

**PENGARUH VARIASI pH DAN SUHU TERHADAP KEMAMPUAN
DEGRADASI FENOL DAN PERTUMBUHAN BAKTERI
PENDEGRADASI FENOL DARI LIMBAH CAIR TEKSTIL**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan

Mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Biologi



Disusun oleh:

Amaliyatul 'Ulya

08640038

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGRI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2012**



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/3615/2012

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Pengaruh Variasi pH dan Suhu Terhadap Kemampuan Degradasi Fenol dan Pertumbuhan Bakteri Pendegradasi Fenol dari Limbah Cair Tekstil

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Amaliyatul 'ulya
NIM : 08640038
Telah dimunaqasyahkan pada : 19 Oktober 2012
Nilai Munaqasyah : A -
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

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

Penguji I

Erny Qurotul Ainy, S.Si., M.Si
NIP.19791217 200901 2 004

Penguji II

Lela Susilawati, M.Si
NIP. 19790127 200901 2 004

Yogyakarta, 31 Oktober 2012
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan



Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, M.A, Ph.D
NIP. 19580919 198603 1 002



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

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 : Amaliyatul ulya

NIM : 08640038

Judul Skripsi : **“PENGARUH VARIASI pH DAN SUHU TERHADAP KEMAMPUAN DEGRADASI FENOL DAN PERTUMBUHAN BAKTERI PENDEGRADASI FENOL DARI LIMBAH CAIR TEKSTIL”**

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu program studi biologi.

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

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 5 Oktober 2012

Pembimbing

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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Amaliyatul ulya
NIM : 08640038
Prodi/Smt : Biologi/ IX
Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 3 Oktober 2012

Yang Menyatakan,



Amaliyatul ulya

NIM. 08640038

SURAT PERNYATAAN BERJILBAB

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Amaliyatul ulya
NIM : 08640038
Prodi/Smt : Biologi/ IX
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menerangkan bahwa, saya menggunakan foto berjilbab dalam pembuatan Ijazah dan Akta. Jika dikemudian hari terdapat sesuatu hal, saya tidak akan menyalahkan pihak Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Yogyakarta, 3 Oktober 2012

Yang Menyatakan,

METERAI
TEMPEL
DEF40ABF236600023
6000 RUP

TJP

Amaliyatul ulya

NIM. 08640038

MOTTO

العلم مغرس كل فخر فافتخر

واحذري فوتك فخر ذاك المغرس

Ilmu itu merupakan tempat persemaian setiap kemuliaan, maka taburkan aneka kemuliaan dan anda harus prihatin bila tempat persemaian itu tidak membuahkan suatu kebanggaan.

واعلم بان العلم ليس يناله

من همه في مطعم او ملبس

Ketahuilah bahwa ilmu itu tidak akan didapat oleh seseorang yang cita-cita hidupnya hanya demi makanan dan minuman.

لا اخو العلم الذى يعنى به

في حالتيه عاريا او مكتس

Bukanlah dinamakan seorang ilmuan manakala ia mengalami dua kondisi yaitu saat sengsara atau saat berkecukupan harta lalu menjadi gelisah dan lupa diri.

(Maqolah Imam Syafi'i)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan

Untuk

Bapak, ibu, suami tercinta

(you are my inspiration)

Serta

Almamater tercinta

Program Studi Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

KATA PENGANTAR

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله الذي أرسل رسوله بالهدى ودين الحق ليظهره على الدين كله. أشهد أن لا إله إلا الله وحده لا شريك له. وأشهد أن محمدا عبده ورسوله. اللهم صل وسلم على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين.

أما بعد

Puji syukur ini hanya kepada Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*, Tuhan semesta alam yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penyusun dalam mengarungi proses pembelajaran akademik di Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada sang Revolusioner sepanjang masa, beliauah junjungan kita nabi besar Muhammad SAW yang telah memberikan peradapan baru dunia.

Dalam penyusunan skripsi ini tentunya tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dan berbagai pihak, untuk itu sewajarnya penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. H. Akh.Minhaji, MA., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, beserta para Pembantu Dekan 1, 2, dan 3 serta segenap staf atas segala kemudahan dalam penggunaan fasilitas perkuliahan dan administrasi fakultas.
2. Ibu Arifah Khusnuryani M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak bimbingan dan arahan selama pelaksanaan dan

penyusunan laporan penelitian yang Insya Allah bermanfaat bagi penyusun untuk saat ini dan hari esok yang akan datang.

3. Ibu Erny Qurotul Ainy, S.Si.,M.Si. dan ibu Lela Susilawati, M.Si yang telah meluangkan waktu untuk menjadi penguji pada ujian skripsi penulis. Terimakasih atas segala masukan, saran dan koreksinya.
4. Ayah dan bunda tersayang yang tidak letih-letihnya mendoakan putra putrinya.
5. Suamiku yang tercinta, yang selalu membuatku bersemangat.
6. Mbak Eko, Mbak Etik, mbak Iffa yang selalu sabar dan baik hati.
7. Teman-teman Prodi Biologi yang selalu semangat dan ceria.
8. Semua pihak yang telah memberikan manfaat sekecil apapun, yang turut membantu dalam memberikan motivasi dan doanya.

Semoga kebaikan dan keikhlasan pihak-pihak yang terkait tersebut mendapat balasan dari Allah SWT. Akhir kata kami mengharap ampunan dan ridha Allah SWT, semoga karya tulis ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak dan menambah khazanah pengetahuan Biologi, Amin.

Yogyakarta, 1 November 2012

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
HALAMAN SURAT KETERANGAN BERJILBAB	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
ABSTRAK.....	xv
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
A Latar belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	6
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian.....	6
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 8
A. Limbah industri tekstil.....	8
B. Fenol	10
1. Deskripsi	10
2. Bahaya fenol	11
3. Biodegradasi fenol	12
4. Pengolahan limbah berbahaya	18
C. Pertumbuhan bakteri	20
D. Penetapan jumlah bakteri.....	23
E. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri	26
 BAB III. METODE PENELITIAN	 29
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	29
B. Alat dan Bahan	29
C. Cara Kerja	30

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
A. Hasil.....	32
B. Pembahasan	42
BAB V PENUTUP.....	48
A. Kesimpulan.....	48
B. Saran	48
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN.....	56

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Baku mutu limbah cair industri tekstil terpadu menurut Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No.7 Thn. 2010	9
Tabel 2. Nilai OD (λ 750 nm) oleh isolat P1 pada media Ramsay yang mengandung fenol (300 ppm) dengan perlakuan variasi pH	32
Tabel 3. Hasil pengamatan pertumbuhan bakteri P1 (CFU/mL) pada perlakuan variasi pH selama proses degradasi fenol yang ditumbuhkan dalam media Ramsay-fenol (300 ppm)	33
Tabel 4. Nilai OD (λ 750 nm) oleh isolat P1 pada media Ramsay yang mengandung fenol (300 ppm) dengan perlakuan variasi suhu.....	35
Tabel 5. Hasil pengamatan pertumbuhan bakteri P1 (CFU/mL) pada perlakuan variasi pH selama proses degradasi fenol yang ditumbuhkan dalam media Ramsay-fenol (300 ppm).....	36
Tabel 6. Nilai OD (λ 750 nm) oleh isolat U3 pada media Ramsay yang mengandung fenol (300 ppm) dengan perlakuan variasi pH	37
Tabel 7. Hasil pengamatan pertumbuhan bakteri U3 (CFU/mL) pada perlakuan variasi pH selama proses degradasi fenol yang ditumbuhkan dalam media Ramsay-fenol (300 ppm)	38
Tabel 8. Nilai OD (λ 750 nm) oleh isolat U3 pada media Ramsay yang mengandung fenol (300 ppm) dengan perlakuan variasi suhu.....	40
Tabel 9. Hasil pengamatan jumlah bakteri (Cfu/ml) U3 pada berbagai variasi suhu selama proses degradasi fenol yang ditumbuhkan dalam media Ramsay-fenol (300 ppm).	41

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur Fenol	10
Gambar 2. Jalur degradasi fenol oleh <i>Candida Albicans</i> TL3.....	14
Gambar 3. Jalur degradasi fenol secara anaerob.....	16
Gambar 4. Grafik hubungan antara penurunan nilai OD ($\lambda 750$ nm) pada media Ramsay- fenol (300 ppm) dengan pertumbuhan bakteri P1 pada perlakuan variasi pH	34
Gambar 5. Grafik hubungan antara penurunan nilai OD ($\lambda 750$ nm) pada media Ramsay- fenol (300 ppm) dengan pertumbuhan bakteri P1 pada perlakuan variasi suhu.....	37
Gambar 6. Grafik hubungan antara penurunan nilai OD ($\lambda 750$ nm) pada media Ramsay- fenol (300 ppm) dengan pertumbuhan bakteri U3 pada perlakuan variasi pH.....	39
Gambar 7. Grafik hubungan antara penurunan nilai OD ($\lambda 750$ nm) pada media Ramsay- fenol (300 ppm) dengan pertumbuhan bakteri U3 ada perlakuan variasi suhu	42
Gambar 8. Kultur isolat P1 pada jam ke-96.....	54
Gambar 9. Kultur isolat U3 pada jam ke-96	54
Gambar 10. Hasil <i>spread plate</i> isolat P1 pada pengenceran 10^{-5}	54
Gambar 11. Hasil <i>spread plate</i> isolat P1 pada pengenceran 10^{-4}	54
Gambar 12. Hasil <i>spread plate</i> isolat U3 pada pengenceran 10^{-5}	55
Gambar 13. Hasil <i>spread plate</i> isolat U3 pada pengenceran 10^{-4}	55

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Komposisi media Ramsay.....	57
Komposisi media Nutrien Agar	57

**PENGARUH VARIASI pH DAN SUHU TERHADAP KEMAMPUAN
DEGRADASI FENOL DAN PERTUMBUHAN BAKTERI
PENDEGRADASI FENOL DARI LIMBAH CAIR TEKSTIL**

Oleh:

Amaliyatul Ulya

08640038

ABSTRAK

Salah satu sumber fenol adalah dari limbah cair tekstil. Limbah fenol yang dibuang langsung ke lingkungan tanpa pengolahan dapat mencemari lingkungan dan dapat mengancam keberadaan makhluk hidup di sekitarnya. Fenol dapat menyebabkan iritasi pernafasan, sakit kepala, kerusakan otot dan lain-lain. Hasil uji toleransi terhadap fenol didapatkan 2 isolat yang toleran fenol 10.000ppm, yaitu U3 dan P1. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi pH dan suhu terhadap kemampuan degradasi fenol dan pertumbuhan bakteri pendegradasi fenol dari limbah cair tekstil. Uji degradasi dilakukan dengan menginokulasikan isolat U3 dan P1 ke dalam medium Ramsay yang mengandung fenol 300 ppm dengan variasi pH 5, 7, 9 dan variasi suhu 20°C, 30°C, dan 40°C. Selanjutnya diinkubasi selama 96 jam. Setiap 6 jam, dilakukan pengukuran konsentrasi fenol dan pertumbuhan bakteri. Hasil uji degradasi menunjukkan bahwa isolat P1 mampu menurunkan fenol dan mengalami pertumbuhan secara optimum pada pH 9, dan pada suhu 40°C. Sedangkan isolat U3 dapat menurunkan fenol dan tumbuh optimum pada pH 7 dan pada suhu 30°C.

Kata Kunci : Degradasi fenol, limbah cair tekstil, pH, pertumbuhan bakteri, suhu

EFFECT OF pH AND TEMPERATURE VARIATIONS OF PERFORMANCE
DEGRADATION phenol and phenol degrading BACTERIA GROWTH OF
TEXTILE WASTE WATER

by:
Amaliyatul Ulya
08640038
ABSTRACT

One source of phenol is from textile wastewater. Phenol wastes dumped directly into the environment without treatment can pollute the environment and can threaten the existence of living creatures in the vicinity. Phenol can cause respiratory irritation, headaches, muscle damage and others. The test results obtained phenol tolerance of two isolates were tolerant phenol 10.000ppm, the U3 and P1. This study aimed to determine the effect of variations in pH and temperature on the ability of phenol degradation and phenol degrading bacterial growth of textile wastewater. Degradation test conducted by menginokulasikan U3 and P1 isolates in Ramsay medium containing 300 ppm phenol with a variety of pH 5, 7, 9, and variations in temperature 20oC, 30oC, and 40oC. Furthermore incubated for 96 hours. Every six hours, we measured the concentration of phenol and bacterial growth. The test results showed that the isolates P1 degradation can lower phenol and its optimum growth at pH 9 and at a temperature of 40oC. While U3 isolates can degrade phenol and grow optimum at pH 7 and at a temperature of 30oC.

Keywords: Degradation of phenol, textile wastewater, pH, bacterial growth, temperature

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Dewasa ini dunia perdagangan, pertambangan maupun industri semakin pesat, hal ini memberikan banyak manfaat kepada manusia terutama banyaknya fasilitas yang serba mudah dan instan. Permasalahan yang muncul adalah adanya limbah hasil dari kegiatan industri maupun pertambangan, yang mengandung senyawa-senyawa yang dalam konsentrasi kecil dapat membahayakan kesehatan dan lingkungan.

Salah satu permasalahan yang perlu mendapat perhatian adalah masalah limbah cair, yang mengandung senyawa hidrokarbon aromatis. Diantara semua senyawa aromatik, fenol dan turunannya dikenal sebagai pencemar utama lingkungan yang sebagian besar berasal dari industri migas, industri kayu lapis, farmasi, tekstil, keramik dan plastik (Junaidi dan Hatmanto, 2006; Juang dan Tsai, 2006). Fenol juga bisa ditemukan dalam air limbah pembuangan hasil pembakaran sampah, pembuatan bir, industri kaca (EPA, 2004), dan industri jamu (Milasari dan Ariyani, 2010). Limbah cair yang berupa hidrokarbon aromatis mempunyai sifat, antara lain yaitu mudah terbakar, korosif, reaktif, dan beracun (Waluyo, 2009).

Fenol di dalam industri tekstil banyak digunakan sebagai pelarut pewarna kain. Pada proses pewarnaan, kain dicelup dalam pewarna sintetik (*azo-dyes*) dan obat-obatan lainnya sehingga diperoleh lembaran kain yang indah dan tidak mudah luntur. Bahan pewarna sintetik tersebut, memiliki

ketahanan tinggi terhadap cahaya dan pencucian. Selain itu, pewarna tersebut tidak mudah rusak oleh perlakuan kimia maupun potolitik. Salah satu turunan senyawa fenol yang digunakan dalam pewarna tekstil antara lain: *2-acetyl-amino phenol*, *4-chloro-2-amino phenol*. Senyawa fenol inilah yang berbahaya bagi makhluk hidup apabila langsung dibuang ke lingkungan (Yuhani *et al*, 2002).

Fenol merupakan molekul aromatik yang mengandung gugus hidroksil yang terikat pada struktur cincin aromatik dan mudah larut dalam air (Patrick, 2004). Fenol dikenal dengan nama asam karbolat yang merupakan jenis asam yang lebih kuat dari alkohol sehingga cukup toksik pada jaringan dan berbau sangat menyengat (Hart *et al*, 2003). Fenol sulit didegradasi oleh organisme pengurai sehingga dapat masuk dengan mudah ke tubuh manusia melalui pencernaan dan pernafasan (EPA, 2004; Khafilzadeh *et al*, 2010).

Kadar limbah yang mengandung fenol dan 4-klorofenol apabila dibuang langsung ke air akan menimbulkan efek toksik, yaitu korosif pada kulit dan lambung (Waluyo, 2009). Senyawa fenol dan turunannya yang sudah masuk ke tubuh dapat menyebabkan iritasi mata, mengganggu proses pernapasan dan pencernaan, kerusakan hati dan ginjal, penurunan tekanan darah, pelemahan detak jantung (Rustamsjah, 2006; Nair *et al*, 2008) dan dapat menyebabkan kanker hingga kematian (Sarfaraz *et al*, 2003).

Pengelolaan daerah dalam mengatasi pencemaran limbah sudah dilakukan oleh pemerintah daerah, salah satunya dengan menyempurnakan sistem peraturan yang dicantumkan dalam Baku Mutu Limbah Cair. Tetapi

kenyataanya, permasalahan pencemaraan lingkungan belum bisa diatasi secara optimal. Hal tersebut disebabkan karena banyaknya indutri besar maupun maupun kecil yang belum memiliki unit pengolahan limbah. Hasil survei PEMDA DKI Juli tahun 2000, ada 4% industri di daerah Jakarta yang belum memiliki unit pengolahan limbah, sehingga sebagian besar limbah dibuang langsung ke perairan tanpa pengolahan. Contoh kasus pencemaran lingkungan yang sangat berat adalah yang terjadi di Kelurahan Sukabumi Selatan, Kecamatan Kebon Jeruk, Jakarta Barat yang diakibatkan oleh air limbah industri kecil tekstil (Idaman, 2002).

Salah satu alternatif potensial untuk mengolah limbah adalah dengan proses fotokatalis, filtrasi/ penyaringan (Husin, 2008), teknik ozonasi (Slamet, 2007), fitoremediasi (Purwaningsih, 2009), dan degradasi fenol dengan bantuan mikrobia (Waluyo, 2009). Penggunaan mikrobia dalam mengatasi pencemaran senyawa fenol di lingkungan dimungkinkan sangat potensial. Hal tersebut disebabkan banyaknya lingkungan yang tercemar fenol, sehingga banyak mikrobia yang menggunakan fenol sebagai sumber karbon tunggal dan sumber energi baik secara anaerob maupun aerob (Nair *et al*, 2008).

Biodegradasi merupakan penguraian limbah di lingkungan oleh aktivitas mikrobia yang melibatkan serangkaian aktifitas enzimatik (Utami, 2010). Teknik biodegradasi lebih banyak dilakukan oleh para ilmuwan karena proses ini lebih mudah dan dengan biaya murah serta tidak menghasilkan limbah tambahan (Mailin dan Firdausi, 2006). Hal ini lebih disebabkan

karena bakteri mampu mendegradasi fenol jauh lebih baik dibandingkan dengan degradasi senyawa derivat sintetiknya.

Kelebihan penggunaan bakteri dalam proses degradasi fenol adalah bakteri mempunyai kemampuan menyesuaikan diri yang besar terhadap lingkungan. Selain itu bakteri ini juga tidak memerlukan tempat yang besar untuk tumbuh, sehingga mudah ditumbuhkan dalam media buatan dan tingkat pembiakannya relatif cepat (Rustamsjah, 2006)

Dalam aplikasi biodegradasi di lingkungan, masalah utama yang sering dihadapi adalah menurun atau hilangnya potensi bakteri dalam mendegradasi limbah. Untuk meningkatkan keefektifan penggunaan bakteri dalam biodegradasi dapat dilakukan dengan melakukan dua strategi, yaitu biostimulasi dan bioaugmentasi. Dalam metode biostimulasi, nutrisi tertentu ditambahkan ke dalam media dengan tujuan merangsang aktivitas mikroba-mikroba tempatan (*indigenous*). Sedangkan dalam bioaugmentasi, mikroba tertentu diintroduksi pada daerah yang akan diremediasi. Bioaugmentasi dinilai lebih potensial karena menggunakan bakteri asli dari lingkungan yang tercemar, sehingga bakteri lebih cepat beradaptasi dengan lingkungan dan dapat mendegradasi limbah secara optimal (Munir, 2006).

Mikroba yang umumnya dapat tumbuh di lingkungan yang terkontaminasi fenol dan dapat mendegradasi fenol, antara lain yaitu *Pseudomonas sp.* Bakteri tersebut dapat tumbuh pada tanah yang terkontaminasi pestisida, minyak bumi dan bahan kimia (Nurdan dan Azmi, 2005; El-Deeb, 2009; Movahedyan *et al*, 2009; Nair *et al*, 2008). Sastrawidana *et al* (2008), berhasil

mengisolasi dan mengidentifikasi bakteri yang mempunyai kemampuan tinggi dalam mendegradasi zat warna tekstil dari lumpur limbah tekstil dan air di sungai Badung, antara lain yaitu: *Aeromonas* sp. ML6, *Aeromonas* sp. ML14, *Aeromonas* sp. ML24, *Pseudomonas* sp. ML8 dan *Flavobacterium* sp. ML20.

Peranan bakteri dalam proses biodegradasi limbah sangat penting, sehingga laju pertumbuhan bakteri harus diukur secara cermat. Laju pertumbuhan dan aktivitas bakteri dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain: pH, suhu, nutrisi, tekanan osmosis, pengeringan dan lain sebagainya. Suhu dan pH adalah faktor penting bagi pertumbuhan bakteri, karena masing-masing spesies bakteri mempunyai suhu dan pH optimum untuk pertumbuhannya (Waluyo, 2007). Oleh karena itu, dalam kultivasi bakteri diperlukan pH dan suhu yang sesuai untuk pertumbuhan bakteri sehingga bakteri dapat mendegradasi fenol secara optimal.

Umumnya bakteri dapat mendegradasi fenol secara optimum pada suhu 30°C dan pada pH 7. Contohnya bakteri *Rhodococcus* UKM-P dapat mendegradasi fenol secara optimal pada suhu 30°C dan pada pH 7,5, dengan jumlah fenol terdegradasi adalah 0,394 g/L dan 0,5 g/L selama 120 menit (Suhaila *et al*, 2010).

Pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya (Khusnuryani dan Ulya, 2011, tidak dipublikasikan), didapatkan 2 isolat bakteri dari limbah tekstil yang toleran terhadap fenol hingga 10.000 ppm. Isolat tersebut adalah U3 dan P1. Oleh karenanya, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui

pengaruh pH dan suhu optimum dalam proses degradasi fenol dan pertumbuhan isolat bakteri tersebut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat diperoleh kondisi lingkungan yang cocok bagi pertumbuhan bakteri pendegradasi fenol sehingga mampu mendegradasi fenol secara optimal.

B. Rumusan Masalah

1. Berapakah pH optimum yang diperlukan untuk proses penurunan fenol dan pertumbuhan isolat bakteri dari limbah cair tekstil?
2. Berapakah suhu optimum yang diperlukan untuk penurunan fenol dan pertumbuhan isolat bakteri dari limbah cair tekstil?

D. Tujuan

1. Mengetahui pH optimum yang diperlukan untuk proses penurunan fenol dan pertumbuhan isolat bakteri dari limbah cair tekstil.
2. Mengetahui suhu optimum yang diperlukan untuk proses penurunan fenol dan pertumbuhan isolat bakteri dari limbah cair tekstil.

E. Manfaat

1. Menambah khasanah ilmu pengetahuan tentang pengaruh lingkungan terhadap pertumbuhan bakteri, khususnya bakteri pendegradasi fenol dari limbah cair tekstil.
2. Memberikan informasi awal tentang kondisi lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri, sebagai dasar dalam mengembangbiakkan bakteri untuk dimanfaatkan dalam penanganan limbah.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. pH optimum untuk proses penurunan fenol dan pertumbuhan bakteri oleh isolat P1 dan U3 berturut-turut adalah 9 dan 7.
2. Suhu optimum untuk proses penurunan fenol dan pertumbuhan bakteri isolat P1 dan U3 berturut-turut adalah 40°C dan 30°C.

B. Saran

Perlu dilakukan penelitian selanjutnya untuk mengetahui pengaruh lingkungan yang lain seperti konsentrasi fenol dan jumlah inokulum dalam degradasi fenol. Selain itu juga perlu dilakukan karakterisasi dan identifikasi untuk mengetahui spesies bakteri yang mampu mendegradasi fenol dari limbah tekstil.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2010. *Baku Mutu Limbah Cair Tekstil*. Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No. 7 Thn. 2010.
- Agustiyani, Dwi., Hartari, Imamuddin., Erni, NF., Oedjijono. 2004. *Pengaruh pH dan Subtrat organik terhadap pertumbuhan dan aktivasi bakteri pengoksida Amonia*. Biodiversitas ISSN Vol:5.
- Amer. 2008. *The new isolates of Pandoraea sp. Capable of Phenol Biodegradation*. Journal Mikrobiologi Vol: 10.
- Chakraborty.S., Bhattacharya, T., Patel, T.N., Tiwari, K.K. 2010. Biodegradation of phenol by native microorganisms isolated from coke prosseing wastewater. Journal of Environmental Biology Vol: 31.
- Dwidjoseputro. 2005. *Dasar- Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Djambatan.
- El-Deeb, B. 2009. Alam kombinasi sistem genetik untuk degradasi fenol dan ketahanan terhadap logam berat pada bakteri asimilasi fenol dan sianida. Jurnal Mikrobiology Malaysia. Vol: 5.
- Environmental Protection Agency (EPA) (2004). *Collation of Collecting toxicological data and intake values for Humans*. toxicological data and intake values for humans. EPA Report. EPA report.
- Gaongfeng, Wu., Xu Hong., Mei, jiang. 2004. *Biodegradation of clorophenols*. <http://www.chemistrymag.org/cji/2004/06a067re.htm>. Diakses tanggal 26-2-2012.
- Giting, Perdana. 2007. *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*. Bandung: Yrama Widya.
- Haijuan, Ma., Guangming, Li., Ping Fang., Yalei, Zhang., Deqiang, Xu. 2010. *Identification of Phenol-Degrading Nocardia Sp. Strain C-14-1 and Characterization of Its Ring-Cleavage 2,3-Dioxygenase*. Journal of Biology Vol: 79.
- Hamdiyanti,Yanti.2004. Mikrobiologi Lingkungan. http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/Jur_Pend_Biologi/196611991Yanti_hamdiyanti/mikrobiologi_tanah.pdf. Diakses tanggal 2 januari 2012.
- Hartini, S. 2008. *Euforia berbahaya di Pabrik sepatu*. Bandung: Tempo.
- Hart, Harold., Leslie E, Craine., David J. Hart. 2003. *Kimia organik, Suatu kuliah singkat*. Jakarta: Erlangga.

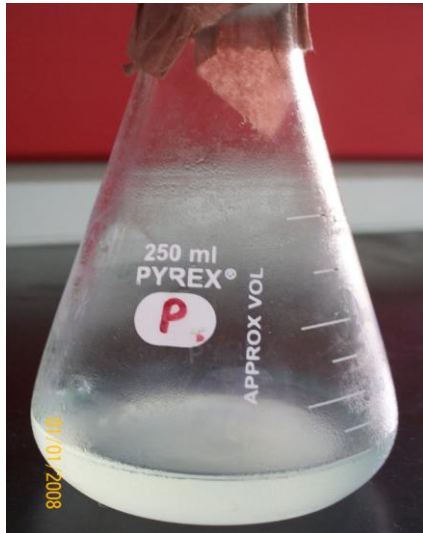
- Husin, Amir. 2008. *Pengolahan limbah cair industri tahu dengan biofiltrasi anaerob dalam reaktor fixed-bed*. Tesis. Medan: Fakultas Teknik, Fakultas Sumatera Utara.
- Idaman, Nusa. 2002. *Pengolahan air limbah industry tekstil dengan proses biofiter anaerob-aerob tercelup menggunakan media plastik sarang tawon*. Jurnal Teknologi Lingkungan, Vol: 2.
- Irianto, Koes. 2006. *Mikrobiologi Menguak dunia mikroorganisme*. Bandung: Yrama widya.
- Jaya, Putra. 2004. *Pengaruh pH dan suhu pada produksi bakteriosin bakteri asam laktat galur M6-15*. Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam, IPB.
- Jiang, Yan., Wen, Jianping. 2007. *Biodegradation of phenol at high initial concentration by Alcaligenes faecali*. Journal of Hazardous Materials Volume: 147.
- Juang, RS dan Tsai, SY. 2006. *Increased biodegradation of phenol and sodium salicylate mixed with Pseudomonas Putida in membrane contactors*. Water Research Vol 40
- Junaidi dan Hatmanto. 2006. *Analisis teknologi pengolahan limbah cair pada industri tekstil (Studi kasus PT.Iskandar Printing Textile Surakarta)*. Jurnal presipitasi Vol: 1.
- Kafilzadeh, F., Mohammad, S., Farhangdoost, Yaghoob, T. 2010. *Isolation and identification of phenol degrading bacteria from Lake Parishan and their growth kinetic assay*. African Journal of Biotechnology Vol: 9.
- Kumar, Arinjay., Kumar, Shashi. dan Kumar, Surendra. 2004. *Biodegradation phenol and katechol using Pseudomonas putida 1194*. Teknik Biokimia Jurnal Vol: 22.
- Lowry, Madan., Nagamani, Adimulam., Sreenivasulu, Kuruva dan Soligalla Rupadevi. 2009. *Isolation and Characterization of Phenol Degrading Soil Bacteria Xanthobacter flavus*. Jurnal Bioremediasi Vol: 13.
- Manafi, M., Mehrnia. M. R dan Sarrafzadeh, M. H. 2011. *Phenol Removal from Synthetic Wastewater by Alcaligenes Faecalis*. International Journal of Chemical and Environmental Engineering Vol: 2.
- Mailin, M dan Firdausi, R. 2011. *High Performance Phenol Degrading Microorganisms Isolated from Wastewater and Oil-Contaminated Soil*. Journal of Chemical and Environmental Engineering Phenol Removal from Synthetic. Vol: 2.

- Marrot, B., Barrios, Martinez., Moulin dan N. Roche. 2006. *Biodegradation of high phenol concentration by activated sludge in a submerged membrane bioreactor*. Journal Biochem Vol: 30.
- Metcalf dan Eddy. 2004. *Wastewater Engineering*, 4th edition, Mc Graw New York: Hill International Editions.
- Milasari, Nurita Ika dan Ariyani, Sukma Budi. 2010. *Pengolahan limbah cair kadar COD dan Fenol tinggi dengan proses Anaerob dan Pengaruh mikronutrien Cu: Kasus limbah industri tradisional*. Naskah skripsi jurusan Teknik Kimia, Universitas Diponegoro.
- Movahedyan, Khorsandi, Salehi, R., Nikaeen, M. 2009. *Detection of phenol degrading bacteria and pseudomonas putida in activated sludge by polymerase chain reaction*. Iran. J. Environ. Health. Sci. Vol: 6.
- Munir, Erman. 2006. *Pemanfaatan mikroba dalam bioremediasi*. Medan: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara.
- Nagami, Adimulan., Soligalla, Rupadevi dan Lowry Madan. 2009. *Isolation and characterization of phenol degrading by Xanthobacter flavus*. Afrika jurnal of biotechnology Vol: 8.
- Nagami, Adimulan. 2009. *Biodegradation of phenol by Rhodococcus coprophilus isolated from half-dried soil samples Pali, Rajasthan*. International Journal Applied Environmental Science.
- Nisa, C dan Rodinah, 2005. *Kultur beberapa kultivar buah pisang (Musa paradisiaca L.) dengan pemberian campuran NAA dan kinetin*. Bioscientie Vol: 2.
- Nair, C. Indu., Jayachandran, K dan Shashidhar, Shankar. 2008. *Biodegradation of phenol*. African Journal of Biotechnology Vol: 7.
- Nurdan, KP., Azmi, T. 2005. *biodegradation of phenol by Pseudomonas putida immobilized on activated floating particles*. Journal process Biochemistry Vol: 40.
- Patrick, G. L. 2004. *Organik Chemistry*. London: Bios scientific.
- Pelczar, MJ. 2006. *Dasar- Dasar Mikrobiologi 1*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Pratiwi, Yuli. *Penentuan Tingkat pencemaran Limbah industry tekstil berdasarkan Nutrien Value coeficien bioindikator*. Jurnal Teknologi Vol:3.

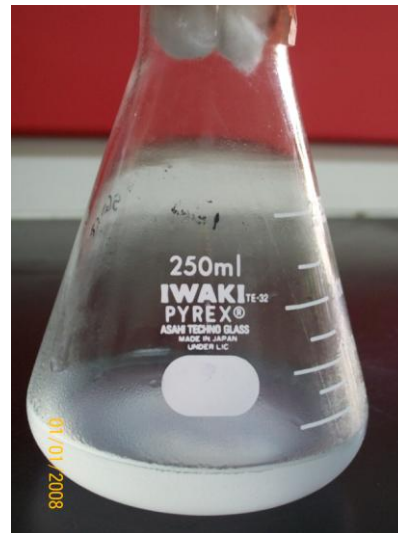
- Purwaningsih, Is Sulistyati. 2009. *Pengaruh Penambahan Nutrisi Terhadap Efektifitas Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Enceng Gondok (Eichhornia crassipes) Terhadap Limbah Orto-Klorofenol*. Jurnal Rekayasa Proses Vol: 3.
- Reda, A. Bayoumi dan Ashraf, T. Abul-Hamd. 2010. *Optimization of Toluene and Phenol Biodegradation of bacteria in Different Nutritional and Environmental Conditions*. Journal of Applied Sciences Research Vol: 6.
- Rahma, Annisa. 2006. *Kajian pengaruh suhu, pH, waktu dan konsentrasi inhibitor akar kakao pada degradasi sukrosa oleh intervase*. Bogor: IPB.
- Rustamsjah. 2006. *Rekayasa biodegradasi fenol oleh Psedomonas Aeruginosa*. Naskah tesis. ITB
- Said. Nur Idaman. 2002. *Pengolahan air limbah industri kecil tekstil dengan proses biofilter anaerob-aerob tercelup menggunakan media plastik sarang tawon*. Jurnal Teknologi Lingkungan, Vol: 2.
- Sastrawidana, I dewa., Bibiana., Fauzi, anas dan Santosa, Dwi A. 2008. *Pengolahan Limbah tekstil sistem kombinasi anaerobik-aerobik menggunakan biofilm bakteri konsorsium dari Lumpur limbah tekstil*. Ecotrophic Vol 3.
- Sarfaraz, S., Thomas, S., Tewari, U.K. and Iyengar, L., (2003). *Anoxic treatment of Phenolic wastewater in sequencing batch reactor*. Indian Ins. Technol., Kanpur. Water Research Vol: 38.
- Slamet, et all. 2007. *Degradasi senyawa fenol dengan metode fotokatalis menggunakan reactor annular UV-C*. Jakarta: UI
- Sianita, Dwi dan Nurchayati, Ika Setya. 2007. *Kajian Pengolahan Limbah Cair Industri Batik, Kombinasi Aerob- Anaerob dan Penggunaan Koagulan Tawas*. Semarang: Fakultas Teknik . Universitas Diponegoro.
- Suhaila. Nor, Y., Ariff, A., Rosfarizan, M., Latif,, Abdul I., Ahmad, S.A., Norazah, M.N., Shukor, M, Y, A .2010. *Optimization of Parameters for Phenol Degradation by Rhodococcus UKM-P in Shake Flask Culture*. Proceedings of the World Congress on Engineering Vol: I.
- Sumarsih, Sri. 2003. *Mikrobiologi Dasar*. Yogyakarta: Universitas Pembangunan nasional.
- Suryanto. 2003. *Biodegradasi aerobik senyawa hidrokarbon Aromatik monosiklik oleh bakteri*. Program Studi Biologi Fakultas MIPA, Universitas Sumatera utara.

- Tsai, sun-chin. 2005. *An isolated candida albicans TL3 capable of degrading phenol at large concentration* . Biosci. Biotechnol. Biochem Vol: 64.
- Tuah, Piakong Mohd., Rashid, Noor Aini Abdul & Salleh Madihah. *Jalur degradasi fenol melalui Pembelahan-ortho oleh Candida tropicalis RETL-CR1*. Journal Borneo Vol: 24.
- Utami, Ayu Azhar Wijhar. 2010. *Pengelolaan Kualitas Lingkungan Bioremediasi minyak Bumi*. Banjarbaru: Program studi Teknik Lingkungan Universitas Lambung
- Waluyo, L. 2009. *Mikrobiologi Lingkungan*. Malang: UMM Press.
- Yee, Wong pooi. 2007. *Screening And Optimization Of Phenol Degradation Of Bacteria Isolated From Petroleum Reservoir*. Thesis in Industrial Biology, Faculty of Science, University Technology Malaysia.
- Yunani, wenny., Nurlela dan Aswani, Astari. 2002. *Amplikasi tablet bakteri penghancur phenol dalam penanganan limbah cair industri*. Laporan teknik. Penelitian Teknologi Bahan Baru dan Energi Benih.
- Zhang, X., Gao, P., Chao, T., Wang, L., Senior, E., Zhao, L. 2004. *Microdiversity phenol hydroxylase gene between phenol - degrading isolates of Alcaligenes sp*. Journal Microbiol Lett fetus Vol: 237.

LAMPIRAN I



Gambar 8: Kultur isolat P1
pada jam ke-96



Gambar 9: Kultur isolat U3
pada jam ke-96



Gambar 10: Hasil *spread plate*
isolat U3 pada
pengenceran 10^{-5}



Gambar 11: Hasil *spread plate*
isolat U3 pada
pengenceran 10^{-4}



Gambar 12: Hasil *spread plate* isolat P1 pada pengenceran 10^{-4}



Gambar 13: Hasil *spread plate* isolat P1 pada pengenceran 10^{-5}

LAMPIRAN II

Komposisi media

1. Media Ramsay:

2 g/l NH_4NO_3 ; 0,5 g/l KH_2PO_4 ; 1 g/ K_2HPO_4 ; 0,5 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 0,01 g/ $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; 0,1 g/ KCL dan 0,06 g/l Yeast ekstrak. Diautoclave pada suhu 121°C dalam waktu 15 menit (Ramsay *et al.*, 1983)

2. Nutrien Agar : 5 gram peptone; 3 gram beef extract; 1,5% agar. Seluruh komponen dicampur merata, pH diatur 7. Disterilisasi dengan autoclave pada suhu 121°C dalam waktu 15 menit.