

**OPTIMASI IDENTIFIKASI MIKROPLASTIK MENGGUNAKAN
MICRO-FTIR (*FOURIER TRANSFORM INFRARED*) IMAGING
DENGAN METODE *MAPPING***

**OPTIMIZATION OF MICROPLASTIC IDENTIFICATION USING
MICRO-FTIR (*FOURIER TRANSFORM INFRARED*) IMAGING
WITH MAPPING METHOD**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi syarat-syarat memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pangan

Oleh:

IRMADELLA RANA NATHANIA

18.II.0034



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA
SEMARANG**

2022

**OPTIMASI IDENTIFIKASI MIKROPLASTIK MENGGUNAKAN MICRO-
FTIR (FOURIER TRANSFORM INFRARED) IMAGING DENGAN
METODE MAPPING**

**OPTIMIZATION OF MICROPLASTIC IDENTIFICATION USING
MICRO-FTIR (FOURIER TRANSFORM INFRARED) IMAGING WITH
MAPPING METHOD**

Oleh:
IRMADELLA RANA NATHANIA
NIM: 18.I1.0034
Program Studi: Teknologi Pangan

**Skripsi ini telah disetujui dan dipertahankan di hadapan sidang penguji pada
tanggal: 11 April 2022**

Semarang, 11 April 2022

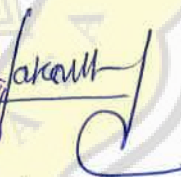
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Katolik Soegijapranata

Pembimbing I



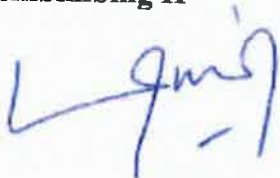
Prof. Dr. Ir. Y. Budi Widianarko, M.Sc.
NPP 0581.1994.157

Dekan



Dr. Dra. Laksmi Hartajanie, MP.
NPP 0581.2012.281

Pembimbing II



Inneke Hantoro, S.TP., M.Sc.
NPP 0581.2002.253

HALAMAN PENGESAHAN



Judul Tugas Akhir: : OPTIMASI IDENTIFIKASI MIKROPLASTIK MENGGUNAKAN
MICRO-FTIR (FOURIER TRANSFORM INFRARED) IMAGING
DENGAN METODE MAPPING

Diajukan oleh : Irmadella Rana Nathania

NIM : 18.II.0034

Tanggal disetujui : 11 April 2022

Telah setuju oleh

Pembimbing 1 : Prof. Dr. Ir. Budi Widianarko M.Sc.

Pembimbing 2 : Inneke Hantoro STP., M.Sc.

Penguji 1 : Dr. Ir. Bernadeta Soedarini M.P.

Penguji 2 : Mellia Harumi S.TP., M.Sc

Ketua Program Studi : Dea Nathania Hendryanti STP., M.S

Dekan : Dr., Dra. Laksmi Hartayanie, M.P.

Halaman ini merupakan halaman yang sah dan dapat diverifikasi melalui alamat di bawah ini.

sintak.unika.ac.id/skripsi/verifikasi/?id=18.II.0034

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Irmadella Rana Nathania

NIM : 18.I1.0034

Fakultas : Teknologi Pertanian

Progam Studi : Teknologi Pangan

Menyatakan bahwa dalam skripsi yang berjudul “**Optimasi Identifikasi Mikroplastik menggunakan *Micro-FTIR (Fourier Transform Infrared) Imaging dengan Metode Mapping***” ini adalah karya saya dan tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi lain. Karya ini tidak pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah dan yang saya sebutkan dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari ternyata terbukti bahwa skripsi ini sebagian atau seluruhnya adalah hasil plagiasi, maka gelar dan ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal sesuai peraturan yang berlaku pada Universitas Katolik Soegijapranata dan/atau peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian pernyataan keaslian skripsi yang saya buat dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 11 April 2022



Irmadella Rana Nathania

18.I1.0034

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Irmadella Rana Nathania
Fakultas : Teknologi Pertanian
Program Studi : Teknologi Pangan
Jenis Karya : Skripsi

Menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Katolik Soegijapranata Semarang Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah yang berjudul “**Optimasi Identifikasi Mikroplastik menggunakan *Micro-FTIR (Fourier Transform Infrared) Imaging dengan Metode Mapping***” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Katolik Soegijapranata berhak menyimpan, mengalihkan media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir ini selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Semarang, 11 April 2022



Irmadella Rana Nathania

18.II.0034

RINGKASAN

Mikroplastik dianggap sebagai *novel contaminant* (polutan baru), dan berpotensi menimbulkan berbagai permasalahan, baik lingkungan hingga kesehatan. Berbagai studi mikroplastik sudah berkembang dan beragam, seperti studi untuk mendeteksi dan mengidentifikasi jenis mikroplastik. Dengan beragamnya metode deteksi dan identifikasi, menyebabkan hasil yang didapatkan berpotensi bias karena perbedaan karakteristik dari setiap metode. Oleh karenanya, dalam penelitian ini mencoba melakukan optimasi dan standarisasi metode deteksi dan identifikasi mikroplastik menggunakan instrumen mikro-FTIR dengan pendekatan *mapping*, yang diharapkan dapat mengoptimalkan hasil yang didapatkan dengan kelebihan-kelebihan yang dimiliki metode ini. Prinsip kerja mikro-FTIR yaitu alat akan memancarkan sinar inframerah dan mengarahkan ke sampel, lalu sampel menyerap frekuensi tertentu dan selanjutnya akan dibaca oleh detektor. Dalam penelitian ini beberapa hal yang dioptimasi, yaitu *aperture* (bukaan diafragma) dan jumlah pemindaian. Penelitian ini menggunakan sampel berupa materi referensi polietilena (RM PE), plastik PET, plastik LDPE, dan plastik HDPE karena termasuk ke lima besar jenis plastik yang banyak digunakan. Sampel plastik (PET dan HDPE) terlebih dahulu disonikasi untuk mengecilkan ukuran sehingga tergolong mikroplastik. Sebelum pengujian dengan mikro-FTIR, semua sampel dilarutkan hingga konsentrasi tertentu lalu disaring menggunakan kertas saring PTFE, dan kemudian mikroplastik yang tertahan pada kertas saring digunakan untuk pengujian. Hasil yang didapat kemudian diproses dengan metode *central composite design* (CCD) *response surface methodology* (RSM) menggunakan aplikasi Minitab 19 untuk mendapatkan hasil yang optimal. Berdasarkan penelitian, diketahui bahwa *aperture* memberikan pengaruh terhadap hasil analisis mikro-FTIR berupa skor kesamaan. Selain itu, proses sonikasi juga secara tidak langsung mempengaruhi hasil, karena dapat mengubah rantai pada polimer. Perlakuan terbaik yang menghasilkan hasil optimal yaitu *aperture* berkisar 68x68 μm –78x68 μm tergantung pada ukuran partikel, yang secara tidak langsung teramati memberi pengaruh, dan jumlah pemindaian 65 kali.

SUMMARY

Microplastics are considered as novel contaminants, and potentially causing various problems, both environmental and health. Various studies of microplastics have developed and the available detection and identification methods are diverse. The variety of detection and identification methods also potentially make the results to be biased due to the different characteristics of each method. Therefore, in this study, we try to optimize and standardize the detection and identification method of microplastics using a micro-FTIR instrument with a mapping approach, which is expected to optimize the results obtained with the advantages of this method. The principle of micro-FTIR is that the device will emit infrared light and direct it to the sample, then the sample absorbs a certain frequency and then will be read by the detector. In this study several things were optimized, namely aperture and number of scans. This study used samples in the form of polyethylene reference material (RM PE), PET plastic, LDPE plastic, and HDPE plastic because these are mentioned as the top five types of plastic that are widely used. Plastic samples (PET and HDPE) were first sonicated to reduce the size so that they were classified as microplastics. Before testing with micro-FTIR, all samples were dissolved to a certain concentration and then filtered using PTFE filter paper, and then the microplastic retained on the filter paper was used for testing. The results obtained then processed by the central composite design of response surface methodology (RSM) using the Minitab 19 application to get optimal results. Based on the research, it is known that aperture has an influence on the results of micro-FTIR analysis in the form of a similarity score. In addition, the sonication process also indirectly affects the results, because it can change the chains in the polymer. The best treatment that produces optimal results is aperture ranging from 68x68 m–78x68 m depending on particle size, which is indirectly observed to have an effect, and the number of scans 65 times.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas anugerah dan penyertaannya penulisan laporan akhir penelitian (skripsi) yang berjudul **“Optimasi Identifikasi Mikroplastik menggunakan *Micro-FTIR (Fourier Transform Infrared) Imaging dengan Metode Mapping*”** ini dapat berjalan dengan lancar. Tentunya dalam penulisan skripsi ini penulis mendapatkan banyak dukungan, arahan, dan bantuan dari banyak pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, atas penyertaan dan berkatnya maka kegiatan penelitian hingga penulisan skripsi dapat terselesaikan dan lancar
2. Keluargaku (Bapak, Ibu, Josua), atas *support* dan perhatiannya
3. Prof. Budi Widianarko dan Bu Inneke Hantoro sebagai dosen pembimbing yang telah memberi arahan, semangat baik selama penelitian dan penyelesaian skripsi ini
4. (Ci) Alice Septiana Dewi atas kebersamaannya saat melakukan diskusi proposal, penelitian di laboratorium, hingga penulisan skripsi ini, yang ditotal hampir 1 tahun; atas *support*, kritik, dan semua arahan selama penyelesaian skripsi ini
5. Kak Kirana, Ko Christian yang pernah bersama melakukan kegiatan di laboratorium sehingga selama di laboratorium menjadi semangat dan menyenangkan
6. Mas Sholeh dan Mbak Agatha atas arahnya saat pertama kali memulai kegiatan di laboratorium dan bantuannya setiap ada kendala di laboratorium
7. Teman-teman “Menantu Idaman”, Regina, Elisa, Gabriela, Florensia, Vania, Grace, dan Melly; buat kebersamaannya selama kuliah, buat *supportnya*, dan semoga kalian sukses untuk kedepannya
8. Agnes atas *support*-nya selama mengerjakan skripsi di kost
9. Teman-teman lain yang mungkin tidak bisa disebutkan satu persatu, atas *supportnya*
10. Fakultas Teknologi Pertanian, seluruh dosen, dan seluruh tenaga pendidik atas kesempatan, ilmu, dan setiap bantuan yang diberikan selama sekitar 4 tahun berkuliah di FTP

Tidak lupa juga penulis memohon maaf apabila dalam penulisan skripsi terdapat kesalahan atau hal yang tidak berkenan. Selain itu, tentu skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis juga sangat terbuka bagi setiap kritik, saran, atau tanggapan yang diberikan. Semoga skripsi ini dapat memberi sumbangan ilmu yang bermanfaat. Demikian sepatah kata yang dapat penulis sampaikan, atas perhatiannya penulis ucapkan terima kasih.

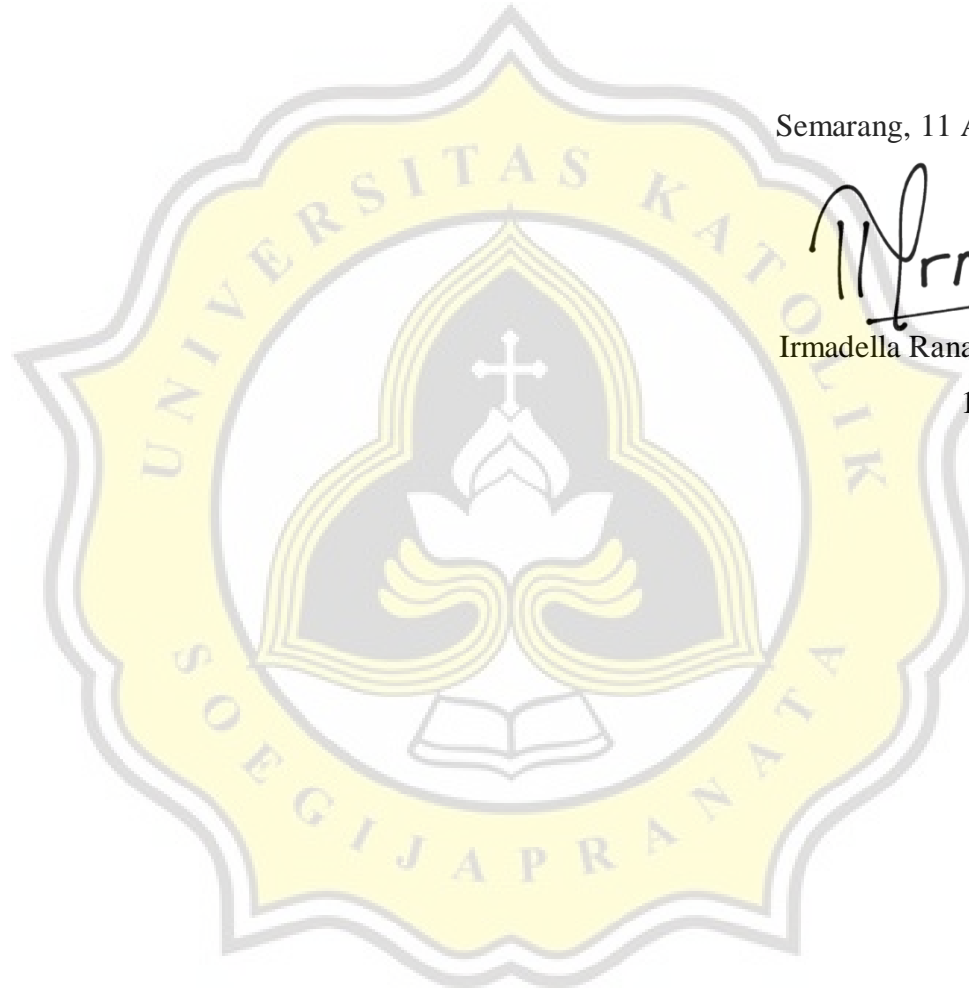
Semarang, 11 April 2022

Penulis,



Irmadella Rana Nathania

18.II.0034



DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
RINGKASAN.....	v
<i>SUMMARY</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tinjauan Pustaka.....	2
1.2.1. Permasalahan Plastik dan Mikroplastik	2
1.2.2. Analisis Mikroplastik dan Permasalahan Standarisasi	4
1.2.3. Mikro-FTIR dengan Metode <i>Mapping</i>	7
1.2.4. Faktor yang Mempengaruhi Spektrum Infra Merah.....	10
1.2.5. <i>Response Surface Method</i> (RSM).....	12
1.2.6. Proses <i>Weathering</i> Partikel Plastik.....	13
1.2.7. Polimer yang Digunakan.....	14
1.3. Tujuan Penelitian	18
2. MATERI DAN METODE	19
2.1. Waktu dan Tempat Penelitian	19
2.2. Materi.....	19
2.2.1. Alat.....	19
2.2.2. Bahan	19
2.3. Metode	19
2.3.1. Penjaminan Mutu.....	20

2.3.2.	Preparasi Sampel <i>Reference Material</i> (RM) Polietilena (PE).....	21
2.3.3.	Preparasi Sampel <i>Internal Standard</i> (IS).....	21
2.4.3.1.	Preparasi Sampel IS PET dan IS HDPE.....	21
2.4.3.2.	Preparasi Sampel IS LDPE.....	23
2.3.4.	Optimasi Identifikasi Mikroplastik dengan FTIR.....	24
2.3.5.	Analisis Data.....	26
3.	HASIL PENELITIAN.....	27
3.1.	Pendahuluan (Pengecekan Bahan).....	27
3.2.	Ukuran Partikel dan Hasil Mikroskop.....	27
3.3.	Hasil Skor Kesamaan FTIR.....	31
3.4.	Spektrum Inframerah.....	32
3.5.	Hasil Analisis Data RSM.....	36
3.5.1.	RM PE.....	36
3.5.2.	IS PET.....	39
3.5.3.	IS LDPE.....	41
3.5.4.	IS HDPE.....	43
3.5.5.	Rangkuman Hasil Analisis RSM.....	45
3.6.	Perlakuan Terbaik.....	46
4.	PEMBAHASAN.....	47
4.1.	Pendahuluan.....	47
4.2.	Optimasi Mikro-FTIR dengan Pendekatan <i>Mapping</i>	47
4.2.1.	PE dan Turunannya.....	49
4.2.2.	PET.....	50
4.3.	Pengaruh Sonikasi pada <i>Internal Standar</i>	51
4.4.	Standarisasi dan Optimasi Metode.....	52
5.	PENUTUP.....	53
5.1.	Kesimpulan.....	53
5.2.	Saran.....	53
6.	DAFTAR PUSTAKA.....	54
7.	LAMPIRAN.....	59

7.1.	Ukuran Partikel.....	59
7.2.	Skor Kesamaan FTIR dan Jenis Partikel Terdeteksi	63
7.3.	<i>Mapping</i>	73
7.4.	Hasil Post Run	81
7.5.	Hasil <i>Scan</i> Antiplagiasi.....	85



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Karakteristik Beberapa Jenis Polimer	3
Tabel 2. Komparasi Berbagai Jenis Metode Identifikasi Mikroplastik	5
Tabel 3. <i>Fingerprint</i> Spektra Inframerah PE dan Turunannya.....	15
Tabel 4. <i>Fingerprint</i> Spektra Inframerah PET	17
Tabel 5. Bahan Pembuatan IS PET dan HDPE	22
Tabel 6. Pasangan perlakuan aperture dan jumlah pemindaian untuk penelitian pendahuluan	24
Tabel 7. Rata-rata Skor Kesamaan Penelitian Pendahuluan per <i>Aperture</i>	25
Tabel 8. Rata-rata Skor Kesamaan Penelitian Pendahuluan per Jumlah Pemindaian	25
Tabel 9. Pasangan perlakuan <i>aperture</i> dan jumlah pemindaian untuk penelitian utama yang diterapkan pada mikro-FTIR	26
Tabel 10. Skor Kesamaan Bahan Mikroplastik <i>Internal Standar</i>	27
Tabel 11. Ukuran Partikel Sampel Mikroplastik	27
Tabel 12. Hasil FTIR Sampel	31
Tabel 13. Spektra Inframerah Sampel.....	32
Tabel 14. Koefisien Regresi RM PE.....	36
Tabel 15. ANOVA RM PE.....	37
Tabel 16. Koefisien Determinasi RM PE.....	38
Tabel 17. Koefisien Regresi IS PET	39
Tabel 18. ANOVA IS PET.....	39
Tabel 19. Koefisien Determinasi IS PET	40
Tabel 20. Koefisien Regresi IS LDPE	41
Tabel 21. ANOVA IS LDPE	42
Tabel 22. Koefisien Determinasi IS LDPE	42
Tabel 23. Koefisien Regresi IS HDPE.....	43
Tabel 24. ANOVA IS HDPE.....	44
Tabel 25. Koefisien Determinasi IS HDPE.....	45
Tabel 26. Rangkuman Hasil Analisis RSM.....	46

Tabel 27. Perlakuan Terbaik Setiap Sampel 46



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Komponen Instrumen FTIR	7
Gambar 2. Tipe-Tipe Getaran Molekul.....	8
Gambar 3. Gambaran Mapping	10
Gambar 4. Ilustrasi <i>aperture</i>	11
Gambar 5. Struktur Kimia Polietilena.....	14
Gambar 6. Representasi Skematis Beberapa Jenis Polietilena	15
Gambar 7. Struktur Kimia PET	17
Gambar 8. Diagram Alir Penelitian	20
Gambar 9. Proses Sonikasi	23
Gambar 10. Alat dan bahan Pembuatan IS LDPE	24
Gambar 11. Hasil Mikroskop Partikel RM PE pada Kertas saring	28
Gambar 12. Hasil Mikroskop Partikel IS PET ppada Kertas saring.....	28
Gambar 13. Hasil Mikroskop Partikel IS LDPE pada Kertas saring	29
Gambar 14. Hasil Mikroskop Partikel IS HDPE pada Kertas saring	29
Gambar 15. Hasil Mikroskop Potongan Utuh PET Sebelum (a) dan Sesudah Sonikasi (b) 30	
Gambar 16. Hasil Mikroskop Potongan Utuh HDPE Sebelum (a) dan Sesudah Sonikasi (b)	30
Gambar 17. Hasil Optimasi RM PE.....	38
Gambar 18. Hasil Optimasi IS PET	41
Gambar 19. Hasil Optimasi IS LDPE	43
Gambar 20. Hasil Optimasi IS LDPE	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Ukuran Partikel RM PE.....	59
Lampiran 2. Ukuran Partikel IS PET	60
Lampiran 3. Ukuran Partikel IS LDPE	61
Lampiran 4. Ukuran Partikel IS HDPE.....	62
Lampiran 5. Skor Kesamaan FTIR dan Partikel Terdeteksi RM PE PTFE 1	63
Lampiran 6. Skor Kesamaan FTIR dan Partikel Terdeteksi RM PE PTFE 2	64
Lampiran 7. Skor Kesamaan FTIR dan Partikel Terdeteksi RM PE PTFE 3	65
Lampiran 8. Skor Kesamaan FTIR dan Partikel Terdeteksi IS PET PTFE 1	66
Lampiran 9. Skor Kesamaan FTIR dan Partikel Terdeteksi IS PET PTFE 2	66
Lampiran 10. Skor Kesamaan FTIR dan Partikel Terdeteksi IS PET PTFE 3.....	67
Lampiran 11. Skor Kesamaan FTIR dan Partikel Terdeteksi IS LDPE PTFE 1.....	68
Lampiran 12. Skor Kesamaan FTIR dan Partikel Terdeteksi IS LDPE PTFE 2.....	69
Lampiran 13. Skor Kesamaan FTIR dan Partikel Terdeteksi IS LDPE PTFE 3.....	70
Lampiran 14. Skor Kesamaan FTIR dan Partikel Terdeteksi IS HDPE PTFE 3	71
Lampiran 15. Keseluruhan Partikel dari IS HDPE yang Diuji.....	72
Lampiran 16. Hasil <i>Mapping</i> RM PE	73
Lampiran 17. Hasil <i>Mapping</i> IS PET	75
Lampiran 18. Hasil <i>Mapping</i> IS LDPE.....	77
Lampiran 19. Hasil <i>Mapping</i> IS HDPE	79
Lampiran 20. Hasil <i>Post Run</i> RM PE.....	81
Lampiran 21. Hasil <i>Post Run</i> IS PET	82
Lampiran 22. Hasil <i>Post Run</i> IS LDPE.....	83
Lampiran 23. Hasil <i>Post Run</i> IS HDPE	84
Lampiran 24. Hasil <i>Scan</i> Antiplagiasi	85