

Produksi *Bio-oil* Melalui *Catalytic Co-Pyrolysis* Purun Tikus

(*Eleocharis Dulcis*) dan *Polyethylene Terephthalate* (PET)

SKRIPSI

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana S-1**



MUHAMAD LUTFI ARDIYANSYAH

2010816210038

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT

2024

LEMBAR IDENTITAS

JUDUL SKRIPSI :

PRODUKSI *BIO-OIL* MELALUI *CATALYTIC CO-PYROLYSIS* PURUN TIKUS
(*ELEOCHARIS DULCIS*) DAN *POLYETYLENE TEREPHTHALATE* (PET)

Nama : Muhamad Lutfi Ardiyansyah

NIM : 2010816210038

KOMITE

PEMBIMBING

Pembimbing : Dr. Eng. Apip Amrullah, S.T., M.Eng.

KOMITE

PENGUJI

Ketua Komite : Prof. Dr. Rachmat Subagyo, S.T., M.T. IPM, ACPE.

Dosen Penguji I : Pathur Razi Ansyah, S.T., M.Eng.

Dosen Penguji II : Prof. Dr. Abdul Ghofur, S.T., M.T.

Waktu dan Tempat

Ujian Skripsi

Seminar Proposal : Selasa, 31 Oktober 2023

Seminar Hasil : Kamis, 28 Desember 2023

Ujian Hasil : Rabu, 10 Januari 2024

Tempat : Ruang Rapat PSTM

SK Penguji

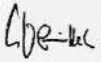
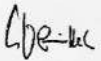
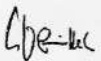
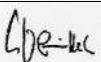
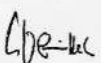
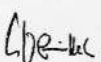
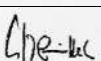
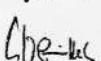
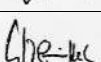
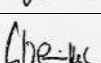
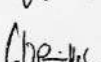
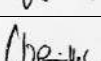
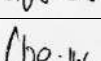
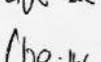
LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Muhamad Lutfi Ardiyansyah

NIM : 2010816210038

Judul Skripsi : Produksi *Bio-Oil* Melalui *Catalytic Co-Pyrolysis*

Purun Tikus (*Eleocharis Dulcis*) dan *Polyethylene Terephthalate* (PET)

No.	Tanggal	Materi Konsultasi	Paraf
1	11-10-2023	Batasan masalah dan tujuan penelitian	
2	16-10-2023	Penyusunan tinjauan pustaka	
3	18-10-2023	Penyusunan metodologi penelitian	
4	25-10-2023	Pemilihan judul penelitian	
5	30-10-2023	Penyusunan penulisan BAB I-III	
6	03-11-2023	Penyusunan daftar pustaka	
7	13-11-2023	Perbaikan tinjauan pustakan dan metodologi	
8	20-11-2023	Pengolahan data	
9	27-11-2023	Perbaikan grafik dan pembahasan materi sesuai tujuan	
10	07-12-2023	Penyusunan seluruh data dan pembahasan pengujian	
11	12-12-2023	Penyusunan penulisan BAB I-V	
12	24-12-2023	Perbaikan isi dan ejaan penulisan	
13	06-01-2024	Perbaikan penulisan sesuai format siding akhir	
14	08-01-2024	Acc Naik siding akhir	

Banjarbaru, Januari 2024

Dosen Pembimbing



Dr.Eng Apip Amrullah S.T.,M.Eng

NIP. 19810810201212100

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN

**Produksi Bio-oil Melalui Catalytic Co-Pyrolysis Purun Tikus (*Eleocharis Dulcis*)
dan Polyethylene Terephthalate (PET)**

Oleh

Muhamad Lutfi Ardiyansyah (2010816210038)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 10 Januari 2024 dan dinyatakan

L U L U S

Komite Penguji :

Ketua : Prof. Dr. Ir. Rachmat Subagyo, S.T., M.T., IPM. ACPE.
NIP 197608052008121001

Anggota 1 : Pathur Razi Ansyah, S.T., M.Eng
NIP 199210182019031010

Anggota 2 : Prof. Dr. Ir. Abdul Ghofur, S.T., M.T., IPM
NIP 197007171998021001

**Pembimbing
Utama** : Dr. Eng. Apip Amrullah, S.T., M.Eng
NIP 198108102012121001


.....

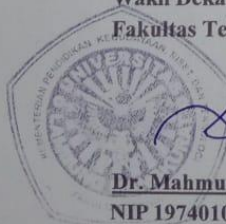

.....

.....

.....

Banjarbaru, 16 Januari 2024
diketahui dan disahkan oleh:

**Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,**



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

**Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Mesin,**



Prof. Dr. Ir. Rachmat Subagyo, S.T., M.T., IPM. ACPE
NIP 197608052008121001

PERNYATAAN ORISINALITAS

PENELITIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak mendapat karya ilmiah yang di ajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah di tulis atau di terbitkan oleh orang lain, terkecuali secara tertulis dikutip dari naskah ini dan di sebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

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

Banjarbaru, Januari 2024

Mahasiswa

Muhamad Lutfi Ardiyansyah

NIM. 2010816210038

RIWAYAT HIDUP

Muhamad Lutfi Ardiyansyah lahir di Jakarta 07 Juni 2001, Anak ke-2 dari Ayah Jemadi dan Ibu Siti Qodriyah. Menyelesaikan Pendidikan di TK Pertiwi Dewi Kabupaten Purworejo Jawa Tengah (2006-2007), SD Negeri Dewi Kabupaten Purworejo Jawa Tengah (2007-2013), SMP Negeri 5 Purworejo Kabupaten Purworejo Jawa Tengah (2013-2016), SMK Negeri 1 Purworejo Kabupaten Purworejo Jawa Tengah (2016-2019). Studi di Program Teknik Mesin di Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Kalimantan Selatan, tahun angkatan 2020.

Banjarbaru, Januari 2024

Mahasiswa

Muhamad Lutfi Ardiyansyah

NIM. 2010816210038

UCAPAN TERIMAKASIH

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang telah mencurahkan Rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "Produksi *Bio-Oil* Melalui *Catalytic Co-Pyrolysis* Purun Tikus (*Eleocharis Dulcis*) dan *Polyethylene Terephthalate (PET)*". Shalawat dan Salam semoga selalu tercurahkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW, beserta sahabat, kerabat, serta pengikut beliau hingga akhir zaman.

Selesainya penulisan skripsi ini tentunya tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati saya menyampaikan rasa syukur kepada Allah SWT dan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya khususnya kepada:

1. Ayah dan Ibu, Jemadi dan Siti Qodriyah yang mana telah memberikan dukungan baik berupa doa, dana maupun semangat, sehingga penulis dapat mengerjakan skripsi ini dengan sebaik-baiknya.
2. Bapak Prof. Dr. Ahmad, S.E., M.Si. selaku Rektor Universitas Lambung Mangkurat.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Iphan Fitriani Radam, ST., M.T., IPU. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
4. Bapak Prof. Dr. Rachmat Subagyo, S.T., M.T. IPM, ACPE. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
5. Bapak Dr. Eng. Apip Amrullah, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing dalam penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Prof. Dr. Rachmat Subagyo, S.T., M.T. IPM, ACPE., Bapak Pathur Razi Ansyah, S.T., M.Eng. dan Bapak Prof. Dr. Abdul Ghofur, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji skripsi ini.
7. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
8. Bapak Dr. Eng. Apip Amrullah, S.T., M.Eng. selaku kepala laboratorium motor bakar.
9. Seluruh kawan-kawan angkatan 2020 yang telah mendukung

terselesaikannya skripsi ini.

10. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Dalam kesempatan ini pula penulis menyampaikan mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila terdapat kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, karena kesempurnaan hanya milik Allah SWT. Oleh karena itu, kritik dan saran yang sifatnya membangun dari semua pihak sangatlah saya harapkan demi kemajuan kita Bersama.

Banjarbaru, Januari 2024

Mahasiswa

Muhamad Lutfi Ardiyansyah

NIM. 2010816210038

RINGKASAN

Muhamad Lutfi Ardiyansyah, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Januari 2024. Produksi *Bio-Oil* Melalui *Catalytic Co-Pyrolysis* Purun Tikus (*Eleocharis Dulcis*) dan *Polyethylene Terephthalate* (PET). Pembimbing: Dr. Eng. Apip Amrullah, S.T., M.Eng.

Bio-oil merupakan salah satu energi alternatif yang potensial dan belum banyak dikembangkan di Indonesia, *bio-oil* adalah bahan bakar yang terbuat dari biomassa seperti limbah pertanian, contohnya adalah *bio-oil* dari purun tikus (*Eleocharis dulcis*) dan *Polyethylene Terephthalate* (PET). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik distribusi produk hasil *co-pyrolysis* untuk menjadi bahan bakar alternatif serta untuk mengetahui pengaruh temperatur dan komposisi *feedstock* terhadap karakteristik rendemen *bio-oil* hasil *co-pyrolysis* purun tikus (*Eleocharis dulcis*) dengan plastik PET (*Polyethylene terephthalate*) yang ditambahkan dengan katalis *amberlys-15*. Dengan menggunakan metode *co-pyrolysis* dan variable yaitu 400°C, 500°C dan 600°C dan rasio 30% PET dengan 70% purun tikus; 40% PET dengan 60% purun tikus 50% PET dengan 50% purun tikus; 60% PET dengan 40% purun tikus. Distribusi produk menghasilkan *bio-oil*, *char* dan gas. Pada temperatur 500°C *bio-oil* yang didapatkan terbanyak sebesar 30% dan senyawa yang paling banyak yaitu ester, hal ini bisa dimanfaatkan sebagai sumber bahan bakar alternatif terbarukan seperti bahan bakar biodiesel serta mengatasi masalah pengelolaan sampah. Pengaruh temperatur dan komposisi *feedstock* terhadap karakteristik rendemen *bio-oil* hasil *co-pyrolysis* yaitu meningkatkan persentase *bio-oil* dan gas dengan penurunan persentase padatan (*char*). Penurunan hasil *bio-oil* disebabkan oleh panas yang semakin bertambah dan menyebabkan semakin besarnya energi untuk memecahkan ikatan molekul-molekul pada bahan sehingga dekomposisi yang terjadi semakin cepat. Semakin cepat terjadinya dekomposisi dapat mengakibatkan semakin cepat dan semakin banyak gas hasil dekomposisi keluar dari reaktor yang kemudian menyebabkan adanya hasil gas yang tidak terkondensasi dengan sempurna oleh kondensor.

Kata Kunci: *co-pyrolysis*, *bio-oil*, *bio-char*, *gas*, *amberlyst-15*, temperatur

SUMMARY

Muhamad Lutfi Ardiyansyah, Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Lambung Mangkurat University, January 2024. Bio-Oil Production Through Catalytic Co-Pyrolysis of Purun Tikus (*Eleocharis Dulcis*) and Polyethylene Terephthalate (PET). Supervisor: Dr. Eng. Apip Amrullah, S.T., M.Eng.

Bio-oil is a potential alternative energy and has not been widely developed in Indonesia. Bio-oil is fuel made from biomass such as agricultural or forestry waste, for example bio-oil from purun Tikus (*Eleocharis dulcis*) and *Polyethylene Terephthalate* (PET). This research was conducted to determine the distribution of co-pyrolysis products to become alternative fuels and to determine the effect of temperature and feedstock composition on the yield characteristics of bio-oil resulting from co-pyrolysis of purun Tikus (*Eleocharis dulcis*) with PET (*Polyethylene terephthalate*) plastic added with amberlys-15 catalyst. By using the co-pyrolysis method and variables, namely 400°C, 500°C and 600°C and a ratio of 30% PET to 70% rat purun; 40% PET with 60% rat purun 50% PET with 50% rat purun; 60% PET with 40% rat purun. Product distribution produces bio-oil, char and gas. At a temperature of 500°C the most bio-oil obtained is 30% and the most abundant compounds are esters, this can be used as a renewable alternative fuel source such as biodiesel fuel and overcome waste management problems. The effect of temperature and feedstock composition on the yield characteristics of bio-oil resulting from co-pyrolysis is increasing the percentage of bio-oil and gas with a decrease in the percentage of solids (char). The decrease in bio-oil yield is caused by increasing heat and causing greater energy to break the molecular bonds in the material so that decomposition occurs more quickly. The faster the decomposition occurs, the faster and more decomposed gas will come out of the reactor, which will then result in the gas not being completely condensed by the condenser.

Keywords: co-pyrolysis, bio-oil, bio-char, gas, *Amberlyst-15*, temperature

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat terselesaikannya karya ilmiah ini, Shalawat dan Salam semoga slalu tercurahkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW, beserta sahabat, kerabat, serta pengikut beliau hingga akhir zaman.

Skripsi ini berjudul “Produksi *Bio-Oil* Melalui *Catalytic Co-Pyrolysis* Purun Tikus (*Eleocharis Dulcis*) dan *Polyethylene Terephthalate* (PET)”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk dapat lulus menjadi Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat.

Skripsi ini disusun dengan pengharapan besar, semoga dapat bermanfaat bagi para pembaca. Semoga dapat menjadi pelita di hati mahasiswa. Semoga dapat menjadi pemantik jiwa yang sedang berjuang. Semoga dapat menjadi semangat baru dalam pemikiran anda.

Bagi anda yang sedang berjuang, semoga Skripsi ini dapat menguatkan perjuangan anda. Bagi anda yang sedang mencari jalan, semoga Skripsi ini dapat menggerakkan anda untuk menemukan jalan.

Akhir kata, saya berharap semoga Skripsi ini berguna bagi pengembangan ilmu dan teknologi khususnya bidang Teknik Mesin dalam pada bidang Energi Terbarukan.

Banjarbaru, Januari 2024

Mahasiswa

Muhamad Lutfi Ardiyansyah

NIM. 2010816210038

DAFTAR ISI

LEMBAR IDENTITAS	iii
LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI.....	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	v
RIWAYAT HIDUP	vi
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	x
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
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>	8
2.3 Biomassa	15
2.4 <i>Bio-Oil</i>	21
2.5 <i>Biochar</i>	23
2.6 Bahan baku	25
2.5.1 Limbah Plastik.....	25
2.5.2 Purun tikus.....	27
2.5.3 Katalis <i>Amberlyst-15</i>	29

2.6	GC-MS (<i>Gas Chromatography-Mass Spectra</i>).....	30
2.7	FT-IR (<i>Fourier Transform Infrared</i>).....	35
2.8	RSM (<i>Response Surface Method</i>)	36
BAB III		
METODE PENELITIAN		38
3.1	Jadwal Pelaksanaan Penelitian	38
3.2	Objek Penelitian	38
3.3	Variabel Penelitian	38
3.4	Alat dan Bahan Penelitian	38
3.4.1	Bahan.....	38
3.4.2	Alat.....	40
3.5	Metodelogi	41
3.6	Diagram alir.....	43
BAB IV		
HASIL DAN PEMBAHASAN		44
4.1	Hasil <i>Pyrolysis</i> Purun Tikus dan Plastik PET	44
4.2	Hasil Pengujian GC-MS (<i>Gas Chromatography Mass Spectrometry</i>)	52
4.3	Karakteristik Hasil GC-MS (<i>Gas Chromatography Mass Spectrometry</i>)	64
4.4	Hasil Pengujian FTIR (<i>Fourier Transform Infra Red</i>)	72
4.5	Hasil Pengujian RSM (<i>Response Surface Method</i>).....	74
BAB V		
PENUTUP.....		80
5.1	Kesimpulan.....	80
5.2	Saran.....	81
DAFTAR PUSTAKA		82
LAMPIRAN.....		A-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Pyrolysis</i> Dalam Partikel Biomassa	9
Gambar 2. 2 Proses <i>Pyrolysis</i> Dalam Reaktor	15
Gambar 2. 3 Proses Pembuatan Biobriket.....	17
Gambar 2. 4 Proses Gasifikasi	18
Gambar 2. 5 Proses Pirolisis	18
Gambar 2. 6 Proses <i>Liquification</i>	19
Gambar 2. 7 Proses Distilasi pada Biokimia.....	19
Gambar 2. 8 Proses Densifikasi	20
Gambar 2. 9 Proses Karbonisasi	20
Gambar 2. 10 Limbah Plastik	25
Gambar 2. 11 <i>Polyethylene terephthalate</i> (PET).....	27
Gambar 2. 12 Purun Tikus	27
Gambar 2. 13 <i>Gas Chromatography-Mass Spectrometry</i> (GC-MS)	31
Gambar 2. 14 FT-IR (<i>Fourier Transform Infrared</i>)	35
Gambar 2. 15 Aplikasi <i>Response surface method</i> (RSM)	36
Gambar 3. 1 (a) Limbah Plastik, (b) Purun Tikus dan (c) Katalis	39
Gambar 3. 2 <i>Stopwatch</i>	39
Gambar 3. 3 Timbangan Elektrik.....	39
Gambar 3. 4 Gelas Ukur.....	40
Gambar 3. 5 Botol Kaca.....	40
Gambar 3. 6 Reaktor <i>Pyrolysis</i>	40
Gambar 3. 7 Diagram Alir Penelitian <i>co-Pyrolysis</i> Purun Tikus dan PET	42
Gambar 4. 1 Produk Hasil <i>Pyrolysis</i> Pada Variasi Campuran Bahan 70% Purun Tikus : 30% PET	50
Gambar 4. 2 Produk Hasil <i>Pyrolysis</i> Pada Variasi Campuran Bahan 60% Purun Tikus : 40% PET	50
Gambar 4. 3 Produk Hasil <i>Pyrolysis</i> Pada Variasi Campuran Bahan 50% Purun Tikus : 50% PET	51
Gambar 4. 4 Produk Hasil <i>Pyrolysis</i> Pada Variasi Campuran Bahan 40% Purun Tikus : 60% PET	51
Gambar 4. 5 Grafik Senyawa yang Mendominasi Hasil Uji GC-MS <i>Bio-oil</i> Hasil	

<i>Pyrolysis</i> Purun Tikus dan Plastik PET pada Temperatur 400°C.....	64
Gambar 4. 6 Grafik Senyawa yang Mendominasi Hasil Uji GC-MS <i>Bio-oil</i> Hasil <i>Pyrolysis</i> Purun Tikus dan Plastik PET pada Temperatur 500°C.....	66
Gambar 4. 7 Grafik Senyawa yang Mendominasi Hasil Uji GC-MS <i>Bio-oil</i> Hasil <i>Pyrolysis</i> Purun Tikus dan Plastik PET pada Temperatur 600°C.....	68
Gambar 4. 8 Grafik FTIR <i>Bio-oil</i> Purun Tikus dan Plastik PET Suhu 400°C.....	72
Gambar 4. 9 Grafik FTIR <i>Bio-oil</i> Purun Tikus dan Plastik PET Suhu 500°C.....	73
Gambar 4. 10 Grafik FTIR <i>Bio-oil</i> Purun Tikus dan Plastik PET Suhu 600°C.....	74
Gambar 4. 11 Nilai Aktual dan Prediksi <i>Bio-Oil</i>	78
Gambar 4. 12 Hasil RSM 3D dan <i>Plot</i> Kuntur Hasil <i>Pyrolysis</i>	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kondisi Operasi Untuk Berbagai Jenis <i>Pyrolysis</i>	11
Tabel 2. 2 Pengaruh Variabel Operasi Terhadap Hasil <i>Pyrolysis</i>	14
Tabel 2. 3 Karakteristik Kandungan Kimia Dari Rumput Purun Tikus.....	29
Tabel 2. 4 Contoh hasil pengujian GC-MS rumput purun tikus dengan ukuran 20 <i>mesh</i> dan suhu 300°C	33
Tabel 4. 1 Hasil Penelitian <i>Pyrolysis</i> Purun Tikus dan Plastik PET Temperatur 400°C ..	43
Tabel 4. 2 Hasil Penelitian <i>Pyrolysis</i> Purun Tikus dan Plastik PET Temperatur 500°C	45
Tabel 4. 3 Hasil Penelitian <i>Pyrolysis</i> Purun Tikus dan Plastik PET Temperatur 600°C.....	46
Tabel 4. 4 Data Hasil/ <i>Yield Pyrolysis</i> Purun Tikus dan Plastik PET.....	46
Tabel 4. 5 Variasi 70% Purun Tikus : 30% PET dengan suhu 400°C	52
Tabel 4. 6 Variasi 70% Purun Tikus : 30% PET dengan suhu 500°C	53
Tabel 4. 7 Variasi 70% Purun Tikus : 30% PET dengan suhu 600°C	54
Tabel 4. 8 Variasi 60% Purun Tikus : 40% PET dengan suhu 400°C	55
Tabel 4. 9 Variasi 60% Purun Tikus : 40% PET Dengan Suhu 500°C.....	56
Tabel 4. 10 Variasi 60% Purun Tikus : 40% PET dengan suhu 600°C	57
Tabel 4. 11 Variasi 50% Purun Tikus : 50% PET dengan suhu 400°C	58
Tabel 4. 12 Variasi 50% Purun Tikus : 50% PET dengan suhu 500°C	59
Tabel 4. 13 Variasi 50% Purun Tikus : 50% PET dengan suhu 600°C	60
Tabel 4. 14 Variasi 40% Purun Tikus : 60% PET dengan suhu 400°C	61
Tabel 4. 15 Variasi 40% Purun Tikus : 60% PET dengan suhu 500°C	62
Tabel 4. 16 Variasi 40% Purun Tikus : 60% PET dengan suhu 600°C	63
Tabel 4. 17 Tiga Belas Percobaan Dari Kombinasi Parameter Berbeda.....	75
Tabel 4. 18 <i>Model Summary Statistics</i>	75
Tabel 4. 19 ANOVA <i>for Quadratic Model</i>	76
Tabel 4. 20 Hasil Optimasi terhadap Respon <i>Bio-Oil</i>	78