

SKRIPSI

PENERAPAN BAKTERI INDIGENUS UNTUK REMEDIASI LIMBAH CAIR BATIK PEWARNA NAPHTHOL MERAH DAN MENURUNKAN LOGAM Cu (TEMBAGA)

Disusun oleh:

Armae Dianrevy

NPM : 130801332



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNOBIOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI
YOGYAKARTA
2017**

**PENERAPAN BAKTERI INDIGENUS UNTUK REMEDIASI
LIMBAH CAIR BATIK PEWARNA NAPHTHOL MERAH DAN
MENURUNKAN LOGAM Cu (TEMBAGA)**

SKRIPSI

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

Disusun oleh:

Armae Dianrevy

NPM: 130801332



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNOBIOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI
YOGYAKARTA
2017

PENGESAHAN

Mengesahkan Skripsi dengan Judul

PENERAPAN BAKTERI INDIGENUS UNTUK REMEDIASI LIMBAH CAIR BATIK PEWARNA NAPHTHOL MERAH DAN MENURUNKAN LOGAM Cu (TEMBAGA)

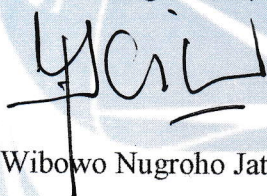
yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Armae Dianrevy
NPM: 130801332

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
Pada Hari Jumat, tanggal 14 Juli 2017
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

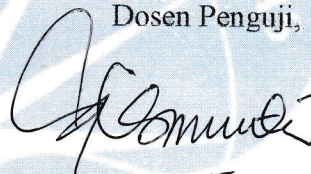
SUSUNAN TIM PENGUJI

Pembimbing Utama,



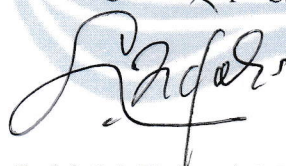
(Drs. A. Wibowo Nugroho Jati M. S.)

Dosen Penguji,



(Ekawati Purwijantiningsih, S.Si, M.Si.)

Pembimbing Pendamping,



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

Yogyakarta, 31 Juli 2017

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNBIOLOGI

Dekan,



Drs. B. Boy Rahardjo Sidharta, M.Sc

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Armae Dianrevy

NPM : 130801332

Judul Skripsi : **PENERAPAN BAKTERI INDIGENUS UNTUK REMEDIASI LIMBAH CAIR BATIK PEWARNA NAPHTHOL MERAH DAN MENURUNKAN LOGAM Cu (TEMBAGA)**

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul tersebut di atas adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan saya susun berdasarkan norma akademik serta 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 tersebut, saya bersedia menerima sanksi akademik yang berlaku berupa pencabutan kelulusan dan gelar kesarjanaan saya.

Yogyakarta, Juli 2017

Yang Menyatakan



Armae Dianrevy
130801332

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat, kasih dan limpahan berkat-Nya sehingga penulis dapata menyelesaikan penelitian dan naskah skripsi yang berjudul **“Penerapan Bakteri Indigenus Untuk Remediasi Limbah Cair Batik Pewarna Napthol Merah Dan Menurunkan Logam Berat Cu (Tembaga)”**. Penelitian dan naskah skripsi sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) di Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Dalam hal ini, penulis ini mengucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yesus Kristus, yang telah mengizinkan dan penyertaan-Nya penelitian dan naskah ini dapat diselesaikan dengan lancar.
2. Drs. A. Wibowo Nugroho Jati, M.S. selaku dosen pembimbing utama dan Dra. L. Indah Murwani Y., M. Si selaku dosen pendamping yang telah berperan dalam membimbing dan memberikan saran selama penelitian hingga pada naskah skripsi.
3. Ekawati Purwijantiningsih, S.Si, M.Si. selaku dosen penguji yang telah membimbing dan memberikan saran dalam penulisan naskah ini.
4. Drs. B. Boy Rahardjo Sidharta, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah memberi dukungan selama penelitian.
5. Pak Hadi, Pak Diono, Pak Budi dan Bu Indriani yang telah memberikan ijin dan membantu dalam memperoleh limbah dan lainnya selama proses penelitian.

6. Papah, Mamah, Kak Nata dan Dhea, Bue Lestari dan Tambi Setadji yang selalu berdoa, memberikan semangat, sabar dan memberikan dukungan penuh selama selama proses penelitian sehingga dapat menyelesaikan penelitian dan naskah skripsi ini.
7. Dosen di Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya atas bantuan dan ilmu yang telah diberikan, kepada *staff* dan laboran yang telah memberikan bantuan, saran dan dengan sabar memberikan bimbingan penulis selama penelitian dan penulisan naskah, terkhusus kepada Bapak FX Widyo Hartantom, Ibu F. R. Sulistyowati, Pak Anto dan Pak Wisnu.
8. Teman yang setia terutama Mena, Putri, Berli atas semangat, dukungan positif, saran dan bantuan yang diberikan. Terimakasih kepada Kak Novia, Kak Disa, Kak Unan, Cindy Alfonsa, Mega, Garvin, Yosphy, Yovita, Icha dan teman KKN Kelompok 59 atas saran, diskusi bersama dan mambantu selama proses penelitian.

Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu. Penulis menyadari naskah skripsi ini jauh dari sempurna, sehingga saran dan kritik dapat menyempurnakannya. Semoga naskah skripsi ini bermanfaat bagi masyarakat dan khususnya dapat dikembangkan menjadi kreativitas bagi kedepannya.

Yogyakarta, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGAJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
INTISARI	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar belakang	1
B. Keaslian Penelitian	5
C. Rumusan Masalah	7
D. Tujuan Penelitian	8
E. Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
A. Batik	9
B. Limbah Batik	12
C. Bioremediasi	16
D. Mekanisme Detoksifikasi Logam	18
E. Parameter Uji	21
1. Derajat Keasaman (pH)	21
2. Suhu	22
3. COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>)	22
4. BOD (<i>Biological Oxygen Demand</i>)	22
5. TDS (<i>Total Dissolved Solids</i>)	23
6. TSS (<i>Total Suspended Solid</i>)	24
7. Logam Berat	24
a. Logam Cu (Tembaga)	25
F. Hipotesis	26
BAB III METODE PENELITIAN	27
A. Waktu dan Tempat Penelitian	27
B. Alat dan Bahan	27
C. Rancangan Percobaan	28
D. Cara Kerja	29
1. Pengambilan sampel	29
2. Isolasi Bakteri dari Limbah Cair Batik Pewarna Naphthol Merah	30

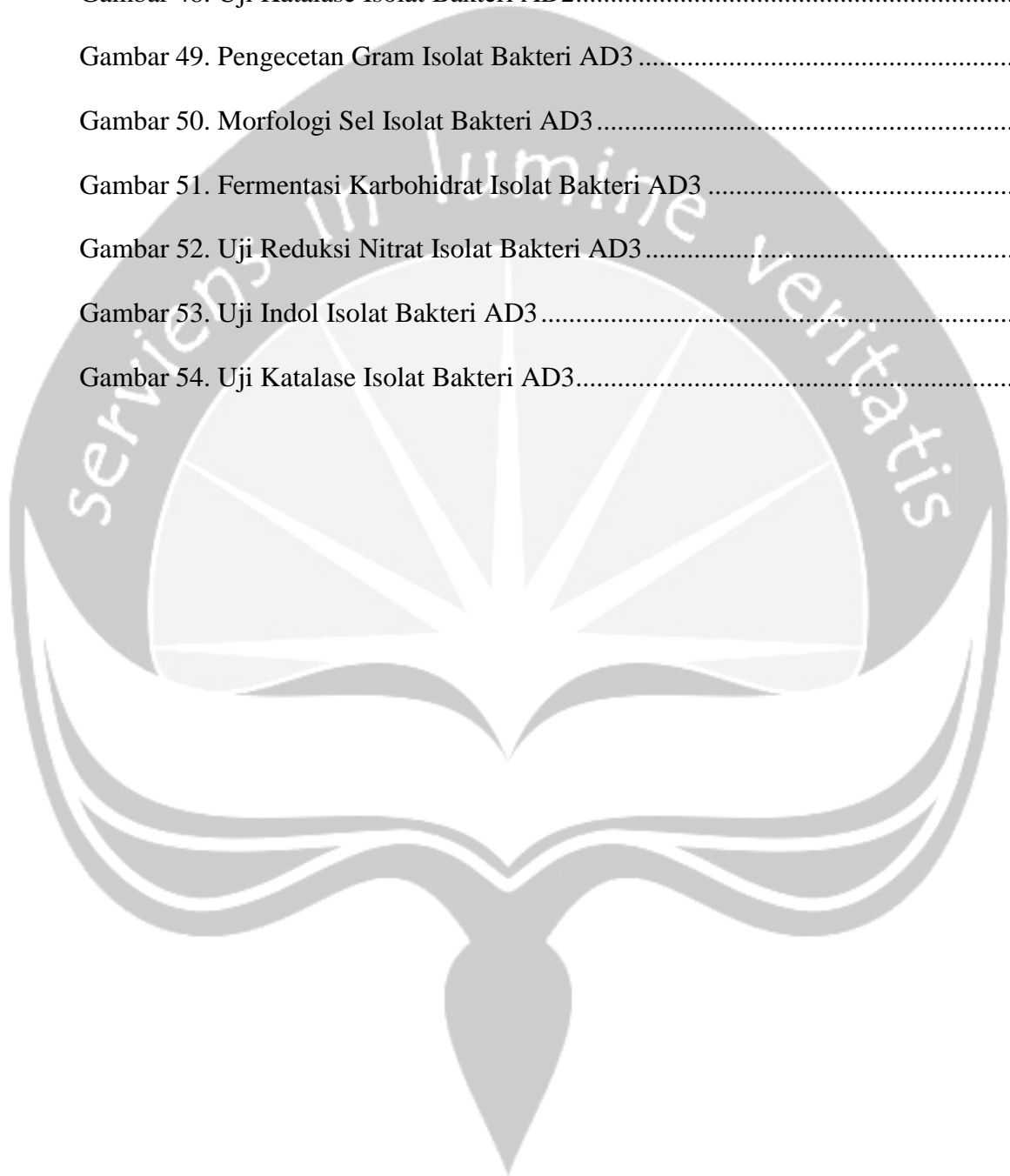
a. Pembuatan Medium NA.....	30
b. Pembuatan <i>Nutrient Broth</i> Cair.....	30
3. Sterilisasi alat dan medium Cara kerja	31
4. Isolasi Bakteri Limbah Cair Batik Pewarna Naphthol Merah	31
5. Karakterisasi Bakteri.....	32
a. Pengamatan Morfologi Koloni.....	32
b. Pengecetan Gram	33
c. Uji Katalase.....	34
d. Uji Sifat Biokimia	34
e. Uji Motilitas	35
f. Identifikasi Bakteri Dominan.....	35
6. Perbanyakkan Bakteri	36
7. Pembuatan Starter	36
8. Perhitungan Jumlah Bakteri Langsung.....	36
9. Pembuatan Campuran Isolat Bakteri Indigenus.....	37
10. Karakterisasi Sampel Limbah.....	38
a. Pengukuran BOD (<i>Biological Oxygen Demand</i>).....	38
b. Pengukuran COD (<i>Chemical Ocyhgen Demand</i>)	39
c. Pengukuran pH.....	40
d. Pengukuran TSS.....	40
e. Pengukuran Suhu dan TDS	40
f. Pengukruan Kadar Logam Cu.....	41
11. Analisis Data.....	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
A. Isolasi dan Pemurnian Bakteri Indigenus Dominan.....	43
B. Karakterisasi dan Identifikasi Bakteri Dominan.....	47
C. Kualitas Limbah Cair Batik Pewarna Naphthol Merah	55
1. Derajat Keasaman (pH)	57
2. Suhu	61
3. BOD (<i>Biological Oxygen Demand</i>).....	65
4. COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>)	71
5. TDS (<i>Total Dissolved Solid</i>).....	75
6. TSS (<i>Total Suspended Solid</i>).....	79
7. Logam Berat Tembaga (Cu)	8
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	97
A. Simpulan	97
B. Saran	97
Daftar Pustaka.....	99
Lampiran	114

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Napthol AS.....	11
Gambar 2. Mekanisme <i>Biobleaching</i> Langsung	21
Gambar 3. Mekanisme <i>Biobleaching</i> Tidak Langsung.....	21
Gambar 4. Lokasi Pengambilan Sampel Limbah Cair Batik Pewarna Napthol Merah	27
Gambar 5. Rumus Perhitungan Tidak Langsung	32
Gambar 6. Kotak Perhitungan Bakteri	37
Gambar 7. Rumus Perhitungan Langsung Bakteri.....	37
Gambar 8. Rumus Perhitungan BOD ₅	38
Gambar 9. Rumus Perhitungan COD.....	39
Gambar 10. Rumus Perhitungan Kadar Logam Cu	42
Gambar 11. Koloni Bakteri AD1, AD2 dan AD3.....	46
Gambar 12. Reaksi Reduksi Nitrat Menjadi Nitrit.....	51
Gambar 13 Hidrolisis Triptofan dan Pengujian Indol.....	52
Gambar 14. Reaksi Katalase	54
Gambar 15. Peningkat pH Hari Ke- 7 dan Hari Ke- 14	59
Gambar 16. Pengaruh Suhu Terhadap Aktivitas Enzim dan Pertumbuhan Bakteri	63
Gambar 17. Peningkatan Suhu Hari Ke- 7 dan Hari Ke- 14.....	65
Gambar 18. Pengukuran BOD Hari Ke- 7 dan Hari Ke- 14	68
Gambar 19. Struktur Kimia Batik <i>Wax</i>	69
Gambar 20. Reaksi Pembentukan Sel Baru	69
Gambar 21. Pengukuran Kadar COD Hari Ke- 7 dan Hari Ke- 14.....	73
Gambar 22. Pengukuran Kadar TDS Hari Ke- 7 dan Hari Ke- 14	77

Gambar 23. Pengukuran Kadar TSS Hari Ke- 7 dan Hari Ke- 14.....	81
Gambar 24. Pengukuran Kadar Cu Hari Ke- 7 dan Hari Ke- 14	86
Gambar 25. Mekanisme Resisten Logam Pada Mikroorganisme	88
Gambar 26. Mekanisme Interaksi Bakteri Pada Logam	89
Gambar 27. Akumulasi Logam Berat Pada Bakteri.....	92
Gambar 28. Skematis Mekanisme Degradasi Sinergisme	93
Gambar 29. Reaksi Pertukaran Ion Logam	94
Gambar 30. Pengenceran 10^{-6}	114
Gambar 31. Morfologi Koloni Isolat Bakteri AD1	114
Gambar 32. Motilitas Isolat AD1	114
Gambar 34. Morfologi Koloni Isolat Bakteri AD2.....	114
Gambar 35. Motilitas Isolat AD2.....	114
Gambar 36. Morfologi Koloni Isolat Bakteri AD3.....	115
Gambar 37. Motilitas Isolat Bakteri AD3	115
Gambar 38. Pengecatan Gram Isolat Bakteri AD1	115
Gambar 39. Fermentasi Karbohidrat Isolat Bakteri AD1	115
Gambar 40. Uji Reduksi Nitrat Isolat Bakteri AD1	115
Gambar 41. Uji Indol Isolat Bakteri AD1	115
Gambar 42. Uji Katalase Isolat Bakteri AD1.....	115
Gambar 43. Pengecatan Gram Isolat Bakteri AD2	116
Gambar 44. Morfologi Sel Isolat Bakteri AD2.....	116
Gambar 45. Fermentasi Karbohidrat Isolat Bakteri AD2	116
Gambar 46. Uji Reduksi Nitrat Isolat Bakteri AD2.....	116

Gambar 47. Uji Indol Isolat Bakteri AD2.....	116
Gambar 48. Uji Katalase Isolat Bakteri AD2.....	116
Gambar 49. Pengecetan Gram Isolat Bakteri AD3.....	116
Gambar 50. Morfologi Sel Isolat Bakteri AD3.....	116
Gambar 51. Fermentasi Karbohidrat Isolat Bakteri AD3.....	117
Gambar 52. Uji Reduksi Nitrat Isolat Bakteri AD3.....	117
Gambar 53. Uji Indol Isolat Bakteri AD3.....	117
Gambar 54. Uji Katalase Isolat Bakteri AD3.....	117



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Baku Mutu Limbah Cair Untuk Kegiatan Industri Batik.....	13
Tabel 2. Limbah berdasarkan Kegiatan Pematikan.....	15
Tabel 3. Perbedaan Proses Aerob dan Anaerob	21
Tabel 4. Rancangan Percobaan Penerapan Campuran Isolat Bakteri Indigenus	29
Tabel 5. Jumlah Koloni Bakteri Limbah Batik Pewarna Napthol Merah	45
Tabel 6. Hasil Karakterisasi Isolat Bakteri Dominan Limbah Batik Pewarna Napthol Merah	49
Tabel 7. Karakterisasi Limbah Cair Batik Murni Pewarna Napthol Merah	56
Tabel 8. Kadar pH Limbah Cair Batik Pewarna Napthol Merah.....	54
Tabel 9. Nilai Suhu Limbah Cair Batik Pewarna Napthol Merah	62
Tabel 10. Kadar BOD Pada Limbah Cair Batik Pewarna Napthol Merah.....	66
Tabel 11. Pengukuran Kadar COD Limbah Cair Batik Pewarna Napthol Merah	72
Tabel 12. Pengukuran Kadar TDS Limbah Cair Batik Pewarna Napthol Merah.....	76
Tabel 13. Pengukuran Kadar TSS Limbah Cair Batik Pewarna Napthol Merah.....	79
Tabel 14. Pengukuran Kadar Cu Limbah Cair Batik Pewarna Napthol Merah.....	84
Tabel 15. <i>Raw Data</i> Pengukuran BOD	118
Tabel 16. <i>Raw Data</i> Pengukuran COD	118
Tabel 17. <i>Raw Data</i> Pengukuran TDS	119
Tabel 18. <i>Raw Data</i> Pengukuran TSS.....	120
Tabel 19. <i>Raw Data</i> Pengukuran pH.....	120
Tabel 20. <i>Raw Data</i> Pengukuran Suhu	121
Tabel 21. <i>Raw Data</i> Pengukuran Cu.....	121
Tabel 22. Hasil Uji Anava BOD Hari Ke- 7	122

Tabel 23. Hasil Uji Anava BOD Hari Ke- 14	122
Tabel 24. Hasil Uji Anava COD Hari Ke- 7	122
Tabel 25. Hasil Uji Anava COD Hari Ke- 14	123
Tabel 26. Hasil Uji Anava TDS Hari Ke- 7	123
Tabel 27. Hasil Uji Anava TDS Hari Ke- 14	123
Tabel 28. Hasil Uji Anava TSS Hari Ke- 7	123
Tabel 29. Hasil Uji Anava TSS Hari Ke- 14	123
Tabel 30. Hasil Uji Anava pH Hari Ke- 7	123
Tabel 31. Hasil Uji Anava pH Hari Ke- 14	124
Tabel 32. Hasil Uji Anava Suhu Hari Ke- 7	124
Tabel 33. Hasil Uji Anava Suhu Hari Ke- 14	124
Tabel 34. Hasil Uji Anava Cu Hari Ke- 7	124
Tabel 35. Hasil Uji Anava Cu Hari Ke- 14	124
Tabel 36. Hasil Uji Duncan BOD Hari Ke- 7	124
Tabel 37. Hasil Uji Duncan BOD Hari Ke- 14	125
Tabel 38. Hasil Uji Duncan COD Hari Ke- 7	125
Tabel 39. Hasil Uji Duncan COD Hari Ke- 14	125
Tabel 40. Hasil Uji Duncan TDS Hari Ke- 7	125
Tabel 41. Hasil Uji Duncan TDS hari Ke- 14	126
Tabel 42. Hasil Uji Duncan TSS Hari Ke- 7	126
Tabel 43. Hasil Uji Duncan TSS Hari Ke- 14	126
Tabel 44. Hasil Uji Duncan pH Hari Ke- 7	126
Tabel 45. Hasil Uji Duncan pH Hari Ke- 14	127

Tabel 46. Hasil Uji Duncan Suhu Hari Ke- 7	127
Tabel 47. Hasil Uji Duncan Suhu Hari Ke- 14	127
Tabel 48. Hasil Uji Duncan Logam Cu Hari Ke- 7.....	127
Tabel 49. Efisiensi BOD	128
Tabel 50. Efisiensi COD	128
Tabel 51. Efisiensi TDS	129
Tabel 52. Efisiensi TSS.....	130
Tabel 53. Efisiensi pH.....	130
Tabel 54. Efisiensi Suhu.....	131
Tabel 55. Efisiensi Cu	131
Tabel 56. Hasil Perhitungan Kepadatan Isolat Bakteri AD1, AD2, dan AD3.....	132

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Isolasi Bakteri Limbah Cair Batik Pewarna Naphthol Merah.....	114
Lampiran 2. Hasil Morfologi Koloni Isolat Bakteri AD 1.....	114
Lampiran 3. Hasil Morfologi Koloni Isolat Bakteri AD 2.....	114
Lampiran 4. Hasil Morfologi Koloni Isolat Bakteri AD 3.....	115
Lampiran5. Hasil Morfologi Sel dan Uji Sifat Biokimia Isolat Bakteri AD1	115
Lampiran6. Hasil Morfologi Sel dan Uji Sifat Biokimia Isolat Bakteri AD2	116
Lampiran7. Hasil Morfologi Sel dan Uji Sifat Biokimia Isolat Bakteri AD3	117
Lampiran8. Raw Data Pengukuran Parameter Remediasi Limbah Cair Batik Pewarna Naphthol Merah Selama 14 Hari	118
Lampiran 9. Uji Anava Pengukuran Parameter Remediasi Limbah Cair Batik Pewarna Naphthol Merah Selama 14 Hari	122
Lampiran 10. Uji Duncan Pengukuran Parameter Remediasi Limbah Cair Limbah Cair Batik Pewarna Naphthol Merah Selama 14 Hari.....	124
Lampiran 11. Efisiensi Hasil Pengukuran Parameter Remediasi Limbah Cair Batik Pewarna Naphthol Merah.....	128
Lampiran 12. Hasil Perhitungan Kepadatan Isolat Bakteri.....	132

INTISARI

Industri batik menghasilkan limbah cair yang mengandung bahan berbahaya,, sehingga membahayakan bagi mahluk hidup dan lingkungan. Mengatasi pencemaran lingkungan perlu pengolahan limbah yang ramah lingkungan yaitu bioremediasi. Bioremediasi dapat dilakukan menggunakan bakteri untuk merombak bahan dalam limbah. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh bakteri indigenus dominan dari dan untuk mengetahui campuran bakteri indigenus yang efektif dalam pengolahan limbah limbah cair batik menggunakan metode penambahan campuran isolat bakteri dominan. Hasil isolasi bakteri dari limbah cair batik pewarna naphthol merah ditemukan 3 isolat bakteri dominan yaitu AD1 menyerupai genus *Bacillus*, AD2 menyerupai *Pseudomonas* dan AD3 menyerupai *Zoogloea*. Isolat bakteri tersebut dibuat variasi campuran bakteri berdasarkan volume isolat AD1, AD2 dan AD3 yaitu campuran 1 (50% : 25% : 25%), campuran 2 (25% : 50% : 25%), campuran 3 (25% : 25% : 50%) dan campuran 4 (33% : 33% : 33%), sedangkan perlakuan kontrol tidak dilakukan penambahan campuran bakteri. Pengukuran degradasi limbah cair batik dilakukan dengan pengukuran pada hari ke-7 dan hari ke-14. Hasil menunjukkan bahwa pada perlakuan penambahan campuran bakteri dan perlakuan kontrol dapat melakukan remediasi limbah cair batik, namun memiliki kemampuan yang berbeda-beda. Kemampuan variasi campuran bakteri dalam remediasi berdasarkan parameter suhu, pH (derajat keasaman), BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), TDS (*Total Dissolved Solid*), TSS (*Total Solved Solid*) dan logam Cu (Tembaga). Variasi campuran 4 dianggap memiliki kemampuan yang efektif dalam remediasi limbah cair batik pewarna naphthol merah. Campuran 4 dapat menurunkan konsentrasi BOD sebesar 5,2%, COD sebesar 13,88%, TDS sebesar 17,63% dan logam Cu sebesar 74,63%.