



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**ANALISA PENGARUH METODE TOREFAKSI TERHADAP  
KENAIKAN NILAI KALOR BIOBRIKET CAMPURAN 75% KULIT  
METE DAN 25% SEKAM PADI DENGAN PERSENTASE BERAT**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu tugas dan syarat  
Untuk memperoleh gelar Sarjana (S-1)**

**ANGGIAT JUPAR P.T.  
NIM. L2E 606 014**

**FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN**

**SEMARANG  
MARET 2013**

## **TUGAS AKHIR**

Diberikan Kepada : Nama : Anggiat Jupar P.T.  
NIM : L2E 606 014

Dosen Pembimbing : Ir. Arijanto, MT

Jangka Waktu : 1 (satu) tahun

Judul : Analisa Pengaruh Metode Torefaksi Terhadap Kenaikan Nilai Kalor Biobriket Campuran 75% Kulit Mete Dan 25% Sekam Padi Dengan Persentase Berat

Isi Tugas : Mengetahui pengaruh proses torefaksi terhadap kenaikan nilai kalor briket campuran 25% kulit mete dan 75% dengan persentase berat sekam padi pada temperatur 200°C, 250°C, dan 300°C dengan variasi waktu tinggal 15 menit, 25 menit, dan 35 menit untuk masing-masing temperatur dan untuk mengetahui temperatur torefaksi dan waktu tinggal yang paling optimal untuk menghasilkan kenaikan nilai kalor yang paling tinggi

Semarang, 14 Maret 2013

Dosen Pembimbing



Ir. Arijanto, MT

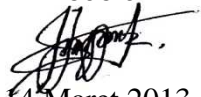
NIP 195301211983121001

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi/Tesis/Disertasi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : Anggiat Jupar P.T.

NIM : L2E 606 014

Tanda Tangan : 


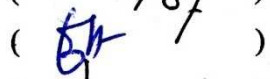
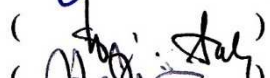

Tanggal : 14 Maret 2013

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
NAMA : Anggiat Jupar P.T.  
NIM : L2E 606 014  
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Metode Torefaksi Terhadap Kenaikan Nilai Kalor Biobriket Campuran 75% Kulit Mete Dan 25% Sekam Padi Dengan Persentase Berat

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan/Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.**

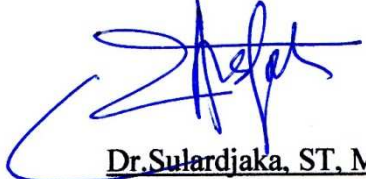
### TIM PENGUJI

Pembimbing : Ir. Arijanto, MT (  )  
Penguji : Dr.Dipl.Ing.Ir. Berkah Fadjar TK (  )  
Penguji : Ir. Djoeli Satrijo, MT (  )  
Penguji : Dr. MSK. Tony Suryo Utomo, ST, MT (  )

Semarang, 14 Maret 2013

Jurusan Teknik Mesin

Ketua,



Dr. Sulardjaka, ST, MT

NIP. 197104201998021001

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

---

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Anggiat Jupar P.T.  
NIM : L2E 606 014  
Jurusan/Program Studi : TEKNIK MESIN  
Fakultas : TEKNIK  
Jenis Karya : SKRIPSI

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**ANALISA PENGARUH METODE TOREFAKSI TERHADAP KENAIKAN NILAI KALOR BIOBRIKET CAMPURAN 75% KULIT METE DAN 25% SEKAM PADI DENGAN PERSENTASE BERAT**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang  
Pada Tanggal : 14 Maret 2013

Yang Menyatakan



Anggiat Jupar P.T.  
NIM L2E 606 014

## *~ PERSEMBAHAN ~*

***Tuhan Yesus Kristus***

*Terima kasih Tuhan, atas berkatmu dan pimpinanMu selama 6 tahun ini...*

***Kedua Orang Tua ku***

*Atas dukungan, doa, dan segala yang telah kalian lakukan untuk anakmu ini...*

***Crew Butaklala, Maestro Pakpahan & Henro Nababan***

*Ngga ada kalian ngga rame... hehe...*

***PMKP Crew 2008-2009, 2009-2010***

*Sungguh pengalaman yang mengesankan, haru, dan bangga melayani bareng kalian...*

***Kak Lina***

*Terima kasih ya kak, atas semua bantuannya..GBU*

***Evi Kristiana***

*Terima kasih atas segala dukungan, doa, dan perhatiannya. Maaf kalau diriku sering membuatmu jengkel..*

***Melidrina, Inawati, Shafrina***

*Terima kasih atas kehadiran kalian dalam hidupku. Maafkan atas segala kesalahan yang telah ku perbuat terhadap kalian. Doaku, semoga kalian bahagia...*

***“Jangan Berhenti Berusaha. Kalau berhenti, habislah sudah”***

## Abstrak

Dalam menghadapi menipisnya bahan bakar fosil, perlu adanya suatu terobosan baru sehingga kebutuhan manusia akan energi dapat terjamin. Disamping itu, terobosan baru tersebut juga diharapkan mampu mengurangi pencemaran lingkungan. Salah satu terobosan tersebut adalah biomassa. Bahan untuk biomassa yang banyak terdapat di Indonesia adalah sekam padi, cangkang kakao, dan kulit mete. Biomassa tersebut kemudian dibentuk menjadi biobriket untuk meningkatkan densitas massa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa pengaruh metode torefaksi terhadap kenaikan nilai kalor biobriket. Bahan dari biobriket tersebut adalah kulit mete dan sekam padi. Torefaksi adalah proses perlakuan panas pada biomassa pada suhu 200-300<sup>0</sup> C tanpa kehadiran oksigen. Sebelum penelitian dilakukan, sekam padi dan kulit mete ditimbang dengan perbandingan berat masing-masing adalah 75% dan 25%. Kemudian bahan tersebut digiling, lalu direkatkan dengan lem PVA, dan setelah itu dibentuk menjadi briket dengan tinggi 25-30 mm dan diameter 25 mm. Kemudian briket ditorefaksi dengan variasi suhu 200, 250, dan 350<sup>0</sup> C serta variasi waktu tinggal untuk masing-masing suhu adalah 15, 25, dan 35 menit. Hasil dari penelitian ini adalah semua variasi berhasil menaikkan nilai kalor dari briket. Kenaikan nilai kalor paling tinggi terjadi pada suhu 300<sup>0</sup> C dengan waktu tinggal 25 menit sebesar 6014,70 cal/gram dan kenaikan yang terjadi sebesar 22,3 % dari nilai kalor tanpa torefaksi sebesar 4918.36 cal/gram. Selain itu juga persentase penurunan berat terbesar juga terjadi pada variasi uji tersebut sebesar 53,83 % dari berat awal briket sebesar 16 gram.

Kata kunci : biomassa, biobriket, kulit mete, sekam padi, torefaksi, suhu, waktu tinggal

## Abstract

To face the depletion of fossil fuel, need some new breakthrough so the human needs of energy is guaranteed. Beside that, that new breakthrough also expected to decrease environmental pollution. One of that breakthrough is biomass. The material for biomass that is widely available in Indonesia is rice husks, cocoa shell, and cashew shell. That biomass then formed into biobriquette to increase mass density. The objective of this research is to analyze the influence of torrefaction method against the increasing of the bio briquette heat value. The materials of that biobriquette are cashew shell and rice husks. Torrefaction is a thermal method for conversion of biomass operating in temperature range of 200-300<sup>0</sup> C in the absence of oxygen. Before the research was conducted, the weight of rice husks and cashew shell was measured with the weight ratio for each is 75% and 25%. That materials blended and then bonded with PVA glue, and after that be formed into briquette with height is 25-30 mm and diameter is 25 mm. The the briquette torrefied with the variation of temperature are 200, 250, and 350<sup>0</sup> C and variation of holding time for each temperature are 15, 25, and 35 minutes. The result of this research is all of the variations succed to raising the calorific value of briquette. The highest increasing calorific value occur at 300<sup>0</sup> C with holding time is 25 minutes with value is 6014,70 cal/gram and the increasing that happened is 22,3 % from non torrefied calorific value 4918,36 cal/gram. Moreover, the highest decreasing weight percentage occur at that test variation with 53,83% from the beginning briquette weight 16 gram, respectively.

Keywords : biomass, biobriquette, cashew shell, rice husk, torrefaction, temperature, holding time.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis sampaikan kepada Tuhan Yesus Kristus karena anugerah dan kasih-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul Analisa Pengaruh Metode Torefaksi Terhadap Kenaikan Nilai Kalor Biobriket Campuran 75% Kulit Mete Dan 25% Sekam Padi Dengan Persentase Berat.

Pada kesempatan ini penulis sampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Muchammad, ST, MT dan Bapak Ir.Arijanto, MT sebagai dosen pembimbing Tugas Akhir ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih pula kepada pihak-pihak yang telah membantu terlaksananya kegiatan ini antara lain Teknisi lab. *Thermofluid* Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro dan kepada saudara Luthfi Maharsa dan Gading Nugraha atas bantuannya secara langsung dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis sadar bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga penulis terbuka untuk kritik dan saran dari pembaca untuk kesempurnaan laporan ini. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat baik bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan pada akhirnya mampu meningkatkan kesejahteraan umat manusia.

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN TUGAS AKHIR .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xvi
NOMENKLATUR .....	xvii

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Alasan Pemilihan Judul.....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Batasan Masalah .....	5
1.5 Metode Penelitian .....	6
1.6 Sistematika Penulisan .....	6

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Energi Terbarukan.....	8
2.2 Karakteristik Energi Terbarukan.....	8
2.3 Macam-Macam Energi Terbarukan .....	9
2.4 Biomassa .....	13
2.4.1 Pemanfaatan Biomassa.....	14
2.4.2 Keunggulan dan Kekurangan Biomassa .....	15

2.4.3	Karakteristik Biomassa .....	17
2.5	Sekam Padi.....	18
2.6	Jambu Mete .....	20
2.7	Densifikasi Biomassa .....	22
2.8	Teknologi Pembriketan .....	26
2.8.1	Prinsip Pembuatan Briket.....	27
2.8.1.1	Pengeringan Bahan.....	27
2.8.1.2	Penggerusan atau penggilingan.....	28
2.8.1.3	Pencampuran .....	28
2.8.1.4	Pencetakan Briket.....	30
2.8.1.5	Pengeringan Briket.....	31
2.9	Torefaksi ( <i>Torrefaction</i> ).....	32
2.10.	Analisa Nilai Kalor .....	33
2.11.	Menentukan Nilai Kalor Menggunakan Bomb Kalorimeter.....	36

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1	Diagram Alir Penelitian .....	42
3.2	Persiapan Peralatan dan Bahan Pembuatan Biobriket .....	43
3.2.1	Persiapan Peralatan .....	43
3.2.2	Persiapan Bahan .....	47
3.3	Proses Pembuatan Sampel Biobriket .....	48
3.4	Proses Pengujian Torefaksi.....	50
3.4.1	Persiapan Alat .....	50
3.4.2	Langkah-Langkah Pengujian Torefaksi .....	54
3.5	Uji Nilai Kalor Menggunakan Bom Kalorimeter.....	55
3.5.1	Persiapan Peralatan .....	55
3.5.2	Proses Pengujian Nilai Kalor .....	63
3.5.2.1	Pengaturan Awal Kalorimeter.....	63
3.5.2.2	Standarisasi Kalorimeter .....	64
3.5.2.3	<i>Setting</i> Awal Unit <i>Calorimeter Controller</i> .....	65
3.5.2.4	Prosedur Penggunaan Bom Kalorimeter.....	66

3.5.3	Proses Pemasangan Regulator Oksigen .....	70
-------	---	----

**BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN**

4.1	Analisa Nilai Kalor Biobriket Untuk Suhu 200 <sup>0</sup> C .....	71
4.2	Analisa Nilai Kalor Biobriket Untuk Suhu 250 <sup>0</sup> C .....	72
4.3	Analisa Nilai Kalor Biobriket Untuk Suhu 300 <sup>0</sup> C .....	73
4.4	Analisa Kenaikan Nilai Kalor Untuk Suhu 200, 250, dan 300 <sup>0</sup> C .....	74
4.5	Analisa Pengurangan Berat Biobriket .....	74

**BAB V PENUTUP**

5.1	Kesimpulan .....	76
5.2	Saran .....	76

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Perbandingan Produksi dan Konsumsi Minyak Harian Nasional .....	2
Gambar 2.1	Panel Surya yang Diletakkan di Atas Atap rumah .....	9
Gambar 2.2	Turbin Angin .....	10
Gambar 2.3	Kincir Air.....	11
Gambar 2.4	Contoh-Contoh Biomassa.....	13
Gambar 2.5	Skema Pengolahan Biomassa.....	14
Gambar 2.6	Sekam Padi .....	19
Gambar 2.7	Jambu Mete .....	21
Gambar 2.8	Limbah Kulit Mete .....	21
Gambar 2.9	Briket dengan Bentuk Oval .....	24
Gambar 2.10	Briket dengan Bentuk Sarang Tawon.....	24
Gambar 2.11	Briket dengan Bentuk Silinder .....	24
Gambar 2.12	Briket dengan Bentuk Telur .....	25
Gambar 2.13	Mekanisme Perekatan.....	31
Gambar 2.14	Potongan <i>Bomb Calorimeter</i> .....	38
Gambar 2.15	Hubungan Antara Kondisi-Kondisi yang Terjadi Pada kalorimeter .....	39
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	43
Gambar 3.2	Cetakan Briket .....	44
Gambar 3.3	Bagian Badan Pencetak .....	44
Gambar 3.4	Timbangan Digital.....	45
Gambar 3.5	Alat Pres Hidrolik.....	45
Gambar 3.6	<i>Blender</i> .....	46
Gambar 3.7	Kunci Pas.....	46
Gambar 3.8	Kulit Mete Kering.....	47
Gambar 3.9	Sekam Padi .....	47
Gambar 3.10	Campuran Lem PVA dan Air .....	48
Gambar 3.11	Kulit Mete Sebelum dan Sesudah di- <i>blender</i> .....	48
Gambar 3.12	Sekam Padi Sebelum dan Sesudah di- <i>blender</i> .....	49
Gambar 3.13	Bentuk Briket Setelah Pengepresan.....	49

Gambar 3.14	Bentuk Biobriket Setelah Proses Pengeringan .....	50
Gambar 3.15	Tungku Torefaksi .....	51
Gambar 3.16	<i>Boiler</i> .....	52
Gambar 3.17	<i>Thermocontrol</i> .....	52
Gambar 3.18	<i>Contactor</i> .....	53
Gambar 3.19	<i>Burner</i> dan regulator.....	53
Gambar 3.20	<i>Stopwatch</i> .....	54
Gambar 3.21	Instalasi Alat-Alat Uji Torefaksi .....	54
Gambar 3.22	<i>Calorimetric Water System</i> .....	56
Gambar 3.23	Unit Pemanas ( <i>Heater</i> ).....	56
Gambar 3.24	Unit Pendingin ( <i>Cooler</i> ).....	57
Gambar 3.25	Unit <i>Calorimeter Controller</i> .....	57
Gambar 3.26	Bagian <i>Panel</i> Pada Unit <i>Calorimeter Controller</i> .....	58
Gambar 3.27	<i>Controlled Jacket Calorimetry</i> .....	58
Gambar 3.28	Tampak atas <i>Jacket Calorimetry Control Panel</i> .....	59
Gambar 3.29	Bagian-Bagian dari 1108 <i>Oxygen Combustion Bomb</i> .....	59
Gambar 3.30	Tampak Samping Kepala <i>Bomb</i> .....	60
Gambar 3.31	Tampak Atas Kepala <i>Bomb</i> .....	60
Gambar 3.32	Penyangga Tutup <i>Bomb</i> .....	61
Gambar 3.33	Kawat 45C10 buatan Parr.....	61
Gambar 3.34	Regulator Pengisian Oksigen .....	62
Gambar 3.35	Tabung Oksigen.....	62
Gambar 3.36	Amperemeter .....	63
Gambar 3.37	Asam Benzoat.....	64
Gambar 4.1	Grafik Perbandingan Nilai Kalor Rata-Rata Variasi Waktu Tinggal Pada Suhu 200 <sup>0</sup> C.....	71
Gambar 4.2	Grafik Perbandingan Nilai Kalor Rata-Rata Variasi Waktu Tinggal Pada Suhu 250 <sup>0</sup> C.....	72
Gambar 4.3	Grafik Perbandingan Nilai Kalor Rata-Rata Variasi Waktu Tinggal Pada Suhu 250 <sup>0</sup> C.....	73
Gambar 4.4	Grafik Kenaikan Nilai Kalor Untuk Suhu 200, 250, dan 300 <sup>0</sup> C.....	74

Gambar 4.5 Grafik Persentase Penurunan Berat Biobriket Setelah Uji Torefaksi..... 75

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Penyediaan Energi Primer Menurut Jenis .....	3
Tabel 2.1	Analisa <i>Proximate</i> dan <i>Ultimate</i> dan Nilai Kalor (HHV) Untuk Berbagai Bahan Biomassa .....	17
Tabel 2.2	Komposisi Kimia Sekam Padi.....	20
Tabel 2.3	<i>Ultimate Analysis of Cashew Nut Shell</i> .....	22
Tabel 2.4	<i>Proximate Analysis of Cashew Nut Shell</i> .....	22
Tabel 2.5	<i>Heating Value of Cashew Nut Shell</i> .....	22
Tabel 2.6	Nilai Standar Mutu Briket Batu Bara .....	27



## NOMENKLATUR

Simbol	Definisi	Satuan
CH <sub>4</sub>	Metana	
CNSL	Cashew Nut Shell Liquid	
CO	Karbon Monoksida	
CO <sub>2</sub>	Karbondioksida	
C <sub>x</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>y</sub>	Hidrokarbon	
ESDM	Energi dan Sumber Daya Mineral	
FC	Fixed Carbon	
H <sub>2</sub> O	Air	
LPG	Liquid Proteleum Gas	
NO <sub>x</sub>	Nitro Oxyide	
Pb	Timbal	
PVA	Polyvinylacetate	
S	Sulphur	
SiO <sub>2</sub>	Silika	
SO <sub>x</sub>	Sulphur Oxyde	
HHV	High Heating Value	(kalori/gram)
Temperatur	Celcius	(°C)
U	Energi Dalam	(joule)
UHC	<i>Unburn Hydrocarbon</i>	
q	Jumlah kalor	(kalori)
H	Entalpi	J/Kg. <sup>0</sup> C