

**KARAKTERISASI BIO-OIL DENGAN METODE SLOW
PIROLISIS BERBAHAN BAKU LIMBAH PLASTIK
*POLYETYLENETEREFTALAT (PET) DAN TONGKOL
JAGUNG***

SKRIPSI



SYAFA'AT PRAYOGI

1810816210010

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT

2023

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN

KARAKTERISASI BIO-OIL DENGAN METODE SLOW PIROLISIS
BERBAHAN BAHAN BAKU LIMBAH PLASTIK
POLYETYLENETEREFTALAT (PET) DAN TONGKOL JAGUNG

Oleh
Syafa'at Prayogi (1810816210010)

Telah dipertahankan di depan tim penguji pada 4 Agustus 2024 dan dinyatakan

LULUS

Komite Penguji :

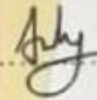
Ketua

Dr. Eng. Apip Amrullah, ST., M.Eng
NIP. 198108102012121001

()

Anggota 1

Andy Nugraha S.T., M.T.
NIP. 19890628201801108056

()

Anggota 2

Prof. Dr. Ir. Rachmat Subagyo, ST, MT,
NIP. 197608052008121001

()

Pembimbing Utama

Herry Irawansyah, S.T., M.Eng.
NIP. 199002212018031001

()

Banjarbaru, 4 Agustus 2024


Diketahui dan disahkan oleh :

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,

Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Mesin



Dr. Mahmud, S.T., M.T
NIP. 197401071998021001

()
Ma'rif, S.T., MT
NIP. 197601282008121002

HALAMAN IDENTITAS

JUDUL SKRIPSI:

**KARAKTERISASI BIO-OIL DENGAN METODE SLOW
PIROLISIS BERBAHAN BAKU LIMBAH PLASTIK
POLYETYLENETEREFTALAT (PET) DAN TONGKOL
JAGUNG**

Nama Mahasiswa/I : Syafa'at Prayogi

NIM : 1810816210010

KOMITE PEMBIMBING

Pembimbing : Herry Irawansyah S.T., M.Eng.

KOMITE PENGUJI

Ketua Komite : Dr. Eng Apip Amrullah, S.T., M.Eng.

Dosen Penguji I : Andy Nugraha, S.T., M.T.

Dosen Penguji II : Prof.Dr. Ir. Rachmat Subagyo, S.T., M.T., IPM. ACPE

Waktu dan Tempat Ujian Skripsi

Seminar Proposal : 28 April 2022

Seminar Hasil : 08 Juni 2023

Sidang Akhir : 22 Desember 2023

Tempat : Ruang Sidang PSTM








SK Penguji :








**LEMBAR KONSULTASI
SKRIPSI**

Nama : Syafa'at prayogi

NIM : 1810816210010

Judul Skripsi : Karakterisasi Bio-Oil Dengan Metode Slow Pirolisis Berbahan Baku Limbah Plastik *Polyetylenetereftalat* (PET) Dan Tongkol Jagung

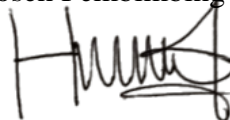
No.	Tanggal	Materi Konsultasi	TTD
1	24 November 2023	Penambahan pembahasan Grafik	
2	1 Desember 2023	Penambahan Gambar	
3	5 Desember 2023	Penamhahan pembahasan jurnal terkait	
4	8 Desember 2023	Penambahan pembahasan senyawa bahan bakar	
5	13 Desember 2023	ACC	
6	16 Februari 2024	Perbaikan Grafik	
7	27 Februari 2024	Perbaikan karakteristik senyawa	

8	20 Maret 2024	Penamhahan pembahasan jurnal terkait	
9	2 April 2024	Penambahan pembahasan senyawa bahan bakar	
10	17 April 2024	Penambahan pembahasan proses pengolahan	
11	11 Mei 2024	Penambahan catatan penjelasan grafik	
12	14 Juni 2024	Penamhahan pembahasan jurnal terkait	
13	23 Juni 2024	Penambahan pembahasan senyawa bahan bakar	
14	1 Juli 2024	ACC	

Banjarbaru,

2023

Dosen Pembimbing



HERRY IRAWANSYAH, S.T., M.Eng.
NIP. 199002212018031001

PERNYATAAN ORISINALITAS PENELITIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah Penelitian Skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di perguruan tinggi, terkecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur- unsur jiplakan Skripsi, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diprotes sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Banjarbaru,
Mahasiswa

4 Agustus 2024



Syafa'at Prayogi

NIM. 1810816210010

RIWAYAT HIDUP

Syafa'at Prayogi lahir Barambai, 19 Juli 2000 anak pertama dari bapak Wardoyo dan ibu noor hasanah. Bersekolah di TK Tunas Mekar Jelapat 1 (2005-2006), kemudian di SDN Sarang Halang (2006-2012), di lanjutkan di MTsN 1 Pelaihari (2012-2015), dan di teruskan di SMAN 1 Pelaihari (2015-2018). Berkuliah di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Kalimantan Selatan pada tahun 2018.

Banjarbaru,

4 Agustus 2024

Mahasiswa



Syafa'at Prayogi

NIM. 1810816210010

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji Syukur atas kehadiran Tuhan yang Maha Esa sehingga atas izin-Nya penulis akhirnya dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Karakterisasi Bio-Oil Dengan Metode Slow Pirolisis Berbahan Baku Limbah Plastik *Polyetylenetereftalat* (PET) Dan Tongkol Jagung”.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya Skripsi ini tak terlepas dari campur tangan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ahmad Alim Bachri, S.E., M.Si, selaku Rektor Universitas Lambung Mangkurat.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Iphan Fitriani Radam, S.T., M.T., IPU selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
3. Bapak Dr. Mahmud, S.T.,M.T., selaku Wakil Dekan I Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
4. Bapak Dr. Abdul Ghofur S.T., M.T., selaku Wakil Dekan III Bidang Kemahasiswaan dan Alumni Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
5. Bapak Ma'ruf S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
6. Bapak Herry Irawansyah S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing dalam penyelesaian Skripsi, yang telah mendorong, membimbing dan memberikan arahan kepada penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini.

Akhir kata, penulis mengucapkan permohonan maaf atas segala kekurangan dan kekhilafan. Semoga Skripsi ini dapat memberikan manfaat dan masukan bagi pembacanya.

Banjarbaru, 4 Agustus 2024

Mahasiswa



Syafa'at Prayogi

NIM. 1810816210010

RINGKASAN

Syafa'at Prayogi, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Juli 2024. Karakterisasi Bio-Oil Dengan Metode Slow Pirolisis Berbahan Baku Limbah Plastik *Polyetylenetereftalat* (PET) Dan Tongkol Jagung. Komisi Pembimbing: Herry Irawansyah S.T., M.Eng. Ketua : Dr. Eng Apip Amrullah, S.T., M.Eng. Anggota I : Andy Nugraha, S.T., M.T Anggota II : Prof.Dr. Ir. Rachmat Subagyo, S.T., M.T., IPM. ACPE.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik bio-oil hasil co-pyrolysis limbah plastik PET (polyethylene) dengan campuran tongkol jagung dengan variasi temperatur melalui proses GC-MS (Gas Chromatography-mass-spectroscopy).

Hasil Dari Penelitian ini: hasil Co-Pyrolysis diperoleh karakteristik bio-oil pada hasil Pada uji GC-MS yang di hasilkan pada temperatur 400°C, 500°C dan 600°C dengan 3 perbandingan diantaranya 50:50, 70:30 dan 90:10 Banyak mengandung senyawa asam yang merupakan senyawa yang dapat di gunakan karena Acid dapat di ubah menjadi etanol, senyawa aromatik yang tinggi hal ini dapat meningkatkan nilai kalor dan stabilitas bahan bakar, tetapi perlu diwaspadai potensi karsinogenik dan emisi berbahaya. Memiliki proporsi senyawa alkohol yang tinggi hal ini dapat meningkatkan angka oktana, tetapi perlu dipertimbangkan potensi masalah starting pada temperatur rendah.

Kata kunci: Bio Oil, Plastik, Tongkol jagung

SUMMARY

Syafa'at Prayogi, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Lambung Mangkurat University, July 2024. Characterization of Bio-oil from Slow Pyrolysis of Polyetylenetereftalat (PET) Plastic Waste and Corncobs. Supervisory Committee: Herry Irawansyah S.T., Chairman: Dr. Eng Apip Amrullah, S.T., M.Eng.; Member I, Andy Nugraha, S.T., M.T.; Member II, Prof. Dr. Ir. Rachmat Subagyo, S.T., M.T., IPM. ACPE.

This research aims to analyze the characteristics of bio-oil produced from the co-pyrolysis of PET plastic waste and corncobs at varying temperatures using GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry).

Results: The co-pyrolysis results showed that bio-oil produced at temperatures of 400°C, 500°C, and 600°C with three ratios of 50:50, 70:30, and 90:10, respectively, contained a high amount of acidic compounds. These acids can be converted into ethanol. Additionally, the bio-oil exhibited a high content of aromatic compounds, which can improve the calorific value and stability of the fuel. However, there is a concern regarding the carcinogenic potential and harmful emissions associated with aromatic compounds. The bio-oil also had a high proportion of alcohol compounds, which can increase the octane number. Nevertheless, the potential for starting problems at low temperatures needs to be considered

Keywords: Bio Oil, plastic, Corncorbs

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan karunia serta hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Proposal Skripsi berjudul “Karakterisasi Bio-Oil Dengan Metode Slow Pirolisis Berbahan Baku Limbah Plastik *Polyetylenetereftalat* (PET) Dan Tongkol Jagung” ini sesuai dengan waktu yang ditentukan. Selama pelaksanaan dan penulisan Skripsi ini, tentunya tak lepas dari bantuan banyak pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Ma'ruf S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Lambung Mangkurat.
2. Herry Irawansyah S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan pembelajaran. Dr. Eng Apip Amrullah, S.T., M.Eng Andy Nugraha, S.T., M.T dan Prof.Dr. Ir. Rachmat Subagyo, S.T., M.T., IPM. ACPE. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran
3. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Mesin ULM yang telah memberikan pengajaran ilmu selama perkuliahan dan sebagai penunjang dalam penulisan skripsi ini.
4. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan banyak doa, dukungan, semangatcinta kasih, motivasi, dan inspirasi.
5. Rekan-rekan mahasiswa fakultas teknik yang telah memberikan dorongan dan semangatuntuk menyelesaikan penelitian ini.
6. Pihak lainnya yang ikut serta membantu dalam penyusunan Proposal Skripsi ini, yangtidak bisa penulis sebutkan secara satu persatu.

Penulis menyadari kemungkinan masih terdapat banyak kekurang dalam penulisan. Oleh karena itu, saran & kritik yang sifatnya membangun akan selalu penulis terima dengan tangan terbuka. Akhir kata, semoga laporan ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Banjarbaru, 4 Agustus 2024

Penulis

Syafa'at Prayogi

NIM. 1810816210010

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN IDENTITAS	iii
LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS PENELITIAN SKRIPSI	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
UCAPAN TERIMAKASIH	viii
RINGKASAN	ix
SUMARY	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 <i>Pyrolysis</i>	7
2.3 Co-Pyrolysis	8
2.4 Bio-Oil.....	11
2.5 Bahan baku	12
2.4.1 Limbah Plastik	12

2.4.2	Tongkol Jagung.....	21
2.6	GC-MS (<i>Gas Chromatography-Mass Spectra</i>).....	22
2.7	FTIR (<i>Fourier Transform Infrared</i>)	23
BAB III METODE PENELITIAN		26
3.1	Jadwal Pelaksanaan Penelitian	26
3.2	Objek Penelitian	26
3.3	Variabel Penelitian	26
3.4	Alat dan Bahan Penelitian	26
3.4.1	Bahan.....	26
3.4.2	Alat.....	27
3.5	Metode.....	27
3.6	Tabel Pengamatan	29
3.7	Diagram alir.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		31
4.1	Hasil Pirolisi Plastik PET dan Tongkol jagung.....	31
4.2	Hasil Pengujian GC-MS (<i>Gas Chromatography Mass Spectrometry</i>).....	32
4.4	Hasil Pengujian FTIR (<i>Fourier Transform Infra Red</i>)	67
4.5	Kandungan Bahan bakar	69
BAB V KESIMPULAN		71
5.1	Kesimpulan.....	71
5.2	Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA		73
LAMPIRAN.....		75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Limbah plastik dan tongkol jagung	27
Gambar 3. 2 Reaktor Pyrolisis	27
Gambar 3. 3 Diagram alir penelitian.....	30
Gambar 4. 1 Grafik hasil pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 50:50 dengan teperatur 400C Pengelompokkan Berdasarkan Struktur Kimia	33
Gambar 4. 2 Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 50:50 dengan teperatur 400C Pengelompokkan Berdasarkan Struktur Kimia.....	34
Gambar 4. 3 Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 50:50 dengan teperatur 500C Pengelompokkan Berdasarkan Struktur Kimia.....	36
Gambar 4. 4 Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 50:50 dengan teperatur 500C Pengelompokkan Berdasarkan Sifat Kimia	37
Gambar 4. 5 Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 50:50 dengan teperatur 600C Pengelompokkan Berdasarkan Struktur Kimia.....	39
Gambar 4. 6 Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 50:50 dengan teperatur 600C Pengelompokkan Berdasarkan Sifat Kimia	40
Gambar 4. 7 Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 70:30 dengan teperatur 400C Pengelompokkan Berdasarkan Struktur Kimia.....	43
Gambar 4. 8 Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 70:30 dengan teperatur 400C Pengelompokkan Berdasarkan Sifat Kimia	44
Gambar 4. 9 Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 70:30 dengan teperatur 500C Pengelompokkan Berdasarkan Struktur Kimia.....	46

Gambar 4. 10 Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 70:30 dengan teperatur 500C Pengelompokkan Berdasarkan Sifat Kimia	47
Gambar 4. 11 Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 70:30 dengan teperatur 600C Pengelompokkan Berdasarkan Struktur Kimia.....	50
Gambar 4. 12 Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 70:30 dengan teperatur 600C Pengelompokkan Berdasarkan Sifat Kimia	51
Gambar 4. 13 Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 90:10 dengan teperatur 400C Pengelompokkan Berdasarkan Struktur Kimia.....	54
Gambar 4. 14 Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 90:10 dengan teperatur 400C Pengelompokkan Berdasarkan Sifat Kimia	55
Gambar 4. 15 Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 90:10 dengan teperatur 500C Pengelompokkan Berdasarkan Struktur Kimia.....	58
Gambar 4. 16 Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 90:10 dengan teperatur 500C Pengelompokkan Berdasarkan Sifat Kimia	59
Gambar 4. 17 Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 90:10 dengan teperatur 500C Pengelompokkan Berdasarkan Struktur Kimia.....	62
Gambar 4. 18 Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 90:10 dengan teperatur 500C Pengelompokkan Berdasarkan Sifat Kimia	63
Gambar 4. 19 Grafik FTIR pirolisis PET dan bonggol jagung 50:50.....	67
Gambar 4. 20 Grafik FTIR pirolisis PET dan bonggol jagung 70:30.....	68
Gambar 4. 21 Grafik FTIR pirolisis PET dan bonggol jagung 90:10.....	68
Gambar 4. 22 Struktur Fenol dan Asam Benzoat	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Tipikal Parameter Operasi dan Produk Hasil dari Proses Pirolisis.....	8
Tabel 3. 1	Data Hasil Proses Pirolisis Limbah Plastik Dan Tongkol jagung.....	29
Tabel 3. 2	Data Hasil Pengujian GC-MS Bio-oil Pirolisis Limbah Plastik Dan Tongkol jagung	29
Tabel 4. 1	Data Hasil Penelitian Co-Pyrolisis Pelastik PET Dengan Tongkol jagung	31
Tabel 4. 2	Hasil pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 50:50 dengan teperatur 400C Pengelompokkan Berdasarkan Struktur Kimia	32
Tabel 4. 3	Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 50:50 dengan teperatur 400C Pengelompokkan Berdasarkan Sifat Kimia	33
Tabel 4. 4	Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 50:50 dengan teperatur 500C Pengelompokkan Berdasarkan Struktur Kimia.....	35
Tabel 4. 5	Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 50:50 dengan teperatur 500C Pengelompokkan Berdasarkan Sifat Kimia	36
Tabel 4. 6	Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 50:50 dengan teperatur 600C Pengelompokkan Berdasarkan Struktur Kimia.....	38
Tabel 4. 7	Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 50:50 dengan teperatur 600C Pengelompokkan Berdasarkan Sifat Kimia	40
Tabel 4. 8	Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 70:30 dengan teperatur 400C Pengelompokkan Berdasarkan Struktur Kimia.....	42
Tabel 4. 9	Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 70:30 dengan teperatur 400C Pengelompokkan Berdasarkan Sifat Kimia	43

Tabel 4. 10 Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 70:30 dengan teperatur 500C Pengelompokkan Berdasarkan Struktur Kimia.....	45
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 70:30 dengan teperatur 500C Pengelompokkan Berdasarkan Sifat Kimia	46
Tabel 4. 12 Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 70:30 dengan teperatur 600C Pengelompokkan Berdasarkan Struktur Kimia.....	49
Tabel 4. 13 Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 70:30 dengan teperatur 600C Pengelompokkan Berdasarkan Sifat Kimia	50
Tabel 4. 14 Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 90:10 dengan teperatur 400C Pengelompokkan Berdasarkan Struktur Kimia.....	53
Tabel 4. 15 Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 90:10 dengan teperatur 400C Pengelompokkan Berdasarkan Sifat Kimia	54
Tabel 4. 16 Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 90:10 dengan teperatur 500C Pengelompokkan Berdasarkan Struktur Kimia.....	57
Tabel 4. 17 Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 90:10 dengan teperatur 500C Pengelompokkan Berdasarkan Sifat Kimia	58
Tabel 4. 18 Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 90:10 dengan teperatur 500C Pengelompokkan Berdasarkan Struktur Kimia.....	61
Tabel 4. 19 Hasil Pengujian GC-MS pirolisis bio-oil Plastik PET dan Tongkol Jagung rasio campuran 90:10 dengan teperatur 500C Pengelompokkan Berdasarkan Sifat Kimia	62