

**ISOLASI, KARAKTERISASI, DAN IDENTIFIKASI
BAKTERI YANG MEMPUNYAI POTENSI MENDEGRADASI FENOL
DARI LIMBAH CAIR RUMAH SAKIT**

Skripsi

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Biologi



diajukan oleh

Poppy Sri Prantowati

05640021

**Kepada
PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA
2010**



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI / TUGAS AKHIR

Hal : Skripsi Saudari Poppy Sri Prantowati
Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Saintek
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. Wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Poppy Sri Prantowati
NIM : 05640021
Judul Skripsi : **ISOLASI SERTA KARAKTERISASI MORFOLOGI DAN BIOKIMIA
BAKTERI YANG MEMPUNYAI POTENSI MENDEGRADASI FENOL
DARI LIMBAH CAIR RUMAH SAKIT**

sudah dapat diajukan kembali kepada Fakultas Saintek Jurusan/Program Studi Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Bidang Pendidikan Sains.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. Wb.

Yogyakarta, 15 Februari 2010
Pembimbing

Anifah Khusnuryani, M.Si
NIP. 19750515 200003 2 001



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/704/2010

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Isolasi, Karakterisasi, dan Identifikasi Bakteri yang Mempunyai Potensi Mendegradasi Fenol dari Limbah Cair Rumah Sakit

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Poppy Sri Prantowati
NIM : 0564 0021
Telah dimunaqasyahkan pada : 3 Maret 2010
Nilai Munaqasyah : A

Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Arifah Khusnuryani, M.Si
NIP.19750515 200003 2 001

Penguji I

Anna Rahmawati, M.Si
NIP.19770102 200112 2 002

Penguji II

Lela Susilawati, M.Si

Yogyakarta, 12 Maret 2010
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan

Dra. Maizer Said Nahdi, M.Si
NIP. 19550427 198403 2 001

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Poppy Sri Prantowati
NIM : 05640021
Program studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: **ISOLASI, KARAKTERISASI, DAN IDENTIFIKASI BAKTERI YANG MEMPUYAI POTENSI MENDEGRADASI FENOL DARI LIMBAH CAIR RUMAH SAKIT** adalah benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan ilmiah yang lazim.

Yogyakarta, 15 Februari 2010

yang menyatakan,

METERAI
TEMPEL

36054AAF031779731

6000

DJP

Poppy Sri Prantowati
NIM: 05640021

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat serta kasih sayangNya sehingga penulis bisa menyusun dan menyelesaikan laporan tugas akhir dengan sebaik-baikNya. Sholawat serta salam untuk junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing kita menuju cahaya Islam.

Terselesaikannya laporan tugas akhir ini tak terlepas dari dukungan moril serta kontribusi dari berbagai pihak dalam berbagai bentuk apapun. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dra. Maizer Said Nahdi, M. Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga
2. Bapak/Ibu dosen di Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
3. Ibu Arifah Khusnuryani, M. Si selaku dosen Penasehat Akademik Prodi Biologi serta sebagai pembimbing yang membantu penulis untuk menyelesaikan tugas akhir dengan sebaik-baiknya.
4. Ibu Anna Rakhmawati, M.Si dan miss Lela Susilawati, M.Si selaku penguji dalam penyelesaian Tugas Akhir penulis.
5. Do'a serta motivasi yang tiada tara dari keluarga penulis

6. Mas Doni serta Mbak Festy, laboran yang turut membantu kelancaran penelitian penulis dengan segala pengertiannya serta kesabarannya,
7. Sahabat serta rekan kerjaku yang sering ada dalam suka duka penelitian penulis, Azifatul Afnani.
8. Sahabat yang tak hentinya memberi semangat dan dukungan, Imah, Wulan, Sulis, Lita, Nita, Inyo.
9. Untuk seseorang yang tak pernah letih mendengarkan keluh kesah penulis.
10. Saudara satu atap penulis di kost “Sri Gading”, mbak irul, mbak umah untuk motivasinya secara langsung atau tidak, mbak ema, mbak nanik, mbak quroh, dan semua teman-teman kost yang baik-baik dan tempat tuk saling berbagi canda.
11. Teman-teman Biologi Angkatan 2005 yang telah sama-sama bermetamorfosis dari sebuah kepompong.
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan ini, untuk itu saran dan kritik sangat diharapkan untuk lebih menyempurnakan laporan skripsi ini. Demikian semoga laporan ini bisa bermanfaat untuk penelitian selanjutnya sekaligus bisa menjadi bahan acuan bagi mahasiswa sekaligus peneliti bidang biologi khususnya, serta masyarakat umumnya.

Yogyakarta, Januari 2010

Poppy Sri Prantowati

MOTTO

Akan ku cari Tau segala sesuatu yang ingin ku ketahui selagi masih
punya kesempatan.

"Ikutilah Kebahagiaan yang kamu cari di hatimu yang
paling dalam tanpa berputus asa, dan kamu akan
menjadi orang yang lebih bersyukur."

dan Allah mengeluarkan kamu dari perut ibumu dalam
Keadaan tidak mengetahui sesuatupun, dan Dia memberi
kamu pendengaran, penglihatan dan hati, agar kamu
bersyukur (An-Nahl : 78)

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka
bila telah selesai dari suatu urusan, kerjakanlah
dengan sungguh-sungguh urusan yang lain, dan hanya
kepada Tuhan hendaknya kamu berharap (Alam nasyrah : 6-
8)

PERSEMBAHAN

Karya ini ku persembahkan teruntuk
Bapak dan Ibu
yang telah membimbingku untuk hidup dengan
bijak.....

dan

Almamater tercinta
Prodi Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga
Yogyakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	8
C. Batasan Masalah.....	9
D. Rumusan Masalah	9
E. Tujuan.....	9
F. Kegunaan	10
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Tinjauan Pustaka	11
B. Deskripsi Teori.....	15
1. Limbah Rumah Sakit	15
2. Fenol	17
3. Proses Degradasi Fenol	23
4. Bakteri Pendegradasi Fenol	28
5. Pengolahan Limbah	29
6. Pemanfaatan Mikrobial dalam Penanggulangan Limbah	32
C. Kerangka Berfikir	38

BAB III PROSEDUR PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat	40
B. Sumber Sampel Limbah dan Sampling Limbah	40
C. Alat dan Bahan	40
D. Isolasi Bakteri Pendegradasi Fenol	41
E. Karakterisasi Morfologi Isolat Bakteri	43
F. Karakterisasi Biokimia Isolat Bakteri	44
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	48
BAB V PENUTUP.....	52
A.Kesimpulan	52
B.Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil Identifikasi Isolat Bakteri	49
Tabel 2. Jumlah Koloni Isolat PK1	57
Tabel 3 Jumlah Koloni Isolat PK2.....	57
Tabel 4. Jumlah Koloni Isolat PK3.....	58
Tabel 5 Tepi Koloni dan Pertumbuhannya pada agar miring.....	59
Tabel 6. Hasil Karakter Morfologi Sel dan Sifat.Pengecatan Gram....	60
Tabel 7. Morfologi Koloni 6 Isolat terpilih	61
Tabel 8. Karakter Pertumbuhan 6 Isolat Terpilih pada Media NB	62
Tabel 9. Hasil Karakterisasi Biokimia Isolat.....	66
Tabel 10 Hasil Uji Kimia Sampel Limbah	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Struktur Fenol.....	18
Gambar 2	Jalur Degradasi 4 Clorofenol Melalui Pembelahan Cincin Meta...	25
Gambar 3	Jalur Degradasi Chlorocathol Melalui Pembelahan Cincin Ortho..	27
Gambar 4	Koloni Hasil Plate Kuadran Isolat.....	61
Gambar 5	Pertumbuhan Isolat Pada Agar Miring.....	61
Gambar 6	Pertumbuhan pada NB	62
Gambar 7	Hasil Karakterisasi Morfologi Sel Isolat Bakteri.....	63
Gambar 8	Hasil Uji Oksidase	64
Gambar 9	Hasil Uji Katalase	64
Gambar 10	Hasil Uji Pencairan Gelatin	64
Gambar 11	Hasil Uji Sitrat	65
Gambar 12	Hasil Uji Motilitas Dan Indol	65

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Jumlah Koloni Isolat PK1 dan PK2.....	57
Lampiran 2 Tabel Jumlah Koloni Isolat PK3.....	58
Lampiran 3 Tabel Tepi Koloni dan Pertumbuhannya pada agar miring.....	59
Lampiran 4 Tabel Hasil Karakter Morfologi Sel dan Sifat.Pengecatan Gram.....	60
Lampiran 5 Tabel Morfologi Koloni 6 Isolat terpilih, gbr plate kuadran, dan gbr pertumbuhan isolat pada agar miring.....	61
Lampiran 6 Tabel Karakter Pertumbuhan 6 Isolat Terpilih pada Media NB	62
Lampiran 7 Gambar Hasil Karakterisasi Morfologi Sel Isolat Bakteri.....	63
Lampiran 8 Gambar Hasil Uji Katalase, Oksidase, dan Pencairan Gelatin	64
Lampiran 9 Gambar hasil uji sitrat dan motilitas	65
Lampiran 10 Tabel Hasil Karakterisasi Biokimia Isolat.....	66
Lampiran 11 Tabel Hasil Uji Kimia Sampel	67
Lampiran 12 Data Komposisi Media	68

**ISOLASI, KARAKTERISASI, DAN IDENTIFIKASI
BAKTERI YANG MEMPUNYAI POTENSI MENDEGRADASI FENOL
DARI LIMBAH CAIR RUMAH SAKIT**

**Poppy Sri Prantowati
05640021**

Dosen Pembimbing : Arifah Khusnuryani, M. Si

ABSTRAK

Fenol (C_6H_5OH) merupakan senyawa hidrokarbon aromatis yang dapat menjadi polutan berbahaya. Keberadaan bakteri yang hidup *indigenous* pada lingkungan terkontaminasi fenol dapat menjadi alternatif pemecahannya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi bakteri yang mempunyai potensi mendegradasi fenol dari sampel limbah cair rumah sakit, serta mengetahui karakteristik fenotipiknya dan mengidentifikasikannya kedalam genus tertentu.

Sampel diambil dari laboratorium, bangsal, dan bak bioreaktor di salah satu rumah sakit umum kategori B yang ada di Yogyakarta. Isolasi dilakukan dengan teknik *enrichment* (pengayaan bertingkat), kemudian dilanjutkan dengan purifikasi/pemurnian isolat, serta karakterisasi morfologi dan biokimiawi terhadap isolat yang mempunyai pertumbuhan tinggi yang mengindikasikan adanya potensi mendegradasi fenol. Karakter morfologinya meliputi morfologi koloni yang terdiri atas elevasi, tepi, warna koloni, struktur dalam, dan karakter pertumbuhannya pada media cair maupun agar miring, serta karakter morfologi sel yang terdiri atas bentuk sel dan sifat cat gram. Sedangkan karakter biokimiawinya meliputi uji oksidase, katalase, pencairan gelatin, sitrat, urease, metil red, voges proskauer, nitrat, indol, serta motilitas.

Hasil penelitian diperoleh 24 kelompok isolat bakteri, selanjutnya dipilih 6 isolat yang mempunyai pertumbuhan paling banyak. Keenam isolat yang diuji karakternya secara morfologi dan biokimiawi dengan mengacu pada Bergeys Manual of Determinative Bacteriology yaitu isolat 2a-PK1 diperkirakan adalah anggota genus *Leminorella*, isolat 5-PK1 diidentifikasi sebagai anggota genus *Acinetobacter*, isolat 10-PK1, En.3-PK1, dan En.4-PK3 diidentifikasi sebagai anggota genus *Enterobacter*, serta Isolat En.2-PK3 yang diidentifikasi sebagai anggota genus *Chromobacterium*.

kata kunci : *Fenol, Limbah cair, degradasi, isolasi, karakterisasi*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Permasalahan mengenai sampah dan limbah merupakan krisis baru dunia sekarang maupun diwaktu yang akan datang. Hal ini sebagai dampak pembangunan maupun aktivitas manusia yang semakin meningkat, juga sebagai imbas dari kemajuan teknologi. Sebagai salah satu masalah yang dapat memunculkan permasalahan lingkungan hidup, limbah perlu mendapatkan perhatian, apalagi jika limbah tersebut termasuk kedalam kategori limbah berbahaya.

Limbah berbahaya adalah limbah yang mempunyai sifat-sifat antara lain mudah terbakar, korosif, reaktif, dan beracun. Bahan-bahan yang paling utama ditemukan dalam limbah antara lain senyawa-senyawa organik yang dapat terbiodegradasi, senyawa organik yang mudah menguap, senyawa organik yang sulit terurai (*rekalsitran*), logam berat yang toksik, padatan yang tersuspensi, nutrien (nitrogen dan pospor), mikrobia patogen, dan parasit¹.

Keberadaan limbah yang mengganggu lingkungan dapat berasal dari limbah hasil industri ataupun limbah domestik rumah tangga.

¹ Waluyo, Lud., *Mikrobiologi Lingkungan* , (Malang :UMM Press, 2009), hlm. 230

Kesemuanya memberi pengaruh yang besar terhadap permasalahan lingkungan hidup².

Rumah sakit juga merupakan salah satu bagian yang memberi pengaruh terhadap pencemaran lingkungan melalui limbah-limbah medis. Kini orang-orang mulai berkepentingan dan perhatian lebih besar terhadap limbah rumah sakit, karena kekhawatiran akan terkena infeksi atau tertular oleh penyakit tertentu. Salah satu bentuk limbah rumah sakit adalah berupa limbah cair yang terdiri atas senyawa fenol³.

Fenol merupakan senyawa yang bersifat toksik dan mudah larut dalam air sehingga senyawa tersebut mudah menimbulkan pencemaran di lingkungan. Fenol dan *4-klorofenol* merupakan zat kimia yang dalam penggunaannya pernah dilaporkan dapat menimbulkan kontaminasi yang menjadi permasalahan utama dalam pencemaran lingkungan dan kesehatan manusia. Kadar limbah yang mengandung fenol dan *4-klorofenol* juga dilaporkan masih tinggi, sehingga jika dibuang pada sungai akan menimbulkan efek toksik, yaitu korosif pada kulit dan lambung⁴.

Senyawa hidrokarbon aromatik berklorin termasuk diantaranya fenol yang terklorinasi dapat menyebabkan kejadian lesi pada kulit termasuk *klorakne*, yang ditandai oleh kista kekuning-kuningan yang kecil

² ibid

³ Frank, Lu. C., *Kimia Medis Asas, Organ, sasaran dan Penilaian Resiko*. Edisi Kedua, (Jakarta : UI-Press, 2006) , Hlm. 243.

⁴ ibid

dan komedo, serta tempat kelenjar minyak digantikan oleh kista berkeratin. Berdasarkan laporan WHO (1976), di Jepang, kejadian ini berjangkit setelah sebagian besar masyarakatnya mengkonsumsi beras yang terkontaminasi biphenyl poliklorin (PCB). Kejadian yang lain pernah terjadi di Italia tepatnya di Seveso, penghuni yang tinggal di sekitar pabrik terkena dampak akibat buangan 2,3,7,8 *Tetraklorodibenzoat-p dioksin* (TCDD)⁵

Sebagai salah satu limbah medis, fenol ditemukan dalam pemanfaatannya sebagai desinfektan. Kadar fenol 0,01%-1% bersifat bakteristatik dan larutan dengan kadar fenol 1,6% bersifat bakterisid antara lain dapat menyebabkan koagulasi protein. Larutan 1,3% bersifat fungisid, berguna untuk sterilisasi *ekskreta* dan alat kedokteran. Dalam bentuk fentiklor, digunakan secara oral sebagai obat dalam untuk infeksi kulit, juga biasanya dimanfaatkan sebagai desinfektan alat bedah serta antiseptik luka biasa atau luka bakar dalam bentuk *klorheksidin*.⁶ Selain itu ikatan protein dengan fenol mudah lepas, sehingga fenol dapat berpenetrasi ke dalam kulit utuh. Fenol adalah zat pembaku daya antiseptik obat lain sehingga daya antiseptik dinyatakan dalam koefisien fenol.

⁵ Frank, Lu. C., *Kimia Medis (Asas, Organ, sasaran dan Penilaian Resiko)*. Edisi Kedua. Penerjemah : Edi Nugroho. (Jakarta : UI-Press, 2006), Hlm. 243

⁶ Nogrady, Thomas ., *Kimia Medisinal Pendekatan Secara Biokimia*, (Bandung : ITB, 1992)

Sekarang ini penelitian difokuskan kepada penanggulangan masalah limbah. Kegiatan penanggulangan limbah tersebut meliputi proses reduksi bahan organik dari limbah (seperti reduksi BOD). Kategori ini juga terdiri atas penggantian atau pengurangan partikel organik yang sulit untuk didegradasi dan yang dimungkinkan bersifat toksik atau karsinogenik. Proses tersebut terdiri atas :

1. penggantian/pengurangan nutrien (N, P) untuk mengurangi polusi dari permukaan atau bagian dalam air jika sampai ke daratan.
2. penggantian atau inaktivasi mikrobia patogen dan parasit⁷

Secara konvensional, permasalahan limbah-limbah yang mengganggu lingkungan diatasi dengan metode *physicochemical*. Pada metode ini bahan atau senyawa akan dievaporasi atau dihilangkan dengan oksidasi fotokimia⁸. Namun sekarang ini biodegradasi telah dipelajari secara lebih luas dan menjadi alternatif murah biaya dan menjanjikan kemampuan mineralisasi material organik secara lebih sempurna⁹.

Kemampuan mikrobia mendegradasi hidrokarbon telah lama diteliti terutama pada era 70- an dan 80-an dimana pada saat itu banyak lahan pertanian dijadikan tempat pembuangan minyak. Banyak senyawa yang

⁷ Bitton, Gabriel., *Wastewater Microbiology*, (Gainesville : Department of Environmental Engineering Sciences University of Florida, 1994), hlm. 139

⁸ Mason, C. F., *Pollution Biology of Fresh Water*, (Singapore : Longman Publishers, 2002), hlm. 216

⁹Collins dan Daugulis (1997) dikutip dalam Mailin, M. and Firdaus, R., *High Performance Phenol Degrading Microorganisms Isolated from Wastewater and Oil-Contaminated Soil*, (Johor : Department of Bioprocess Engineering Faculty of Chemical and Natural Resources Engineering, 2006), Malaysian Journal of Microbiology, Vol 2 (2). p.32

berbentuk hidrokarbon akhirnya diketahui dapat diuraikan oleh mikrobia. Terdapat sekitar 21 genus bakteri, 10 genus fungi, dan 5 genus yeast yang dapat mendegradasi hidrokarbon¹⁰. Mikrobia seperti bakteri dapat menggunakan hidrokarbon dari minyak mentah dan fraksi-fraksinya baik secara utuh maupun sebagian, dan minyak tersebut dapat diuraikan secara sempurna¹¹.

Mikrobia yang pada umumnya berkembang di lingkungan terkontaminasi hidrokarbon sebagian besar adalah bakteri dan kapang. Bakteri yang dominan dalam mendegradasi hidrokarbon aromatik seperti fenol, naftalin antara lain adalah *Pseudomonas* dan *Bacillus*¹². Bakteri merupakan golongan yang lebih dominan dan memiliki peran yang sangat menonjol dalam menguraikan atau mendegradasi limbah, hal ini karena bakteri mempunyai range pH yang bervariasi dan dapat pula tumbuh pada unsur nitrogen rendah sehingga berbeda dengan mikrobia lain yang hidup dengan faktor pembatas tertentu. Protozoa membutuhkan makanan lebih kompleks dibandingkan dengan bakteri sedangkan ganggang memerlukan sinar matahari sebagai sumber energinya. Faktor pembatas inilah yang membuat bakteri mampu hidup tanpa melakukan persaingan dengan mikrobia lain.¹³

¹⁰ Mason, C. F., *Pollution Biology*., hlm. 216

¹¹ Conell, D.W. dan G.J. Miller, *Kimia dan Ekotoksikologi* , (Jakarta: UI-Press, 1995), hlm. 520

¹² Alexander, M., *Introduction to Soil Microbiology*, (New York : John Willey and Sons, 1997).

¹³ Ginting, Perdana. *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*, (Bandung : Yrama Widya, 2007), hlm. 153

Metode penanganan limbah yang melibatkan perombakan (dekomposisi) bahan-bahan organik menjadi bahan yang lebih sederhana (stabil) dengan bantuan mikrobia disebut sebagai metode biologi¹⁴. Penerapan metode biologi menjadi pilihan utama untuk mengatasi senyawa aromatik karena ekonomis, bersifat lebih aman, dan tidak mengganggu lingkungan.¹⁵

Secara umum permasalahan yang berupa limbah fenol dapat diatasi dengan metode kimia, menggunakan oksidasi kimia, dengan mengubah fenol menjadi senyawa organik. Bahan oksidasinya berupa peroksida, chlorin dioksida, dan potassium permanganat. Dalam hal ini penggunaan oksidator hidrogen peroksida dibutuhkan 1 pound peroksida untuk menghilangkan 1 pound fenol dan dapat mengurangi fenol sampai dengan 98%. Namun proses ini harus diikuti dengan aerasi dan penyaringan dengan karbon aktif¹⁶. Hal ini juga untuk meminimalisir adanya limbah tambahan yang ditimbulkan seperti limbah hidrogen peroksida. Metode biologi dapat menjadi alternatif yang tepat untuk penanggulangan masalah limbah fenol dengan metode sederhana dan biaya lebih murah serta tanpa menghasilkan limbah tambahan yaitu melalui penerapan kemampuan degradasi fenol oleh bakteri.

¹⁴ Ibid., hlm. 166

¹⁵ Al-Thani, Roda. F, Desouky A.M. Abd. El-Haleem, dan Mona Al-Shammri., *Isolation, biochemical and molecular characterization of 2-cholophenol-degrading Bacillus isolates*, (Qatar : Biological Sciences Department, College of Arts and Sciences Qatar University, 2007). African Jurnal of Biotechnology Vol.6 (23). p. 2675

¹⁶ Ginting, Perdana., *Sistem Pengelolaan.....*, (Bandung :Yrama Widya, 2007), hlm. 110

Mikrobia yang teradaptasi terhadap bahan kimia toksik dapat meningkatkan proses biodegradasi. Oleh karena itu, mikrobia alami merupakan salah satu yang dapat diberi perlakuan dengan berbagai limbah toksik cair. Beberapa mikrobia aerob yang sering dimanfaatkan dalam degradasi fenol terdiri atas *Pseudomonas* sp, *Pseudomonas putida*, *Acinobacter* sp, *Rhodococcus* sp, *Ochromonas* sp¹⁷, *Candida tropicalis*, *Azotobacter* sp¹⁸

Perlu penelitian lebih lanjut mengenai upaya penanggulangan limbah fenol ini melalui proses pendegradasian dengan memanfaatkan bakteri yang mampu mendegradasi fenol sebagai agennya. Hal ini mengingat beberapa spesies bakteri adalah toleran pada konsentrasi fenol yang cukup tinggi bahkan ada yang mampu memanfaatkan fenol sebagai sumber nutrisi utamanya.

Berdasarkan hal-hal tersebut di atas maka diadakan penelitian mengenai karakterisasi dan identifikasi bakteri pendegradasi fenol yang diisolasi dari limbah cair yang berasal dari rumah sakit. Penelitian ini diharapkan merupakan suatu langkah pengembangan dalam pemanfaatan

¹⁷ Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Nurdan dan Azmi, 2004; Gonzales et al., 2002; Tarik dan Ermine, 2004; Hao et al., 2002; Bergauer et al, 1997; Semple dan Cain, 1996 yang dikutip oleh Roda F. Tani et al, *Isolation, biochemical.....* ,(Qatar: Biological Sciences Department., 2007), pp. 2675-2676

¹⁸ Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Chen et al., 2002; Hughes dan Bayly, 1983 yang dikutip dalam Mailin, M. dan Firdausi, R., *High Performance....*,(Johor :Department of Bioprocess Engineering, 2006), p. 32

bakteri kaitannya dalam penanggulangan masalah limbah lingkungan secara biologi.

B. Identifikasi Masalah

Biodegradasi senyawa-senyawa aromatik sekarang ini mendapat perhatian yang besar dari banyak pengguna industri dan peneliti terkait dengan toksisitasnya serta kesulitan penanggulangannya. Sejumlah besar senyawa aromatik berupa fenol serta turunannya menjadi limbah cair yang ditemukan pada sejumlah industri seperti farmasi, minyak tanah, penyulingan minyak, tekstil dan pemurnian batu bara.¹⁹

Fenol sebagai salah satu senyawa hidrokarbon aromatik sering ditemukan sebagai limbah yang mengganggu lingkungan, termasuk diantaranya limbah cair dari rumah sakit. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menanggulangi permasalahan limbah fenol ini dengan bioremediasi, dengan pemanfaatan bakteri sebagai agensinya. Sebagaimana diketahui masih banyak hal yang dapat dipelajari dari tiap perbedaan kemampuan metabolisme bakteri pendegradasi yang terdapat secara alami pada macam-macam lingkungan yang berbeda.

Untuk mengetahui keberadaan bakteri yang mampu mendegradasikan fenol dari limbah medis ini diperlukan penelitian lebih

¹⁹ Mailin, M. dan Firdausi, R., *High Performance...*, (Johor :Department of Bioprocess Engineering, 2006), p. 32

lanjut. Apakah dapat ditemukan bakteri yang mempunyai potensi mendegradasi fenol serta bagaimana karakter bakteri-bakteri tersebut sebab terdapat berbagai populasi alami mikrobial yang bervariasi antar lingkungan terkontaminasi.

C. Batasan Masalah

Pada penelitian ini masalah dibatasi pada isolasi bakteri yang mempunyai potensi mendegradasi fenol dari limbah cair rumah sakit dan mengkarakterisasi isolat tersebut secara morfologi dan biokimiawi.

D. Rumusan Masalah

1. Berapakah jumlah isolat bakteri berpotensi mendegradasi fenol yang diperoleh dari sampel limbah cair rumah sakit?
2. Bagaimanakah karakteristik fenotipik yang meliputi morfologi serta biokimiawi isolat bakteri yang berpotensi sebagai degrader fenol yang diperoleh dari limbah cair rumah sakit?

E. Tujuan Penelitian

1. Mendapatkan isolat bakteri pendegradasi fenol yang berasal dari limbah cair rumah sakit.
2. Mengetahui karakteristik morfologi isolat bakteri yang berpotensi mendegradasi fenol yang berasal dari limbah cair rumah sakit.

3. Mengetahui karakteristik biokimiawi isolat bakteri yang berpotensi sebagai degrader fenol yang berasal dari limbah cair rumah sakit.

F. Kegunaan Hasil Penelitian

1. Memperoleh isolat bakteri yang berpotensi mendegradasi fenol dari limbah cair rumah sakit
2. Mengetahui karakteristik morfologi serta biokimiawi isolat bakteri yang mempunyai potensi mendegradasi fenol yang berasal dari limbah cair rumah sakit.
3. Memperkaya khasanah pengetahuan mengenai keberadaan bakteri yang berpotensi mendegradasi fenol
4. Sebagai informasi yang mendukung pengembangan penanggulangan masalah pencemaran lingkungan.

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Diperoleh 24 kelompok isolat bakteri yang berpotensi mendegradasi fenol yang berasal dari limbah cair rumah sakit. Enam isolat diantaranya dipilih untuk karakterisasi lebih lanjut karena mempunyai pertumbuhan yang cukup tinggi, dan berhasil diidentifikasi sebagai isolat yang cirinya mirip dengan anggota genus *Leminorella*, *Acinetobacter*, *Enterobacter*, dan *Chromobacterium*.

B. SARAN

1. Penelitian ini merupakan penelitian awal untuk memperoleh isolat bakteri yang mempunyai potensi pendegradasi fenol yang berasal dari limbah rumah sakit. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kemampuan masing-masing isolat bakteri tersebut dalam mendegradasi fenol, serta bagaimana kondisi optimum yang diperlukan isolat bakteri pendegradasi fenol tersebut untuk tumbuh.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk identifikasi isolat sampai tingkat spesies untuk mengetahui bakteri *indigenous* dari limbah cair rumah sakit, khususnya yang mampu mendegradasi limbah yang mengandung fenol, sehingga pada akhirnya dapat

dikembangkan pula keberadaannya sebagai agen biologi yang mengatasi masalah pencemaran limbah.

.



DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, M. *Introduction to Soil Microbiology*. John Willey and Sons : New York, 1997.
- Al-Thani, Roda F., Desouky A. M. Abd-El-Haleem, dan Mona Al-Shammri. *Isolation, biochemical and molecular characterization of 2-chlorophenol-degrading Bacillus isolates*. African Journal of Biotechnology Vol. 6 (23), 2007, pp. 2675-2681.
- Amro, Amara A., Soheir, and Salem R. *Characterization of PHA Depolymerase in Phenol Degrading Bacteria*. International Journal of Biotechnology & Biochemistry, 2007, pp. 1-7.
- Anonim, *Fenol*, <http://www.wikipedia.com>. Diakses tanggal 6 Desember 2009 pukul 09.00 WIB.
- Bitton, Gabriel. *Wastewater Microbiology*. Wiley-Liss : New York, 1994.
- Conell, D.W. dan G.J. Miller. *Kimia dan Ekotoksikologi*. UI-Press : Jakarta, 1995.
- Eriksson, Mikael., Erik Sodersten, Xhongtang Yu, Gunnel Dalhammar, and William W. Mohn. *Degradation of Polycyclic aromatic Hydrocarbon at Low Temperature Under Aerobic and Nitrates-Reducing conditions in Enrichment Cultures from Northern Soil*. *Applied and Environmental Microbiology*, 2003 p. 275-284, Vol. 69, No. 1
- El-Sayed, Wael S., Mohamed K. Ibrahim, Mohamed Abu-Shady, Fawkia El-Beih, Naoya Ohmura, Hiroshi Saiki, and Akizaku Ando. *Isolation and Characterization of Phenol-catabolizing Bacteria from a Coking Plant*. *Bosci*, 2003, pp. 2026-2029.
- Fessenden, Ralph J. and Joan. S. Fessenden. *Kimia Organik*. Erlangga: Jakarta, 1983, hlm. 517-519.
- Frank, Lu. C. *Kimia Medis Asas, Organ, sasaran dan Penilaian Resiko*. Edisi Kedua. UI-Press : Jakarta, 2006.
- Gaofeng, Wu., Xu Hong, and Jing Mei. *Biodegradation of chlorophenols : a review*, 2004. <http://www.chemistrymag.org/cji/2004/06a067re.htm>. Diakses tanggal 17 Juli 2009 pukul 13.26 WIB

- Ginting, Perdana. *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*. Yrama Widya : Bandung, 2007.
- Hart, Harold, Leslie E. Craine and David J. Hart. *Kimia Organik suatu kuliah singkat*. Erlangga, Jakarta, 2003.
- Hinchee, Robert. E., Andrea Leeson, Lewis Semprini and Say Kee Ong. *Bioremediation of Chlorinated and Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Compounds*. Lewis Publishers, 1994.
- Hurst, J. C. *Manual of Environmental Microbiology*. Ed. Ronald L. Crawford, et al. 2nd ed. ASM Press : Washington DC, 2002, pp. 952-953.
- Jensen, Marcus. M., Donald N. Wright. and Richard A. Robinson. *Microbiology for the Health Sciences*. Prentice-Hall International : Ney Jersey, 1995, pp.118-119.
- Lay, B.W. *Analisis Mikrobiologi di Laboratorium*. Jakarta : Rajawali Press, 1994.
- Mailin, M dan R. Firdausi. *High Performance Phenol Degrading Microorganisms Isolated from Wastewater and Oil-Contaminated Soil*. Malaysian Journal of Microbiology, Vol. 2 (2), 2006, pp. 32-36.
- Mason, C. F. *Pollution Biology of Fresh Water*. 2nd ed. Longman Publishers : Singapore, 2002, pp. 216-219.
- Matsjeh, Sabirin., Harjono Sastrohamidjojo dan Respati Sastrosajono. *Kimia Organik II*. Depdikbud Dirjen PT Proyek Pendidikan Tenaga Guru, 1994, hlm. 54-57.
- Mustikasari, Lita. *Skripsi : Dekomposisi Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit oleh Lumpur Aktif Mobil dan Amobil*. Fakultas Biologi UGM, 2001.
- Nogrady, Thomas. *Kimia Medisinal Pendekatan Secara Biokimia*. ITB : Bandung, 1992.
- Purwaka, Stephanus Edi. *Skripsi : Aktivitas Bakteri Campuran dalam Biodegradasi Minyak Mentah(crude oil)*. Fakultas Biologi UGM, 1990.
- Schlegel, Hans. G. *Mikrobiologi Umum*. Penerjemah : M. Tedjo Baskoro. Edisi keenam. UGM Press : Yogyakarta, 1994, hlm. 495-501.

- Slamet, J. Soemirat. *Kesehatan Lingkungan*. UGM Press : Yogyakarta, 2006.
- Sri Hartini, Rini. *Euforia Berbahaya di Pabrik Sepatu*. Bandung : Tempo, 2008.
- Susilawati, Lela. *Petunjuk Praktikum Sistematika Mikobia*, Fakultas Sain dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga : Yogyakarta , 2009, hlm. 8-11.
- Wahyuningtyas, Esti., *Skripsi : Degradasi Senyawa Hidrokarbon dalam Buangan Limbah Pengilangan Minyak di Cepu oleh Bakteri*. Fakultas Biologi UGM, 1992.
- Waluyo, Lud. *Mikrobiologi Lingkungan*. UMM Press : Malang, 2009.

Lampiran 1

Tabel 2 Jumlah Koloni Isolat PK1

Kode Koloni	Pengenceran					
	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶
1a	30	7	3	6	5	7
1b	-	-	-	-	-	-
2a	5	6	10	9	2	3
2b	2	-	-	-	1	-
2c	-	-	-	-	-	-
3	2	-	-	2	-	-
4	3	-	-	4	-	-
5	-	72	62	51	-	7
6	1	-	2	6	-	-
7	-	-	-	1	-	-
8	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	8	-	-
10	-	-	-	8	11	-

Tabel 3 Jumlah Koloni Isolat PK2

Kode Koloni	Pengenceran					
	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶
1a	75	27	1	2	4	-
1b	-	-	-	-	-	-
2a	9	12	4	10	1	2
2b	-	-	5	1	-	-
2c	-	-	14	-	-	-
3	3	2	1	-	-	2
4	-	-	-	-	-	-
5	-	32	40	4	-	-
6	59	16	7	1	2	-
7	8	2	-	1	-	-
8	2	-	-	-	-	-
9	1	-	4	-	-	-
10	-	-	-	1	-	-

Lampiran 2

Tabel 4 Jumlah Koloni Isolat PK3

Kode Koloni	Pengenceran					
	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}
1a	3	5	2	8	2	-
1b	6	-	-	-	-	-
2a	84	60	16	11	1	2
2b	17	3	3	-	-	-
2c	-	-	-	-	-	-
3	17	-	1	1	-	-
4	1	-	1	-	-	-
5	15	18	4	-	-	-
6	5	1	-	1	1	-
7	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-
9	1	-	1	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-

Lampiran 3

Tabel 5. Tabel Tepi Koloni dan Pertumbuhannya pada agar miring

No	Kode Koloni	Tepi Koloni	Agar Miring		
			PK1	PK2	PK3
1	1a	Rata (utuh)	Titik-titik	Serupa tasbih	Titik-titik
2	1b	Rata (utuh)	-	-	Titik-titik
3	2a	Bergerigi	Titik-titik	Serupa tasbih	-
4	2b	Berombak	Titik-titik	Serupa pedang	-
5	2c	Rata (utuh)	-	Serupa tasbih	-
6	3	Rata (utuh)	Serupa pedang	Serupa tasbih	Serupa tasbih
7	4	Berombak	Titik-titik	-	-
8	5	Rata (utuh)	Titik-titik	Serupa pedang	-
9	6	Bergerigi	Serupa tasbih	Serupa pedang	-
10	7	Berombak	-	Titik-titik	-
11	8	Berombak	-	Titik-titik	-
12	9	Berbenang	Titik-titik	-	-
13	10	Rata (utuh)	Serupa pedang	Titik-titik	-
14	En.1	Entire	-	Titik-titik	Titik-titik
15	En.2	Undulate	Berduri	-	Berduri
16	En.3	Ramose	Bulat pd permukaan	Bulat	Bulat
17	En.4	Undulate	Titik-titik	Titik-titik	-

Lampiran 4

Tabel 6.Morfologi sel dan sifat pengecatan gram

No	Isolat	Morfologi sel	Cat gram
1	1a-PK1	Coccus	-
2	1a-PK2	Coccus	+
3	1b-PK3	Coccus	-
4	2a-PK1	Coccus	-
5	2a-PK2	Coccus	-
6	2b-PK1	Coccus	-
7	2c-PK 2	Coccus	-
8	3-PK1	Coccus	-
9	3-PK3	Coccus	-
10	4-PK1	Coccus	-
11	5-PK1	Coccus	-
12	5-PK2	Coccus	+
13	6-PK1	Coccus	-
14	6-PK2	Coccus	-
15	7-PK1	Coccus	+
16	7-PK 2	Coccus	-
17	8-PK 2	Coccus	-
18	9 -PK 1	Coccus	-
19	9 -PK 1	Coccus	-
20	10-PK 1	Coccus	-
21	10-PK 2	Coccus	-
22	En.1-PK1	Coccus	-
23	En.2-PK3	Coccus	-
24	En.3-PK1	Coccus	-

Lampiran 10

Tabel 9. Hasil Karakterisasi Biokimia Isolat

No	Isolat	Oksidase	Katalase	Pencairan Gelatin	Sitrat	Urease	Metil Red	Voges Proskauer	Nitrat	Indol	Motilitas
1	2a-PK1	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-
2	5-PK1	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+
3	10-PK1	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-
4	En.2-PK3	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-
5	En. 3-PK1	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-
6	En. 4-PK3	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-

Lampiran 11

Tabel 1. Hasil Uji Kimia Sampel PKU

No	Parameter (satuan)	Hasil			Baku Mutu	Spesifikasi Metode
		PKU 1	PKU 2	PKU 3		
1	BOD ₅ (mg/L)	236,00	120,00	52,85	75	APHA, 5210-B-2005
2	COD (mg/L)	435,33	280,67	134,61	100	APHA, 5220-C-2005
3	TSS (mg/L)	108	38	67	100	APHA, 2540-D-2005
4	Amonia (mg/L)	26,570	28,490	13,800	1	IKM/5.4.38/BLK-Y
5	Fosfat (mg/L)	6,970	6,075	3,074	3	IKM/5.4.40/BLK-Y
6	Deterjen (mg/L)	1,256	1,893	0,841	5	IKM/5.4.53/BLK-Y
8	Fenol (mg/L)	0,625	0,493	0,098	1	IKM/5.4.52/BLK-Y

Keterangan :

1. PKU 1 : sampel limbah cair dari bangsal
2. PKU 2 : sampel limbah cair dari laboratorium
3. PKU 3 : sampel limbah cair dari bioreaktor
4. Semua sampel diambil pada tanggal 19 Agustus 2009
5. Pengujian dilakukan tanggal 19-31 Agustus 2009 di BLK Yogyakarta
6. Baku Mutu berdasarkan Standar Baku Mutu Limbah Cair Bagi kegiatan Pelayanan kesehatan Golongan III, SK Gubernur Propinsi DIY No. 65 Tahun 1999

Lampiran 12

Komposisi Media

1. Medium Ramsay :
2 g/l NH_4NO_3 ; 0,5 g/l KH_2PO_4 ; 1 g/l K_2HPO_4 ; 0,5 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 0,01 g/l $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; 0,1 g/l KCl dan 0,06 g/l Yeast ekstrak. Di autoclav pada suhu 121°C dalam waktu 15 menit (Ramsay et al., 1983).
2. Medium Nutrien Broth : 5 gr peptone; 3 gr beef extract seluruh komponen dicampur merata, pH datur 7. disterilisasi dengan autoclave pada suhu 121°C dalam waktu 15 menit
3. Nutrien Agar : 5 gr peptone; 3 gr beef extract; 1,5 % agar seluruh komponen dicampur merata, pH datur 7. disterilisasi dengan autoclave pada suhu 121°C dalam waktu 15 menit
4. Rapid urea Broth : Urea 20 g ; Yeast Extract 0,1 g; KH_2PO_4 0,091 g; Na_2HPO_4 0,095 g; phenol red 0,01 g; air suling 1L. pH 6,9 disteam 5 menit tanpa di autoclave.
5. Koser's citrate medium atau media Simmons citrate :
 $\text{NaNH}_4\text{HPO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 1,5 g ; KH_2PO_4 1g ; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,2 g ; sodium citrate. $2\text{H}_2\text{O}$ 3g ; air suling 1L
Diautoclav 15 menit pada suhu 121°C pH 6,7
6. MIO (Motilitas Indol Ornithine) : gelatin pepton 10g; casein pepton 10 g, Yeast extract 3 g; dextrose 1 g; brom cresol purple 0,02 g; L-ornithine 5 g; agar 2 g. pH $6,5 \pm 0,2$ pada suhu 25°C diautoclav
7. Media MR-PV (Metil Red dan Poges Vroskauer) : pepton 7g; D (+) glukosa 5 g; phospat buffer. pH 7,1 Diautoclav 15 menit pada suhu 121°C

8. Nitrat Broth : pepton 10g; beef 3 g; potassium nitrat (KNO_3) 5 g. sterilisasi autoclave pada suhu 121°C dalam waktu 15 menit
9. Gelatin : pepton 10g; beef 3 g; gelatin 12 g; agar 15 g
10. Pereaksi kovaks : HCl , Amyl Alcohol, Paradimethyl amino-benzaldehid

BIODATA PENULIS

Nama : Poppy Sri Prantowati

Alamat Asal : Lebah Sari, Kec. Bebandem, Kabupaten Karangasem, Bali. (80861)

TTL : Amlapura, 1 Pebruari 1988

Hobbi : Membaca buku-buku psikologis dan pengetahuan, Menikmati keindahan alam, bersahabat.

Motto : Akan ku cari tau segala sesuatu yang ingin ku ketahui selagi masih punya kesempatan.

E-mail : dulcetpopy@gmail.com
psp_dulcet@yahoo.com