

**SKRIPSI**

**SELEKSI ISOLAT CENDAWAN DARI LIMBAH  
SERASAH TEGAKAN JATI (*Tectona grandis*)  
PENGHASIL ENZIM SELULASE DAN PEKTINASE**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**FARAH JULYA  
M11116355**



**PROGRAM STUDI KEHUTANAN  
FAKULTAS KEHUTANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2022**

**SKRIPSI**

**SELEKSI ISOLAT CENDAWAN DARI LIMBAH  
SERASAH TEGAKAN JATI (*Tectona grandis*)  
PENGHASIL ENZIM SELULASE DAN PEKTINASE**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**FARAH JULYA  
M11116355**



**PROGRAM STUDI KEHUTANAN  
FAKULTAS KEHUTANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2022**

## HALAMAN PENGESAHAN

Seleksi Isolat Cendawan dari Limbah Serasah Tegakan Jati (*Tectona grandis*) Penghasil Enzim Selulase dan Pektinase

Farah Julia

M11116355

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian Studi Program Sarjana, Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin

Pada Tanggal 22 November 2021

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui:

Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Gusmiaty, S.P., M.P.  
NIP. 19791120200912 2 002

Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Restu, M.P.  
NIP. 19650904199203 1 003

Mengetahui,

Ketua Program Studi Kehutanan

Fakultas Kehutanan

Universitas Hasanuddin



Dr. Forest Muhammad Alif K.S. S.Hut  
NIP. 19790831200812 1 002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Farah Julya  
Nim : M11116355  
Prodi : Kehutanan  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

### **Seleksi Isolat Cendawan dari Limbah Serasah Tegakan Jati (*Tectona grandis*) Penghasil Enzim Selulase dan Pektinase**

Adalah karya tulis saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan aliran tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 24 Januari 2022



Farah Julya

## ABSTRAK

**FARAH JULYA (M111 16 355). Seleksi Isolat Cendawan dari Limbah Serasah Tegakan Jati (*Tectona grandis*) Penghasil Enzim Selulase dan Pektinase.**

Secara alami bahan-bahan organik akan mengalami penguraian di alam dengan bantuan mikroba maupun biota tanah lainnya. Namun proses pengomposan yang terjadi secara alami berlangsung lama dan lambat. Penggunaan bioaktivator dalam proses pengomposan berfungsi untuk mempercepat degradasi bahan organik, sehingga diharapkan mempercepat waktu terbentuknya kompos dengan kriteria yang diinginkan. Kecepatan dekomposisi dan kualitas kompos tergantung pada keadaan dan jenis mikroba yang aktif selama proses pengomposan. Proses dekomposisi oleh bakteri dan cendawan sebagai dekomposer dibantu oleh enzim yang dapat menguraikan bahan organik seperti selulosa dan pektin. Penelitian ini bertujuan untuk menyeleksi isolat cendawan dari limbah tegakan jati (*Tectona grandis*) yang memiliki kemampuan untuk menghasilkan enzim selulase dan pektinase. Penelitian dilakukan di Laboratorium Bioteknologi dan Pemuliaan Pohon, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Makassar. Metode penelitian dilakukan dengan menumbuhkan isolat cendawan pada media CDA yang telah ditambahkan dengan pewarna *Coomasie Brilliant Blue* dan substrat selulosa serta substrat pektin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa cendawan dari genus *Penicillium* dan *Aspergillus* menunjukkan kemampuan yang paling baik dalam mendegradasi substrat selulosa dan pektin.

**Kata kunci:** *Tectona grandis*, cendawan, selulosa, pektin, bioaktivator

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah SWT atas anugerah, rahmat, karunia dan izin-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan kegiatan penelitian dan penyusunan skripsi dengan judul “**Seleksi Isolat Cendawan dari Limbah Serasah Tegakan Jati (*Tectona grandis*) Peghasil Enzim Selulase dan Pektinase**”.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis mendapat berbagai kendala. Tanpa bantuan dan petunjuk dari berbagai pihak, penyusunan skripsi ini tidak akan selesai dengan baik. Untuk itu, dengan penuh kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu **Gusmiaty, S.P.,M.P** dan Bapak **Prof.Dr.Ir.H.Muhammad Restu,M.P** selaku pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membantu dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Terkhusus, penulis menghaturkan terima kasih kepada Ibu **Ina Yane Ndoen** dan Bapak **Syarif Mukmin** atas doa, kasih sayang, perhatian, pengorbanan dan motivasi dalam mendidik dan membesarkan penulis serta saudara tercinta **Fanya Febryanti** atas dukungan serta doanya.

Selain itu, penulis juga menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Ibu **Dr. Sitti Halimah Larekkeng, SP. MP.** dan Bapak **Munajat Nursaputra, S.Hut, M.Sc** selaku penguji yang telah membantu dalam memberikan kritik dan saran, guna perbaikan skripsi ini.
2. Ketua Program Studi Kehutanan Bapak **Dr. Forest. Muhammad Alif K.S. S.Hut., M.Si** dan sekretaris Jurusan sekaligus pembimbing akademik saya Ibu **Dr. Sitti Halimah Larekkeng, SP. MP.** serta Bapak/Ibu Dosen dan seluruh Staf Administrasi Fakultas Kehutanan atas bantuannya.
3. Kakak-kakak, teman-teman serta adik-adik di **Laboratorium Bioteknologi dan Pemuliaan Pohon**, terkhusus Kak **Hapzah Asyanti, S.Hut.**, atas bantuan serta sarannya terkait penelitian, **Jusri, S.Hut.**, dan **Nasrah Mawaddah, S.Hut** atas bantuan dikala penulis mendapat kendala selama penelitian dan penyusunan skripsi ini.
4. Keluarga Besar **IKA SKMA**, saudara-saudari **FVS06 Makassar** serta kakak-kakak, teman-teman dan adik-adik **SMKK-Unhas**, terkhusus **Fitrianingsih**

**Syam** dan **Ismiah Mutmainnah** yang senantiasa ingin saya repotkan, atas bantuan, kerjasama, kebersamaan, dan dukungannya selama kuliah dan diakhir *study* saya.

5. Teman-teman saya, **Herlin Patandean, Nur Atiqha Syafirah, Febrianti Banne Labi, Adelya Yunanda Tezia**, dan **Asia Nur Rahman** yang telah menemani saya selama beberapa tahun berkuliah, atas bantuan, kerjasama, kebersamaan, dan dukungannya selama kuliah dan penelitian saya.
6. Kawan Seperjuangan **LIGNUM**, terima kasih atas doa, kebersamaan dan dukungannya selama ini.
7. Seluruh pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penulis dalam semua proses selama berada di Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin.

Makassar, 19 November 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	x
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1 Enzim .....	4
2.2 Enzim Selulase .....	5
2.3 Enzim Pektinase .....	7
2.4 Cendawan Sebagai Bioaktivator.....	8
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	10
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian .....	10
3.2. Alat dan Bahan .....	10
3.3. Metode Pelaksanaan.....	10
3.3.1 Pembuatan Media Biakan Mikroba .....	11
3.3.2 Proses Peremajaan .....	11
3.3.3 Pembuatan Media Uji Aktivitas Enzim Selulase .....	12
3.3.4 Pembuatan Media Uji Aktivitas Enzim Pektinase.....	12
3.4. Analisis Data .....	13
3.4.1 Visualisasi Data.....	14
<b>IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	15
4.1. Hasil Peremajaan Isolat Cendawan .....	15
4.2. Uji Aktivitas Enzim Selulase dan Pektinase pada Isolat Cendawan Limbah Serasah Jati.....	15



4.3 Efektivitas Setiap Isolat Cendawan Dalam Menghasilkan Enzim	
Selulase dan Pektinase .....	17
4.4 Efektivitas Setiap Genus Cendawan Dalam Menghasilkan Enzim	
Selulase dan Pektinase .....	19
4.5. Efektivitas Degradasi Cendawan Berdasarkan Enzim.....	22
4.6 Analisis Kluster Enzim Cendawan Berdasarkan Heatmap .....	24
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	26
5.1. Kesimpulan .....	26
5.2. Saran.....	26
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	27
<b>LAMPIRAN</b> .....	32

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 1.	Skoring Berdasarkan Luas Zona Bening.....	13
Gambar 2.	Pembentukan Zona Bening pada Media CDA yang Mengandung Substrat Selulosa dari Isolat Cendawan.....	16
Gambar 3.	Pembentukan Zona Bening pada Media CDA yang Mengandung Substrat Pektin dari Isolat Cendawan.....	17
Gambar 4.	Nilai Rata-Rata Skoring Aktivitas Degradasi Enzim Selulase...	18
Gambar 5.	Nilai Rata-Rata Skoring Aktivitas Degradasi Enzim Pektinase..	19
Gambar 6.	Nilai Rata-Rata Skoring Aktivitas Degradasi Substrat Selulosa Pada Setiap Genus Cendawan.....	20
Gambar 7.	Nilai Rata-rata Skoring Aktivitas Degradasi Substrat Pektin Pada Setiap Genus Cendawan.....	21
Gambar 8.	Nilai Rata-rata Skoring Degradasi Selulosa dan Pektin pada Cendawan.....	23
Gambar 9.	Analisis Klaster Enzim Cendawan Limbah Serasah Tegakan Jati.....	24

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Lampiran 1.	Pembuatan Media Biakan <i>Cendawan Potato Destrose</i> <i>Agar</i> (PDA) dan Peremajaan Isolat Cendawan.....	33
Lampiran 2.	Pembuatan Media Uji Isolat Cendawan dengan Substrat Selulosa dan Pektin.....	35
Lampiran 3.	Hasil Pengamatan Skoring Degradasi Substrat Selulosa pada Isolat Cendawan.....	37
Lampiran 4.	Hasil Pengamatan Skoring Degradasi Substrat Pektin pada Isolat Cendawan.....	40
Lampiran 5.	Uji Independent Sampel T Test pada Data Genus Enzim Selulase.....	43
Lampiran 6.	Uji Independent Sampel T Test pada Data Genus Enzim Pektin.....	48

# I. PENDAHULUAN

## I.1 Latar Belakang

Pengomposan adalah proses penguraian bahan organik secara biologis, khususnya oleh mikroba-mikroba yang akan mengontrol proses alami tersebut agar kompos dapat terbentuk lebih cepat. Secara alami bahan-bahan organik akan mengalami penguraian di alam dengan bantuan mikroba maupun biota tanah lainnya. Namun proses pengomposan yang terjadi secara alami berlangsung lama dan lambat. Hasil akhir dari pengomposan ini merupakan bahan yang sangat dibutuhkan untuk kepentingan tanah di Indonesia, sebagai upaya untuk memperbaiki sifat kimia, fisika dan biologi tanah, sehingga produksi tanaman menjadi lebih tinggi (Herlina, 2014). Untuk mempercepat proses degradasi, saat ini telah banyak dikembangkan bioaktivator. Penggunaan bioaktivator dalam proses pengomposan berfungsi untuk mempercepat degradasi bahan organik, sehingga diharapkan mempercepat waktu terbentuknya kompos dengan kriteria yang diinginkan. Menurut Nuryani & Sutanto (2002), bioaktivator selain meningkatkan kecepatan dekomposisi, meningkatkan penguraian materi organik, juga dapat meningkatkan kualitas produk akhir.

Mikroba efektif atau yang dikenal sebagai bioaktivator adalah agen pengaktivasi berupa jasad renik yang bekerja dalam proses perubahan fisiko-kimia bahan organik tersebut menjadi molekul berukuran lebih kecil (Sukanto, 2013). Pada dasarnya pengomposan adalah dekomposisi dengan menggunakan aktivitas mikroba; oleh karena itu kecepatan dekomposisi dan kualitas kompos tergantung pada keadaan dan jenis mikroba yang aktif selama proses pengomposan. Penambahan cendawan pada serasah daun diharapkan proses dekomposisi akan lebih cepat (Hanum dan Nengah, 2014). Menurut Purwadaria dkk (2003), kemampuan cendawan sebagai mikroba pendegradasi selulosa dan hemiselulosa lebih efektif dibandingkan dengan bakteri. Proses dekomposisi oleh bakteri dan cendawan sebagai dekomposer dibantu oleh enzim yang dapat menguraikan bahan organik seperti selulosa dan pektin.

Beberapa mikroorganisme mempunyai kemampuan untuk memproduksi enzim selulase. Cendawan merupakan mikroorganisme utama penghasil selulase walaupun beberapa jenis bakteri dan aktinomycetes juga menghasilkannya. Kelompok cendawan berfilamen seperti *Aspergillus* dan *Trichoderma* diketahui merupakan penghasil selulase yang efisien dan saat ini sebagian besar produksi komersial enzim selulase di dunia dihasilkan dari kedua kelompok cendawan tersebut (Kirk et al., 2002).

Pektinase merupakan kelompok enzim yang berperan dalam menghidrolisis atau mendegradasi polimer pektin yang banyak ditemukan dalam lamela tengah dan dinding sel primer tumbuhan. Pektinase dapat dihasilkan oleh fungi berfilamen seperti *Aspergillus* sp. (Reddy dan Sreeramulu, 2012), bakteri seperti *Bacillus* sp. (Aaisha dan Barate, 2015) dan khamir seperti *Aureobasidium pullulans* (Merin et al., 2011). Mikroba menjadi sumber utama penghasil pektinase karena sifat selnya yang mudah ditumbuhkan, produktivitas tinggi dan proses pemisahan enzim dari media pertumbuhan berlangsung cepat dan mudah (Kashyap et al., 2000).

Penelitian sejenis terhadap cendawan dari limbah serasah tegakan kemiri juga telah dilakukan oleh Hapzah Asyanti (2019) dan Nur Paesha (2019). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa cendawan dari genus *Penicillium* dan *Aspergillus* memiliki kemampuan yang paling tinggi dalam mendegradasi substrat enzim yang diuji. Dari hasil penelitian tersebut juga dapat dilihat adanya kesamaan morfologi berupa warna, pola pertumbuhan, bentuk dan tekstur antara isolat-isolat cendawan yang ditemukan dari limbah serasah tegakan kemiri dengan isolat-isolat cendawan dari limbah serasah jati yang digunakan dalam penelitian ini.

Sejumlah isolat telah didapatkan dari limbah serasah tegakan jati, namun untuk dapat diaplikasikan dalam menguraikan bahan organik perlu dilakukan seleksi isolat yang memiliki kemampuan degradasi selulosa dan pektin oleh enzim selulase dan pektinase. Penelitian ini penting dilakukan untuk pengembangan pembuatan pupuk biologi yang aman terhadap lingkungan serta dapat membantu pertumbuhan tanaman.

## **2.1. Tujuan dan Kegunaan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk menyeleksi isolat cendawan dari limbah tegakan jati yang memiliki kemampuan untuk menghasilkan enzim selulase dan pektinase. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai data dan informasi mengenai isolat cendawan dari limbah tegakan jati penghasil enzim selulase dan pektinase, sehingga nantinya dapat aplikasikan sebagai bioaktivator dalam mendekomposisi bahan organik pada proses pengomposan dengan hasil yang optimal untuk membantu pertumbuhan tanaman.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Enzim

Enzim merupakan katalisator pilihan yang diharapkan dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan dan pemborosan energi karena reaksinya tidak membutuhkan energi, bersifat spesifik dan tidak beracun. Enzim telah dimanfaatkan secara luas pada berbagai industri produk pertanian, kimia dan industri obat-obatan. Tiga sifat utama dari biokatalisator adalah menaikkan kecepatan reaksi, mempunyai kekhususan dalam reaksi dan produk serta kontrol kinetik (Akhdiya, 2003).

Enzim dapat diperoleh dari sel-sel hidup dan dapat bekerja baik untuk reaksi-reaksi yang terjadi di dalam sel maupun di luar sel. Pemanfaatan enzim dapat dilakukan secara langsung menggunakan enzim hasil isolasi maupun dengan cara pemanfaatan mikroorganisme yang dapat menghasilkan enzim yang diinginkan (Harti, 2015). Fungsi enzim yaitu mempercepat reaksi kimia  $10^8$  sampai  $10^{11}$  di dalam maupun di luar sel dengan menurunkan energi aktivasi dan tanpa mengubah hasil akhir (produk). Suatu reaksi yang di katalisis oleh enzim mempunyai energi aktivasi yang lebih rendah, dengan demikian membutuhkan lebih sedikit energi untuk berlangsungnya reaksi tersebut (Pelczar dan Chan, 2005).

Enzim mempercepat reaksi kimiawi secara spesifik tanpa pembentukan hasil samping dan bekerja pada larutan dengan keadaan suhu dan pH tertentu. Aktivitas enzim dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti konsentrasi enzim, konsentrasi substrat, suhu dan pH (Pelczar dan Chan, 2005). Keunggulan enzim sebagai biokatalisator antara lain daya katalitik dan spesifitas yang tinggi, dapat bekerja pada kondisi suhu dan pH yang tidak eksterm, aktivitas katalitik beberapa enzim dapat dikendalikan dan dapat diproduksi sehingga memudahkan penyediaan (Stryer et al., 2002).

Molekul-molekul enzim merupakan katalis yang sangat efisien dalam mempercepat perubahan substrat menjadi produk-produk akhir. Molekul enzim tunggal dapat melakukan perubahan sebanyak seribu molekul substrat per detik. Molekul enzim tidak dikonsumsi ataupun mengalami perubahan selama proses

reaksi berlangsung. Enzim tidak stabil aktivitasnya dan dapat berkurang atau bahkan menghilang oleh berbagai pengaruh baik kondisi fisik maupun kimia seperti suhu, pH, dan lain sebagainya (Pelczar dan Chan, 2005).

Hewan dan tumbuhan sebagai sumber penghasil enzim. Pemanfaatan mikroorganisme sebagai sumber enzim lebih banyak diminati karena enzim dari mikroorganisme dapat dihasilkan dalam waktu yang sangat singkat, mudah diproduksi dalam skala besar, proses produksi bisa dikontrol, kemungkinan terkontaminasi oleh senyawa-senyawa lain lebih kecil, dan dapat diproduksi secara berkesinambungan dengan biaya yang relatif rendah (Thomas, 1989).

Enzim-enzim mikrobial banyak digunakan dalam hampir setiap bidang industri dan sering digunakan dibandingkan dengan penggunaan enzim-enzim yang berasal dari hewan atau tanaman. Aktivitas yang lebih tinggi, tidak menghasilkan produk samping, lebih stabil dan murah serta dapat diperoleh dalam jumlah yang lebih banyak (Kiran et al., 2006). Sebagai sumber enzim, mikroorganisme lebih menguntungkan karena pertumbuhannya cepat, dapat tumbuh pada substrat yang murah, lebih mudah ditingkatkan hasilnya melalui pengaturan kondisi pertumbuhan dan rekayasa genetik, serta mampu menghasilkan enzim yang ekstrim (Akhdiya, 2003).

## **2.2 Enzim Selulase**

Selulosa merupakan komponen utama penyusun dinding sel tumbuhan bersama-sama dengan hemiselulosa dan pektin. Komposisi selulosa dalam tumbuhan dapat mencapai 40-50% dari massa tumbuhan sehingga selulosa merupakan biopolimer terbarukan yang paling berlimpah di alam (Milala et al., 2005). Fibril-fibril selulosa membentuk struktur kristal, terbungkus oleh lignin yang berfungsi sebagai pelindung selulosa. Sifat fisik dan kimia dari selulosa yang demikian menyebabkan selulosa berfungsi sebagai komponen struktural utama dinding sel tumbuhan (Knabner, 2002). Selulosa juga merupakan bagian terbesar dari komponen lignoselulosa tumbuhan. Kandungan selulosa tumbuhan tingkat tinggi tidak tetap, tetapi bervariasi menurut umur dan jenis tumbuhan. Konsentrasinya berkisar antara 15-45% dari bobot kering tumbuhan dan pada



rerumputan yang masih muda kandungan selulosa relatif sedikit, berkisar 15% dari bobot kering tumbuhan (Hardjo dkk, 1989).

Selulosa merupakan komponen utama dalam bahan organik yang berasal dari tumbuhan dan memiliki ikatan  $\beta$ -1,4- glikosidik. Selulosa banyak ditemukan dalam bentuk amorf dan kristal. Degradasi selulosa membutuhkan tiga tipe enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Sistem enzim ini memiliki spesifikasi yang berbeda, bersama-sama bekerja dalam mendegradasi selulosa menjadi monomer-monomernya. Pendegradasian selulosa tidak bisa dilakukan oleh enzim tunggal, melainkan membutuhkan tiga enzim yang bekerja bersama-sama, yaitu endoglukanase, eksoglukanase, dan  $\beta$ -glukosidase (Perez et al., 2002).

Enzim selulase merupakan salah satu kelompok enzim yang termasuk dalam sistem enzim lignoselulolitik yang diproduksi mikroorganisme yang berperan dalam degradasi material sel tumbuhan. Enzim ini termasuk dalam famili glikosida hidrolase (GH). Enzim selulase berperan dalam hidrolisis selulosa dengan memecah ikatan  $\beta$ -1,4-D-glikosidik untuk menghasilkan oligosakarida maupun glukosa (Lelana, 2009).

Selulosa diproduksi oleh cendawan, bakteri dan tumbuhan. Produksi komersial selulase pada umumnya menggunakan cendawan atau bakteri yang telah diisolasi. Mikroorganisme yang dapat mendegradasi selulosa tidak semuanya memproduksi selulase dalam jumlah yang signifikan yang mampu menghidrolisa kristal selulosa secara in vitro. Cendawan adalah mikroorganisme utama yang dapat memproduksi selulase, meskipun beberapa bakteri dan actinomycetes telah dilaporkan juga menghasilkan aktivitas selulase. *Trichoderma* adalah penghasil selulase dan *crude enzyme* secara komersial Cendawan-cendawan tersebut sangat efisien dalam memproduksi selulase (Ikram et al., 2005).

Enzim selulase dapat diproduksi dari mikroba selulolitik baik cendawan maupun bakteri. Cendawan selulolitik yang biasa digunakan dari jenis *Trichoderma*, *Aspergillus*, dan *Penicillium*. Bakteri pada umumnya menghasilkan selulase adalah *Pseudomonas*, *Cellulomonas*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Cellovibrio*, dan *Sporosphytophaga* (Lynd et al., 2002).

Menurut Astutik dkk (2010), beberapa jenis cendawan yang mampu menghasilkan enzim selulase cukup tinggi adalah *Penicillium* sp.1, *Penicillium*

sp.2, *Penicillium* sp.3, *Aspergillus niger*, dan *Paecylomyces* sp.1. Kemampuan *Aspergillus niger* menghasilkan enzim selulase yang cukup tinggi juga dilaporkan oleh Adri dkk (2013) dengan memanfaatkan jerami padi dan CMC (*Carboxyl Methyl Cellulose*) sebagai induser.

Aktivitas enzim selulase sendiri menurunkan jumlah selulosa sekitar 25% selama sekitar 3 minggu. Aktivitas enzim lainnya meningkat dan menurun terutama dalam tahapan termofilik. Proses mikrobial dalam proses pengomposan dan pengaturan berbagai faktor mempengaruhi keterlibatan mikroba dalam proses mempercepat pengomposan. Faktor pembatas dalam proses pengomposan antara lain, ketidakcocokan substrat, kelembaban atau suhu kompos di luar rata-rata, dan masalah difusi oksigen ke dalam tumpukan kompos (Saraswati dkk, 2006).

### **2.3 Enzim Pektinase**

Pektin merupakan polisakarida penguat tekstur dalam sel tanaman yang terdapat diantara selulosa dan hemiselulosa. Selulosa dan hemiselulosa membentuk jaringan dan memperkuat dinding sel tanaman. Senyawa- senyawa pektin ini juga merupakan perekat antara dinding sel yang satu dengan yang lainnya (Prasetyowati dkk, 2009). Pektin terletak pada bagian tengah lamella pada dinding sel. Tanaman yang berfotosintesis tanpa kecuali mengandung pektin dalam jumlah yang berbeda tergantung pada jenis tanaman dan tingkat kematangannya (Meilina dan Illah, 2003).

Pektinase adalah enzim yang digunakan dalam degradasi molekul pektin (Jacob et al., 2008). Enzim pektinase dibagi menjadi tiga kelompok besar yaitu enzim yang melakukan deesterifikasi (pektinesterase), enzim yang melakukan depolimerisasi (hidrolase dan liase) dan protopektinase. Enzim deesterifikasi memotong ikatan ester antara gugus karboksil dari unit asam poligalakturonat dengan gugus metil. Enzim depolimerisasi membelah ikatan  $\alpha$ -1,4 glikosidik pada senyawa pektin. Sedangkan protopektinase adalah enzim pektinase yang melarutkan protopektin (Alkorta et al., 1998).

Mikroba menjadi sumber utama penghasil pektinase karena sifatnya yang mudah dan cepat ditumbuhkan pada berbagai jenis media, baik cair maupun padat, produktivitasnya tinggi, serta proses pemanenan enzim yang lebih mudah. Mikroba

memerlukan nutrisi untuk memenuhi kebutuhan energi, bahan pembangun sel, sintesis protoplasma dan bagian-bagian sel lain. Setiap mikroba mempunyai sifat fisiologi tertentu, sehingga memerlukan nutrisi tertentu pula. Faktor yang penting dalam optimasi media fermentasi adalah pemilihan komposisi sumber karbon dan nitrogen karena sel-sel mikroba sebagian besar terdiri atas unsur karbon dan nitrogen serta garam-garam dalam jumlah seimbang (Suhartono, 1989).

Enzim pektinase dapat dihasilkan dari berbagai jenis mikroorganisme seperti jamur, cendawan dan bakteri. Aktivitas pektinase serta karakter enzim yang dihasilkan dipengaruhi oleh sumber mikroba dan kondisi lingkungan saat diproduksi. Pektinase dari *Aspergillus niger* mempunyai aktivitas maksimum pada pH 4, dan temperatur 50°C, untuk strain lain pada pH 4,5 dan suhu 35°C (Joshi et al., 2011).

## **2.4 Cendawan Sebagai Bioaktivator**

Cendawan merupakan mikroorganisme eukariota (Hanson, 2008) memiliki dinding sel yang sebagian besar tersusun atas polisakarida dan khitin (Kavanagh, 2005), organisme heterotof dengan memanfaatkan senyawa karbon organik sebagai sumber nutrient dan mensekresi enzim ekstraselular untuk mengurai molekul kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana sehingga dapat diserap melalui hifa (Campbell and Mitchell, 2003).

Cendawan dapat dibiakkan pada berbagai jenis media. Beberapa cendawan dapat tumbuh dengan baik pada medium yang mengandung beberapa bahan organik, sedang cendawan yang lain memerlukan zat-zat tambahan tertentu (Dharmaputra dkk, 1989). Smith and Onions (1994) menjelaskan bahwa syarat-syarat untuk pertumbuhan bagi cendawan mungkin bervariasi dari satu jenis dengan jenis dari genus dan spesies lainnya. Sumber-sumber untuk suatu isolat pada media mempengaruhi morfologi dan warna koloni, walaupun struktur khusus terbentuk dan mempengaruhi penyimpanan isolat (Taurisia dkk, 2015).

Agen dekomposer dapat digunakan untuk mempercepat dan meningkatkan kualitas hasil pengomposan dan telah diproduksi secara komersial yang umumnya dalam bentuk konsorsium mikroorganisme (disebut dengan bioaktivator). Dekomposer adalah makhluk hidup yang berfungsi untuk menguraikan bahan

organik baik yang berasal dari tumbuhan maupun hewan, sehingga materi yang diuraikan dapat diserap oleh tumbuhan yang hidup disekitar daerah tersebut (Saraswati, 2007). Terdapat beberapa dekomposer yang diantaranya berasal dari bakteri, aktinomisetes, fungi, algae (ganggang), protozoa dan cacing tanah. Agen dekomposer dapat digunakan untuk mempercepat dan meningkatkan kualitas hasil pengomposan, dan telah diproduksi secara komersial, umumnya dalam bentuk konsorsium mikroorganisme yang disebut dengan bioaktivator pengomposan atau biodekomposer (Saraswati, 2010).

Proses pengomposan melibatkan jasad hidup tanah, proses pengomposan akan terjadi lebih cepat dengan penambahan inokulan sebagai aktivator dari kultur jasad hidup. Penambahan inokulan sebagai aktivator mempunyai pengaruh yang menguntungkan, karena selain dapat mempercepat proses pengomposan juga dapat meningkatkan kandungan unsur hara kompos (Prihandarini, 2004).