

SKRIPSI

**EFISIENSI PENURUNAN BOD, COD, AMONIA DAN NITRAT PADA
LIMBAH CAIR DENGAN METODE *FLOATING TREATMENT*
WETLAND MENGGUNAKAN FROGBIT AMAZON (*Limnobium*
laevigatum)**



SUKMA NUR KUMALA

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN
DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
2022**

HALAMAN JUDUL

SKRIPSI

**EFISIENSI PENURUNAN BOD, COD, AMONIA DAN NITRAT PADA
LIMBAH CAIR DENGAN METODE *FLOATING TREATMENT*
WETLAND MENGGUNAKAN FROGBIT AMAZON (*Limnobium*
laevigatum)**



SUKMA NUR KUMALA

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN
DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
2022**

**EFISIENSI PENURUNAN BOD, COD, AMONIA DAN NITRAT PADA
LIMBAH CAIR DENGAN METODE *FLOATING TREATMENT*
WETLAND MENGGUNAKAN FROGBIT AMAZON (*Limnobium
laevigatum*)**

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik pada
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga

Oleh:

Sukma Nur Kumala
081811133024

Disetujui oleh,

Pembimbing I



Dra. Thain Seodarti, CESA
196709201992032001

Pembimbing II



Febri Eko Wahyudianto, S.T., M.T
199102032016113101

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Efisiensi Penurunan BOD, COD, Amonia dan Nitrat pada
Limbah Cair dengan Metode *Floating Treatment Wetland*
Menggunakan Frogbit Amazon (*Limnobium laevigatum*)
Penyusun : Sukma Nur Kumala
NIM : 081811133024
Program studi : Teknik Lingkungan
Pembimbing I : Dra. Thin Seodarti, CESA
Pembimbing II : Febri Eko Wahyudianto, S.T., M.T
Tanggal sidang : Rabu, 31 Agustus 2022

Disetujui oleh,

Pembimbing I



Dra. Thin Seodarti, CESA
196709201992032001

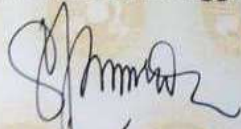
Pembimbing II



Febri Eko Wahyudianto, S.T., M.T
199102032016113101

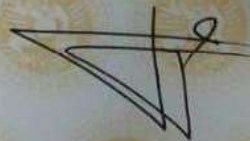
Mengetahui

Ketua Departemen Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga



Prof. Dr. Hj. Sri Puji Astuti W. M.Si
NIP. 196602211992032001

Koordinator Program Studi
S1 Teknik Lingkungan



Dr. Eko Prasetyo K, S.T., DEA
NIP. 197508302008121001

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Naskah skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan dipakai sebagai kepustakaan, tetapi pengutipan harus tanpa izin penyusun atau harus menyebutkan sumber sesuai dengan kaidah ilmiah dan kelaziman mensitir atau menyalin pendapat penyusun lainya. **Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga Surabaya**

Kumala, S.N.,2022. Efisiensi Penurunan BOD, COD, Amonia dan Nitrat pada Limbah Cair dengan Metode *Floating Treatment Wetland* Menggunakan Frogbit Amazon (*Limnobium laevigatum*). Skripsi ini dibawah bimbingan Dra. Thin Soedarti, CESA dan Febri Eko Wahyudianto, S.T., M.T. Program Studi S-1 Teknik Lingkungan, Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya beda efisiensi penurunan konsentrasi BOD, COD, Amonia, dan Nitrat pada variasi jumlah tanaman, waktu kontak dan kombinasi waktu kontak dan jumlah tanaman yang efisien. Metode yang digunakan rancangan acak lengkap faktorial 4 x 3, dengan *Floating Treatment Wetland*. Variasi jumlah yang digunakan adalah 0, 10, 20 dan 30 individu dengan waktu kontak 5, 10, dan 15 hari. Data hasil pengamatan yang berdistribusi normal dianalisis dengan uji ANOVA dan MANOVA lalu dilanjutkan dengan uji Duncan. Data yang tidak berdistribusi normal diuji dengan Kruskal-Wallis lalu dilanjutkan dengan uji Mann-Whitney. Hasil dari penelitian menunjukkan adanya beda efisiensi penurunan konsentrasi BOD, COD, Amonia, dan nitrat pada variasi jumlah individu. Ada beda efisiensi penurunan konsentrasi amonia dan nitrat menggunakan variasi waktu kontak, tetapi untuk BOD dan COD tidak ada beda. Kombinasi perlakuan waktu kontak dan jumlah tanaman yang efisien untuk menurunkan konsentrasi BOD (50,47%), COD (57,17%), dan amonia (96,33%) yaitu perlakuan 30 tanaman dengan waktu kontak 15 hari, sedang untuk penurunan konsentrasi nitrat (83,06%) pada perlakuan 30 tanaman dengan waktu kontak 10 hari.

Kata kunci : BOD, COD, Amonia, Nitrat, Frogbit Amazon, Limbah cair tahu,

Kumala, S.N., 2022. Efficiency Reduction of BOD, COD, Ammonia, and Nitrat in Wastewater with Floating Treatment Wetland Method using Frogbit Amazon (Limnobium laevigatum). This script was Supervised by Dra. Thin Soedarti, CESA dan Febri Eko Wahyudianto, S.T., M.T., Study Program of environmental Engineering, Department of Biology, Faculty of Sains and Technology, Airlangga University.

ABSTRACT

This research aims was to determine whether there are differences efficiency between variation in the number of plants, contact times and combinations of two variables to find out the efficient number of plants and contact times. The method of this research was factorial treatment of 4 x 3 with floating treatment wetland. Number of plants variations used in this research were 0, 10, 20, and 30 plants while the contact time variations used were 5, 10, and 15 days. Data with normal distribution were analyzed by ANOVA and MANOVA and continued with Duncan test. Data with abnormal distribution were analyzed by Kruskal-Wallis and continued with Mann-Whitney test. The result of this research, there are significant different in reduction of BOD, COD, ammonia and nitrat using variation number of plants. There is significant different to reduce ammonia and nitrat using contact time meanwhile for BOD and COD there are no significant different. The efficiency combination of contact time and number of plants to reduce BOD (50,47%), COD (57,17%), and ammonia (96,33%) is variation of 30 plants and 15 days, meanwhile for nitrat (83,06%) is variation of 30 plans and 10 days.

Keyword : BOD, COD, ammonia, nitrat, frogbit amazon, thofu wastewater,

KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas rahmat dan hidayah-Nya penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Efisiensi Penurunan BOD, COD, Amonia dan Nitrat Pada Limbah Cair dengan Metode *Floating Treatment Wetland* Menggunakan Frogbit Amazon (*Limnobium laevigatum*)”**. Skripsi ini tersusun atas lima bab yaitu bab pendahuluan, tinjauan pustaka, metode penelitian, hasil dan pembahasan, kesimpulan dan saran serta daftar pustaka. Setiap bab yang berada dalam skripsi ini di susun secara runtut dan komprehensif untuk membahas pengaruh variasi jumlah dan waktu kontak tanaman frogbit amazon (*Limnobium laevigatum* terhadap penurunan BOD, COD, amonia dan nitrat pada limbah cair tahu.

Naskah skripsi ini ditulis sebagai salah satu syarat wajib memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di bidang Teknik Lingkungan. Naskah skripsi ini ditulis sesuai dengan ketentuan teknis penyusunan skripsi yang telah diatur oleh Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

Penyusunan naskah skripsi ini tidak lepas dari segala kendala dan hambatan, namun karena bimbingan, kerjasama, kritik, dan saran dari berbagai pihak, penyusun dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan baik. Penyusun ingin menyampaikan permohonan maaf atas kesalahan dalam naskah skripsi ini. Maka dari itu, penyusun sangat membutuhkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Penyusun berharap skripsi ini dapat diterima dan memberikan manfaat sesuai dengan tujuan dan manfaatnya..

Surabaya, 20 Juni 2022
Penyusun,

Sukma Nur Kumala

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur atas rahmat Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas rahmat dan hidayah dan inayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan naskah skripsi dengan baik. Penyelesaian penyusunan naskah skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, bantuan dan doa dari pihak-pihak terkait. Oleh karena itu, penyusun menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Lamirah dan Bapak Sultan selaku orang tua penyusun yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan motivasi untuk menuntut ilmu
2. Prof. Dr.Hj. Sri Puji Astuti W, M.Si., sebagai Ketua Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi yang telah memfasilitasi proses belajar hingga skripsi.
3. Dr. Eko Prasetyo Kuncoro, DEA selaku koordinator program studi teknik lingkungan, koordinator mata kuliah skripsi dan dosen wali
4. Dra Thin Soedarti, CESA, selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan saran dan bimbingan dari awal penelitian hingga penyusunan naskah skripsi
5. Febri Eko Wahyudianto S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan saran dan bimbingan dari awal penelitian hingga penyusunan naskah skripsi
6. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Lingkungan yang telah memberikan ilmunya
7. Alam Ardiansyah selaku adik penyusun dan seluruh anggota keluarga lain atas dukungan dan doanya
8. Cicik Masfulatul Umroh selaku rekan penelitian yang telah memberikan dukungan dan bantuan dari proses penyusunan proposal hingga naskah skripsi.
9. Aria Alga Angzola Adi, Rafiga Khadijah, Retno Endah Cahyaningtyas yang telah memberikan dukungan, semangat, dan motivasi.
10. Seluruh rekan-rekan Program Studi Teknik Lingkungan angkatan 2018 yang membantu penulis menyelesaikan masa studi S1
11. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan namanya satu per satu.

Memahami keterbatasan dalam menyelesaikan naskah skripsi ini, sehingga kritik dan saran diharapkan dapat tertuang dalam naskah, dan semoga nantinya dapat menyempurnakan naskah skripsi ini. Akhir kata semoga naskah skripsi ini bermanfaat bagi pembaca.

Surabaya, Agustus 2022
Penulis,

Sukma Nur Kumala

SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : Sukma Nur Kumala

NIM : 081811133024

Prodi : Teknik Lingkungan

Universitas : Airlangga

Jenjang : S1

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penelitian saya yang berjudul:

**EFISIENSI PENURUNAN BOD, COD, AMONIA DAN NITRAT PADA
LIMBAH CAIR DENGAN METODE *FLOATING TREATMENT*
WETLAND MENGGUNAKAN FROGBIT AMAZON (*Limnobium
laevigatum*)**

Apabila dikemudian hari terbukti melakukan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah diterapkan.

Dengan demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 20 Juni 2022

Penyusun,



Sukma Nur Kumala
081811133024

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
UCAPAN TERIMAKASIH	viii
SURAT PERNYATAAN TENTANG ORISINALITAS	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan.....	6
1.4 Asumsi Penelitian	7
1.5 Hipotesis Penelitian.....	8
1.5.1 Hipotesis kerja	8
1.5.2 Hipotesis statistik	8

1.6 Ruang Lingkup	10
1.7 Manfaat Penelitian	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Air Limbah	11
2.1.1 Air limbah cair tahu	11
2.1.2 Baku mutu air limbah cair tahu	12
2.2 Fitoremediasi	13
2.3 Lahan Basah Buatan (<i>Constructed wetland</i>)	16
2.4 <i>Floating Treatment Wetland</i> (FTW)	18
2.4 Frogbit Amazon (<i>Limnobium laevigatum</i>)	19
2.5 Parameter Uji	21
2.5.1 Biochemical Oxygend Demand (BOD)	21
2.5.2 Chemical Oxygend Demand (COD)	22
2.5.3 Amonia	24
2.5.4 Nitrat	25
2.6 Penelitian Terdahulu	26
BAB III METODE PENELITIAN	31
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	31
3.1.1 Tempat penelitian	31
3.1.2 Waktu penelitian	32
3.2 Variabel Penelitian	33
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	33
3.3.1 Alat penelitian	33

3.3.2 Bahan penelitian	34
3.4 Rancangan Penelitian	34
3.5 Cara Kerja.....	35
3.5.1 Persiapan alat dan bahan	36
3.5.2 Analisis pendahuluan	40
3.5.3 Persiapan tanaman	40
3.5.4 Aklimatisasi tanaman frogbit amazon (<i>L. laevigatum</i>).....	41
3.5.5 Uji Range Finding Test (RFT).....	41
3.5.6 Pengulangan sampel.....	42
3.5.7 Analisis parameter limbah cair tahu	42
3.5.8 Analisis data	52
3.5.9 Analisis statistik.....	53
3.5.10 Pembahasan, Kesimpulan dan Saran	54
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	58
4.1 Uji Karakteristik Limbah Cair Tahu	58
4.2 Uji Range Finding Test (RFT) pada Limbah Cair Tahu	59
4.3 Penentuan Beda Efisiensi Penurunan Konsentrasi BOD, COD, Amonia dan Nitrat pada Variasi Jumlah Tanaman Frogbit Amazon (<i>Limnobium laevigatum</i>) pada Limbah Cair Tahu.....	64
4.3.1 Penentuan beda efisiensi penurunan konsentrasi BOD pada variasi jumlah tanaman frogbit amazon (<i>Limnobium laevigatum</i>) pada limbah cair tahu.....	64

4.3.2 Penentuan beda efisiensi penurunan konsentrasi COD pada variasi jumlah tanaman Frogbit amazon (<i>Limnobium laevigatum</i>) pada limbah cair tahu	69
4.3.3 Penentuan beda efisiensi penurunan konsentrasi amonia pada variasi jumlah tanaman Frogbit amazon (<i>Limnobium laevigatum</i>) pada limbah cair tahu	73
4.3.4 Penentuan beda efisiensi penurunan konsentrasi amonia pada variasi jumlah tanaman Frogbit amazon (<i>Limnobium laevigatum</i>) pada limbah cair tahu	77
4.4 Penentuan Beda Efisiensi Penurunan Konsentrasi BOD, COD, Amonia dan Nitrat pada Variasi Waktu Kontak Tanaman Frogbit Amazon (<i>Limnobium laevigatum</i>) pada Limbah Cair Tahu.....	80
4.4.1 Penentuan beda efisiensi penurunan konsentrasi BOD pada variasi waktu kontak tanaman Frogbit amazon (<i>Limnobium laevigatum</i>) pada limbah cair tahu	81
4.4.2 Penentuan beda efisiensi penurunan konsentrasi COD pada variasi waktu kontak tanaman Frogbit amazon (<i>Limnobium laevigatum</i>) pada limbah cair tahu	86
4.4.3 Penentuan beda efisiensi penurunan konsentrasi amonia pada variasi waktu kontak tanaman Frogbit amazon (<i>Limnobium laevigatum</i>) pada limbah cair tahu	90

4.4.4 Penentuan beda efisiensi penurunan konsentrasi nitrat pada variasi waktu kontak tanaman Frogbit amazon (<i>Limnobium laevigatum</i>) pada limbah cair tahu	93
4.5 Penentuan Kombinasi Variasi Jumlah Dan Waktu Kontak Tanaman Frogbit (<i>Limnobium laevigatum</i>) yang Paling Efisien untuk Menurunkan Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), amonia (NH ₃), dan nitrat (NO ₃ ⁻) pada Limbah Cair Tahu.....	97
4.5.1 Penentuan variasi jumlah dan waktu kontak tanaman frogbit (<i>Limnobium laevigatum</i>) yang efisien untuk menurunkan <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD).....	98
4.5.2 Penentuan variasi jumlah dan waktu kontak tanaman frogbit (<i>Limnobium laevigatum</i>) yang efisien untuk menurunkan <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	102
4.5.3 Penentuan kombinasi Variasi jumlah dan waktu kontak tanaman frogbit (<i>Limnobium laevigatum</i>) yang paling efisien untuk menurunkan amonia	105
4.5.4 Penentuan variasi jumlah dan waktu kontak tanaman frogbit (<i>Limnobium laevigatum</i>) yang paling makisum untuk menurunkan nitrat	108
4.6 Analisis Parameter Penelitian	110
4.5.5 Analisis parameter pH dan suhu	111
4.5.6 Analisis parameter <i>Dissolve Oxygen</i> (DO)	112

4.5.7 Analisis pertumbuhan tanaman.....	114
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	116
5.1 Kesimpulan.....	116
5.2 Saran.....	117
DAFTAR PUSTAKA	118
LAMPIRAN	126

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
Tabel 2. 1	Baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan pengolahan kedelai.....	12
Tabel 2. 2	Baku mutu air limbah bagi usaha dan/ atau kegiatan yang belum memiliki baku mutu air limbah yang ditetapkan.....	12
Tabel 2. 3	Tabel Penelitian Terdahulu	29
Tabel 3. 1	Rancangan Penelitian.....	34
Tabel 3. 2	Variasi Konsentrasi Limbah Cair Tahu dengan Air Ledeng	41
Tabel 4. 1	Hasil Uji Karakteristik Limbah Cair Tahu	58
Tabel 4. 2	Hasil Pengamatan Tanaman Frogbit Amazon pada Uji RFT	60
Tabel 4. 3	Persentase Kematian Tanaman Frogbit Amazon pada Uji RFT ...	62
Tabel 4. 4	Hasil Efisiensi Penurunan Konsentrasi BOD pada Limbah Cair Tahu	98
Tabel 4. 5	Tabel Derajat Hubungan	101
Tabel 4. 6	Hasil Efisiensi Penurunan Konsentrasi COD pada Limbah Cair Tahu	102
Tabel 4. 7	Hasil Efisiensi Penurunan Konsentrasi amonia pada Limbah Cair Tahu	105
Tabel 4. 8	Hasil Efisiensi Penurunan Konsentrasi nitrat pada Limbah Cair Tahu	108
Tabel 4. 9	Hasil Pengukuran Parameter Suhu	111

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Tahap fitoremediasi pada floating treatment wetland	16
Gambar 2.2	Floating Treatment Wetland (Sumber: Pusparinda, 2016).....	19
Gambar 2.3	Tanaman frogbit amazon (<i>Limnobium laevigatum</i>).....	21
Gambar 3.1	Gambar laboratorium basah di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Ailangga	32
Gambar 3.2	Pabrik tahu UD sumber makmur	32
Gambar 3.3	Skema rancangan kerja.....	36
Gambar 3.4	Gambar reaktor	37
Gambar 3.5	Tahapan uji statistik untuk uji Manova	54
Gambar 4.1	Rata-Rata persentase efisiensi penurunan BOD pada variasi jumlah tanaman	65
Gambar 4.2	Rata-rata persentase efisiensi penurunan COD pada variasi jumlah tanaman	70
Gambar 4.3	Rata-rata persentase efisiensi penurunan amonia pada variasi jumlah tanaman	74
Gambar 4.4	Rata-rata persentase efisiensi penurunan nitrat pada variasi jumlah tanaman	78
Gambar 4.5	Rata-Rata persentase efisiensi penurunan BOD pada variasi waktu kontak tanaman.....	82
Gambar 4.6	Rata-Rata persentase efisiensi penurunan COD pada variasi waktu kontak tanaman.....	86

Gambar 4.7 Rata-rata persentase efisiensi penurunan amonia pada variasi waktu kontak tanaman	90
Gambar 4.8 Rata-rata persentase efisiensi penurunan nitrat pada variasi waktu kontak tanaman.....	94
Gambar 4.9 Grafik rata-rata penurunan DO	113
Gambar 4.10 Pertumbuhan panjang akar	114

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul	Halaman
Lampiran 1	Ringkasan Ilmiah	126
Lampiran 2	Data Nilai Efisiensi Penurunan BOD, COD, Amonia, Dan Nitrat Pada Limbah Cair Tahu Dengan Variasi Jumlah Tanaman Dan Waktu Kontak.	139
Lampiran 3	Data parameter pendukung	143
Lampiran 4	Hasil Analisis Statistik efisiensi penurunan BOD pada limbah cair tahu dengan variasi jumlah tanaman.....	144
Lampiran 5	Hasil Analisis Statistik Efisiensi Penurunan COD Pada Limbah Cair Tahu Dengan Variasi Jumlah Tanaman	148
Lampiran 6	Hasil Analisis Statistik Efisiensi Penurunan Amonia Pada Limbah Cair Tahu Dengan Variasi Jumlah Tanaman	151
Lampiran 7	Hasil Analisis Statistik Efisiensi Penurunan Nitrat Pada Limbah Cair Tahu Dengan Variasi Jumlah Tanaman	153
Lampiran 8	Hasil Analisis Statistik Efisiensi Penurunan BOD Pada Limbah Cair Tahu Dengan Variasi Waktu Kontak Tanaman .	158
Lampiran 9	Hasil Analisis Statistik Efisiensi Penurunan COD Pada Limbah Cair Tahu Dengan Variasi Waktu Kontak Tanaman .	161
Lampiran 10	Hasil Analisis Statistik Efisiensi Penurunan Amonia Pada Limbah Cair Tahu Dengan Variasi Waktu Kontak Tanaman	165
Lampiran 11	Hasil Analisis Statistik Efisiensi Penurunan Nitrat Pada Limbah Cair Tahu Dengan Variasi Waktu Kontak Tanaman	169

Lampiran 12 Hasil Analisis Statistik Efisiensi Penurunan BOD, COD, Amonia Dan Nitrat Pada Limbah Cair Tahu Dengan kombinasi Variasi Jumlah Tanaman Dan Waktu Kontak.....	172
Lampiran 13 Hasil Uji RFT	188