

BIODEGRADASI LIMBAH PEWARNA TEKSTIL CONGO RED OLEH BAKTERI INDIGENOUS ASAL SEDIMEN MANGROVE TELUK BENOA

SKRIPSI



**PROGRAM STUDI BIOLOGI (S1)
JURUSAN BIOLOGI DAN PERIKANAN KELAUTAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA**



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.



**Balai Besar
Sertifikasi
Elektronik**



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSR - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSR
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.



**Balai Besar
Sertifikasi
Elektronik**

SKRIPSI

DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI TUGAS DAN MEMENUHI SYARAT-SYARAT UNTUK MENCAPAI GELAR SARJANA SAINS

	
Menyetujui	
Pembimbing I	Dr. Ida Ayu Putu Suryanti, S.Si., M.Si. NIP.198212052014042001
Pembimbing II	I Made Oka Riawan, S.Pd., M.Sc. NIP.198910032019031008



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.



**Balai Besar
Sertifikasi
Elektronik**

Skripsi oleh Made Luhur Sahadeva ini
telah dipertahankan di depan dewan penguji
Pada tanggal 06 Agustus 2026

Dewan Penguji

Ketua	Dr. Ni Luh Putu Manik Widiyanti, S.Si., M.Kes. NIP.196909181994032001
Anggota	Jean Nihana Mulyo Putri Manalu, S.P., M.Si. NIP.199401062022032016
Anggota	Dr. Ida Ayu Putu Suryanti, S.Si., M.Si. NIP.198212052014042001
Anggota	I Made Oka Riawan, S.Pd., M.Sc. NIP.198910032019031008



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.



**Balai Besar
Sertifikasi
Elektronik**

Diterima oleh Panitia Ujian Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Pendidikan Ganesha
guna memenuhi syarat-syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains

Menyetujui

Ketua Ujian	Dr. I Wayan Puja Astawa, S.Pd., M.Stat.Sci. NIP.196901161994031001
Sekretaris Ujian	I Made Oka Riawan, S.Pd., M.Sc. NIP.198910032019031008

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.



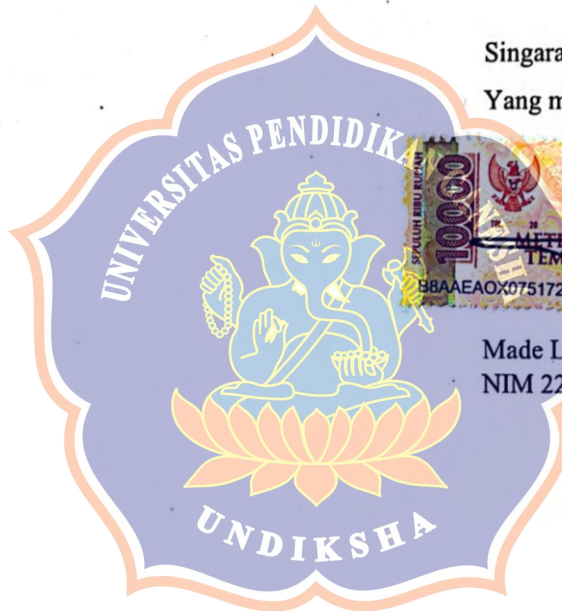
**Balai Besar
Sertifikasi
Elektronik**

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya tulis yang berjudul “Biodegradasi Limbah Pewarna Tekstil *Congo Red* oleh Bakteri Indigenous Asal Sedimen Mangrove Teluk Benoa” beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan dan pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran atas etika keilmuan dalam karya saya ini atau ada klaim terhadap keaslian karya saya ini.

Singaraja, 6 Agustus 2026

Yang membuat pernyataan,



Made Luhur Sahadeva
NIM 2213091004

PRAKATA

Puji syukur penulis ucapkan ke hadirat Tuhan yang Maha Esa, karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi “Biodegradasi Limbah Pewarna Tekstil *Congo Red* oleh Bakteri Indigenous Asal Sedimen Mangrove Teluk Benoa” guna memenuhi persyaratan mencapai gelar sarjana sains.

Selama menyelesaikan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Ganesha yang telah memberikan fasilitas dan kesempatan untuk menempuh pendidikan tinggi serta menyelesaikan studi dengan baik.
2. Ketua Jurusan Biologi dan Perikanan Kelautan Universitas Pendidikan Ganesha yang telah memfasilitasi penulis selama menempuh dan menyelesaikan pendidikan tinggi.
3. Koordinator Program Studi Biologi Universitas Pendidikan Ganesha yang telah banyak membantu dan memfasilitasi penulis selama menempuh dan menyelesaikan pendidikan tinggi.
4. Dosen Pembimbing I (Dr. Ida Ayu Putu Suryanti, S.Si., M.Si.) yang dengan penuh kesabaran telah meluangkan waktu dan pikiran untuk memberikan bimbingan, motivasi, serta saran dengan sangat profesional yang berharga selama proses penyusunan skripsi dan memicu penulis untuk terus belajar.
5. Dosen Pembimbing II (I Made Oka Riawan, S.Pd., M.Sc.) yang senantiasa meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, motivasi, masukan, serta dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi hingga akhir.
6. Dosen Penguji I (Dr. Ni Luh Putu Manik Widiyanti, S.Si., M.Kes) yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, dan saran yang sangat bermanfaat bagi penulis dalam penyempurnaan skripsi.
7. Dosen Penguji II (Jean Nihana Mulyo Putri Manalu, S.P., M.Si.) yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, dan saran yang sangat bermanfaat bagi penulis dalam penyempurnaan skripsi.

8. Pembimbing Akademik, Kemahasiswaan, sekaligus Pendamping PKM selama 4 tahun berturut-turut, Bapak I Made Oka Riawan, S.Pd., M.Sc. yang banyak memberikan bimbingan, motivasi, dan dorongan untuk terus belajar, serta memberikan banyak kesempatan untuk mengembangkan kemampuan pada berbagai bidang, baik keilmuan inti biologi, pengajaran, dan lainnya.
9. Bapak/Ibu Dosen Jurusan Biologi dan Perikanan Kelautan Universitas Pendidikan Ganesha yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan dan pengalaman belajar selama penulis menempuh pendidikan tinggi.
10. Orang tua, Ayah dan Ibu yang senantiasa memberikan kasih sayang, dukungan moral dan material, kepercayaan, serta Doa tiada henti selama penulis menempuh pendidikan.
11. PLP Laboratorium Riset FMIPA, Bu Agung, Bu Wiga, dan Bu Arma yang senantiasa menemani dan banyak membantu penulis selama melakukan penelitian skripsi di Laboratorium Bioteknologi.
12. Rekan PKM PIMNAS-38, Putu Widiari dari prodi kimia yang mengenalkan metode fraksinasi dan teknik pemilihan pelarut untuk produk metabolit.
13. Rekan ON-MIPA PT 2025 Bidang Kimia dari Universitas Udayana, I Made Bagus Pranajaya yang mengenalkan metode analisis dan database FTIR.
14. Sahabat terbaik selama perkuliahan dalam grup NS, senantiasa mendukung dalam berbagai hal yang penulis lakukan, memberikan pengalaman perkuliahan yang berkesan, pengalaman berharga, dan arti persahabatan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Kritik dan saran yang membangun sangat dibutuhkan penulis untuk perbaikan di masa mendatang. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, serta berkontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Singaraja, 6 Agustus 2026

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah Penelitian	1
1.2 Identifikasi Masalah Penelitian.....	6
1.3 Pembatasan Masalah Penelitian.....	7
1.4 Perumusan Masalah Penelitian.....	7
1.5 Tujuan Penelitian.....	7
1.6 Manfaat Hasil Penelitian.....	8
1.6.1 Manfaat Teoritis.....	8
1.6.2 Manfaat Praktis.....	8
BAB II KAJIAN TEORI	9
2.1 Deskripsi Teoritis.....	9
2.1.1 Karakteristik Pewarna <i>Congo Red</i>	9
2.1.2 Toksisitas Pewarna <i>Congo Red</i>	10
2.1.3 Degradasi Pewarna <i>Congo Red</i>	12
2.1.4 Definisi Biodegradasi	13
2.1.5 Kemampuan Mikroorganisme sebagai Agens Biodegradasi.....	14
2.1.6 Kemampuan Biodegradasi Pewarna Tekstil Oleh Bakteri	16
2.1.7 Adaptasi Bakteri Indigenous Wilayah Perairan Tercemar	20
2.1.8 Potensi Biodegradasi Limbah oleh Bakteri Indigenous	21
2.1.9 Kondisi Geografis Kawasan Mangrove Teluk Benoa, Provinsi Bali .	22
2.1.10 Pencemaran Limbah Tekstil di Wilayah Teluk Benoa.....	24
2.2 Kajian Hasil Penelitian yang Relevan	26

2.3 Kerangka Berpikir	32
2.3.1 Bagan Kerangka Berpikir	32
2.3.2 Hipotesis Penelitian	33
BAB III METODE PENELITIAN	35
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan Penelitian	35
3.2 Jenis dan Rancangan Penelitian	35
3.3 Populasi dan Sampel Penelitian	38
3.3.1 Populasi dalam Penelitian	38
3.3.2 Sampel dalam Penelitian	38
3.4 Variabel Penelitian	38
3.4.1 Klasifikasi Variabel	38
3.4.2 Definisi Operasional Variabel	39
3.5 Alat, Bahan, dan Instrumen Penelitian	39
3.5.1 Instrumen Penghasil Data	39
3.5.2 Alat dan Bahan	40
3.6 Prosedur Pengambilan Data Penelitian	41
3.6.1 Tahap Persiapan Penelitian	41
3.6.2 Isolasi Bakteri Indigenous Potensial Biodegradasi <i>Congo Red</i>	42
3.6.3 Karakterisasi Isolat Bakteri Indigenous Sedimen Mangrove	44
3.6.4 Uji Biodegradasi Pewarna Azo <i>Congo Red</i>	44
3.6.5 Analisis Hasil Biodegradasi <i>Congo Red</i> Bakteri Indigenous	46
3.7 Teknik Analisis Data	49
3.7.1 Uji Deskriptif	49
3.7.2 Uji Normalitas	49
3.7.3 Uji Homogenitas	49
3.7.4 Uji Hipotesis	50
3.7.5 Uji Lanjutan	50
3.8 Jadwal dan Waktu Penelitian	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	52
4.1 Hasil Penelitian	52
4.1.1 Isolat Bakteri Indigenous Potensial Biodegradasi <i>Congo Red</i>	52

4.1.2 Karakteristik Morfologi dan Biokimia Isolat Bakteri Indigenous Sedimen Mangrove Potensial Biodegradasi <i>Congo Red</i>	55
4.1.3 Biodegradasi Pewarna Azo <i>Congo Red</i> oleh Bakteri Indigenous Sedimen Mangrove Teluk Benoa.....	57
4.1.4 Analisis Produk Biodegradasi <i>Congo Red</i> oleh Bakteri Indigenous ..	59
4.2 Pembahasan	69
4.2.1 Isolat Bakteri Indigenous Potensial Biodegradasi <i>Congo Red</i>	69
4.2.2 Karakteristik Morfologi dan Biokimia Isolat Bakteri Indigenous Sedimen Mangrove Potensial Biodegradasi <i>Congo Red</i>	73
4.2.3 Biodegradasi Pewarna Azo <i>Congo Red</i> oleh Bakteri Indigenous Sedimen Mangrove Teluk Benoa.....	77
4.2.4 Analisis Produk Biodegradasi <i>Congo Red</i> oleh Bakteri Indigenous Sedimen Mangrove	88
4.3 Implikasi	102
BAB V PENUTUP	103
5.1 Simpulan.....	103
5.2 Saran	104
DAFTAR PUSTAKA	105
LAMPIRAN	120



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Macam Perlakuan Jenis Isolat dan Kombinasi Konsorsium Bakteri Indigenous dalam Biodegradasi Pewarna Tekstil <i>Congo Red</i>	37
Tabel 2. Jadwal dan Waktu Pelaksanaan Kegiatan Penelitian	51
Tabel 3. Persentase Biodegradasi <i>Congo Red</i> dengan Inokulasi Sampel Sedimen Mangrove Setelah 72 Jam Inkubasi.....	52
Tabel 4. Hasil Isolasi Bakteri Potensial Biodegradasi <i>Congo Red</i> pada Sampel Sedimen Mangrove setelah 72 Jam Inkubasi	53
Tabel 5. Skrining Isolat Bakteri Indigenous Sedimen Mangrove Potensial Biodegradasi <i>Congo Red</i> setelah 24 Jam dan 48 Jam Inkubasi.....	55
Tabel 6. Hasil Karakterisasi Morfologi Isolat Bakteri Indigenous Asal Sedimen Mangrove Teluk Benoa.....	56
Tabel 7. Hasil Karakterisasi Biokimia dan Identifikasi Kemiripan Karakteristik Genus pada Isolat Bakteri Indigenous Asal Sedimen Mangrove Teluk Benoa.....	56
Tabel 8. Identifikasi Kemunculan Gugus Azo (N=N) Berdasarkan Referensi Nilai Bilangan Gelombang Infra Merah (IR)	60
Tabel 9. Identifikasi Gugus Fungsi pada Spektrum IR <i>Congo Red</i> dan Produk Biodegradasi Isolat MTI-R1	61

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur Kimia <i>Congo Red</i>	10
Gambar 2. Mekanisme Degradasi secara Enzimatis oleh Bakteri Menggunakan Azoreduktase, Lakase, dan Peroksidase	18
Gambar 3. Bagan Kerangka Berpikir Penelitian	34
Gambar 4. Peta Lokasi Pengambilan Sampel Penelitian.....	36
Gambar 5. Pengacakan Urutan Perlakuan dalam RAL	38
Gambar 6. Bagan Tahapan Penelitian	51
Gambar 7. Grafik Perbandingan: (A) Nilai Absorbansi Akhir, (B) Konsentrasi Residu, dan (C) Persentase Biodegradasi <i>Congo Red</i> oleh Isolat dan Konsorsium Bakteri Indigenous Sedimen Mangrove Setelah 48 Jam Inkubasi (n = 12).....	58
Gambar 8. Spektrum IR <i>Congo Red</i> dan Produk Biodegradasi <i>Congo Red</i> oleh Isolat MTI-R1	60
Gambar 9. Kromatogram LC-MS/MS Produk Biodegradasi <i>Congo Red</i> oleh Isolat MTI-R1	63
Gambar 10. Grafik Perbandingan: (A) Panjang Pucuk dan Akar, serta (B) Berat Basah Kecambah Kacang Hijau yang Diberikan Produk Biodegradasi <i>Congo Red</i> oleh Isolat dan Konsorsium Bakteri Indigenous Sedimen Mangrove (n = 10).....	65
Gambar 11. Kondisi Akhir Kecambah Kacang Hijau (<i>V. radiata</i>) yang Diberikan Produk Biodegradasi <i>Congo Red</i> oleh Isolat dan Konsorsium Bakteri Indigenous.....	66
Gambar 12. Grafik Mortalitas: (A) Benih Ikan Nila (<i>O. niloticus</i>) dan (B) Larva Artemia (<i>A. salina</i>) yang Diberikan Produk Hasil Biodegradasi <i>Congo Red</i> oleh Bakteri Indigenous pada Interval 6 Jam (n = 10)	67
Gambar 13. Kondisi Akhir Benih Ikan Nila (<i>O. niloticus</i>) yang Diberikan Produk Hasil Biodegradasi <i>Congo Red</i> oleh Bakteri Indigenous.....	68
Gambar 14. Kondisi Akhir Larva Artemia (<i>A. salina</i>) yang Diberikan Produk Hasil Biodegradasi <i>Congo Red</i> oleh Bakteri Indigenous	68
Gambar 15. Perkiraan Jalur Metabolisme yang Terjadi pada Biodegradasi Pewarna Azo <i>Congo Red</i> oleh Isolat Bakteri MTI-R1	95

DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
Lampiran 1.	Nilai Absorbansi Maksimum <i>Congo Red</i> pada Media <i>Nutrient Broth</i> (486 nm).....	121
Lampiran 2.	Kondisi Visual Pewarna Azo <i>Congo Red</i> pada Media NB Setelah Inokulasi Sampel Sedimen Mangrove	121
Lampiran 3.	Hasil Isolasi Bakteri Potensial Biodegradasi <i>Congo Red</i> pada Sampel Sedimen Mangrove setelah 72 Jam Inkubasi.....	122
Lampiran 4.	Kondisi Lingkungan dan Vegetasi pada Ekosistem Mangrove Teluk Benoa, Provinsi Bali	123
Lampiran 5.	Skrining Isolat Bakteri Potensial Biodegradasi <i>Congo Red</i> setelah 24 Jam dan 48 Jam Inkubasi	124
Lampiran 6.	Kenampakan Visual Karakteristik Morfologi dan Biokimia Isolat Bakteri Indigenous Asal Sedimen Mangrove Potensial Biodegradasi <i>Congo Red</i>	127
Lampiran 7.	Nilai Absorbansi, Konsentrasi Residu, dan Persentase Biodegradasi <i>Congo Red</i> oleh Bakteri Indigenous Setelah 48 Jam Inkubasi	128
Lampiran 8.	Hasil Analisis Statistika	128
Lampiran 9.	Perbandingan Intensitas Warna <i>Congo Red</i> dengan Inokulasi Bakteri Indigenous: (A) Jam ke-0, dan (B) Jam ke-48 (Setelah Sentrifugasi)	129
Lampiran 10.	Fitotoksisitas Kacang Hijau (<i>Vigna radiata</i>) terhadap Produk Hasil Biodegradasi <i>Congo Red</i> oleh Bakteri Indigenous Sedimen Mangrove	129
Lampiran 11.	Mortalitas Benih Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>) dan Larva Artemia (<i>A. salina</i>) terhadap Produk Hasil Biodegradasi <i>Congo Red</i> oleh Bakteri Indigenous Sedimen Mangrove.....	130
Lampiran 12.	Penyetaraan Nilai OD600 Isolat Bakteri yang Diinokulasikan pada Media <i>Nutrient Broth</i> dengan <i>Congo Red</i> dalam Uji Biodegradasi dengan Nilai 0,5 OD	131
Lampiran 13.	Grafik Kurva Standar Konsentrasi <i>Congo Red</i> dengan Rumus Penghitungan Konsentrasi dan Nilai R^2	132

Lampiran	14.	<i>Output Spektrofotometer UV-Vis double-beam tipe Shimadzu UV-2600i pada Pengukuran Panjang Gelombang Maksimum Congo Red.....</i>	133
Lampiran	15.	<i>Output Spektrofotometer UV-Vis double-beam tipe Shimadzu UV-2600i pada Pengukuran Kurva Standar Congo Red.....</i>	134
Lampiran	16.	<i>Output Spektrofotometer UV-Vis double-beam tipe Shimadzu UV-2600i pada Pengukuran OD600 Kultur Isolat Bakteri Indigenous</i>	135
Lampiran	17.	<i>Output Spektrofotometer UV-Vis double-beam tipe Shimadzu UV-2600i pada Pengukuran Nilai Absorbansi Akhir Congo Red setelah 48 Jam Perlakuan Biodegradasi oleh Bakteri Indigenous Sedimen Mangrove</i>	136
Lampiran	18.	<i>Output Spektrofotometer FTIR (Fourier Transform Infrared) tipe Bruker ATR-FTIR INVENIO dalam Pengukuran Puncak Gugus Fungsi pada Produk Hasil Biodegradasi Congo Red oleh Isolat MTI-R1</i>	138
Lampiran	19.	<i>Output Kromatogram LC-MS tipe Shimadzu LCMS – 8040 LCM/MS pada Analisis Kemunculan Puncak Senyawa dalam Produk Biodegradasi Congo Red oleh Isolat MTI-R1</i>	139
Lampiran	20.	<i>Sertifikasi Isolat Bakteri Bacillus cereus FNCC 0057 yang Digunakan sebagai Kontrol Positif dalam Uji Biodegradasi Congo Red.....</i>	143
Lampiran	21.	<i>Peremajaan Kultur Bacillus cereus FNCC 0057 dan Uji Validitas Kemampuan Biodegradasi Congo Red</i>	143
Lampiran	22.	<i>Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....</i>	144