ISOLASI DAN SELEKSI JAMUR TANAH DARI BEBERAPA LOKASI DI PULAU BALI YANG MEMPUNYAI KEMAMPUAN DALAM MENDEGRADASI LIGNIN DAN FENANTREN

SKRIPSI SARJANA KIMIA

Oleh :

CORAZON
06 932 019

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2010

ABSTRAK

ISOLASI DAN SELEKSI JAMUR TANAH DARI BEBERAPA LOKASI DI PULAU BALI YANG MEMPUNYAI KEMAMPUAN DALAM MENDEGRADASI LIGNIN DAN FENANTREN

Oleh

Corazon

Sarjana Sains (S.Si) dalam bidang Kimia FMIPA Universitas Andalas
Dibimbing oleh Marniati Salim, MS dan Drs. YB.Subowo, MSi

Telah dilakukan penelitian mengenai isolasi dan seleksi jamur tanah dari beberapa lokasi di Pulau Bali, yang mempunyai kemampuan dalam mendegradasi lignin dan fenantren. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh isolat-isolat jamur dari kelas *Ascomycetes* yang berpotensi dalam mendegradasi lignin dan fenantren, mengetahui hasil degradasi lignin dan fenantren, serta melakukan uji aktivitas enzim ligninase seperti mangan peroksidase (MnP) dan laccase. Isolasi jamur menghasilkan lima isolat yang kuat spesies ligninolitiknya yaitu KSt3, I3J, I3, II3 dan I5J yang diidentifikasi sebagai *Penicillium sp1, Penicillium sp2, Aspergillus spp1* dan *Aspergillus spp2, Aspergillus spp3.* Penelitian ini menggunakan dua metode analisis yaitu metode spektrofotometer dan metode *Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS).* Metode spektrofotometer digunakan untuk menganalisis penurunan konsentrasi Poly-R 478 (lignin sederhana), sedangkan metode GC-MS digunakan untuk melihat perubahan struktur atau senyawa baru hasil degradasi fenantren oleh jamur. Hasil menunjukkan bahwa jamur *Aspergillus spp1* (I3) mampu mendegradasi Poly-R 478 lebih tinggi dibanding isolat lain dengan penurunan konsentrasi Poly-R 478 sebesar 0,179 ppm per menit. Jamur *Penicillium sp2* (I3J) mempunyai kemampuan dalam mendegradasi phenantren,3-metil menjadi 1,2 Benzenedicarboxylic acid butyl 2-methylpropyl ester dengan persentase degradasi sebesar 87,23%. Jamur *Penicillium sp1* (KSt) memiliki nilai aktivitas enzim MnP tertinggi yaitu sebesar 1,686 U/mL pada hari kedua inkubasi, sedangkan aktivitas laccase tertinggi dihasilkan oleh jamur *Aspergillus spp1* (I3) yaitu sebesar 0,843 U/mL pada hari pertama inkubasi.

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kebutuhan terhadap kayu dan kertas semakin meningkat seiring dengan laju pertumbuhan penduduk. Untuk mendapatkan produksi kertas yang maksimal, harus diterapkan proses pengolahan yang benar. Serat selulosa sebagai bahan baku kertas (pulp), diperoleh melalui pemasakan serpih kayu atau delignifikasi. Proses delignifikasi menghasilkan sejumlah besar limbah cair yang biasa disebut dengan Lindi Hitam (LH). Lindi Hitam mengandung komponen organik berantai panjang yang sulit untuk diuraikan secara biologis, sebagian besar merupakan senyawa lignin. Proses penghilangan senyawa lignin secara kimia menggunakan klor, klor dioksida dan hidrogen peroksida dapat menghasilkan limbah yang berbahaya. Salah satu alternatif untuk mengatasi hal tersebut yaitu dengan melibatkan mikroorganisme dalam proses penghilangan lignin (biodelignifikasi), sehingga proses pembuatan pulp relatif bersih dan masalah pencemaran lingkungan dapat dikurangi. [1,2]

Lignin merupakan salah satu polimer alami yang terdiri dari fenilpropana yang sulit dirombak (*recalcitrant*) karena strukturnya yang heterogen dan sangat kompleks. Lebih dari 30% material tanaman tersusun oleh lignin, sehingga dapat memberikan kekuatan pada tanaman dan melindungi tanaman dari serangan mikroorganisme lain. [3]

Beberapa jamur tanah seperti jamur pendegradasi lignin dan jamur pelarut fosfat ikut berperan dalam penyediaan unsur C (karbon) di dalam tanah. Unsur karbon ini digunakan oleh mikroba tanah sebagai sumber energi untuk pertumbuhannya. Sisa tanaman atau serasah akan didekomposisi oleh jamur pendegradasi lignin menjadi bahan yang lebih sederhana yang dapat diserap oleh mikroba lain. *White rot fungi* dari kelas jamur *Basidiomycetes* adalah organisme yang diketahui mampu mendegradasi lignin menjadi CO_2 dan H_2O. Jamur ini merupakan kelompok utama pendegradasi lignoselulosa. Salah satu contoh adalah jamur *Phanerochaeta chrysosporium* menghasilkan dua enzim yang mampu memecah struktur lignin yaitu lignin peroxidase (LiP) dan mangan peroxidase

(MnP).[4] Jamur tersebut merupakan jamur yang paling banyak digunakan sebagai model dalam proses degradasi lignin oleh mikroba.

Ketidakteraturan struktur lignin menyebabkan proses degradasi menjadi sangat kompleks. Proses ini berlangsung melalui pembentukan radikal-radikal bebas yang dapat menyerang sejumlah besar molekul organik lignin. Hal ini menyebabkan jamur pendegradasi lignin mendapat perhatian yang sangat besar dalam biodegradasi berbagai jenis polutan organik seperti PAH (*Polycyclic Aromatik Hidrocarbon*). Pada kondisi tertentu, beberapa mikroorganisme menggunakan PAH sebagai sumber karbon dan sumber energi. Dengan kemampuan fisiologinya, maka mikrooganisme tersebut dapat dimanfaatkan untuk mengatasi cemaran senyawa kimia berbahaya. Kemampuan jamur dalam mendegradasi senyawa hidrokarbon tergantung pada kemampuannya beradaptasi di lingkungan yang mengandung hidrokarbon. Kemampuan tersebut dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti nutrisi, pH, dan temperatur. [5]

Berdasarkan kemampuan terdegradasinya di lingkungan, polutan digolongkan atas dua yaitu : (1) polutan yang mudah terdegradasi (*biodegradable pollutant*) seperti sampah yang mudah terdegradasi di lingkungan, (2) polutan yang sukar terdegradasi (*nondegradable pollutant*) seperti PAH yang dapat menimbulkan masalah lingkungan yang cukup serius. Adapun polutan yang banyak dibuang ke lingkungan terdiri dari bahan pelarut (kloroform, karbontetraklorida), pestisida (DDT), herbisida (antrazin), fungisida (pentaklorofenol), insektisida (organofospat), petrokimia (PAH, benzene, toluena), polychlorinated biphenyls (PCBs), logam berat, bahan-bahan radioaktif, dan masih banyak lagi bahan berbahaya lainnya. [6]

Beberapa jamur pendegradasi lignin juga dapat menguraikan polutan yang sering terdapat di laut misalnya hidrokarbon dari minyak bumi. Tidak tepatnya penanganan polutan menyebabkan terkontaminasinya lingkungan darat maupun laut. Bioremediasi menawarkan suatu solusi untuk masalah pencemaran minyak bumi di laut. Bioremediasi adalah suatu proses alamiah pembersihan bahan kimia berbahaya yang terdapat di lingkungan dengan bantuan mikroorganisme. Keberhasilan bioremediasi ditentukan oleh jenis mikroorganisme yang sesuai dan kondisi lingkungan yang optimal bagi aktivitas mikroorganisme di lingkungan

tercemar. Jamur merupakan salah satu mikroorganisme yang mempunyai kemampuan dalam mendegradasi bahan kimia berbahaya di lingkungan menjadi CO_2 dan H_2O. [7]

Minyak bumi yang tumpah atau mencemari air laut akan mengalami berbagai proses, baik secara fisika, kimia, maupun biologi. Proses fisika dapat berupa penguapan, penyebaran, dan pengendapan. Proses kimia antara lain dengan fotooksidasi. Sedangkan proses biologi melalui biodegradasi oleh mikroorganisme. Salah satu senyawa PAH yang terkandung dalam minyak bumi adalah fenantren. Senyawa ini bersifat karsinogenik dan toksik terhadap biota laut.[8]

Telah diketahui sebanyak 160 jamur mempunyai kemampuan dalam mendegradasi hidrokarbon. Diantara jamur yang berhasil diisolasi dari minyak bumi adalah *Aspergillus niger, Helminthosporium sp, Penicilium glaucum, Aspergillus terreus, Fusarium sp, dan Aspergillus flavus.* Jamur tersebut dapat tumbuh pada kisaran substrat hidrokarbon yang luas. Lemos, Judith L.S *et al* (2002) mengidentifikasi 9 jenis jamur pendegradasi minyak bumi yang diisolasi dari tumpahan minyak mentah di Guararema, Brazil. Medium pertumbuhan yang digunakan adalah Sabouraud, Potato Dextrose Agar (PDA) dan Czapeck. Jenis jamur yang diidentifikasi adalah *Aspergillus versicolor, A.terreus, A.fumigatus, A.niveus, A.niger, Penicillium corylophilum, Paecilomyces variotti, Paecilomyces niveus* dan *Fusarium sp.* [5]

Begitu pentingnya peranan jamur pendegradasi lignin dalam bidang industri dan lingkungan maka isolasi jamur ini terus dilakukan di beberapa tempat, salah satunya di Kabupaten Jembrana, Bali. Pengambilan sampel tanah sebagai sumber mikroba dilakukan pada 10 lokasi berbeda di Kabupaten Jembrana, Bali beberapa diantaranya yaitu tanah hutan mangrove dan tanah pantai mangrove. Mangrove adalah pohon atau perdu yang tumbuh di pantai diantara batas-batas permukaan air pasang. Mangrove terdapat di daerah tropis yang memiliki pantai terlindung. Luas hutan mangrove diseluruh Indonesia diperkirakan sekitar 4,25 juta hektar atau 3,98% dari seluruh luas hutan di Indonesia. Setiap lokasi hutan mangrove yang terbentuk berkaitan erat dengan faktor habitatnya, diantaranya tanah, genangan air pasang (kelembaban), erosi,

unsur hara, stabilitas substrat dan aktivitas manusia. Selain itu tanah-tanah yang terletak ditepi pantai, khususnya yang diturnbuhi mangrove akan banyak dipengaruhi oleh air asin (salinitas) akibat pengaruh pasang surut air laut. Pengaruh air pasang yang mengandung garam-garam terlarut akan mempengaruhi susunan kimia tanah di daerah tersebut. Dalam ekosistem mangrove, tanaman, hewan, populasi mikroba tanah dan lingkungan fisik saling berinteraksi satu sama lain. [9]

Jamur dari kelas *Ascomycetes* yang diisolasi dari tanah rhizosfer mangrove diduga juga memiliki kemampuan dalam mendegradasi lignin dan fenantren, Sampai saat ini, penelitian tentang biodegradasi lignin dan fenantren menggunakan jamur dari kelas *Ascomycetes* belum banyak dilakukan. Oleh karena itu, dilakukan penelitian ini untuk melihat potensi jamur tersebut dalam mendegradasi lignin dan fenantren.

1.2 Perumusan Masalah

a. Apakah jamur dari kelas *Ascomycetes* yang diisolasi dari tanah rhizosfer mampu mendegradasi lignin dan fenantren.
b. Bagaimana hasil degradasi lignin dan fenantren yang dilakukan oleh jamur.
c. Bagaimana perbandingan aktivitas enzim MnP dan Laccase dari jamur yang mempunyai kemampuan dalam mendegradasi lignin dan fenantren.

1.3 Tujuan Penelitian

a. Memperoleh isolat-isolat jamur dari kelas *Ascomycetes* yang diisolasi dari tanah rhizosfer yang berpotensi dalam mendegradasi lignin dan fenantren.
b. Mengetahui hasil degradasi lignin dan fenantren yang dilakukan oleh jamur.
c. Melakukan uji aktivitas enzim ligninase seperti mangan peroksidase (MnP) dan laccase.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Jamur yang diisolasi dari tanah rhizosfer mempunyai kemampuan dalam mendegradasi lignin dan senyawa fenantren. Isolat jamur yang mempunyai kemampuan dalam mendegradasi lignin diidentifikasi secara mikroskopis dan didapatkan jenis jamur *Penicillium sp1* (KSt3), *Penicillium sp2* (I3J), *Aspergillus spp1* (I3), *Aspergillus spp2* (II3), *Aspergillus spp3* (I5J).
2. Jamur *Aspergillus spp1* (I3) merupakan isolat yang mampu mendegradasi Poly-R 478 lebih tinggi dibanding isolat lain yang ditandai dengan kemampuannya dalam menurunkan konsentrasi Poly-R 478 sebesar 0,179 ppm per menit. Jamur Penicillium sp2 (I3J) mempunyai kemampuan dalam mendegradasi phenantren,3-metil (kontrol 1) menjadi 1,2 Benzenedicarboxylic acid butyl 2-methylpropyl ester dengan persentase degradasi tertinggi yaitu sebesar 87,23%.
3. Jamur *Penicillium sp1* (KSt) memiliki nilai aktivitas enzim MnP tertinggi yaitu sebesar 1,686 U/mL pada hari kedua inkubasi, sedangkan aktivitas laccase tertinggi dihasilkan oleh jamur *Aspergillus spp1* (I3) yaitu sebesar 0,843 U/mL pada hari pertama inkubasi.

5.2 Saran

1. Melakukan uji lebih lanjut terhadap senyawa hasil degradasi fenantren oleh jamur secara kuantitatif. Tujuannya untuk mengetahui penurunan konsentrasi phenantren secara pasti yaitu dengan mengulang metode GC-MS menggunakan Kurva Kalibrasi Standar (KKS).
2. Perlu dilakukan uji degradasi hidrokarbon menggunakan jenis hidrokarbon yang lebih kompleks seperti chrisen, piren dan benzo(a) piren.

DAFTAR PUSTAKA

1. Martina, Atria, Nuryati Yuli dan Mumu Sutisna. 2002. Optimasi Beberapa Faktor Fisik Terhadap Laju Degradasi Selulosa Kayu Albasia (Paraserianthes Falcataria (L.) Nielsen Dan Karboksimetilselulosa (CMC) Secara Enzimatik Oleh Jamur. *Jurnal Natur Indonesia 4(2)*: 156-163.

2. Sintawardani, Neni dan J. Triastuti. 1997. Penggunaan Kapang *Aspergillus awamori* Untuk Pengolahan Lindi Hitam. *Telaah Jilid XVIII No. 2* : 25-31.

3. Orth, Ann B, Daniel. J. Royse, and Ming Tien. 1993. Ubiquity of Lignin Peroxidases among Various Wood-Degrading Fungi. *Applied and Environmental Microbiology*, 59 (12) : 4017-4023.

4. Gold, M.H and M. Alic. 1993. Molecular Biology of the lignin-degrading Basidiomycetes Phanerochaete chrysosporium. *Microbiological Reviews* : 605-622.

5. Nugroho, Astri. 2006. *Bioremediasi Hidrokarbon Minyak Bumi*, Edisi I. Yogyakarta : Graha Ilmu.

6. Munir, Erman. 2005. *Pemanfaatan Mikroba Dalam Bioremediasi Suatu Teknologi Alternatif Untuk Pelestarian Lingkungan*. Medan : USU Press.

7. Bamfort, Selina M, and Ian Singleton. 2005. Bioremediation of polycyclic aromatic hydrocarbons: current knowledge and future directions. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* 80:723–736.

8. Murniasih, Tutik. Yopi dan Budiawan. 2009. Biodegradasi Fenantren Oleh Bakteri Laut *Pseudomonas* Sp Kalp3b22 Asal Kumai Kalimantan Tengah. *Makara, Sains, Vol. 13, No. 1* : 77-80.

9. Dewi, Rosana. *1990. Sifat-Sifat Tanah dan Pengaruhnya Terhadap Kerapatan Perakaran Beberapa Mintakat Hutan Mangrove di Teluk Banyuwedang, Bali Barat.* Skripsi Sarjan Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

10. Pratiwi, Sylvia T. 2008. *Mikrobiologi Farmasi*. Jakarta : Erlangga.

11. Rao, N.S. Subba. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Edisi Kedua. Jakarta : UI –PRESS.