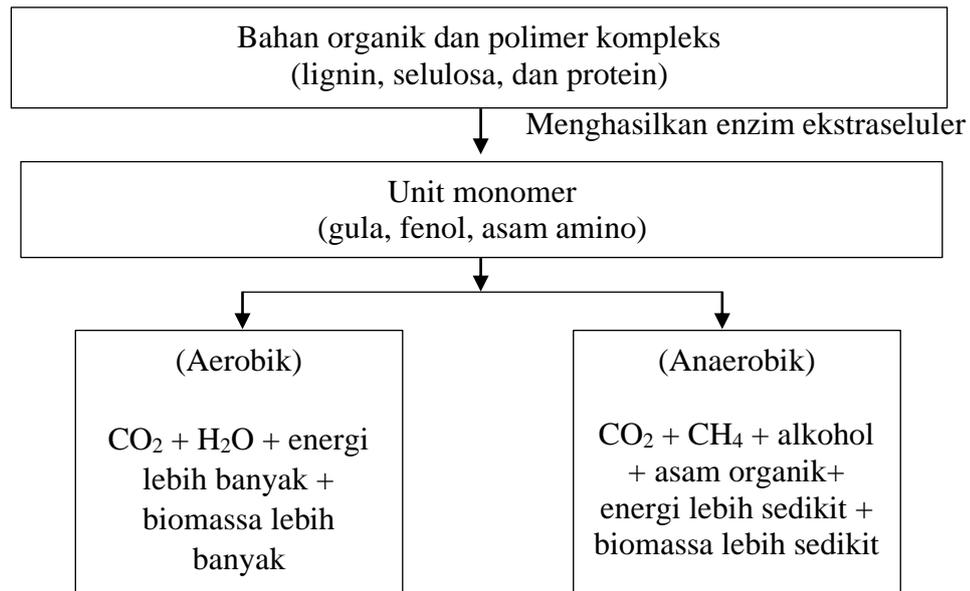
Semakin kecil substrat maka akan semakin banyak jumlahnya, juga akan semakin luas pula jumlah/luas permukaan yang dicerna oleh organisme. Pencacahan bahan kompos akan memberi akses lebih besar bagi air dan mikroba pengompos masuk ke dalam substrat. Namun, pencacahan yang terlalu halus dapat menyebabkan pemadatan. Ukuran yang disarankan yakni >1 cm.

Ukuran bahan yang akan dikomposkan selanjutnya akan memengaruhi porositas dalam proses pengomposan. Maka untuk meningkatkan ruang antar bahan/porositas perlu memperkecil luas partikel/luas bahan yang akan dikomposkan. Porositas dalam proses pengomposan akan diisi oleh air dan udara.

Upayakan supaya rongga tersebut diisi oleh udara sehingga dapat menyuplai oksigen. Namun apabila rongga tersebut diisi oleh air maka pasokan oksigen akan berkurang yang menyebabkan proses pengomposan akan terganggu atau terjadi secara anaerob (Nisa dkk., 2016).

#### **2.4 Dekomposer Cendawan Selulolitik**

Penggunaan dekomposer tertentu dimaksudkan untuk mempercepat proses pengomposan dan meningkatkan mutu kompos. Jumlah dan jenis mikroba menentukan keberhasilan proses pengomposan. Beberapa jenis bakteri dan aktinomisetes dapat membantu dalam degradasi polimer selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Namun, kemampuan cendawan/fungi lebih tinggi untuk melakukan degradasi polimer tersebut. Kompleks polimer selulosa dan lignin dapat terdekomposisi dengan baik akibat kerja enzim ekstraseluler yang dihasilkan fungi. Enzim ekstraseluler yang berperan dalam degradasi polimer tersebut diantaranya  $\beta$ -glukosidase, lignin peroksidase (LiP), manganese peroksidase (MnP), dan lakase. Fungi selulolitik mengurai substrat yang tidak dapat larut menjadi gula menjadi gula yang dapat larut menjadi gula sederhana yang kemudian diangkut melintasi membran sel mikroba dan dimanfaatkan sebagai nutrisi. Terdapat tiga komponen selulosa yakni endo- $\beta$ -1,4-glukanase atau 1,4- $\beta$ -D-glucan-4-glucanohydrolase (EC 3.2.1.4), ekso- $\beta$ -1,4-glukonase (EC 3.2.9.1 atau selobiohidrolase), dan  $\beta$ -1,4-glukosidase (EC 3.2.1.21) mengurai selulosa secara sinergis. Mulanya endoglukonase mengurai pada daerah amorf terlebih dahulu secara acak yang membentuk rantai terbuka untuk aktivitas selobiohidrolase yang selanjutnya molekul selobiose dipecah dari ujung rantai. Selobiose yang selanjutnya terbentuk kemudian dihidrolisis oleh  $\beta$ -glukosidase menjadi glukosa (Santosa dkk., 2009).



Gambar 3. Reaksi umum proses perombakan bahan organik oleh mikroba

Aktivitas mikroba dalam tanah menggunakan limbah organik sebagai sumber energi melalui oksidasi senyawa organik yang menghasilkan karbon dioksida yang dibebaskan ke atmosfer. Mikroba juga menggunakan limbah organik sebagai sumber karbon untuk mensintesis sel-sel baru. Menurut Tuomela *et al.*, (2000) dan Kausar *et al.*, (2010), jamur dapat dimanfaatkan sebagai dekomposer karena memiliki kemampuan untuk mendepolimerisasi lignoselulosa, menghasilkan spora yang subur dan cepat menyerang substrat karena adanya enzim selulolitik dan lignolitik. Pemberian biodekomposer untuk mempercepat proses pengomposan perlu dilakukan. Penggunaan decomposer bahan berserat lignoselulosa dapat mempercepat proses dekomposisi hingga 1-2 minggu. Varma *et al.*, (2017) menunjukkan bahwa pengomposan limbah organik dengan menambahkan mikroba pendegradasi lignoselulosa dapat mengurangi periode pengomposan menjadi 20 hari dan 7 hari untuk kematangan kompos lebih lanjut.

Laju degradasi senyawa selulosa, hemiselulosa, dan lignin dalam pengomposan biasa secara berturut-turut mencapai 3,69%, 5,78%, dan 0,58% setelah 3 hari pengomposan. Sedangkan laju degradasi senyawa selulosa, hemiselulosa, dan lignin dalam pengomposan yang diinokulasikan dengan mikroorganisme dekomposer secara berturut-turut mencapai 11,78%, 11,97%, dan 0,73% dalam

waktu pengomposan yang sama. Pada akhir tahap pengomposan, tingkat degradasi selulosa, hemiselulosa, dan lignin pada kompos yang diinokulasi jauh lebih tinggi yakni mencapai 62,57%, 67,14%, dan 42,54% (Zang *et al.*, 2018).

Secara alami, selulosa dapat dipecahkan dengan bantuan mikroorganisme yang menghasilkan enzim selulase yang akan memotong ikatan 1,4 Bglukosida pada rantai panjang selulosa. Mikroorganisme yang dapat menghasilkan enzim selulase untuk mengurai selulosa disebut mikroorganisme selulolitik.

Mikroorganisme selulolitik terdiri dari bakteri dan jamur. Penguraian selulosa oleh mikroorganisme selulolitik secara aerobik menghasilkan glukosa dan karbondioksida, sedangkan pada kondisi anaerobik menghasilkan alkohol dan asam (Arif dkk., 2023).

#### **2.4.1. Cendawan *Cunninghamella sp.***

Spesies cendawan *Chunninghamella* tergolong ke dalam jamur *saprobies* atau jamur yang berperan sebagai dekomposer yang dapat dengan mudah ditemukan di tanah, buah atau kayu yang membusuk, dan sampah organik lainnya (Yu *et al.*, 2015). Cendawan ini masuk ke dalam ordo jamur Mucorales yang merupakan ordo terbesar dalam subfilum Mucoromycotina. kerajaan fungi, sub-kerajaan Mucoromyceta, kelas Mucoromycetes, keluarga Cunninghamellaceae.

Cendawan *Chunninghamella sp.* tumbuh optimum pada pH antara 3-9 namun jumlah koloni pada rentang pH tersebut tidak terlalu banyak perbedaan. pH hanya memengaruhi diameter koloni dan kecepatan tumbuh. Termasuk ke dalam golongan fungsi mesofilik yakni pada suhu ruang ( $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) (Ramli dkk., 2009). Secara makroskopis, cendawan *Cunninghamella sp.* dicirikan dengan warna miselium putih yang menyerupai kapas dan dapat tumbuh dengan cepat dalam kultur. Sedangkan secara mikroskopis, cendawan *Cunninghamella sp.* dicirikan dengan hifa yang tidak bersekat dengan konidiofor tunggal atau bercabang, dan konidia hialin bersel satu dan bergerombol (Kartika dkk., 2006).

### 2.4.2 Cendawan *Trichoderma* sp.

Cendawan *Trichoderma* sp. berasal dari kerajaan Fungi, sub-kerajaan Dikarya, superdivisi Ascomycota, divisi Pezizomycotina, kelas Sordariomycetes, subkelas Hypocreomycetidae, ordo Hypocreales, keluarga Hypocreaceae, genus *Trichoderma* (Mycobank, 2019). Cendawan dari genus *Trichoderma* termasuk ke dalam mikroba yang bersifat kosmopolitan (mudah ditemui di berbagai tempat). *Trichoderma* mudah ditemukan pada tanah subur yang kaya bahan organik. Secara makroskopis, cendawan *Trichoderma* berwarna putih, hijau muda hingga tua dan kekuningan.

Cendawan genus ini terkenal memiliki banyak manfaat. Pemanfaatan cendawan ini umumnya digunakan sebagai agensia hayati, namun *Trichoderma* juga dapat dimanfaatkan sebagai organisme pengurai. Cendawan ini mampu mendekomposisi lignin, selulosa, dan kitin dari bahan organik menjadi unsur hara yang dapat diserap oleh tanaman. Secara khusus, *Trichoderma* dapat mempercepat penguraian bahan organik seperti karbohidrat terutama selulosa dengan enzim selulose yang merupakan multi-enzim yang terdiri dari selobiohidrolase, endoglukinase  $\beta$ -glukosidase yang berperan penting dalam dekomposisi bahan organik (Jumadi dkk., 2021).

## 2.5 Laju Dekomposisi

Laju dekomposisi merupakan salah satu cabang ilmu kimia fisika yang mempelajari laju reaksi. Laju reaksi berkaitan dengan seberapa cepat atau lambat suatu reaksi berlangsung. Secara sederhana, laju reaksi diartikan sebagai perubahan suatu konsentrasi dari produk dalam tiap satuan waktu. Secara teoritik, laju reaksi dapat dijelaskan berdasarkan dua pendekatan yakni pendekatan tumbukan antarmolekul (reaksi akan terjadi hanya apabila molekul saling bertumbukan dengan energi yang cukup) dan pendekatan keadaan transisi (molekul dapat bertumbukan secara tidak langsung yang mengakibatkan terjadinya reaksi, karena selama tumbukan terjadi molekul reaktan membentuk

keadaan yang kompleks kemudian akan mengalami dekomposisi membentuk produk). Laju reaksi juga dapat diketahui dari perubahan tekanan, volume, muatan, dll yang dilakukan melalui analisa fisik. Konstanta laju reaksi ( $k$ ) mempunyai dimensi konsentrasi<sup>(n)</sup> dan waktu<sup>(t)</sup>, dimana  $n$  adalah orde reaksi. (Mon, Yerimadesi, dan Hardeli. 2012).

Laju reaksi berlangsung dengan cepat ketika reaksi baru dimulai karena konsentrasi pereaksi masih banyak. Namun, semakin lama terjadi reaksi, maka laju reaksi akan semakin melambat seiring dengan berkurangnya konsentrasi pereaksi dan hasil reaksi akan terus bertambah. Setelah waktu tertentu, pereaksi akan habis bereaksi dan reaksi selesai. Tanda minus (-) menunjukkan konsentrasi pereaksi makin berkurang, sedangkan tanda positif (+) menunjukkan konsentrasi produk semakin bertambah dimana semakin besar konstanta ( $k$ ) yang merupakan tetapan laju yang dipengaruhi oleh suhu dan katalis (jika ada) maka akan semakin besar nilai  $k$  menandakan reaksi berlangsung lebih cepat (Haryono, 2019).

## **2.6 Kompos Serasah dan Blotong Tebu**

Pengolahan serasah tebu menjadi kompos yang telah dicampur dengan bahan organik berupa kotoran sapi sebanyak 25% dari bobot serasah tebu kemudian menyusut sebanyak 56% dari total bobot campuran hingga menghasilkan sekitar 44% kompos dari bahan dasar. Kompos serasah tebu kemudian diaplikasikan ke lahan perkebunan dengan dosis 15 ton/ha. Pada tahun 2011, lahan perkebunan di PG Takalar diberikan kompos serasah tebu dengan produksi 18.703 ton yang mampu memenuhi 29% kebutuhan kompos (1.205 ha) dari total luas tanam yakni 4.186 ha. Meskipun belum dapat mencukupi kebutuhan kompos di seluruh lahan, pemberian kompos dari tahun ke tahun akan mengalami penurunan dosis akibat sifat kompos sebagai pupuk organik yang memiliki efek berjangka panjang.

Kompos serasah tebu yang telah matang menghasilkan 6,90% C Organik, 0,67% N Organik, 10,29 C/N *ratio*, 0,24% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 1,22% K<sub>2</sub>O, dan pH 6,5. Pengomposan serasah tebu memerlukan waktu 50 hari. Berdasarkan peraturan pemerintah

mengenai standar kompos yang tertuang dalam SNI-19-7030-2004 dan Permentan No.2 tahun 2006, *C/N ratio* pada kompos 10-20 dan telah terpenuhi. C Organik pada serasah tebu dan blotongtebu masih tergolong rendah dari standar SNI yakni 9,8-32% atau Permentan >12% (Iqbal dkk., 2012).

### III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada November 2023 hingga Juni 2024. Serasah tebu dan blotong didapatkan dari perkebunan tebu Desa Gunung Waras, Kabupaten Way Kanan (koordinat 4°22'56.0"S 104°57'23.6"E). Isolasi cendawan telah dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam oleh Setiawan (2023). Perbanyakan cendawan selulolitik dilakukan di Laboratorium Biologi Ilmu Tanah, aplikasi cendawan pada serasah tebu dan blotong dilakukan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian, serta analisis kimia hasil dekomposisi dilakukan di Laboratorium Kimia Ilmu Tanah Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada percobaan di Rumah Kaca adalah kantong serasah tebu dan blotong berupa *polybag*, timbangan, oven, alat tulis, label, termometer. Alat yang digunakan untuk subkultur cendawan seperti tabung erlenmeyer, timbangan, kompor, tabung reaksi, pisau, autoklaf, gelas ukur, batang pengaduk, gelas beaker, LAF. Sedangkan alat uji sampel/analisis laboratorium adalah labu Kjeldahl, alat destruksi, perlengkapan distilasi uap, gelas beaker, erlenmeyer 100 dan 250 ml, buret, pengaduk, labu ukur, gelas ukur 25 ml, pipet volume 10 ml.

Bahan yang digunakan merupakan serasah dan blotong tebu dan isolat cendawan selulolitik yakni cendawan *Cunninghamella* sp. dan *Trichoderma* sp. Bahan untuk subkultur cendawan yakni kentang, sukrosa berupa gula pasir, agar-agar, akuades,

kapas, aluminium foil, alkohol 70%, spiritus, tisu. Bahan uji sampel/analisis laboratorium yakni  $H_2SO_4$ ,  $K_2SO_4$ ,  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ , NaOH, Brom kresol hijau, Metil merah, Etanol,  $H_3BO_3$ ,  $H_3PO_4$  85%,  $K_2Cr_2O_7$ ,  $H_2SO_4$  pekat,  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ , dan Difenilamina.

### 3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode rancangan acak kelompok (RAK) yang dilakukan sebanyak 4 kali pengulangan, dengan perlakuan sebagai berikut:

K0 = Kontrol,

K1 = Cendawan selulolitik *Cunninghamella* sp,

K2 = Cendawan selulolitik *Trichoderma* sp,

K3 = Cendawan selulolitik *Cunninghamella* sp + *Trichoderma* sp,

Pengomposan serasah tebu dan blotong dilakukan hingga 9 pekan dengan pengamatan dilakukan 3 pekan sekali. Sehingga, diperoleh sebanyak 48 satuan percobaan.

### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini menggunakan 2 jenis isolat yang telah diteliti dan diidentifikasi sebagai cendawan selulolitik oleh Setiawan (2023) kemudian dilakukan uji lebih lanjut kemampuan degradasinya terhadap serasah tebu dan blotong. Berikut pelaksanaan penelitian yang akan dilaksanakan:

#### 3.4.1 Subkultur Cendawan Selulolitik

Mula-mula disiapkan alat dan bahan yang diperlukan. Kentang dikupas dan dipotong dadu, kemudian ditimbang dan direbus kentang sebanyak 200 gram hingga lunak. Dituang air rebusan kentang ke dalam sebuah wadah. Dimasak sukrosa dan agar-agar sebanyak 20 gram dalam air 500 ml. Kemudian dicampurkan air rebusan kentang ke dalam sukrosa dan ditera hingga volume

akhir 1 liter. Campuran media tersebut kemudian diaduk dan dihomogenkan. Apabila sudah mendidih, dituang adonan media ke dalam botol/*petridish*/tabung reaksi sebagai media. Ditutup mulut botol/tabung hingga rapat. Kemudian dilakukan sterilisasi media dengan menggunakan autoklaf. Setelah itu media yang telah selesai disterilisasi dapat didinginkan dan disimpan dalam ruangan yang steril. Media kemudian siap digunakan.

Isolat cendawan yang digunakan merupakan koleksi dari FMIPA Unila yang diisolasi dari lahan perkebunan tebu Desa Gunung Waras, Kabupaten Way Kanan. Kultur murni masing-masing cendawan diperbanyak dalam cawan petri dengan cara diambil sebagian isolat biakan murni (subkultur). Perbanyak dilakukan dengan inokulasi kultur murni cendawan dan diinkubasi pada suhu kamar selama  $\pm 5$  hari dan dilakukan pengamatan pertumbuhan cendawan.

### **3.4.2 Pengumpulan bahan**

Pengomposan dilakukan dengan menggunakan *polybag*. Serasah dan blotong diambil dan dikumpulkan dari perkebunan tebu Desa Gunung Waras, Kabupaten Way Kanan. Pada tiap *polybag* kemudian diisikan serasah dan blotong tebu dengan perbandingan 1:1 masing-masing sebanyak 100 gram.

### **3.4.3 Pembuatan *Starter* dan Pengenceran Isolat**

*Starter* yang digunakan adalah PSB (*Potato Sucrose Broth*), dengan komposisi 200 gram kentang, 20 gram sukrosa berupa gula pasir, dan aquades 1 liter. Mula-mula kentang dikupas, kemudian direbus hingga kentang lunak. Setelah itu dimasukkan larutan gula. Kemudian ditera larutan *starter* hingga 1 liter. Setelah itu, dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Tutup mulut erlenmeyer hingga rapat, kemudian *starter* disterilisasi. *Starter* kemudian dapat didinginkan dan siap diinokulasikan setelah dingin (Santosa dkk., 2009).

Isolat cendawan yang telah tumbuh memenuhi permukaan media PSA kemudian diberi 10 ml aquades steril ke dalam cawan petri. Setelah itu, miselium cendawan dikikis menggunakan jarum ose hingga seluruh miselium luruh. Kemudian larutan tersebut dimasukkan ke dalam 500 ml media EKG/PSB. Kemudian erlenmeyer ditutup rapat menggunakan aluminium foil dan plastic wrap. Setelah itu di *shaker* dengan kecepatan 150 rpm selama 7 hari (Latifah dkk., 2011).

Cendawan selulolitik dalam *starter* kemudian diencerkan dengan aquades hingga didapatkan seri pengenceran  $10^6$ . Setelah itu konidia cendawan dihitung pada *starter*. Mula-mula tabung reaksi diisi dengan aquades steril sebanyak 9 ml dan ditambahkan 1 ml *starter* lalu dihomogenkan. Setelah itu, disiapkan tabung reaksi selanjutnya dengan ditambahkan 9 ml aquades steril dan ditambahkan 1 ml larutan dari tabung reaksi sebelumnya. Kegiatan tersebut dilakukan hingga 6 kali. Setelah itu, dari tabung reaksi terakhir diambil 0,1 ml larutan kemudian diletakkan pada tengah bagian hemositometer dan hitung kerapatan konidia cendawan (Sihaloho, 2018). Kerapatan konidia cendawan dapat dihitung dengan cara :

$$C = \frac{t}{n \times x} \times 10^6$$

Keterangan:

- C = Kerapatan spora per ml larutan
- t = Jumlah spora dalam kotak sampel yang diamati
- n = Jumlah kotak sampel (5 kotak besar  $\times$  16 kotak kecil)
- x = 0,25 (faktor koreksi penggunaan kotak sampel skala kecil pada hemositometer)

Kerapatan spora cendawan dihitung dengan hemositometer, diperoleh kerapatan cendawan *Cunninghamella* sp. sebesar  $2,75 \times 10^6$  dan cendawan *Trichoderma* sp. sebesar  $1,5 \times 10^6$ .

#### 3.4.4 Pengaplikasian Isolat ke Serasah dan Blotong Tebu

Serasah dan blotong tebu dicampurkan dengan perbandingan 1:1 kemudian dimasukkan ke dalam *polybag* masing-masing sebanyak 100 gram. Setelah itu dilembabkan dengan air gula hingga kapasitas lapang, lalu diberikan *starter*

dengan cara disemprotkan ke dalam campuran serasah dan blotong tebu sebanyak 10% dari jumlah bahan media/bahan pengomposan (Hanum dan Kuswytasari, 2014). Kemudian diletakkan di tempat yang terlindung dari cahaya matahari langsung dan hujan.

### **3.4.5 Pengamatan dan Pembalikan**

Pengamatan meliputi suhu dilakukan setiap 7 hari sekali. Apabila temperatur  $>50^{\circ}\text{C}$  maka tumpukan harus dibalik. Kemudian *polybag* dirapatkan kembali. Jika terlalu kering ditambahkan kembali isolat *starter*. Pengamatan berhenti setelah terlihat adanya perubahan fisik serasah dan blotong tebu seperti berwarna coklat kehitaman, mudah dihancurkan, suhu turun, tidak berbau, dan bobot menyusut hingga setengahnya atau setidaknya telah mencapai 3 bulan. Pengamatan dilakukan tiga pekan sekali untuk melakukan analisis kimia dengan mengambil sampel kemudian dioven pada suhu  $70^{\circ}\text{C}$  selama kurang lebih 48 jam sampai bobot konstan, lalu sampel ditimbang dan diperoleh bobot kering biomassa yang tersisa untuk dilakukan analisis lebih lanjut.

### **3.4.6 Analisis Laboratorium**

Sampel yang telah dioven dan ditimbang berat keringnya kemudian dihaluskan menggunakan mortar atau alat destruksi dan dilakukan analisis kandungan C-Organik, N-Total, dan pH kompos serasah dan blotong tebu.

#### **3.4.6.1 Analisis C Organik**

Analisis kandungan C-Organik pada serasah tebu dan blotongtebu dilakukan dengan metode oksidasi basah dari Walkley dan Black (1934). Analisis kandungan C-Organik dalam metode ini dilakukan dengan mengoksidasi karbon organik dalam larutan asam dikromat yang dilanjutkan dengan titrasi balik dari asam kromat yang tersisa (tidak bereaksi dengan karbon organik) dengan bantuan indikator yang tepat yakni difenil amin (Nelson dan Sommer, 1996). Analisis

kandungan unsur C dilakukan karena kandungannya cenderung menurun akibat terdekomposisi dan pengurangan ukuran partikel serasah. Berikut perhitungan C-Organik berdasarkan metode Walkley dan Black:

$$\% \text{ C - Organik} = \frac{\text{ml K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times \left(1 - \frac{\text{titrasi sampel}}{\text{titrasi blangko}}\right) \times 0,3886\%}{\text{berat sampel (g)}}$$

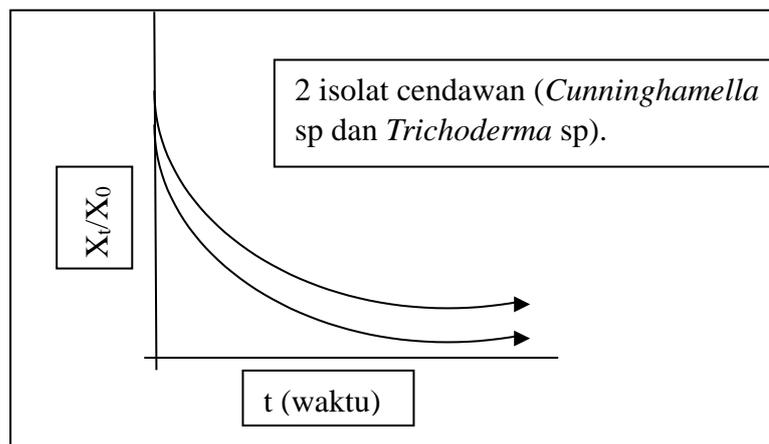
#### 3.4.6.2 Analisis Nitrogen Total Tanaman

Analisis N total pada serasah tanaman dilakukan dengan metode Kjeldahl yakni dengan mengubah protein dan senyawa nitrogen–nitrat menjadi senyawa nitrogen–ammonium melalui perombakan. Untuk membantu mengubah bentuk N jaringan tanaman menjadi ammonium, diperlukan penambahan senyawa tertentu untuk meningkatkan suhu pendidihan. Melalui destilasi dan penambahan alkali kuat akan dibebaskan ammonia yang kemudian akan ditampung dalam larutan asam borat encer dan dititrasi dengan asam yang telah distandarisasi. Berikut perhitungan N total berdasarkan metode Kjeldahl:

$$\% \text{ N - Total} = \frac{\text{N} \times \text{ml HCl} \times 14}{\text{berat sampel (mg)}} \times 100$$

#### 3.4.7 Analisis Data

Konstanta laju dekomposisi (k) digunakan untuk membandingkan laju dekomposisi antara bagian tanaman atau antara lingkungan yang berbeda. Data yang telah didapatkan dari penimbangan sisa BKO serasah tebu dan blotong yang tertinggal dalam *polybag* kemudian dibuat kurva. Gambar berikut menunjukkan bahwa bobot serasah tebu dan blotong terus menurun akibat terjadi dekomposisi. Data ini digunakan untuk membuat kurva berorde.



Gambar 4. Hubungan antara sisa BKO dengan lama waktu pengomposan

Keterangan:

$X_t$  = Bobot serasah setelah periode pengamatan ke-t

$X_0$  = Bobot serasah awal

$k$  = Konstanta

$t$  = Periode pengamatan

Laju dekomposisi serasah tebu dan blotong diamati kemudian dihitung dengan dekomposisi eksponensial sederhana menggunakan model yang dikembangkan oleh Karberg dkk. (2008); Silva dkk. (2008); dan Rezende dkk. (1999) yang didasarkan pada bukti lapangan dan laboratorium tingkat dekomposisi:

$$k = \ln \frac{\left(\frac{X_t}{X_0}\right)}{t}$$

Keterangan:

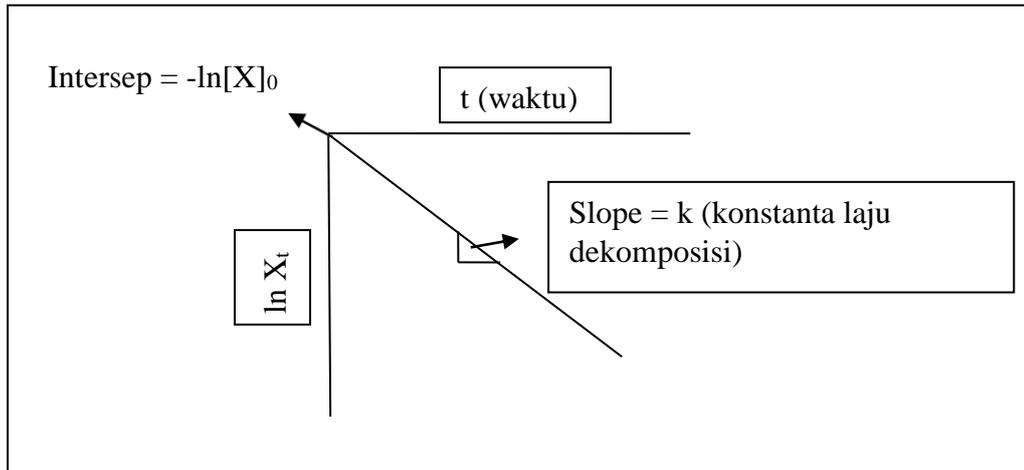
$k$  = Konstanta;

$X_t$  = Bobot serasah setelah periode pengamatan ke-t;

$X_0$  = Bobot serasah awal;

$t$  = Periode pengamatan.

Data hasil pengukuran sisa BKO serasah tebu dan blotong selama 9 pekan pengamatan dihitung dan dianalisis regresinya supaya mendapatkan nilai konstanta kecepatan dekomposisi ( $k$ ).



Gambar 5. Hubungan  $\ln[X_t/X_0]$  dengan waktu (t)

Keterangan:

$X_t$  = Bobot serasah setelah periode pengamatan ke-t

$X_0$  = Bobot serasah awal

k = Konstanta

t = Periode pengamatan

Analisis regresi linier dilakukan dengan persamaan  $\ln [X_t] = -kt + \ln [X_0]$ , didapatkan nilai k (sebagai konstanta kecepatan dekomposisi), diikuti dengan Uji-t untuk menunjukkan variasi yang signifikan nilai k perlakuan. Korelasi koefisien (r) antara sisa biomassa, C/N rasio, suhu, pH, dan kadar air dengan konstanta laju dekomposisi (k) dilakukan dengan menggunakan uji korelasi.

Variabel utama yang diamati dalam penelitian ini adalah laju dekomposisi dengan melakukan penimbangan bobot biomassa yang tersisa ( $X_t$ ) di dalam *polybag* setiap 3 minggu pengamatan. Sedangkan variabel pendukung yang diamati adalah kandungan C-Organik (metode Walkley and Black), N-total (metode Kjeldhal), C/N rasio, derajat keasaman (pH), suhu, dan kadar air dari sisa biomassa.

Kandungan C, N, dan C/N rasio umum digunakan sebagai prediksi laju dekomposisi. Analisis C, N, dan C/N rasio, derajat keasaman (pH), dan kadar air diukur setiap 3 pekan pengamatan, sedangkan suhu diukur tiap pekan selama 9 pekan.

### **3.5 Parameter Pengamatan**

Pada penelitian ini, terdapat beberapa parameter pengamatan yang akan diamati dan diukur sehingga didapatkan data. Parameter tersebut yakni sisa bobot, C-Organik, N-Total, Rasio C/N, suhu, derajat keasaman (pH), dan kadar air.

#### **3.5.1 Sisa Bobot (Gram)**

Pengamatan sisa bobot (g) dilakukan dengan menggunakan timbangan. Campuran serasah dan blotong tebu diambil dari wadah pengomposan kemudian dikeringkan menggunakan oven dalam suhu 70° C selama kurang lebih 48 jam sampai berat konstan, lalu sampel ditimbang dan diperoleh berat kering biomassa (g) yang tersisa untuk dilakukan analisis lebih lanjut.

#### **3.5.2 C-Organik (%)**

Pengamatan C-Organik (%) pada campuran serasah dan blotong tebu dilakukan dengan menggunakan metode Walkley and Black. Pengamatan C-Organik (%) pertama dilakukan sebelum campuran serasah dan blotong tebu dikomposkan untuk mengetahui kandungan C-Organik pada campuran bahan kompos. Pengamatan selanjutnya dilakukan setiap tiga pekan selama proses dekomposisi berlangsung.

#### **3.5.3 N-Total (%)**

Pengamatan N total (%) pada campuran serasah dan blotong tebu dilakukan dengan menggunakan metode Kjeldahl. Pengamatan N total pertama dilakukan sebelum campuran serasah dan blotong tebu dikomposkan untuk mengetahui kandungan N total pada serasah. Pengamatan selanjutnya dilakukan tiap tiga pekan selama proses dekomposisi berlangsung.

#### **3.5.4 Rasio C/N**

Pengamatan C/N rasio dilakukan mulai dari sebelum melakukan pengomposan untuk mendapatkan nilai C/N awal. Kemudian pengamatan dilakukan tiap tiga pekan untuk melihat penurunan nilai rasio C/N yang menandakan pengomposan berjalan dengan baik dan menandakan kompos telah selesai terdekomposisi/matang.

#### **3.5.5 Suhu (°C)**

Pengamatan suhu dilakukan dengan menggunakan termometer. Pengamatan dilakukan setiap pekan selama proses dekomposisi berlangsung (9 pekan).

#### **3.5.6 Derajat Keasaman (pH)**

Pengamatan derajat keasaman (pH) dilakukan dengan pH meter. Pengamatan dilakukan setiap tiga pekan selama proses dekomposisi berlangsung.

#### **3.5.7 Kadar Air (%)**

Pengamatan kadar air dilakukan dengan menggunakan data massa bobot sebelum dan setelah dioven. Kemudian, data tersebut diolah dengan cara mengurangi bobot basah dengan bobot kering, dikalikan seratus kemudian dibagi dengan bobot basah. Pengamatan kadar air dilakukan tiap tiga pekan sekali.

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Simpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- (1) Pemberian cendawan selulolitik dapat mempercepat proses laju dekomposisi campuran serasah dan blotong tebu dicirikan dengan penurunan rasio C/N serta pengurangan bobot campuran serasah tebu dan blotong;
- (2) Perlakuan terbaik terdapat pada kombinasi pemberian *Trichoderma* sp. dan *Cunninghamella* sp. yang dilihat dari penurunan rasio C/N dan penurunan bobot;
- (3) Terdapat korelasi negatif antara rasio C/N, sisa bobot, dan suhu dengan konstanta laju dekomposisi, serta terdapat korelasi positif antara pH dan kadar air dengan konstanta laju dekomposisi.

### 5.2 Saran

Berikut beberapa saran dari penulis, yaitu:

- (1) Perlu dilakukan penelitian dengan perbedaan jumlah campuran serasah dan blotong tebu;
- (2) Perlu dilakukan penelitian dengan perbedaan jumlah pemberian mikroorganisme pendekomposer;
- (3) Perlu dilakukan penelitian yang sama dengan skala yang lebih besar guna melihat laju dekomposisi riil di lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abera, A. A., Duraisamy, R. D., and Seda, T. B. 2020. *Characterization of Sugar Industry Waste (Filter Cake) and Agro-waste Crop Residue as Potential Source of Livestock Feed Raw Materials*. DOI: 10.21203/rs.3.rs-36941/v1.
- Andlar, M., Rezic, T., Mardetko, N., Kracher, D., Ludwig, R., dan Santek, B. 2018. Lignocellulose degradation: an overview of fungi and fungal enzymes involved in lignocellulose degradation. *Eng. Life Sci.* 18(11): 768—778.
- Arif, A., Hasyim, A., dan Herlina. 2023. Isolasi dan karakteristik bakteri pendegradasi selulosa dari serasah tebu dan blotongdaun tebu (*Saccharum officinarum*). *Jurnal Bioshell*. 12(1): 41—48.
- Ariyanti, M., Samudro, G., dan Handayani, D.S. 2019. Penentuan rasio bahan sampah organik optimum terhadap kinerja *compost solid phase microbial fuel cells* (CSMFCs). *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*. 16(1): 16—23.
- Bachtiar, B., dan Ahmad, A., H. 2019. Analisis kandungan hara kompos Johar *Cassia siamea* dengan penambahan aktivator promi. *BIOMA: Jurnal Biologi Makassar*. 4(1):68—76.
- Baharuddin, A.S., Wakisaka, M., Shirai, Y., Abd-Aziz, S., Rahman, N.A.A., dan Hassan, M.A. 2009. Co-composting of empty fruit bunches and partially treated palm oil mill effluents in pilot scale. *International Journal of Agricultural Research*. 4(2): 69—78.
- Baron, V., Supriatna, J., Marechal, C., Sadasiban, R., Bonneau, X. 2019. Waste reduction and nutrient recovery during the co-composting of empty fruit bunches and palm oil mill effluent. *Menara Perkebunan*. 87(2): 77—86.
- Basit, A., dan Nurhidayati. 2016. Manajemen residu untuk meningkatkan serapan hara N dan S hasil tebu, dan gula dalam budidaya tebu (*Saccharum officinarum* L.) lahan kering. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat LPPM*, Universitas Islam Malang. Malang, pp. 121—126.

- Bernal, M.P., Albuquerque, J.A., dan Moral, R. 2009. Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. *Bioresource Technology*. 100(22): 5444—5453.
- BPS. 2021. *Statistik Tebu Indonesia 2021*. BPS RI. Jakarta. 84 halaman.
- Devianti, O.K.A., dan Tjahjaningrum, I.T.D. 2017. Studi laju dekomposisi serasah pada hutan pinus di kawasan wisata taman safari Indonesia II Jawa Timur. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 6(2): 87—91.
- Dian, A.P.R., Samudro, G., dan Sumiyati, S. 2017. Pengaruh kadar air terhadap proses pengomposan sampah organik dengan metode takakura. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, 6: 63—68.
- Evizal, R. 2018. *Pengelolaan Perkebunan Tebu*. Graha Ilmu. Yogyakarta. 244 halaman.
- Furqon, A., dan Kusumawati, A. 2018. Perbandingan aplikasi serasah dibakar dan diserak tanpa dibakar terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) di Distrik Cinta Manis PT Perkebunan Nusantara VII. *Jurnal Agroteknologi*. 2(2): 108—117.
- Gaind, S. 2014. Effect of fungal consortium and animal manure amendements on phosphorus fractions of paddy-straw compost. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 94: 90—97.
- Ghazanfar, M.U., Raza, M., and Raza, W. 2018. Effect of physiological parameters on mass production of *Trichoderma* species. *Pakistan Journal of Phytopathology*. 30(1): 59—65.
- Hallur, V., Prakash, H., Sable, M., Preetam, C., Purushotham, P., Senapati, R., Shankarnarayan, S.A., Bag, N.D., and Rudramurthy, S.M. 2021. *Cunninghamella arunalokei* a new species of *Cunninghamella* from India causing disease in an immunocompetent individual. *Journal of Fungi*. 7(8): 1—13.
- Hanum, A.M., dan Kuswytasari, N.D. 2014. Laju dekomposisi serasah daun trembesi (*Samanea saman*) dengan penamabahan inokulum kapang. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. 3(1): 2337—3520.
- Haryono, H.E. 2019. *Kimia Dasar*. Penerbit Deepublish. Sleman, Yogyakarta. 142 halaman.
- Huai-Liang, M.A. 2010. Research on partial enzymological property of crude cellulase and xylanase from three kinds of edible fungus residues. *J. Anhui. Agric. Sci*. 28: 1—5.

- Iqbal., Mandang, T., Sembiring, E.N., dan Chozin, M.A. 2012. Aspek teknologi dan analisis kelayakan pengelolaan serasah tebu dan blotongtebu pada perkebunan tebu lahan kering. *Jurnal Keteknikan Pertanian*. 26(1): 17—23.
- Ismayana, A., Indrasti, N.S., Suprihatin, Maddu, A., dan Fredy, A. 2012. Faktor rasio C/N awal dan laju aerasi pada proses *co-composting* bagas dan blotong. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 22(3): 173—179.
- Jumadi, O., Junda, M., Caronge, M.W., dan Syafruddin. 2021. *Trichoderma dan Pemanfaatan*. Jurusan Biologi FMIPA UNM dan Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura. Makassar. 89 halaman.
- Kartika, T., Tarmadi, D., Gusewenrivo, I., Yusuf, S., Prianto, A.H., dan Suciati. 2006. Daya patogenitas cendawan *Cunninghamella* sp. terhadap rayap tanah *Coptotermes* sp. *J. Tropical Wood Science & Technology*. 4(1): 24—27.
- Kausar, H., Sariah, M., Mohd, S.H., Zahangir, A.M., Razi, I.M. 2010. Development of compatible lignocellulolytic fungal consortium for rapid composting of rice straw. *Int. Biodeterior. Biodegrad.* 64: 594—600.
- Kumar, A., dan Chandra, R. 2020. Ligninolytic enzymes and its mechanism for degradation of lignocellulosic waste in environment. *Heliyon*. 6: e03170.
- Kurniawan, A., dan Yuliatun, S. 2008. *Hidrolisis Ampas Tebu dan Daduk Menggunakan Asam Konsentrasi Rendah*. Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia. Pasuruan. 12 halaman.
- Kusuma, M.A. 2012. Pengaruh Variasi Kadar Air Terhadap Laju Dekomposisi Kompos Sampah Organik di Kota Depok. *Tesis*. Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Indonesia.
- Latifah, A., Kustantinah, dan Soesanto, L. 2011. Pemanfaatan beberapa isolat *Trichoderma harzianum* sebagai agensia pengendalian hayati penyakit layu fusarium pada bawang merah *in planta*. *Eugenia* 17(2): 86—95.
- Mashoko, L., Mbohwa, C., Thomas, V.M. 2010. LCA of the South African sugar industry. *Journal of Environmental Planning and Management*. 53(6): 793—807.
- Mohammad, H.A.R., Ong, H.K., Nurul, A.B. dan Fauzi, J. 2013. Application of agro-waste compositional data to predict composting efficiency. *J. Trop. Agric. Food Sci.* 41(2): 329—339.
- Mon, I., Yerimadesi., dan Hardeli. 2012. *Kimia Fisika: Kinetika Kimia*. UNP Press. Padang. 188 halaman.

- Muhsin, A. 2011. Pemanfaatan limbah hasil pengolahan pabrik tebu blotong menjadi pupuk organik. *J Industrial Engineering Conference*. Fakultas Teknologi Industri, UPN, Yogyakarta. p. 1—9.
- Nisa, K., Aisyah, N., Chilla. 2016. *Memproduksi Kompos & Mikro Organisme Lokal (MOL)*. Bibit Publisher. 130 halaman
- Ntsohi, N., Fanadzo, M., Le Roes-Hill, M., Nchu, F. 2021. Effects of *Clonostachys rosea* F. *Catenula* inoculum on the composting of cabbage wastes and the endophytic activities of the composted material on tomatoes and red spider mite infestation. *Microorganisms*. 9: 1—17.
- Pan, I., Dam, B., dan Sen, S.K. Composting of common organic wastes using microbial inoculants. *3 Biotech*. (2) : 127—134.
- Pusat Penelitian Gula PTPN X. 2015. *Bukti Penyerahan Analisa Pupuk*. PTPN X. Kediri. 3 halaman.
- Putra, R.P., Ranomahera, M.R.R., Arini, N., dan Afrianto, W.F. 2021. Tindakan pengembalian residu panen tebu untuk meningkatkan kualitas tanah dan produktivitas tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Buletin Tanaman Tembakau, Serat, dan Minyak Industri*. 13(1): 48—66.
- Rahmawati, A., Kurniahu, H., dan Sriwulan. 2017. Teknik pengomposan kertas bekas dan limbah organik rumah tangga menggunakan cairan rumen sapi. *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 4(2): 24—31.
- Ramli, N., Tafsin, M., Hasjmy, A.D. 2009. Pertumbuhan optimum *Penicillium* spp. dan *Cunninghamella* spp. yang diisolasi dari pakan dan efek toksiknya pada mencit (*Mus musculus*). *Media Peternakan*. 32(1):40—46.
- Rezende, C. de P., Cantarutti, R.B., Braga, J.M., Gomide, J.A., Pereira, J.M., Ferreira, E., dan Boddey, R.M. 1999. Litter decomposition and dissapereance in Brachiaria pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia, Brazil. *Nutrient cycling in Agroecosystems*. 54(2) : 99—112.
- Santosa, E., Kosman, E., Yuniarti, E., Surono. 2009. *Kompos: Prinsip Dasar dan Teknik Pengomposan*. Balai Penelitian Tanah, Litbang. Departemen Pertanian. Bogor. 88 halaman.
- Saraswati, R., dan Praptana, R.H. 2017. Percepatan proses pengomposan aerobik menggunakan biodekomposer. *Perspektif*. 16(1): 44—57.
- Setiawan, R. 2023. Isolasi dan Karakterisasi Cendawan Selulolitik dari Tanah Perkebunan Tebu Desa Gunung Waras, Kabupaten Way Kanan. *Skripsi*. Universitas Lampung.

- Sihaloho, B.S. 2018. Uji Efektivitas Beberapa Jenis Jamur Dekomposer pada Hasil Dekomposisi Limbah Daduk Sebagai Pupuk Organik. *Skripsi*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Silva, G.T.A., Matos, L.V., Nobrega, P.D., Campello, E.F.C., dan de Resende, A.S. 2008. Chemical composition and decomposition rate of plants used as green manure. *Scientica Agricola*. 65(3) : 298—305.
- Sugandi, W.K., Setiawan, R.P.A., dan Hermawan, W. 2013. Uji kinerja unit pemotong serasah tebu dan blotongtebu tipe REEL. *Bionatura: Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati dan Fisik*. 15(3): 149—155.
- Sundayanti, Rahayu, Susetyarini, R.E., dan Waluyo, L. 2016. Studi Pemanfaatan Cairan Rumen Sapi Potong sebagai Bioaktivator terhadap Kualitas Kompos Eceng Gondok (*Eixhornia crasipes* L.) *Prosiding Seminar Nasional II*: 927—936.
- Supari, Taufik, dan Gunawan, B. 2015. *Analisa kandungan kimia pupuk organik dari blotong tebu limbah dari pabrik gula Trangkil*. Prosiding SNST ke-6 Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang. 3 halaman.
- Susetya, D. 2021. *Panduan Lengkap Membuat Pupuk Organik untuk Tanaman Pertanian dan Perkebunan*. Pustaka Baru Press. 193 halaman.
- Tayade, A.S., Geetha, P., Anusha, S., Dhanapal, R., dan Hari, K. 2017. Effect of green cane trash blanketing and microbial consortia application on soil compaction and productivity of mechanically harvested sugarcane ratoon crops. *Journal of Sugarcane Research*. 7(2): 112—120.
- Thiep, N.V., Soyong, K., Thi, K.O.N., Huy, Q.P., and Hai, Y.P. 2019. Research and development of enzymatic producing fungi as biofertilizer for tea and arabica coffee production in Northern Vietnam. *International Journal of Agricultural Technology*. 15(5): 797—806.
- Toretta, N.K.H., Takeda. 1999. Carbon and nitrogen dynamics of decomposing leaf litter in tropical hill evergreen forest. *European J. of Soil Biol*. 37: 157—160.
- Trivana, L., dan Pradhana, A.Y. 2017. Optimalisasi waktu pengomposan dan kualitas pupuk kandang dari kotoran kambing dan debu abut kelapa dengan bioaktivator promi dan orgadec. *Jurnal Sain Veteriner*. 35(1): 136—144.
- Tuomela, M., Vikman, M., Hatakka, A., Itavaara, M. 2000. Biodegradation of lignin in a compost environment: a review. *Bioresour. Technol*. 72: 169—183.

- Undugoda, L., dan Kannagara, S. 2022. Nature and activities of microfungi associated with decomposition of rice straw in Sri Lanka. *Asian J. Agric % Biol.* 2: 1—9.
- Violita. 2015. Dinamika nitrogen pada sistem tranformasi hutan alam menjadi perkebunan kelapa sawit di Sumatera, Indonesia. *Disertasi*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wahidah, T.H., Mustikaningtyas, D., Widiatningrum, T., dan Dewi, P. 2022. Pengaruh faktor lingkungan terhadap pertumbuhan *Trichoderma* spp, da aktivitas enzim amilase dan xylanase. *Life Science.* 11(2): 108—119.
- Wang, F., Xu, L., Zhao, L., Ding, Z., Ma, H., Terry, N. 2019. Fungal laccase production from lignosellulosic agricultural wastes by solid-state fermentation: a review. *Microorganisms.* 7(665): 1—25.
- Wang, Q., Awasthi, M.K., Ren, X., Zhao, J., Li, R., Wang, Z., Chen, H., Wang, M., Zhang, Z. 2017. Coparison of biochar, zeolite, and their mixture amendment for aiding organic matter transformation and nitrogen conservation during pig manure composting. *Bioresour. Technol.* 245: 300—308.
- Widyaningrum, P., dan Lisdiana, L. 2015. Efektivitas proses pengomposan sampah daun dengan tiga sumber aktivator berbeda. *Rekayasa.* 13(2) : 107—113.
- Wulandari, N.K.R., Madrini, I.A.G.B., dan Wijaya, I.M.A.S. 2020. Efek penambahan limbah makanan terhadap C/N rasio pada pengomposan limbah kertas. *Jurnal Beta (Biosistem dan Teknik Pertanian).* 8(1): 103—112.
- Xu, P., Shu, L., Li, Y., Zhou, S., Zhang, G., Wu, Y., Yang, Z. 2023. Pretreatment and composting technology of agricultural organik waste for sustainable agricultural development. *Heliyon.* 9: 1—20.
- Yang, H., Zhang, H., Qiu, H., Anning, D.K., Li, M., Wang, Y., Zhang, C. 2021. Effects of C/N ratio on lignocellulose degradation and enzyme activities in aerobic composting. *Horticulture.* 7(482): 1—13.
- Yu, J., Walther, G., Diepeningen, A.D.V., Ende, A.H.G., Li, R., Moussa, T.A.A., Almaghrabi, O.A., De Hoog, G.S. 2015. DNA barcoding of clinically relevant *Cunninghamella* species. *Medical Mycology.* 53(2): 99—106.
- Zang, X., Liu, M., Fan, Y., Xu, J., Xu, X., Li, H. 2018. The structural and functional contributions of  $\beta$ -glucosidase-producing microbial communities to cellulose degradation in composting. *Biotechnol Biofuels.* 11(51): 1—13.