

SKRIPSI

**PEMANFAATAN LUMPUR AKTIF UNTUK MENURUNKAN
SENG (Zn) DALAM LIMBAH CAIR PEWARNA INDIGOSOL
PADA INDUSTRI BATIK DENGAN PENAMBAHAN
BAKTERI INDIGENUS**

Disusun Oleh:
Novia Hertiyani
NPM: 120801276



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNOBIOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI
YOGYAKARTA
2016**

**PEMANFAATAN LUMPUR AKTIF UNTUK MENURUNKAN SENG (Zn)
DALAM LIMBAH CAIR PEWARNA INDIGOSOL PADA INDUSTRI
BATIK DENGAN PENAMBAHAN BAKTERI INDIGENUS**

SKRIPSI

Diajukan kepada Program Studi Biologi
Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta
guna memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh derajat S-1

Disusun oleh

Novia Hertiyani

NPM: 120801276



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNOBIOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI
YOGYAKARTA
2016**

PENGESAHAN

Mengesahkan Skripsi dengan judul :

**PEMANFAATAN LUMPUR AKTIF UNTUK MENURUNKAN SENG (Zn)
DALAM LIMBAH CAIR PEWARNA INDIGOSOL PADA INDUSTRI
BATIK DENGAN PENAMBAHAN BAKTERI INDIGENUS**

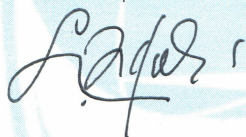
Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

Novia Hertiyani
NPM: 120801276

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
Pada hari Kamis, tanggal 18 Agustus 2016
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

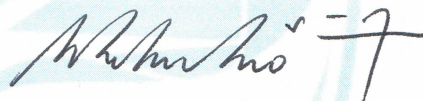
SUSUNAN TIM PENGUJI

Pembimbing Utama,



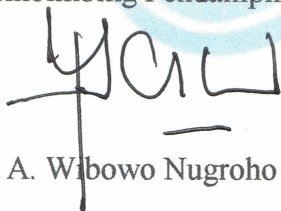
(Dra. L. Indah M Yulianti, M.Si)

Dosen Penguji,



(Drs. B. Boy Rahardjo Sidharta, M.Sc)

Pembimbing Pendamping,

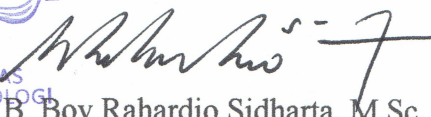


(Drs. A. Wibowo Nugroho Jati, M.S.)

Yogyakarta, 31 Agustus 2016

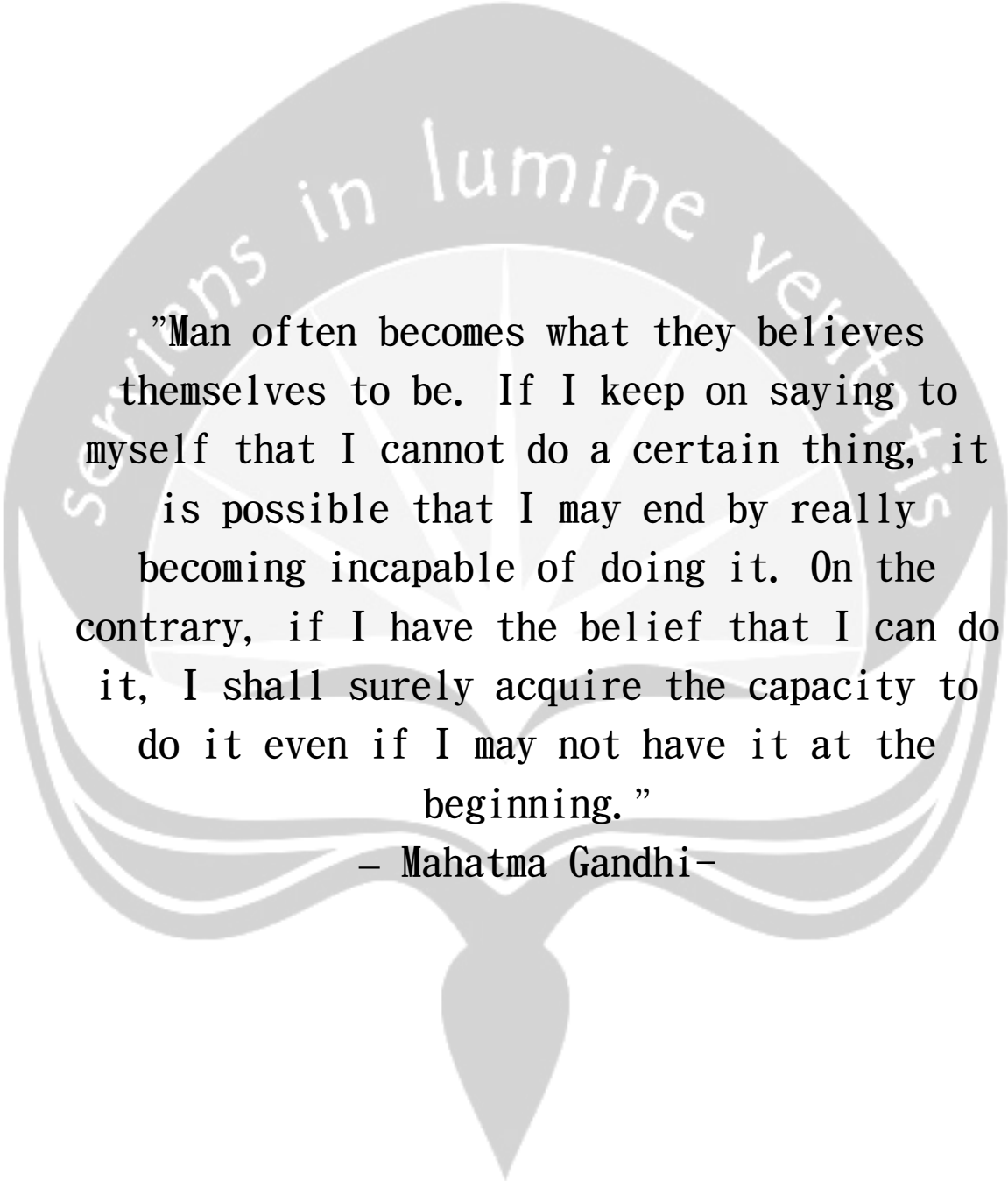
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNOBIOLOGI

Dekan,



Drs. B. Boy Rahardjo Sidharta, M.Sc

HALAMAN PERSEMBAHAN



”Man often becomes what they believes themselves to be. If I keep on saying to myself that I cannot do a certain thing, it is possible that I may end by really becoming incapable of doing it. On the contrary, if I have the belief that I can do it, I shall surely acquire the capacity to do it even if I may not have it at the beginning.”

– Mahatma Gandhi–

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Novia Hertiyani

NPM : 120801276

Judul Skripsi: **PEMANFAATAN LUMPUR AKTIF UNTUK MENURUNKAN SENG (Zn) DALAM LIMBAH CAIR PEWARNA INDIGOSOL PADA INDUSTRI BATIK DENGAN PENAMBAHAN BAKTERI INDIGENUS**

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul tersebut di atas adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan saya susun dengan sejujur-jujurnya berdasarkan norma akademik dan bukan merupakan hasil plagiat. Adapun semua kutipan di dalam skripsi ini telah saya sertakan nama penulisnya dan telah saya cantumkan ke dalam Daftar Pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan apabila di kemudian hari ternyata saya terbukti melanggar pernyataan saya tersebut, saya bersedia menerima sanksi akademik yang berlaku (dicabut predikat kelulusan dan gelar keserjanaan saya). Demikian pula apabila di kemudian hari terjadi plagiarisme terhadap naskah skripsi dengan judul tersebut, maka saya berhak menuntut pihak yang bersangkutan dengan sanksi hukum (pidana maupun perdata) dan sanksi akademik yang berlaku.

Yogyakarta, Juli 2016
Yang Menyatakan

Novia Hertiyani
120801276

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yesus Yang Maha Esa, atas limpahan anugerah, berkat, dan penyertaan-Nya yang tiada henti sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dengan lancar dan menyelesaikan naskah skripsi yang berjudul **“PEMANFAATAN LUMPUR AKTIF UNTUK MENURUNKAN SENG (Zn) DALAM LIMBAH CAIR PEWARNA INDIGOSOL PADA INDUSTRI BATIK DENGAN PENAMBAHAN BAKTERI INDIGENUS“**.

Pelaksanaan penelitian dan naskah skripsi ini dilakukan penulis untuk menyelesaikan tugas akhir dalam memperoleh gelar Sarjana Sains di Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Terlaksana dan terselesaikannya penelitian ini tentu saja tidak lepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dekan Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Ibu Dra. L. Indah Murwani Yulianti M.Si., selaku dosen pembimbing utama yang selalu senantiasa membimbing, memberikan saran dan pengarahan, serta motivasi bagi penulis dalam menyelesaikan penelitian dan naskah skripsi ini.
3. Bapak Drs. Alphonsus Wibowo Nugroho Jati M. S., selaku dosen pembimbing pendamping yang telah banyak memberikan bimbingan, saran, serta diskusi dengan penulis terkait penelitian dan naskah skripsi ini.

4. Bapak Drs. Bernardus Boy Rahardjo Sidharta, M.Sc., selaku dosen penguji dalam sidang skripsi yang telah memberikan banyak masukan untuk penulisan naskah skripsi ini.
5. Kedua orang tua penulis yaitu Mama Soeharti dan Papa Herman yang tidak pernah berhenti memberikan semangat, doa, cinta dan kasih sayang, serta dana kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penelitian dan naskah skripsi ini.
6. Ibu Hani Winotosastro selaku pemilik Batik Winotosastro beserta staf yang telah memberikan saran dan selalu setia membantu penulis dalam memperoleh limbah batik.
7. Ibu Nila Cakrawati, ST, M.Sc beserta staf Laboratorium Fisika, Kimia, Air Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit yang selalu dengan senang hati mengajarkan penulis proses pengukuran beberapa parameter.
8. Seluruh Dosen Fakultas Teknobiologi atas ilmu pengetahuan dan wawasan yang diberikan kepada penulis selama menempuh studi di Universitas Atma Jaya Yogyakarta, staff Tata Usaha Fakultas yang telah membantu urusan administrasi, serta staff laboratorium khususnya Mbak F. R. Sulistyowati, Bapak FX Widyo Hartanto, Mas Albertus A. Adirianto, Mbak C. Puput, dan Mas Wisnu yang telah banyak memberikan bantuan selama penelitian.
9. Teman – teman seperjuangan ABAH KECE (Angkatan Bahagia dan Kece) 2012, terutama teman-teman tercinta yang senantiasa

memberikan saran, bantuan, semangat, serta dukungan yaitu Santha, Dewi, Arum, Dayin, Anin, Inge, Leo, Alan, Memei, Vonnie, Vivin, Sim-sim, dan Grazia.

10. Kak Seco dan Kak Debby yang dengan sepenuh hati selalu bersedia berdiskusi dengan penulis, memberikan bimbingan, saran, dan juga referensi sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan naskah skripsi ini.

11. Berbagai pihak yang telah membantu penulis selama penelitian, memberikan saran, dan bimbingan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian beserta naskah skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa Naskah Skripsi ini merupakan hasil karya yang masih jauh dari sempurna. Maka dari itu, penulis sangat senang jika menerima kritik dan saran yang membangun. Akhir kata, penulis berharap semoga Naskah Skripsi ini bermanfaat bagi masyarakat luas dan dapat dikembangkan lebih lanjut oleh peneliti-peneliti muda yang berbakat.

Yogyakarta, Juli 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGAJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
INTISARI	xvi
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Keaslian Penelitian	6
C. Rumusan Masalah	8
D. Tujuan Penelitian	8
E. Manfaat Penelitian	9
II. TINJAUAN PUSTAKA	10
A. Deskripsi Batik dan Zat Pewarna	10
B. Karakteristik Limbah Cair Industri Batik	14
C. Dampak Limbah Cair Industri Batik	17
D. Logam berat Seng (Zn)	19
E. Lumpur Aktif	23
F. Hipotesis	29
III. METODE PENELITIAN	30
A. Waktu dan Lokasi Penelitian	30
B. Alat dan Bahan	30
C. Rancangan Percobaan	31
D. Tahap Penelitian dan Cara Kerja	32
E. Analisis Data	43

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	44
A. Isolasi dan Pemurnian Bakteri Dominan	44
B. Karakterisasi dan Identifikasi Bakteri Dominan.....	46
C. Kualitas Limbah Cair Indigosol Abu-abu	54
D. Pengukuran Aktivitas Degradasi.....	56
1. BOD (<i>Biological Oxygen Demand</i>).....	56
2. TSS (<i>Total Suspended Solid</i>)	63
3. TDS (<i>Total Dissolved Solid</i>).....	67
4. pH.....	72
5. Suhu	76
6. Logam Berat Seng (Zn)	82
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	90
A. Simpulan	90
B. Saran	90
DAFTAR PUSTAKA	92
LAMPIRAN.....	105

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Baku Mutu Limbah Cair Untuk Kegiatan Industri Batik.....	16
Tabel 2. Hasil Uji Limbah Padat Batik Winotosastro	16
Tabel 3. Rancangan Percobaan Penambahan Isolat Bakteri Indigenus dalam Remediasi Limbah Indigosol Abu-abu Menggunakan Metode Lumpur Aktif.....	31
Tabel 4. Jumlah Koloni Bakteri Hasil Isolasi	45
Tabel 5. Hasil Karakterisasi Isolat Bakteri NH 1	49
Tabel 6. Hasil Karakterisasi Isolat Bakteri NH 2	50
Tabel 7. Kualitas Limbah Cair Indigosol Abu-abu Sebelum Aktivitas Degradasi	55
Tabel 8. Kadar BOD pada Limbah Cair Indigosol Abu-abu	57
Tabel 9. Kadar TSS pada Limbah Cair Indigosol Abu-abu.....	63
Tabel 10. Kadar TDS pada Limbah Cair Indigosol Abu-abu.....	69
Tabel 11. Nilai pH pada Limbah Cair Indigosol Abu-abu	73
Tabel 12. Skala Suhu pada Limbah Cair Indigosol Abu-abu	78
Tabel 13. Kadar Logam Berat Zn pada Limbah Cair Indigosol Abu-abu.....	83
Tabel 14. <i>Raw Data</i> Parameter BOD Selama 14 Hari.....	107
Tabel 15. Uji Anava Parameter BOD Hari ke-0.....	107
Tabel 16. Uji Duncan Parameter BOD Hari ke-0.....	107
Tabel 17. Uji Anava Parameter BOD Hari ke-7.....	107
Tabel 18. Uji Duncan Parameter BOD Hari ke-7.....	108
Tabel 19. Uji Anava Parameter BOD Hari ke-14.....	108
Tabel 20. Uji Duncan Parameter BOD Hari ke-14.....	108

	Halaman
Tabel 21. <i>Raw Data</i> Parameter TSS Selama 14 Hari	109
Tabel 22. Uji Anava Parameter TSS Hari ke-0	109
Tabel 23. Uji Duncan Parameter TSS Hari ke-0	109
Tabel 24. Uji Anava Parameter TSS Hari ke-7	110
Tabel 25. Uji Duncan Parameter TSS Hari ke-7	110
Tabel 26. Uji Anava Parameter TSS Hari ke-14	110
Tabel 27. Uji Duncan Parameter TSS Hari ke-14	110
Tabel 28. <i>Raw Data</i> Parameter TDS Selama 14 Hari	111
Tabel 29. Uji Anava Parameter TDS Hari ke-0.....	111
Tabel 30. Uji Duncan Parameter TDS Hari ke-0.....	111
Tabel 31. Uji Anava Parameter TDS Hari ke-7.....	111
Tabel 32. Uji Duncan Parameter TDS Hari ke-7.....	112
Tabel 33. Uji Anava Parameter TDS Hari ke-14.....	112
Tabel 34. Uji Duncan Parameter TDS Hari ke-14.....	112
Tabel 35. <i>Raw Data</i> Parameter pH Selama 14 Hari	113
Tabel 36. Uji Anava Parameter pH Hari ke-0	113
Tabel 37. Uji Duncan Parameter pH Hari ke-0	113
Tabel 38. Uji Anava Parameter pH Hari ke-7	114
Tabel 39. Uji Duncan Parameter pH Hari ke-7	114
Tabel 40. Uji Anava Parameter pH Hari ke-14	114
Tabel 41. Uji Duncan Parameter pH Hari ke-14	114
Tabel 42. <i>Raw Data</i> Parameter Suhu Selama 14 Hari.....	115
Tabel 43. Uji Anava Parameter Suhu Hari ke-0	115
Tabel 44. Uji Duncan Parameter Suhu Hari ke-0	115

	Halaman
Tabel 45. Uji Anava Parameter Suhu Hari ke-7	115
Tabel 46. Uji Duncan Parameter Suhu Hari ke-7	116
Tabel 47. Uji Anava Parameter Suhu Hari ke-14	116
Tabel 48. Uji Duncan Parameter Suhu Hari ke-14	116
Tabel 49. <i>Raw Data</i> Parameter Logam Berat Zn Selama 14 Hari.....	117
Tabel 50. Uji Anava Parameter Logam Berat Zn Hari ke-0.....	117
Tabel 51. Uji Duncan Parameter Logam Berat Zn Hari ke-0.....	117
Tabel 52. Uji Anava Parameter Logam Berat Zn Hari ke-7.....	118
Tabel 53. Uji Duncan Parameter Logam Berat Zn Hari ke-7	118
Tabel 54. Uji Anava Parameter Logam Berat Zn Hari ke-14.....	118
Tabel 55. Uji Duncan Parameter Logam Berat Zn Hari ke-14.....	118

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Salah Satu Contoh Motif Batik	10
Gambar 2. Proses Pembuatan Batik Tulis.....	11
Gambar 3. Proses Pembuatan Batik Cap.....	11
Gambar 4. Proses Pembuatan Batik <i>Printing</i>	12
Gambar 5. Struktur Kimia Indigosol.....	13
Gambar 6. Skema Pembuatan Batik dan Sumber Limbah.....	17
Gambar 7. Limbah Cair Industri Batik	18
Gambar 8. Skema Lumpur Aktif.....	28
Gambar 9. Limbah Indigosol Abu-abu	44
Gambar 10. Hasil Isolasi Bakteri dari Limbah Cair Indigosol Abu-abu.....	46
Gambar 11. Isolat Murni NH 1 (Kiri) berwarna putih kekuningan dan Isolat Murni NH 2 (Kanan) berwarna putih	46
Gambar 12. Sel bakteri NH 1 dengan bentuk <i>coccus</i> dan warna ungu (kiri) serta sel NH 2 dengan bentuk <i>coccus</i> dan warna merah (kanan) dengan perbesaran 45x10	48
Gambar 13. Kurva Penurunan Kadar BOD Selama 2 Minggu Aktivitas Degradasi	60
Gambar 14. Kurva Penurunan Kadar TSS Selama 2 Minggu Aktivitas Degradasi	65
Gambar 15. Kurva Penurunan Kadar TDS Selama 2 Minggu Aktivitas Degradasi	71
Gambar 16. Grafik Peningkatan Nilai pH Selama 2 Minggu Aktivitas Degradasi	74
Gambar 17. Grafik Peningkatan Skala Suhu Selama 2 Minggu Aktivitas Degradasi	79
Gambar 18. Kurva Pengaruh Suhu Terhadap Pertumbuhan Bakteri	80
Gambar 19. Kurva Penurunan Kadar Logam Zn Selama 2 Minggu Aktivitas Degradasi	84

Gambar 20. EPS Pada Dinding Sel Bakteri	89
Gambar 21. Morfologi Koloni dan Motilitas Isolat Bakteri NH 1 dan NH 2 pada Medium Agar Petri dan Tusukan Tegak.....	105
Gambar 22. Hasil Uji Fermentasi Karbohidrat Isolat Bakteri NH 1 dan NH 2 dalam medium cair Laktosa, Sukrosa, dan Glukosa.....	105
Gambar 23. Warna Merah yang Menandai Uji Positif Reduksi Nitrat pada Isolat Bakteri NH 1 dan NH 2	106
Gambar 24. Cincin Merah Muda yang Menandai Hasil Positif Uji Pembentukan Indol pada Isolat Bakteri NH 1 dan NH 2	106
Gambar 25. Gelembung Oksigen yang Menandai Hasil Positif Uji Katalase pada Isolat Bakteri NH 1 dan NH 2	106



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Dokumentasi Hasil Pengamatan Morfologi Koloni Bakteri Uji dalam Prosedur Identifikasi Bakteri	105
Lampiran 2. Dokumentasi Hasil Uji Sifat Biokimia Isolat Bakteri dalam Prosedur Identifikasi Bakteri	105
Lampiran 3. Analisis Varian dan Uji Duncan BOD Limbah Cair Indigosol Abu-abu	107
Lampiran 4. Analisis Varian dan Uji Duncan TSS Limbah Cair Indigosol Abu-abu	109
Lampiran 5. Analisis Varian dan Uji Duncan TDS Limbah Cair Indigosol Abu-abu	111
Lampiran 6. Analisis Varian dan Uji Duncan pH Limbah Cair Indigosol Abu-abu	113
Lampiran 7. Analisis Varian dan Uji Duncan pH Limbah Cair Indigosol Abu-abu	115
Lampiran 8. Analisis Varian dan Uji Duncan Logam Berat Zn Limbah Cair Indigosol Abu-abu	117
Lampiran 9. Hasil Uji Limbah Murni Indigosol, Remazol, dan Naphthol	119
Lampiran 10. Hasil Uji Limbah Murni Indigosol	120
Lampiran 11. Hasil Pengukuran BOD, TSS, dan Zn Hari Ke-0	121
Lampiran 12. Hasil Pengukuran BOD, TSS, dan Zn Hari Ke-7	123
Lampiran 13. Hasil Pengukuran BOD, TSS, dan Zn Hari Ke-14	125
Lampiran 14. Surat Ijin Pengambilan Sampel	127

INTISARI

Limbah cair industri batik mengakibatkan dampak negatif bagi lingkungan. Limbah cair industri batik merupakan limbah berwarna yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan terhadap manusia dan dapat meracuni biota air. Bioremediasi merupakan salah satu cara untuk mendegradasi limbah dengan menggunakan mikrobia. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan bakteri indigenus dalam meremidiasi limbah cair pewarna indigosol abu-abu pada industri batik melalui metode lumpur aktif. Isolasi dan karakterisasi bakteri dari limbah cair indigosol abu-abu menghasilkan 2 isolat dominan yang masing-masing dinamakan bakteri NH. Isolat bakteri NH 1 cenderung termasuk genus *Bacillus* dan NH 2 cenderung termasuk genus *Pseudomonas*. Hasil yang diperoleh setelah 14 hari proses degradasi limbah cair indigosol abu-abu adalah seluruh perlakuan beserta kontrol dapat melakukan remediasi limbah cair indigosol abu-abu, hanya saja memiliki kemampuan yang berbeda-beda. Kemampuan remediasi masing-masing isolat bakteri diukur berdasarkan parameter BOD (*Biological Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*), TDS (*Total Dissolved Solid*), pH, suhu, dan logam berat Zn (Seng). NH campuran dianggap paling efektif mendegradasi limbah cair indigosol abu-abu. NH campuran mampu menurunkan konsentrasi BOD sebesar 75,36%, TSS sebesar 94,13%, TDS sebesar 73,03%, logam berat Zn sebesar 71,88% serta meningkatkan pH sebesar 34,60% dan suhu sebesar 3,46%.