

**KARAKTERISTIK BIOPELLET SERBUK KAYU MAHONI  
DAN MINYAK BIJI KAPAS SEBAGAI PEMICU PEMBAKARAN**

**SKRIPSI**



**Disusun oleh :**

**NAMA : Ifan Ardiansah**

**NIM : 1811071**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2022**

**KARAKTERISTIK BIOPELLET SERBUK KAYU MAHONI  
DAN MINYAK BIJI KAPAS SEBAGAI PEMICU PEMBAKARAN**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST)

Program Studi Teknik Mesin S-1

**Disusun Oleh :**

**NAMA : IFAN ARDIANSAH**

**NIM : 1811071**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2022**

**LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI**  
**KARAKTERISTIK BIOPELLET SERBUK KAYU MAHONI**  
**DAN MINYAK BIJI KAPAS SEBAGAI PEMICU PEMBAKARAN**



Disusun Oleh :

Nama : Ifan Ardiansah  
NIM : 1811071  
Program Studi : Teknik Mesin S-1  
Fakultas : Teknologi Industri

Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1



Dr. Komang Astana Widi, S.T., MT  
NIP. Y. 1030400405

Diperiksa dan Disetujui  
Dosen Pembimbing




Ir. Soeparno Djiwo, MT  
NIP. Y. 10186000128


## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

1. Judul Ulasan : Karakteristik Biopellet Serbuk Kayu Mahoni Dan Minyak Biji Kapas Sebagai Pemicu Pembakaran
  2. Biografi Peneliti
    - a. Nama Lengkap : Ifan Ardiansah
    - b. Bidang Keahlian : Konversi Energi
    - c. Jabatan : Mahasiswa
    - d. Telp : 085707604565
    - e. E- Mail : Ifanardiansyah8@gmail.com
  3. Masa Pelaksanaan
    - a. Mulai : 5 Maret 2022
    - b. Akhir : 5 Agustus 2022
  4. Lokasi Penelitian : Jl Golf Perumahan, Tasikmadu  
: Lab Kimia Universitas Negeri Malang  
: Lab Mineral dan Material Maju UM
- Hasil Yang Ditargetkan : Mengetahui Karakteristik Biopellet Pada Setiap Sampel

Diperiksa dan Disetujui  
Dosen Pembimbing

Malang, 31 Mei 2022  
Peneliti

  
Ir. Soeparno Djiwo, MT  
NIP. Y. 10186000128

  
Ifan Ardiansah  
NIM.1811071

Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1

  
Dr. Komang Astana Widi, ST, MT  
NIP. Y. 1030400405



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT, BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Ifan Ardiansah  
NIM : 1811071  
Program Studi : Teknik Mesin S-1  
Judul Skripsi : KARAKTERISTIK BIOPELLET SERBUK KAYU  
MAHONI DAN MINYAK BIJI KAPAS SEBAGAI  
PEMUCU PEMBAKARAN

Dipertahankan dihadapan Tim Ujian Skripsi Jenjang Program Strata Satu (S-1)

Pada Hari : Senin  
Tanggal : 25 Juli 2022  
Dengan Nilai : 82,45 (A)

**Panitia Penguji Skripsi**

Ketua

Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.  
NIP. Y. 1030400405

Sekretaris

Febi Rammadianto, ST., MT.  
NIP. P. 1031500490

**Anggota Penguji**

Penguji 1

Ir. Mochtar Asroni, MSME.  
NIP. Y. 1018100036

Penguji 2

Arif Kurniawan, ST., MT.  
NIP. P. 1031500491

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ifan Ardiansah

NIM : 1811071

Program Studi : Teknik Mesin S-1

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa isi skripsi yang berjudul **“KARAKTERISTIK BIOPELLET SERBUK KAYU MAHONI DAN MINYAK BIJI KAPAS SEBAGAI PEMICU PEMBAKARAN”** adalah skripsi hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikasi serta tidak mengutip atau menyadur sebagian atau sepenuhnya dari karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan sumber aslinya.

Malang, 31 Juni 2022

Penulis



Ifan Ardiansah  
NIM. 1811071



## LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

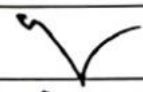



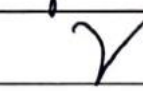



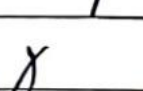
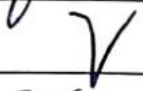





Nama : Ifan Ardiansah

NIM : 1811071

Program Studi : Teknik Mesin S-1

Judul Skripsi : Karakteristik Biopellet Serbuk Kayu Mahoni Dan Minyak  
Biji Kapas Sebagai Pemicu Pembakaran

Dosen Pembimbing : Ir. Soeparno Djiwo., MT.

No	Materi Bimbingan	Waktu	Paraf
1	Pengajuan Judul	3 Maret 2022	
2	Konsultasi Bab I	14 Maret 2022	
3	Konsultasi Bab II	20 Maret 2022	
4	Konsultasi Bab III	29 Maret 2022	
5	Daftar Seminar Proposal	29 Maret 2022	
6	Seminar Proposal	31 Maret 2022	
7	Konsultasi Memulai Penelitian	6 April 2022	
8	Mulai Penelitian	12 April 2022	
9	Selesai Penelitian	25 Mei 2022	
10	Konsultasi Bab IV	27 Mei 2022	
11	Konsultasi Bab V	30 Mei 2022	
12	Daftar Seminar Hasil	27 Mei 2022	
13	Seminar Hasil	31 Mei 2022	
14	Daftar Ujian Skripsi	21 Juli 2022	
15	Ujian Skripsi	25 Juli 2022	

## LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Ifan Ardiansah  
NIM : 1811071  
Program Studi : Teknik Mesin S-1  
Fakultas : Teknologi Industri  
Institusi : Institut Teknologi Nasional Malang  
Judul Skripsi : Karakteristik Biopellet Serbuk Kayu Mahoni Dan Minyak  
Biji Kapas Sebagai Pemicu Pembakaran  
Dosen Pembimbing : Ir.Soeparno Djiwo, MT

Tanggal Pengujian Skripsi : 25 Juli 2022  
Tanggal Penyelesaian : 2 Agustus 2022  
Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 82,45 (A)

Diperiksa dan Disetujui  
Dosen Pembimbing

  
Ir. Soeparno Djiwo, MT  
NIP. Y. 10186000128



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat Rahmat, Hidayah, serta Karunianya sehingga penulisan ini dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “KARAKTERISTIK BIOPELLET SERBUK KAYU MAHONI DAN MINYAK BIJI KAPAS SEBAGAI PEMICU PEMBAKARAN”. Laporan skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan skripsi pada program Strata-1 di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.

Penulis Menyadari dalam penyusunan skripsi ini tentu tidak lepas dan adanya bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada.

1. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE, selaku Rektor ITN Malang.
2. Ibu Dr. Ellysa Nursanti, ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang bapak Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.
4. Dosen Pembimbing Skripsi Institut Teknologi Nasional Malang bapak Ir. Soeparno Djiwo., MT.
5. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan materi dan spiritual
6. Seluruh teman-teman mahasiswa mesin S-1 yang telah membantu dalam pengerjaan skripsi ini
7. Dan semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun dari pembaca demi tercapainya laporan ini dengan baik kedepannya.

Malang, 30 Mei 2022

Penulis



Ifan Ardiansah  
NIM. 1811071

# **KARAKTERISTIK BIOPELLET SERBUK KAYU MAHONI DAN MINYAK BIJI KAPAS SEBAGAI PEMICU PEMBAKARAN**

**Ifan Ardiansah<sup>1</sup>, Soeparno Djiwo<sup>2</sup>**

Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Email: ifanardiansyah8@gmail.com

## **ABSTRAK**

Istilah limbah adalah sisa dari suatu usaha maupun kegiatan yang mengandung bahan berbahaya atau beracun yang karena sifat, konsentrasi dan jumlahnya, baik yang secara langsung maupun tidak langsung dapat membahayakan lingkungan, kesehatan, kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya. Seperti limbah industri penggergajian kayu yang dimana selama ini limbah tersebut hanya ditumpuk, dibuang serta dibakar. Maka dari itu penulis akan memanfaatkan limbah penggergajian kayu menjadi energi alternatif berupa biopellet yang dapat berguna bagi masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik pada biopellet serbuk kayu mahoni dengan variasi campuran minyak biji kapas dan perekat tepung tapioka. Penelitian ini diawali dengan pengumpulan alat dan bahan yang akan digunakan untuk membuat biopellet. Bahan baku pada penelitian ini adalah serbuk kayu mahoni dicampur minyak biji kapas sebagai pemicu pembakarannya. Sedangkan untuk perekatnya menggunakan tepung tapioka. Penelitian ini ingin mengetahui karakteristik dari biopellet serbuk kayu mahoni dicampur minyak biji kapas dengan perekat tepung tapioka dengan cara pengujian meliputi nilai kalor, laju pembakaran, kadar air, SEM dan FTIR. Diketahui bahwa hasil nilai kalor dengan campuran 40% : 10% : 50% mempunyai rata-rata 5.207 kal/gram, pada campuran 40% : 15% : 45% mempunyai rata-rata 5.321 kal/gram peningkatan nilai kalor sebesar 114 kal/gram, pada campuran 40% : 20% : 40% mempunyai rata-rata 5.672 kal/gram dengan peningkatan sebesar 351 kal/gram, meningkatnya nilai kalor disebabkan semakin banyak campuran minyak biji kapas maka akan semakin besar pula nilai kalornya dan di pengaruhi oleh kadar air semakin rendah nilai kadar air maka akan semakin besar pula nilai kalornya. Laju pembakaran pada campuran 40% : 10% : 50% mempunyai rata-rata 0,093 gr/menit, pada campuran 40% : 15% : 45% mempunyai rata-rata 0,094 gr/menit kenaikan sebesar 0,001 gr/menit, pada campuran 40% : 20% : 40% mempunyai rata-rata 0,106 gr/menit meningkat sebesar 0,012 gr/menit, Meningkat disebabkan rasio campuran persentase minyak biji kapas semakin tinggi persentase dari minyak biji kapas maka akan semakin besar pula laju pembakarannya. Kadar air pada campuran 40% : 10% : 50% mempunyai rata-rata 6,4587%, mengalami peningkatan pada campuran 40% : 15% : 45% mempunyai rata-rata 7,2357% dengan peningkatan sebesar 0,777%, mengalami penurunan pada campuran 40% : 20% : 40% mempunyai rata-rata 6,3162% penurunan sebesar 0,9195%, Meningkatnya kadar air pada spesimen campuran 40% : 15% : 45% dikarenakan adanya tingkat pencampuran perekat tepung tapioka yang kurang merata sehingga mempengaruhi kadar air pada biopellet. SEM menunjukkan bahwa serbuk kayu mahoni ukuran mesh 100 dengan perbesaran 5000x terlihat permukaan partikel yang berpori-pori.

**Kata Kunci : Kayu Mahoni, Minyak Biji Kapas, Nilai Kalor, Laju Pembakaran, Kadar Air, SEM, FTIR**

# THE CHARACTERISTICS OF MAHOGANY POWDER BIOPELLET AND COTTON SEED OIL AS A TRIGGER OF COMBUSTION

Ifan Ardiansah<sup>1</sup>, Soeparno Djiwo<sup>2</sup>

Mechanical Engineering Study Program S-1 Faculty of Industrial Technology

Malang National Institute of Technology

Email: ifanardiansyah8@gmail.com

## ABSTRACT

The term waste refers to the residue from a business or any other activity which contains hazardous or toxic materials that due to their nature, concentration and quantity can endanger the environment, health, survival of humans and other living creatures - either directly or indirectly. An example is sawmill industrial waste, where all this time the waste is only piled up, disposed of and burned. Therefore, the researchers choose to utilize sawmill waste into alternative energy in the form of biopellets which can be useful for the community. This study aims to determine the characteristics of mahogany powder biopellet with variations of a mix between cottonseed oil and tapioca flour adhesive. This study is initiated with the collection of tools and materials that will be used to make biopellets. The raw material in this study is mahogany powder mixed with cottonseed oil as a trigger for combustion. As for the adhesive, tapioca flour is used. This study wants to find out the characteristics of mahogany powder biopellet when mixed with cottonseed oil and tapioca flour adhesive by testing several methods including calorific value, burning rate, moisture content, SEM and FTIR. It is found that the results of the calorific value with a mix of 40% : 10% : 50% has an average of 5,207 cal/gram, in the mixture of 40% : 15% : 45% the average value is 5321 cal/gram (with an increase in the calorific value by 114 cal/gram), in the mixture of 40% : 20% : 40% the average is 5,672 cal/gram (with an increase in the calorific value by 351 cal/gram). The increase in the calorific value is due to the larger amount of the mixture of bean oil, where the greater the mixture, the greater the calorific value will be. Furthermore, it is also influenced by the moisture content, where the lower the moisture content value, the greater the calorific value will be. The combustion rate of the mixture 40% : 10% : 50% has an average of 0.093gr/minute, in the mixture of 40% : 15% : 45% the average is 0.094gr/minute (with an increase of 0.001 gr/minute), in the mixture of 40% : 20% : 40% the average is 0.106 g/minute (with an increase of 0.012 g/minute). This increase is due to the ratio of the mixture of cottonseed oil percentages, where the higher the percentage of cottonseed oil, the higher the combustion rate will be. The water content in the mixture of 40% : 10% : 50% has an average of 6.4587%, in the mixture of 40% : 15% : 45% the average is 7.2357% (with an increase of 0.777%), while in the mixture of 40% : 20% : 40% the average is 6.3162% (with a decrease of 0.9195%). The increase in the moisture content in the mixture of 40% : 15% : 45% is due to the level of mixing of tapioca flour adhesive which is not evenly distributed, therefore it affects the water content in biopellet. SEM shows that mahogany sawdust with a mesh size of 100 and a magnification of 5000x indicates a porous particle surface.

**Keywords:** *Mahogany, Cottonseed Oil, Calorific Value, Combustion Rate, Moisture Content, SEM, FTIR*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI</b> .....	ii
<b>BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI</b> .....	iii
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI</b> .....	iv
<b>LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI</b> .....	v
<b>LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>ABSTRAK</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Metode Penulisan .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1 Penelitian Terdahulu .....	6
2.2 Biomassa .....	10
2.3 Biopellet .....	12
2.4 Serbuk Kayu Mahoni .....	14
2.5 Minyak Biji Kapas .....	15
2.6 Tepung Kanji.....	17
2.7 Bahan Perekat.....	18
2.8 Proses Densifikasi .....	19

2.9	Alat Pembuatan Pellet .....	19
2.9.1.	Mesin Pres Hidrolik .....	19
2.9.2.	Cetakan Biopellet .....	21
2.10	Data Yang Akan Diteliti .....	21
2.10.1	Nilai Kalor .....	21
2.10.2	Laju Pembakaran .....	22
2.10.3	Kadar Air .....	23
2.10.4	SEM .....	24
2.10.5	FTIR .....	24
2.10.6	Karakteristik Bahan Penelitian .....	25
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>29</b>
3.1	Diagram Alir .....	29
3.2	Penjelasan Diagram Alir .....	30
3.2.1	Studi Literatur .....	30
3.2.2	Tahap Persiapan .....	32
3.2.3	Proses Pembuatan Biopellet .....	33
3.2.4	Pengujian Biopellet .....	37
3.2.5	Analisa Data dan Pembahasan .....	42
3.2.6	Kesimpulan .....	44
<b>BAB IV</b>	<b>ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>45</b>
4.1	Data Hasil Pengujian .....	45
4.1.1.	Data Hasil Pengujian Nilai Kalor .....	45
4.1.2.	Data Hasil Pengujian Laju Pembakaran .....	46
4.1.3.	Data Hasil Pengujian Kadar Air .....	48
4.1.4.	Data Hasil Pengujian SEM Serbuk Kayu Mahoni .....	49
4.1.5.	Hasil Pengujian FTIR Serbuk Kayu Mahoni .....	49
4.2	Analisa Data dan Pembahasan Hasil Pengujian .....	50
4.2.1.	Analisa Data dan Pembahasan Hasil Pengujian Nilai Kalor .....	50
4.2.2.	Analisa Data dan Pembahasan Hasil Pengujian Laju Pembakaran .....	51
4.2.3.	Analisa Data dan Pembahasan Hasil Pengujian Kadar Air .....	53
4.2.4.	Analisa Data dan Pembahasan Kadar Air Dan Laju Pembakaran .....	54
4.2.5.	Analisa Data dan Pembahasan Kadar Air Dan Nilai Kalor .....	55



4.2.6. Analisa Data dan Pembahasan Hasil Pengujian SEM.....	56
4.2.7. Analisa Data dan Pembahasan Hasil Pengujian FTIR .....	57
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>59</b>
5.1. Kesimpulan.....	59
5.2. Saran.....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>61</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>64</b>
Lampiran 1. Biodata Penulis .....	64
Lampiran 2. Surat Dosen Pembimbing .....	65
Lampiran 3. Surat Izin Penelitian.....	66
Lampiran 4. Data Hasil Pengujian.....	67
Lampiran 5. Data Perhitungan.....	75
Lampiran 6. Foto Dokumentasi Penelitian.....	80

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Biopellet .....	12
Gambar 2. 2 Serbuk Kayu Mahoni .....	14
Gambar 2. 3 Minyak Biji Kapas .....	15
Gambar 2. 4 Tepung Tapioka.....	17
Gambar 2. 5 Mesin Press Hidrolik.....	20
Gambar 2. 6 Cetakan Biopellet .....	21
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	30
Gambar 3. 2 Pengumpulan Bahan Serbuk Kayu.....	33
Gambar 3. 3 Proses Pengeringan Serbuk Kayu .....	33
Gambar 3. 4 Minyak Biji Kapas .....	34
Gambar 3. 5 Tepung Tapioka.....	34
Gambar 3. 6 Proses Pembuatan Perekat.....	34
Gambar 3. 7 Proses Pengayakan .....	35
Gambar 3. 8 Proses Pencampuran Bahan .....	35
Gambar 3. 9 Proses Pengepresan Biopellet.....	36
Gambar 3. 10 Proses Pengeringan Biopellet.....	36
Gambar 3. 11 Pengujian Nilai Kalor.....	37
Gambar 3. 12 Proses Laju Pembakaran .....	38
Gambar 3. 13 Pengujian Kadar Air.....	39
Gambar 3. 14 Pengujian SEM.....	40
Gambar 3. 15 Pengujian FTIR .....	41
Gambar 4. 1 Electron Image 5kx Perbesaran.....	49
Gambar 4. 2 Electron Image 5kx Perbesaran.....	56

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Standart Biopellet SNI 8021 .....	13
Tabel 2. 2 Komposisi Kimia Serbuk Gergaji Kayu Mahoni.....	15
Tabel 2. 3 Komposisi Asam Lemak, Glyserol, Getah dan Air Minyak Biji Kapas.	16
Tabel 2. 4 Pembagian Panjang Gelombang Pada Radiasi Inframerah.....	25
Tabel 2. 5 Karakteristik Serbuk Kayu Mahoni .....	26
Tabel 2. 6 Kandungan Asam Lemak Minyak Biji Kapas .....	27
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Nilai Kalor Campuran 40% : 10% : 50%.....	45
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Nilai Kalor Campuran 40% : 15% : 45% .....	46
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Nilai Kalor Campuran 40% : 20% : 40% .....	46
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Laju Pembakaran Campuran 40% : 10% : 50%.....	47
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Laju Pembakaran Campuran 40% : 15% : 45%.....	47
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Laju Pembakaran Campuran 40% : 20% : 40% .....	48
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Kadar Air .....	48

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Spektra FTIR Serbuk Kayu Mahoni.....	49
Grafik 4. 2 Hubungan Variasi Campuran Biopellet Terhadap Nilai Kalor.....	50
Grafik 4. 3 Hubungan Variasi Campuran Biopellet Terhadap Laju Pembakaran..	51
Grafik 4. 4 Hubungan Variasi Campuran Biopellet Terhadap Kadar Air.....	53
Grafik 4. 5 Hubungan Kadar Air Dan Laju Pembakaran.....	54
Grafik 4. 6 Hubungan Kadar Air dan Nilai Kalor.....	55
Grafik 4. 7 Spektra FTIR Serbuk Kayu Mahoni.....	57