

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jamur *Trichoderma* sp.

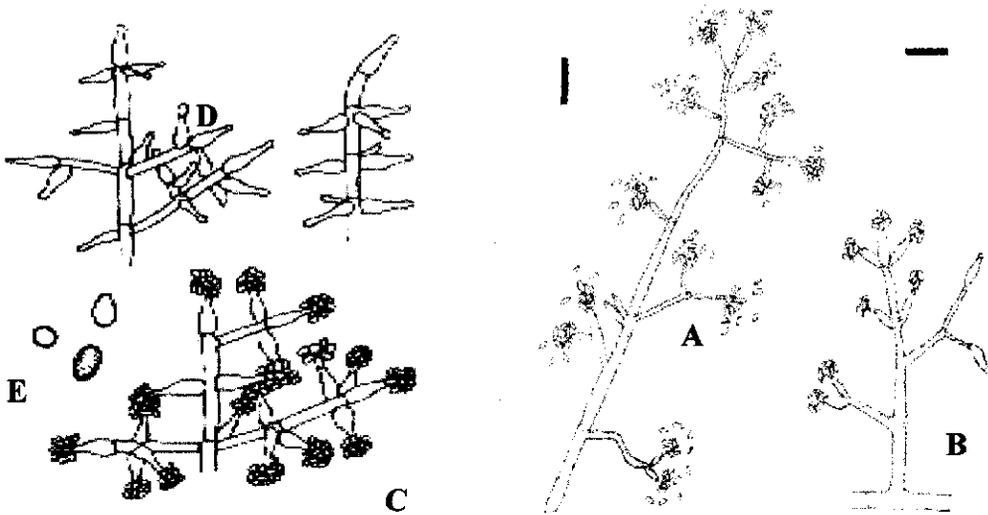
Jamur tanah merupakan salah satu golongan yang penting dari golongan-golongan populasi tanah yang tersebar secara luas. Bentuk-bentuk tertentu merupakan karakteristik dari suatu tipe tanah sebagai medium bagi perkembang biakannya. *Trichoderma* sp. merupakan salah satu jamur dari sekian banyak genus dan spesies jamur tanah (Supiandi, 1999).

Sistematika dari jamur *Trichoderma* adalah sebagai berikut (CABI, 2004; Harman, 2006):

Kingdom	: Fungi
Filum	: Deutromycota
Klas	: Deutromycetes (imperfek fungi)
Subklas	: Deuteromycetidae
Ordo	: Moniliales
Famili	: Moniliaceae
Genus	: <i>Trichoderma</i>
Spesies	: <i>Trichoderma</i> sp

Trichoderma ini memiliki 88 spesies yang ditentukan dengan karakterisasi molekuler (Druzhinina dan Kubicek, 2005).

Jamur *Trichoderma* sp. memiliki ciri morfologi sebagai berikut: miselium bersepta, konidioforanya bercabang dengan arah yang berlawanan, konidianya berbentuk bulat atau oval dan satu sel melekat satu sama lain, warna hijau terang (Devi dkk., 2000). Setelah konidia atau tubuh buahnya terbentuk maka jamur ini akan terlihat berwarna hijau kebiruan. Konidia tersebut merupakan sel tunggal yang berbentuk oval yang saling melekat satu sama lain sehingga membentuk suatu kumpulan pada ujung konidiofora. Koloni fungi ini mudah dikenali dengan pertumbuhan yang cepat dan matang pada pertumbuhan 5 hari. Pada temperatur 25⁰C dan dalam media Potato Dextro Agar (PDA) fungi ini tumbuh seperti bulu domba dan awalnya terlihat putih, selanjutnya konidia mulai terbentuk menjadi warna hijau (Doctor fungus, 2007).



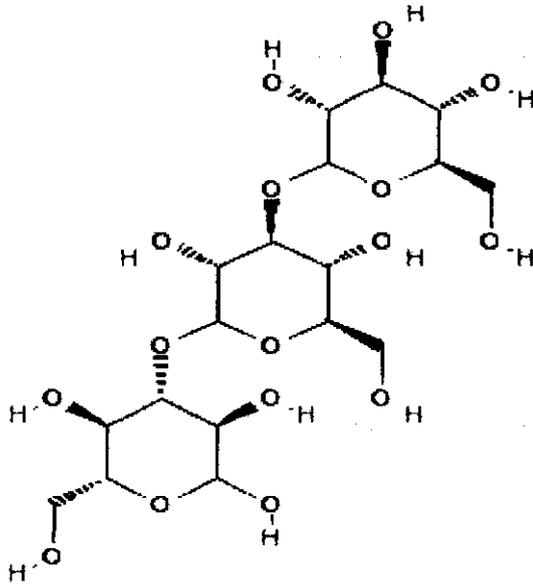
Gambar 1. Karakteristik mikroskopis dari *Trichoderma* sp. A dan B adalah konidofor dewasa, C dan D adalah fialid, dan E adalah konidia

Pada umumnya fungi ini memiliki aroma yang khas yaitu bau kelapa dan beberapa isolat dari spesies ini dapat mengubah warna medium. Perubahan warna disebabkan oleh pigmentasi fialid yang mengeluarkan warna kuning, hijau terang dan hijau (Devi dkk., 2000). Pertumbuhan jamur *Trichoderma* sp. sangat dipengaruhi oleh temperatur dan pH. Pertumbuhan optimum jamur *Trichoderma viride* pada temperatur 20-28^oC dan pH optimumnya berkisar antara 4,5 - 5,5. Sedangkan *Trichoderma harzianum* pertumbuhan optimumnya pada temperatur 15 - 35^oC dan pH optimumnya berkisar antara 3,7 - 4,7 (Domsch dkk., 1980). *Trichoderma* sp. yang berfungsi sebagai fungi biokontrol patogen tanaman telah diisolasi dari tanah Riau terdapat dua galur, yakni *Trichoderma asperellum* TNJ63 dan *Trichoderma asperellum* TNC52 diisolasi berdasarkan kemampuannya menghasilkan kitinase, terbukti dapat menghambat beberapa fungi patogen tanaman seperti *Fusarium* sp., *Phytophthora* sp., dan *Albugo* sp. (Nugroho, 2006).

2.2 Laminarin

Laminarin atau yang disebut juga dengan β -glukan terdapat pada mikroorganisme dan tumbuhan tingkat tinggi sebagai unsur pokok struktural dari dinding sel, sebagai cadangan material dan sebagai substansi ekstraselular (Chesters dan Bull, 1963). Laminarin adalah polimer dari polisakarida yang

terdapat pada beberapa fungi patogen tanaman dalam bentuk β -D-glukan. Ikatan polimer laminarin adalah β -(1 \rightarrow 3) dan kadang-kadang terdapat cabang pada polimer ini, berupa ikatan β -(1 \rightarrow 6) (Nobe dkk., 2003).



Gambar 2. Struktur laminarin

(Sumber: pubchem.ncbi.nlm.nih.gov)

2.3 Enzim

Enzim adalah biokatalisator, yaitu merupakan suatu protein yang dapat mengkatalis reaksi kimia secara spesifik. Kespesifikan enzim sangat tinggi terhadap substratnya dan enzim mempercepat reaksi tanpa pembentukan produk samping. Enzim, seperti protein lain, mempunyai berat molekul yang berkisar kira-kira 12.000 sampai lebih dari satu juta. Oleh karena itu, enzim berukuran amat besar dibandingkan dengan substrat atau gugus fungsional targetnya (Lehninger, 1998).

Enzim dapat dihasilkan oleh sel hewan, tumbuh-tumbuhan, maupun sel mikroorganisme. Pembentukan enzim ada yang dihasilkan secara kontinu (konstitutif) dan ada juga yang dihasilkan pada saat diperlukan (induktif). Berdasarkan tempat bekerjanya enzim dapat dibagi atas dua golongan yaitu intraseluler dan ekstraseluler. Enzim intraseluler tidak dikeluarkan dari sel,

sedangkan enzim ekstraseluler dapat ditemukan di dalam medium pertumbuhan (Smith, 1993).

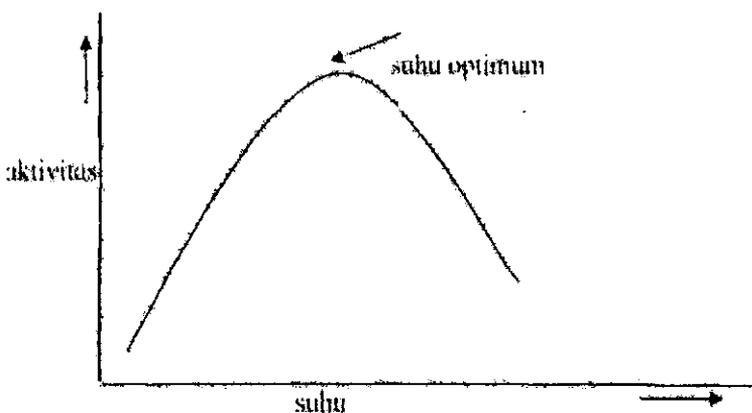
Faktor-faktor yang mempengaruhi kerja enzim adalah :

1. Konsentrasi enzim dan substrat

Kecepatan reaksi bertambah dengan bertambahnya konsentrasi enzim. Sedangkan pada konsentrasi enzim yang tetap, kecepatan reaksi bertambah dengan bertambahnya konsentrasi substrat. Pada batas tertentu, kecepatan reaksi tidak akan bertambah dengan bertambahnya konsentrasi substrat. Hal ini terjadi karena enzim menjadi jenuh oleh substratnya, dan tidak dapat berfungsi lebih cepat.

2. Suhu

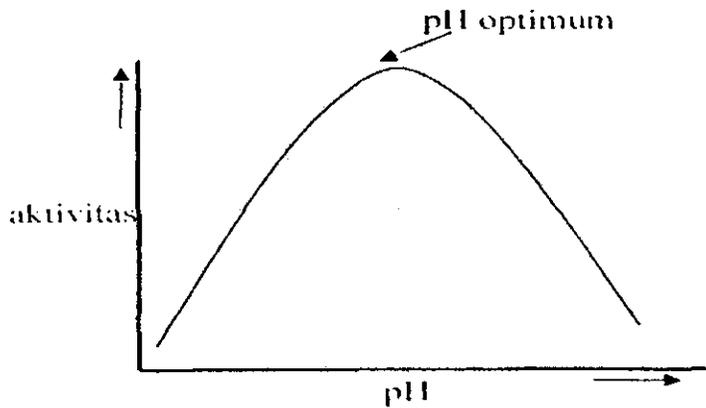
Reaksi berjalan lambat pada suhu rendah, sedangkan pada suhu yang lebih tinggi reaksi berlangsung lebih cepat. Kenaikan suhu juga dapat mengurangi kecepatan reaksi enzim. Hal ini menunjukkan bahwa enzim merupakan protein. Sehingga kenaikan suhu yang terlalu tinggi juga dapat menyebabkan terjadinya denaturasi enzim. Bagian aktif enzim menjadi terganggu dan konsentrasi efektif enzim menjadi berkurang.



Gambar 3. Pengaruh suhu terhadap aktivitas enzim

3. pH

Enzim dapat berbentuk ion positif, ion negatif atau ion bermuatan ganda (zwitter ion). Struktur ion enzim dipengaruhi oleh pH lingkungannya sama seperti protein. Selain itu pH rendah atau pH tinggi juga dapat menyebabkan terjadinya denaturasi sehingga menurunkan aktivitas enzim (Poedjiadi, 1994).



Gambar 4. Pengaruh pH terhadap aktivitas enzim

2.4 Laminarinase

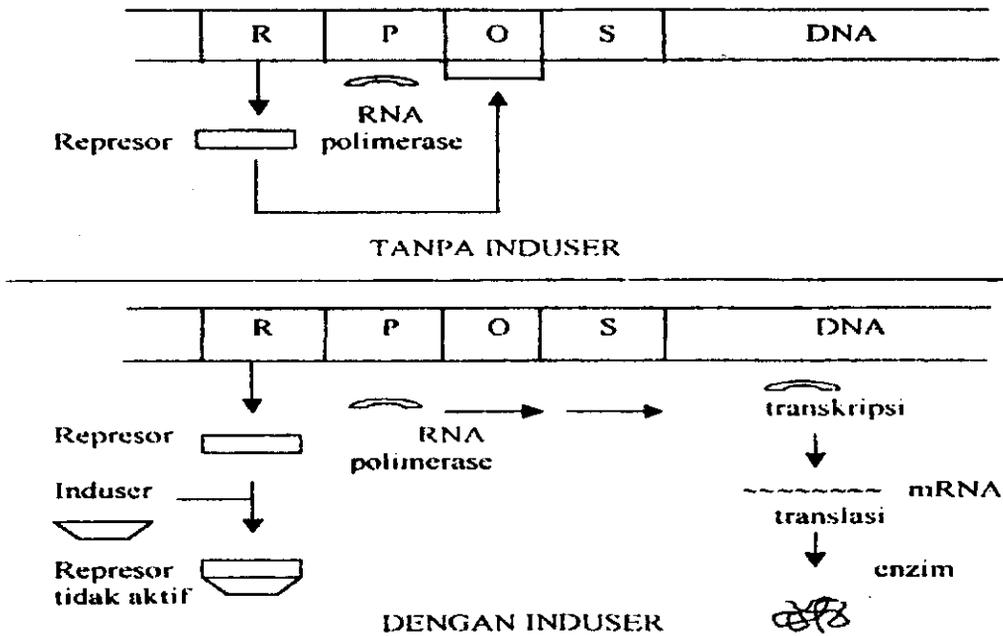
Laminarinase adalah enzim yang memiliki aktifitas β -1,3-glukanase dan β -1,6-glukanase (Nobe dkk., 2003). Mekanisme kerja enzim β -1,3-glukanase dibagi dalam exo β -1,3-glukanase dan endo β -1,3-glukanase. Exo β -1,3-glukanase menghidrolisa substrat dengan memotong rangkaian residu glukosa dari ujung non reduksi, sedangkan endo β -1,3-glukanase memotong ikatan β secara acak sepanjang sisi rantai polisakarida, melepaskan oligosakarida pendek (Vazquez-Garciduenas dkk., 1998). Berdasarkan rangkaian asam amino yang sama, semua β -1,3-glukanase dari genus *Trichoderma* diklasifikasikan ke dalam 55 famili glikosil hidrolase (Nobe dkk., 2003). Banyak dinding sel dilisis mikroorganisme yang mengeluarkan berbagai macam enzim dan degradasi dinding sel yang sering dilakukan secara sinergik oleh kerja enzim ekso dan endo dari β -1,3-glukanase (Vazquez-Garciduenas, 1998).

2.5 Mekanisme Induksi Sintesis Protein

Induksi sintesis protein merupakan salah satu bentuk pengaturan sintesis protein dalam sel. Sintesis protein dapat dikendalikan pada proses transkripsi. Proses transkripsi gen tergantung pada kondisi lingkungan dan metabolisme sel.

Induksi melandasi pembentukan kebanyakan enzim yang berperan pada metabolisme substrat. Enzim dapat bersifat sebagai enzim konstitutif dan enzim induktif, dimana produk enzim induktif sangat dipengaruhi oleh senyawa yang mampu menginduksi pembentukan enzim tersebut. Mekanisme pengaturan aktivitas atau ekspresi gen dalam memproduksi protein atau enzim induktif telah

dikembangkan oleh Jacob dan Monod pada tahun 1961 (Schlegel, 1994). Mekanisme proses induksi dapat diterangkan dengan model Jacob dan Monod (1961), secara skematik mekanismenya dapat dijelaskan pada gambar 5.



Gambar 5. Sistem Operon Jacob dan Monod

Mekanisme induksi sintesis protein, menurut Jacob dan Monod dipengaruhi oleh 4 gen, yaitu gen regulator (R) yang mengkode sintesis protein, gen promotor (P) yaitu gen yang memiliki urutan basa yang dikenali oleh RNA-polimerase (enzim yang mengkatalis proses transkripsi DNA ke RNA). Merupakan tempat pengikatan RNA-polimerase dan titik awal transkripsi, gen operator (O) adalah urutan basa yang terletak antara promotor dan gen-gen struktur yang mengontrol gen struktural (S), yang juga bereaksi dengan suatu protein pengatur, yaitu repressor. Operator ini merupakan kunci apakah transkripsi dihalangi atau dimungkinkan. Jika protein repressor mengikat gen operator maka RNA polimerase tidak dapat berikatan dengan gen promotor dan akibatnya gen struktural tidak dapat ditranskripsi menjadi RNA sehingga protein (enzim) tidak disintesis. Dengan adanya induser yang mampu mendeaktifasi protein repressor, maka RNA-polimerase dapat berikatan dengan promotor sehingga transkripsi dapat berlangsung (Schlegel dan Schmidt, 1994). Umumnya induser merupakan suatu substrat dari enzim yang diinduksinya (Lehninger, 1998).