

**KAJIAN PERTUMBUHAN DAN DEGRADASI FENOL  
OLEH KULTUR TUNGGAL DAN CAMPURAN  
ISOLAT BAKTERI DARI LIMBAH CAIR RUMAH  
SAKIT, LIMBAH TEKSTIL DAN TANAH GAMBUT**

**SKRIPSI**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S-1 pada Program Studi Biologi



disusun oleh  
Muhazaroh  
10640043

**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA  
2015**

**PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/386/2015

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul

: Kajian Pertumbuhan dan Degradasi Fenol oleh Kultur Tunggal  
dan Campuran Isolat Bakteri dari Limbah Cair Rumah Sakit,  
Limbah Tekstil dan Tanah Gambut

Yang dipersiapkan dan disusun oleh

:

Nama

: Muhaazaroh

NIM

: 10640043

Telah dimunaqasyahkan pada

: 15 Januari 2015

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

Pengaji I

Jumailatus Sholihah, S.Si., M.Biotech  
NIP.19760624 200501 2 007

Pengaji II

Erny Qurotul Ainy, S.Si., M.Si  
NIP.19791217 200912 004

Yogyakarta, 2 Februari 2015

UIN Sunan Kalijaga

Fakultas Sains dan Teknologi

PII, Dekan

Khamidinal, M.Si  
NIP. 19691104 200003 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 : Muhamzarah

NIM : 10640043

Judul Skripsi : Kajian Pertumbuhan dan Degradasi Fenol oleh Kultur Tunggal dan Campuran Isolat Bakteri dari Limbah Cair Rumah Sakit, Limbah Tekstil dan Tanah Gambut

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 dalam bidang Biologi.

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

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Pembimbing I

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

Yogyakarta, 19 Desember 2014

Pembimbing II

Jumailatus Solihah, M.Biotech  
NIP. 19760624 200512 007

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhazaroh  
NIM : 10640043  
Program Studi : Biologi  
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "**Kajian Pertumbuhan dan Degradasi Fenol oleh Kultur Tunggal dan Campuran Isolat Bakteri dari Limbah Cair Rumah Sakit, Limbah Tekstil dan Tanah Gambut**" merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 19 Desember 2014

Penulis,



Muhazaroh

NIM. 10640043

## **HALAMAN MOTTO**

*Allah itu selalu ada.. jadi tak perlu takut untuk memulai segalanya dari nol.. yakin dan berusahalah.. (Abdullah Sa'ad)*

*Allah itu Maha Adil.. apa yang kita tabur..*

*maka itulah yang akan kita tuai... (Syarif Al Hasan)*

*Today Must to be Better than Yesterday...*

*Hadapi.. hayati dan nikmati...*

*Karena Setiap proses itu indah.... (AA Gym)*

## ***PERSEMBAHAN***

Ayah dan Ibu yang selalu menjadi pelita di saat gelap

mulai menyapa.. tiada hal terindah yang ku miliki selain

cinta kasih Ayah dan Ibu... Kakak-kakakku yang tercinta..

Serta untuk Adik-adikku yang manis.. kakak sayang kalian

Keluarga Besar yang selalu mendoakan..

Kepada Almamater tercintaku Prodi Biologi Fakultas Sains

dan Teknologi “kampus yang penuh inspirasi dan

perjuangan”, kampus UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang

sangat menyentuh pikiranku untuk selalu belajar dan

berjuang.... aku bangga jadi bagianmu....

Skripsi ini adalah sebuah ‘karya’ terindah yang ku

persesembahkan, semoga dapat menjadi sebuah ‘karya’ yang

bermanfaat...

## **KATA PENGANTAR**

Segala puji dan syukur atas kehadirat Allah SWT, Sang Maha Kuasa, karena hanya dengan Rahmat dan Taufik-Nya lah skripsi ini bisa diselesaikan. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita Baginda Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat, yang telah membawa kita dari zaman jahiliyah menuju zaman islamiyah, zaman kebenaran yang terang , yang telah membuka jalan keselamatan bagi umat manusia yang semoga cahayanya tidak redup akan perkembangan zaman. Amiin...

Alhamdulillah, penulis telah menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Hal ini tak lepas dari peran semua pihak yang ikut serta membantu dalam penyelesaian skripsi ini. Maka dari itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua penulis, (Ayah dan Ibu), Kakak dan adek yang selalu memberikan motivasi dan inspirasi serta semangat juang selama penulis menuntut ilmu. Tetes keringat yang menetes takkan kubiarkan menetes begitu saja.
2. Bapak Prof.H. Akh. Minhaji, MA.,Ph.D. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Anti Damayanti H.,S.Si, M.MolBio selaku dosen PA yang tiada henti memberikan bimbingan dan arahan selama perkuliahan.

4. Ibu Arifah Khusnuryani, M.Si dan Ibu Jumailatus Sholihah, M.Biotech selaku dosen pembimbing yang tiada lelah memberikan banyak bimbingan serta bantuan kepada penulis selama pelaksanaan dan penyusunan laporan penelitian yang InsyaAllah bermanfaat bagi penulis.
5. Ibu Erny Qurotul Ainy, M.Si yang telah memberikan banyak motivasi dan bimbingan
6. Ibu Lela Sulistyawati, M.Si yang telah banyak memberikan motivasi kepada penulis.
7. Bapak dan Ibu Dosen Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga, terimakasih ilmu dan pengalamannya.
8. Maz Mirza atas segala dukungannya.
9. Ustadz dan Ustadzah Al Ihsan yang sabar. Terimakasih kesabarannya
10. Sahabat-sahabat Al Ihsan tercinta yang selalu memberi semangat dan motivasi, kita semua luar biasa.
11. Semua teman di Latansa (Besti, Rahma, Mb Upik, Elis, Ndut Ira, Mb Ajeng dkk). Terimakasih pengalaman hidupnya.
12. Sahabat Meida, Wulan, Ririn, Dilla, Oneng, Iza, Dewox, mbk mbul Rina, dan sahabat seperjuangan “Fenol”.
13. Sahabat-sahabat Gabinas 2010 yang selalu semangat dan ceria.
14. Mb Eko, Mb Ethik, Mb Anif, dan penghuni Lab Mikro yang selalu berbagi pusing dan ceria.
15. Sahabat Gemoetris, Maz Imam, Maz Ramli, Pujo, mb Maida, Resty, Rara Chan terimakasih untuk semangat dan doa.

16. Sahabat XII IPA 3 SMA NU Al Ma'ruf Kudus. Tetap semangat kawan.
17. Bapak-bapak Satpam Saintek yang baik hati.
18. Semua pihak yang telah memberikan manfaat dan turut membantu dalam memberikan motivasi dan doanya.

Semoga kebaikan dan keikhlasan pihak-pihak yang terkait tersebut mendapat balasan dari Allah SWT, amin. Penulis menyadari bahwa karya ini sungguh jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna kesempurnaan karya ini.

Akhirnya penulis berharap semoga karya ini dapat bermanfaat bagi semua pihak serta dapat menambah khazanah pengetahuan, Amin.

Yogyakarta, 2015

Penulis

**STUDY ON GROWTH AND PHENOL DEGRADATION BY SINGLE AND  
MIXED CULTURES OF BACTERIA ISOLATE HOSPITAL WASTE,  
WASTE LAND TEXTILE AND PEAT**

**by:**

**Muhazaroh**

**10640043**

**ABSTRACT**

Phenol is a toxic and carcinogenic contaminant compound. It present is not only in textile waste, but also in hospital waste and peat soil. The dumping of untreated phenol waste directly into the environment can pollute the environment and threaten the existence of living things around. The observation on phenol degradation in previous research has obtained 7 isolates of phenol degrading bacteria from textile waste, hospital waste and peat soil. This study is aimed to determine antagonism among the 7 isolates and determine the ability of their growth and degradation of phenol, either by single culture or mixture isolates from hospital wastewater, textile waste and peat soil. The antagonist test was conducted using paper disc. The degradation test was performed by inoculating isolates into Ramsay media containing 300 ppm phenol. Bacterial growth was measured on isolates grown in TSB and Ramsay media containing 300 ppm phenol and incubated for 7 days. The phenol concentration and bacterial growth was measured every 24 hours. The result of phenol degradation test showed that the mixed culture of isolate 135 & 120 were able to degrade phenol more optimum than its single culture, while in TSB media, the mixed culture of isolate HG1 & SG3 has more optimum growth than its single culture. Therefore, the mixed cultures are predicted to have better ability of phenol degradation of fenol than single cultures.

**Keywords:** Phenol degradation, mixed cultures, single culture, the growth of bacteria

**KAJIAN PERTUMBUHAN DAN DEGRADASI FENOL OLEH KULTUR  
TUNGGAL DAN CAMPURAN ISOLAT BAKTERI DARI LIMBAH CAIR  
RUMAH SAKIT, LIMBAH TEKSTIL DAN TANAH GAMBUT**

**Oleh:**

**Muhazaroh**

**10640043**

**ABSTRAK**

Fenol adalah senyawa kontaminan yang bersifat toksik dan karsinogenik. Selain terdapat dalam limbah tekstil, fenol juga terdapat dalam limbah rumah sakit dan tanah gambut. Limbah fenol yang dibuang langsung ke lingkungan tanpa pengolahan dapat mencemari lingkungan dan dapat mengancam keberadaan makhluk hidup di sekitarnya. Hasil uji degradasi fenol pada penelitian sebelumnya didapatkan 7 isolat bakteri yang mampu mendegradasi fenol dari limbah cair rumah sakit, limbah tekstil dan tanah gambut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antagonisme antar 7 isolat tersebut serta mengetahui kemampuan pertumbuhan dan degradasi fenol oleh kultur tunggal dan campuran isolat bakteri pendegradasi fenol dari limbah cair rumah sakit, limbah tekstil dan gambut. Uji antagonis dilakukan dengan metode kertas cakram. Uji degradasi dilakukan dengan menginokulasikan isolat ke dalam media Ramsay yang mengandung fenol 300 ppm. Pertumbuhan bakteri dilakukan dengan menginokulasikan isolat ke dalam media TSB dan Ramsay yang mengandung fenol 300 ppm. Selanjutnya diinkubasi selama 7 hari. Setiap 24 jam dilakukan pengukuran konsentrasi fenol dan pertumbuhan bakteri. Hasil uji degradasi fenol menunjukkan kultur campuran isolat 135+120 mampu menurunkan fenol dan mengalami pertumbuhan lebih optimum pada medium Ramsay-fenol 300 dibandingkan dengan kultur tunggal, sedangkan pertumbuhan pada medium TSB kultur campuran HG1+SG3 mengalami pertumbuhan yang lebih optimum dibandingkan dengan kultur tunggal, sehingga kultur campuran lebih baik untuk degradasi fenol.

**Kata Kunci : Degradasi fenol, kultur campuran, kultur tunggal,  
pertumbuhan bakteri**

## **DAFTAR ISI**

Halaman

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN KEASLIAN.....	iv
HALAMAN MOTTO .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
ABSTRAK .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	4
C. Tujuan Penelitian .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Fenol.....	6
B. Limbah Cair Rumah Sakit.....	9
C. Limbah Cair Tekstil .....	10

D. Tanah Gambut.....	12
E. Biodegradasi Fenol.....	14
F. Pertumbuhan Bakteri.....	21
BAB III METODE PENELITIAN.....	24
A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	24
B. Alat dan Bahan.....	24
C. Prosedur Penelitian.....	25
1. Uji Antagonis .....	25
2. Pengukuran Petumbuhan dan Degradasi Fenol .....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	28
A. Hasil .....	28
B. Pembahasan .....	37
BAB V.....	47
A. Kesimpulan .....	47
B. Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA .....	48
LAMPIRAN .....	54

## **DAFTAR TABEL**

	Halaman	
Tabel 1.	Diameter zona bening yang terbentuk pada uji antagonis antar isolat bakteri pendegradasi fenol.....	28
Tabel 2.	Hasil pengamatan pertumbuhan bakteri sebagai kultur tunggal dan campuran yang ditumbuhkan dalam media TSB.....	29
Tabel 3.	Penurunan fenol oleh kultur tunggal dan campuran isolat bakteri pendegradasi fenol pada media Ramsay yang mengandung fenol.....	32
Tabel 4.	Hasil pengamatan pertumbuhan oleh kultur tunggal dan campuran selama proses degradasi fenol yang ditumbuhkan dalam media Ramsay-fenol 300 ppm.....	33

## **DAFTAR GAMBAR**

Halaman

Gambar 1. Struktur fenol.....	7
Gambar 2. Skema dua lintasan biodegradasi fenol secara aerobic .....	16
Gambar 3. Kurva pertumbuhan mikroba .....	22
Gambar 4. Cara menghitung rata-rata zona bening .....	26
Gambar 5. Grafik pertumbuhan isolat HG1,SG3 dan 135 sebagai kultur tunggal dan campuran pada media TSB.....	30
Gambar 6. Grafik pertumbuhan isolat HP3 dan TA6, sebagai kultur tunggal dan campuran pada media TSB.....	30
Gambar 7. Grafik pertumbuhan isolat 135 dan TA6 sebagai kultur tunggal dan campuran pada media TSB.....	30
Gambar 8. Grafik pertumbuhan isolat 135 dan 120 sebagai kultur tunggal dan campuran pada media TSB.....	31
Gambar 9. Grafik penurunan fenol OD ( $\lambda=750$ nm) pada kultur tunggal dan campuran isolat HG1, SG3 dan 135 dalam media Ramsay-fenol 300 ppm.....	34
Gambar 10. Grafik pertumbuhan kultur tunggal dan campuran isolat HG1, SG3 dan 135 dalam media Ramsay-fenol 300 ppm.....	34
Gambar 11. Grafik penurunan fenol OD ( $\lambda=750$ nm) pada kultur tunggal dan campuran isolat HP3 dan TA6 dalam media Ramsay-fenol 300 ppm.....	34
Gambar 12. Grafik pertumbuhan kultur tunggal dan campuran isolat HP3 dan TA6 dalam media Ramsay-fenol 300 ppm.....	35
Gambar 13. Grafik penurunan fenol OD ( $\lambda=750$ nm) pada kultur tunggal dan campuran isolat 135 dan TA6 dalam media Ramsay-fenol 300 ppm.....	35
Gambar 14. Grafik pertumbuhan kultur tunggal dan campuran isolat 135 dan TA6 dalam media Ramsay-fenol 300 ppm.....	35

Gambar 15. Grafik penurunan fenol OD ( $\lambda=750$ nm) pada kultur tunggal dan campuran isolat 135 dan 120 dalam media Ramsay-fenol 300 ppm.....	36
Gambar 16. Grafik pertumbuhan kultur tunggal dan campuran isolat 135 dan 120 dalam media Ramsay-fenol 300 ppm.....	36
Gambar 17. Zona bening yang terbentuk pada uji antagonis.....	38
Gambar 18. Kultur isolat tunggal pada media TSB .....	54
Gambar 19. Kultur isolat campuran pada media TSB .....	54
Gambar 20. Kultur isolat tunggal pada media Ramsay-fenol 300 ppm.....	55
Gambar 21. Kultur isolat campuran pada media Ramsay-fenol 300 ppm .....	55

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### A. Latar Belakang

Pesatnya perkembangan teknologi baik di negara maju maupun negara berkembang selalu dihadapkan dengan masalah pencemaran lingkungan. Hal ini bisa dilihat dari meningkatnya jumlah limbah yang dihasilkan. Selain itu, bentuk dan sifat dari limbah itu sendiri juga semakin meningkat sesuai dengan jenis limbah yang dihasilkan dari proses industri, ada yang berupa limbah padat, cair maupun gas. Limbah yang dihasilkan mempunyai potensi yang dapat membahayakan masyarakat dan lingkungan. Fenol merupakan salah satu senyawa kontaminan yang akhir-akhir ini menjadi permasalahan penting dalam pencemaran lingkungan dan kesehatan manusia (Waluyo, 2009).

Fenol adalah senyawa kontaminan yang bersifat toksik dan karsinogenik. Kontaminasi fenol di lingkungan berasal dari udara dan air buangan proses produksi, serta penggunaan, dan pembuangan produk-produk yang mengandung fenol. Limbah industri yang banyak mengandung fenol diantaranya berasal dari industri kimia, petrokimia, farmasi, tekstil, dan baja. Selain terdapat dalam limbah industri, fenol juga terdapat pada tanah gambut dan limbah rumah sakit (Waluyo, 2009).

Pengolahan limbah fenol yang tidak sesuai menyebabkan timbulnya permasalahan lingkungan yang mengakibatkan terganggunya kesehatan

organisme di sekitarnya. Oleh sebab itu, usaha untuk mengatasi limbah yang terus meningkat sangat diperlukan (Slamet, 2007).

Berdasarkan hal tersebut diperlukan alternatif teknologi pengolahan limbah cair yang baik, berwawasan lingkungan, serta mudah diterapkan di masyarakat. Salah satunya ialah penggunaan bakteri potensial perombak polutan untuk membantu pembersihan area yang tercemar produk-produk polutan berbahaya, yang dikenal dengan teknologi bioremediasi. Teknik bioremediasi ini dianggap lebih mudah, cepat, murah dan efisien.

Kelompok bakteri tertentu ada yang mampu beradaptasi secara genetik dan metabolismik terhadap fenol, sehingga mampu bertahan hidup di lingkungan yang tercemar fenol. Komunitas bakteri tersebut menunjukkan sifat metabolisme yang tidak teracuni oleh fenol karena fenol dapat digunakan sebagai sumber karbon bagi pertumbuhannya. Kemampuan penggunaan fenol menyebabkan komunitas bakteri tersebut dijadikan sebagai agen bioremediasi senyawa fenol, baik yang berasal dari limbah industri, rumah sakit maupun dari tanah gambut sehingga mendukung proses biodegradasi lingkungan (Giyatmi, 2003).

Kelebihan penggunaan bakteri dalam proses degradasi fenol yaitu bakteri memiliki kemampuan menyesuaikan diri yang besar terhadap lingkungan, tidak memerlukan tempat yang besar untuk tumbuh, sehingga mudah ditumbuhkan dalam media buatan dan tingkat pembrikannya relatif cepat (Rustamsjah, 2006). Selain itu pula bakteri dapat membentuk komunitas sel yang terstruktur dan saling menempel. Bakteri-bakteri

tersebut mampu memproduksi matriks polimer dan mampu melekat pada permukaan biologis maupun benda mati yang disebut biofilm (Varhimoet al., 2011). Dengan membentuk biofilm inilah bakteri mampu bertahan hidup di lingkungan yang ekstrim yang mengandung bahan toksik yang diantaranya adalah fenol.

Firman Allah SWT dalam Qur'an Surat Al-Furqon ayat 2:

الَّذِي لَهُ مُلْكُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُنْ لَهُ شَرِيكٌ  
فِي الْمُلْكِ وَخَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ فَقَدَرَهُ وَتَقْدِيرًا

Artinya: *Yang kepunyaan-Nya yang memiliki kerajaan langit dan bumi, dan Dia tidak mempunyai anak, dan tidak ada sekutu bagi-Nya dalam kekuasaan(Nya), dan dia telah menciptakan segala sesuatu, dan Dia menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya.(Q.S Al Furqon:2)*

Ayat tersebut menjelaskan bahwa segala sesuatu yang diciptakan Allah SWT mempunyai sifat-sifat dan fungsinya masing-masing dalam hidup. Di bumi ini terdapat keanekaragaman organisme baik yang makro ataupun mikro yang tiap-tiap individu tersebut dapat menunjukkan karakteristik berdasarkan sifat dan fungsinya. Salah satunya adalah bakteri yang berperan dalam proses degradasi polutan.

Di alam, terdapat interaksi antar organisme termasuk interaksi yang terjadi antar bakteri. Interaksi tersebut ada yang bersifat sinergisme dan

ada yang bersifat antagonisme. Interaksi yang terjadi berpengaruh terhadap keberlangsungan hidup bakteri tersebut.

Pada kultur campuran bakteri akan terjadi dua kemungkinan yang dapat berpengaruh pada proses bioremidiasi yaitu sinergisme dan antagonisme. Proses sinergisme pada kultur campuran dapat meningkatkan proses degradasi (Aditiawati, 2001). Adanya kerjasama metabolismik antar strain bakteri dapat meningkatkan biodegradasi dan mereduksi toksitas bahan organik kompleks (O'Toole, 2000) dan sebaliknya jika antagonisme akan terjadi penurunan proses bioremidiasi.

Pada penelitian sebelumnya (Harfatmanesh *et al*, 2007) dilaporkan bahwa penggunaan kultur campuran bakteri pada proses degradasi minyak bumi dapat meningkatkan proses degradasi minyak bumi. Hal tersebut disebabkan pada kultur campuran terjadi interaksi antar bakteri yang bersifat saling mendukung pertumbuhan bakteri lain sehingga dapat meningkatkan proses degradasi minyak bumi.

Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan usaha biodegradasi secara efektif terhadap fenol dengan melibatkan peran komunitas bakteri. Salah satunya yaitu dengan memanfaatkan bakteri-bakteri *indigenous* pendekradasi fenol yang berasal dari lingkungan yang mengandung fenol, yaitu dari limbah cair rumah sakit, limbah tekstildantanah gambut sebagai agen bioremidiasi dalam mengurangi bahaya yang ditimbulkan dari fenol.

**B. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana hubungan antagonisme antar isolat bakteri pendegradasi fenol dari limbah cair rumah sakit, limbah tekstil, dan tanah gambut ?
2. Bagaimana kemampuan pertumbuhan kultur tunggal dan kultur campuran isolat bakteri pendegradasi fenol dari limbah cair rumah sakit, limbah tekstil, dan tanah gambut ?
3. Bagaimana kemampuan degradasi fenol oleh kultur tunggal dan kultur campuran isolat bakteri pendegradasi fenol dari limbah cair rumah sakit, limbah tekstil, dan tanah gambut ?

**C. Tujuan**

1. Untuk mengetahui hubungan antagonisme antar isolat bakteri pendegradasi fenol dari limbah rumah sakit, limbah tekstil, dan tanah gambut.
2. Untuk mengetahui kemampuan pertumbuhan oleh kultur tunggal dan campuran isolat bakteri pendegradasi fenol dari limbah cair rumah sakit, limbah tekstil, dan tanah gambut.
3. Untuk mengetahui kemampuan degradasi fenol oleh kultur tunggal dan campuran isolat bakteri pendegradasi fenol dari limbah rumah sakit, limbah tekstil, dan tanah gambut.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak semua isolat bakteri mempunyai sifat antagonis terhadap isolat lainnya, sehingga dapat bersifat sinergis. Adanya sinergi ini akan meningkatkan pertumbuhan dan degradasi fenol pada kultur campuran. Pada media TSB, beberapa kultur campuran memiliki pertumbuhan yang lebih optimum dari kultur tunggal. Pertumbuhan dan penurunan fenol OD ( $\lambda=750$  nm) pada medium Ramsay-fenol oleh kultur campuran 135+120 menunjukkan nilai OD yang paling rendah dibandingkan dengan nilai OD pada kultur tunggal, sehingga kultur campuran lebih baik untuk degradasi fenol.

#### B. Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk meningkatkan kemampuan degradasi fenol pada isolat pendekomposisi fenol sebelum diaplikasikan dalam skala *pilot plant*. Saran yang diajukan antara lain melakukan uji aktivitas pembentukan biofilm baik pada kultur tunggal maupun kultur campuran.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abd-El-Haleem D *et al.* 2003. Effects of mixed nitrogen sources on biodegradation of phenol by immobilized *Acinetobacter* sp. strain W-17. *Afr J Biotechnol* 2:8-12.
- Aditiawati,P.,Pikoli,M.R., Indriani, A.D. 2001. *Isolasi Bertahap Bakteri Pendegradasi Minyak Bumi dari Sumur Bangko.* Proceeding Simposium Nasional IATMI. ITB:Bandung
- Afzal M, Iqbal S, Rauf S, Khalid ZM. 2007. Characteristics of phenol biodegradation in saline solutions by monocultures of *Pseudomonas aeruginosa* and *Pseudomonas pseudomallei*. *J Hazard Mat* 149:60- 66.
- Agarry SE, Durojaiye AO, Yusuf RO, Aremu MO. 2008. Biodegradation of phenol in refinery wastewater by pure cultures of *Pseudomonas aeruginosa* NCIB 950 and *Pseudomonas fluorescens* NCIB 3756. *Int J Environment and Pollution* 32:3-11.
- Agus, F dan I.G. Subiksa. 2008. Lahan Gambut : Potensi untuk Pertanian dan Aspek Lingkungan.Balai Penelitian Tanah. Badan Litbang Pertanian.*World Agroforestry Centre. Bogor-Indonesia*
- Akmal. 2010. Biodegradation of Phenol Compound in Textile Industry Wastewater by *Candida tropicalis*. Bogor:IPB
- Amer RA. 2008. New isolated *Pandoraea* sp. capable of phenol biodegradation. *Research Journal of Microbiology* 3: 622-629.
- Andrianto,R. 2002. Pengolahan Limbah Cair Industri. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, Vol 1 (3) 2002: 65-71
- Annadurai G, Ling LY, Lee JF. 2007. Biodegradation of phenol by *Pseudomonas pictorum* on immobilized with chitin. *Afr J Biotechnol* 6:296-303.
- Khusnuryani,A. 2011. *Isolasi Bakteri Pendegradasi Fenol dari Limbah Cair Rumah Sakit, Limbah Tekstil dan Tanah Gambut.* Tidak dipublikasikan
- Arwiyanto T, Goto M, Tsuyumu S, Takikawa Y. 1994. Biological control of bacterial wilt of tomato by an avirulent strain of *Pseudomonas solanacearum* isolated from *Strelitzia reginae*. *Ann Phytopath Soc Japan* 60:421-430.
- Atlas, Ronald M. 2005. *Handbook of media for environmental microbiology*, 2nd ed. ISBN 0-8493-3560-4. CRC Press
- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). 2008. *Toxicological profile for phenol.* <http://www.eco-usa.net/toxics/phenol.html>. 27 November 2013

- Basha,K.M.D. Aravindan R. Vivuthagiri T. 2010. Recent Advances in The Biodegradation of Phenol : *Asian J Exp. Biol. Sci*, Vol 1 (2) 2010: 219-234
- BBP2SLP (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian). 2008. Pemanfaatan dan Konservasi Ekosistem Lahan Rawa Gambut di Kalimantan. *Pengembangan Inovasi Pertanian* 1(2): 149-156
- Bergauer P, Fonteyne PA, Nolard N, Schinner F, Margesin R. 2005. Biodegradation of phenol and phenol-related compounds by psychrophilic and cold-tolerant alpine yeasts. *Chemosphere* 59:909-918.
- Buckle, Edwars, Fleet dan Wotton. 2007. *Ilmu Pangan*. Jakarta : UI Press
- Chen YX, Liu H, Chen HL. 2003. Characterization of phenol biodegradation by *Comamonas testosteroni* ZD4-1 and *Pseudomonas aeruginosa* ZD4-3. *Biomedical and Environmental Sciences* 16:163-172.
- Damahuri, E. 1994. *Minimalisasi Limbah Domestik, Pelatihan Minimalisasi Limbah B3*. PPLH: ITB.
- Dwijoseputro. 2005. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta : Djambatan
- Ehrlich, H. L., and C. L. Brierly. 1990. *Microbial Mineral Recovery*. McGraw-Hill, Inc. R.R. Donnelley & Sons Company. USA. 454 p.
- El-Naas M, Al-Muhtaseb SA, Makhlof S. 2009. Biodegradation of phenol by *Pseudomonas putida* immobilized in polyvinyl alcohol (PVA) gel. *J Hazard Mat* 164:720-725
- Fessenden, Ralph J., Joan.S. Fessenden. 1983. *Kimia Organik*. Jakarta: Erlangga
- Gandjar I, Sjamsuridzal W, Oetari A. 2006. *Mikologi Dasar dan Terapan*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia
- Geng A, Soh AEW, Lim CJ, Loke LCT. 2006. Isolation and characterization of a phenol-degrading bacterium from an industrial activated sludge. *Appl Microbiol Biotechnol* 71:728-735.
- Ghazali, M.F., Zaliha, N.R., Abdul, R.N., Salleh, A.B., dan Basri, M. 2004. *Biodegradation of Hidrocarbons in Soil by Microbial Consortium*. International Biodeterioration and Biodegradation. 54: 61-67.
- Giyatmi. 2003. *Efektivitas Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit Dokter Sarjito Yogyakarta terhadap Pencemaran Radioaktif*. Pasca Sarjana UGM. Yogyakarta

- Gurujeyalakshmi G, Oreil P. 2000. Isolation of phenol-degrading *Bacillus stearothermophilus* and partial characterization of the phenol hydroxylase. *Appl Environ Microb* 55:500-502.
- Handayani. 2008. Kandungan Lahan Gambut. *Litbang Pertanian* 7(8):120
- Herfatmanesh, A., Minai, and D.Tehrani. 2007. Biodegradation of Aliphatic and Aromatic Fractions of Heavy Crude Oil-Contaminated Soil: A Pilot Study. *Bioremediation Journal.*, 11 (2): 71-79.
- Irianto, Koes.2006. *Mikrobiologi: Mengukur Dunia Mikroorganisme*. Bandung : CV. Yrama Widya
- Jiang Y, Wen J, Bai J, Wang D, Hu Z. 2006a. Phenol biodegradation by the yeast *Candida tropicalis* in the presence of m-cresol. *Biochemical Engineering Journal* 29: 27-234. <http://www.sciencedirect.com> [26 Agustus 2014].
- Kepmen LH No. KEP-51/MENLH/10/1995. Diakses pada 20 Januari 2015
- KLHRI (Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia). 2003. *Pengolahan dan Pemanfaatan Limbah Tekstil*.<http://www.menlh.go.id/usahakecil/index-view.php?sub=7>. Diakses pada 27 November 2013.
- Kuo-Ling H, Lin B, Yu-You C, Duu-Jong L. 2009. Biodegradation of phenol using *Corynebacterium* sp. DJ1 aerobic granules. *Bioresource Technology* 100: 5051–5055.
- Leahly JG, Colwell RR. 2000. Microbial degradation of hydrocarbon in the environment. *Microb Rev* 54:305-315.
- Lowry, Madan, Nagami, Adimulan, Sreenivasulu, Kuruva dan Soligalla Rupadevi. 2009. Isolation and Characterization of Phenol Degrading Soil Bacteria *Xanthobacter flavus*. *Jurnal Bioremediasi* Vol:13
- Marinova d, Ribarova F, Atanasova M. 2005. *Total Phenolics and Flavonoids in Bulgarian Fruits and Vegetables*. Univ chem tech metall
- Meitiniarti, V. Irene., Soetarto, Endang S., Sugiharto, Eko., Timotius, Kris Herawan. 2008. Optimum Concentration of Glucose and Orange II for Growth and Decolorization of Orange II by *Enterococcus faecalis* ID6017 under Static Culture. *Microbiology Indonesia*. **Vol. 2** pp 73-78
- Metcalf dan Eddy. 2004. *Wastewater Engineering, 4th edition*. New York: Mc Graw Hill Internatioal Editions.
- Munir, Erman. 2006. *Pemanfaatan Mikroba dalam Bioremediasi*. Medan: Fakultas MIPA. Universitas Sumatera Utara.

- Nair CI, Jayachandran K, dan Shashidar S. 2008. Biodegradation of Phenol. *African Journal of Biotechnology*7:4951-4958
- Nagami, Adimulan. 2009. Biodegradation of Phenol by *Rhodococcus coprophilus* Isolated from Half-dried Soil Samples Pali, Rajasthan. *International Journal Applied Environmental Science.*
- Nugroho, A. 2006. Biodegradasi Sludge Minyak Bumi dalam Skala Mikrokosmos: Simulasi Sederhana Sebagai Kajian Awal Bioremediasi Land Treatment. Jurnal Makara Teknologi. Vol.10, no. 2: 82-89 hlm.
- Ojumu TV, Bello OO, Sonibare JA, Solomon BO. 2005. Evaluation of microbial systems for bioremediation of petroleum refinery effluents in Nigeria. *Afr J Biotechnol*4: 31-35.
- O'Toole, G.A. 2003. To Build a Biofilm. *J. Bacteriol.* 185 (9)
- Pengelly A. 2004. *The Constituents of Medical Plants.* 2 nd Edition. allen & unwin, Crows Nest
- Radojevics', M. and B. N. Vladimir. 1999. *Practical Environmental Analysis The Royal Society of Chemistry.* Cambridge
- Rustamsjah. 2006. Rekayasa Biodegradasi Fenololeh *Pseudomonas aeruginosa*. Tesis. ITB
- Santoso, S. 2004. *Kemampuan Candida sp. ICBB 1167 dan Pseudomonas sp. ICBB 1170 dalam mendegradasi fenol pada limbah industri tekstil. Skripsi.* Bogor: Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Saravanan P, Pakshirajan K, Saha P. 2008b. Kinetics of phenol and m-cresol biodegradation by an indigenous mixed microbial culture isolated from a sewage treatment plant. *J Environ Sci* 20: 1508-1513.
- Shuler ML, Kargi F. 2002. *Bioprocess Engineering: Basic Concepts*2nd Edition. New York: Prentice Hall
- Slamet, Juli Soemirat. 2007. *Kesehatan Lingkungan.* Yogyakarta : UGM Press
- Stehlickova L, Svab M, Wimmerova L, Kozler J. 2009. Intensificationof phenol biodegradation by humic substances. *Int Biodeterior Biodegrad* 63:923-927.
- Sumarsih, Sri. 2003. *Mikrobiologi Dasar.* Yogyakarta : UPN
- Suryanto, D. 2003. *Biodegradasi Aerobik Senyawa Hidrokarbon Aromatik Monosiklis oleh Bakteri.* Artikel ilmiah. Medan: FMIPA Universitas Sumatera Utara.

- Suthersan, S.S. 1999. In Situ Bioremediation. In: Remediation Engineering: *Design Concepts*.Ed. Boca Raton.36 p
- Tafuri, A.D. 2004. Nutritions of Microorganism. *Microbial Biotechnol USA* 91:453-457
- Tsai, sun-chi. 2005. An isolated *Candida albicans* TL3 capable of degrading phenol at large concentration.*Biosci. Biotechnol. Biochem* Vol:64
- Udiharto, M. 2000. *Aktivitas Mikroba Dalam Degradasi Minyak Bumi*. Dalam Precedings. Diskusi Ilmiah VII hasil penelitian Lemigas. Jakarta: 711
- USDA (United States Department of Agriculture). 1999. Soil Taxonomy 2nd Edition. US. <http://www.nrcs.USDA.gov>. 28 November 2013.
- Varhimo E, P Varmanen, A Fallarero, M Skogman, S Pyorala, A Livanainen, A Sukura, P Vourela and K Savijoki. 2011. *Alpha-and-casein Component of Host Milk Induce Biofilm Formation in The Mastitis Bacterium Streptococcus uberis*. Vet Mic 149: 381-389
- Walsh, J.B. 1999. *A Feasibility Study of Bioremediation in a Highly Organic Soil*. Master Thesis. Worcester Polytechnic Institute. 75 p.
- Waluyo, L. 2009. *Mikrobiologi Lingkungan*. Malang: UMM Press
- Wei, Merle, E. O., H. Ceri, W. Douglas, Morck, A.G. Buret, and R. R. Read, 2002. Formation and Comparative Susceptibility to Antibiotics. *Canadian Veterinary Res.*, 66:2, pp:86–92.
- Widyati dan Rostiwati. 2010. *Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Mutiara Sumber Widya
- Wignyanto, Hidayat dan Alfia. 2005. Bioremidiasi Limbah Cair Sentra Industri Tempe Sanan (Kajian Pengaturan Kecepatan Aerasi dan Waktu Inkubasi). *Jurnal Teknologi Pertanian* Vol. 10 No. 2 : 123 – 135.
- Yunani,Wenny, Nurlela, Aswi dan Astari. 2002. *Aplikasi Tablet Bakteri Penghancur Phenol dalam Penanganan Limbah Cair Industri*. Laporan Teknik. Penelitian Teknologi Bahan Baru dan Energi Benih.
- Yudono B.,dkk. 2008. *Kegiatan Pengolahan Tanah Terkontaminasi Minyak Bumi Secara Biologis (Bioremediasi) Lokasi Sei Lilin Field Jambi*. PT Pertamina EP Region Sumatera kerja sama dengan PPLH UNSRI. Tidak dipublikasikan.

Yudono, B. 2011. *Sinergi Bakteri Tanah dan Tanaman Pada Proses Bioremediasi Tanah Terkontaminasi Minyak Bumi*. Universitas Sriwijaya. Palembang

Zhang, X., Gao, P., Chao, T., Wang, L., Senior, E., Zhao, L. 2004. Microdeversity Phenol Hydroxylase Gene between Phenol - Degrading isolates of *Alcaligenes sp.* *Journal Microbiol Lett fetus* Vol: 237

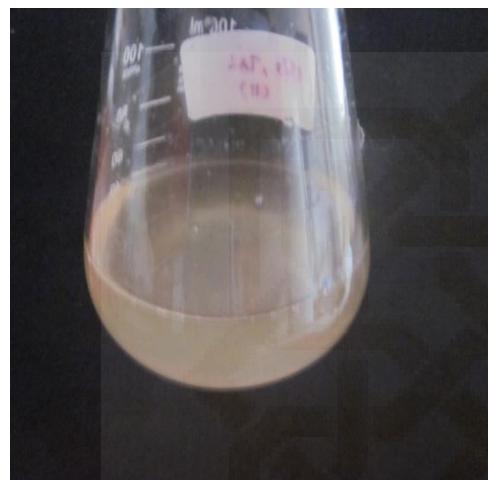
## LAMPIRAN I

Tabel 5. Hasil pengamatan nilai OD ( $\lambda=600$  nm) pada pengukuran pertumbuhan kultur tunggal dan campuran isolat bakteri pendegradasi fenol pada media TSB

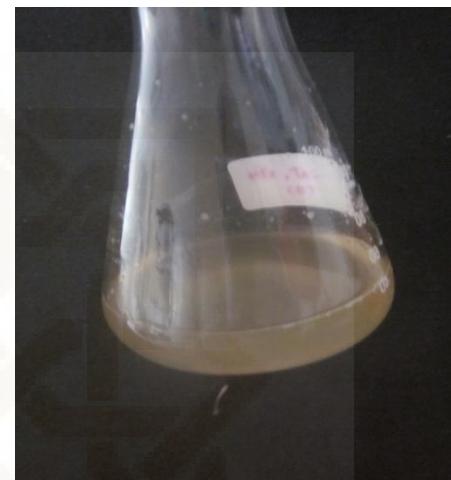
Isolat	Nilai OD ( $\lambda=600$ nm) pada hari ke-						
	1	2	3	4	5	6	7
HP3	1,597	0,258	0,249	0,231	0,204	0,251	0,250
TA6	0,976	0,574	0,471	0,536	0,597	0,597	0,849
SG3	2,424	0,532	0,410	0,636	0,703	0,618	0,679
HG1	2,564	0,705	0,083	0,680	1,172	0,960	0,803
135	2,992	0,826	0,722	0,792	1,070	1,190	1,134
120	1,659	0,232	0,259	0,217	0,264	0,242	0,247
135+HG1	2,975	0,760	1,133	0,806	0,993	1,096	0,827
135+SG3	2,819	0,588	0,599	0,492	0,766	0,708	0,737
HG1+SG3	2,648	0,701	0,698	0,836	0,777	0,945	1,128
135+HG1+SG3	2,931	0,838	0,708	0,413	0,878	1,033	0,696
HP3+TA6	01,153	0,240	0,634	0,212	0,240	0,252	0,291
135+TA6	3,097	0,945	0,720	0,606	0,708	0,619	0,708
135+120	2,989	1,013	0,854	0,810	0,830	0,798	0,820

## LAMPIRAN II

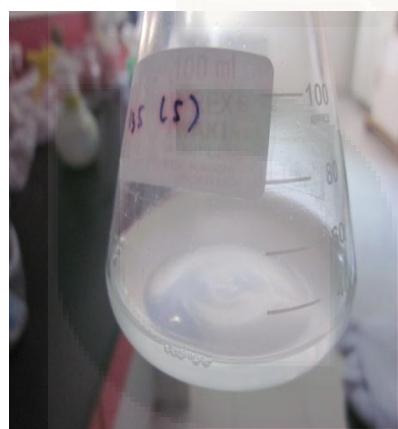
Inokulasi isolat pada media Ramsay-fenol 300 ppm dan TSB



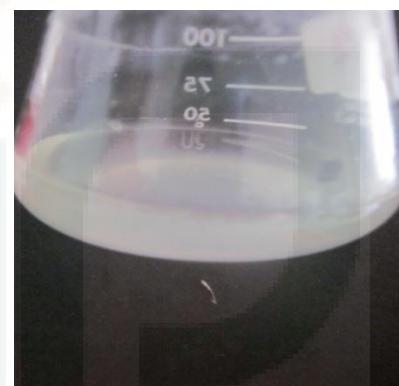
Gambar 18. Kultur isolat tunggal pada media TSB



Gambar 19. Kultur isolat campuran pada media TSB



Gambar 20. Kultur isolat tunggal pada media Ramsay-fenol



Gambar 21. Kultur isolat campuran pada media Ramsay-fenol

### LAMPIRAN III

#### Komposisi media

1. Komposisi media Ramsay (dalam 1 Liter media)
  - 2g NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>
  - 0,5 g KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>
  - 1 g K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>
  - 0,5 g MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O
  - 0,01g CaCl. 2 H<sub>2</sub>O
  - 0,1 gl KCl
2. Komposisi media TSB (*Trypticase Soy Broth*) (dalam 1 Liter media)
  - 3 g pepton soy meal
  - 5 g sodium chloride
  - 17 g pepton casein
  - 2,5 g dipotassium hydrogenophosphate
  - 2,5 g glukosa