



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
PROGRAM PASCASARJANA**

Jl. Padang Selasa No. 524, Bukit Besar Palembang 30139  
Telp. (0711) 352132-354222, Fax. (0711) 317202, 320310

Email: [ppsunsri@mail.ppsunsri.ac.id](mailto:ppsunsri@mail.ppsunsri.ac.id) Homepage: [www.pps.unsri.ac.id](http://www.pps.unsri.ac.id)

**KEPUTUSAN  
DIREKTUR PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
NOMOR : 1119 /UN9.2/DT/2011**

tentang

**PENGANGKATAN PROMOTOR DAN CO-PROMOTOR MAHASISWA  
PROGRAM DOKTOR (S3) ILMU LINGKUNGAN  
PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**DIREKTUR PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

- Memperhatikan : Surat Permohonan Ketua Program Studi Doktor (S3) Ilmu Lingkungan nomor: 105/UN9.2.15/KM/2011 tanggal 1 Juli 2011 tentang permohonan pembuatan SK pembimbing disertasi.
- Menimbang : a. Bahwa dalam rangka pelaksanaan kegiatan pembelajaran dan pembimbingan mahasiswa perlu dibimbing dan diarahkan sesuai dengan bidang ilmu, sehubungan dengan itu maka perlu ditetapkan dan ditugaskan dosen untuk pembimbingnya;  
b. Bahwa sehubungan dengan butir a diatas perlu diterbitkan Keputusan sebagai pedoman dan landasan hukumnya.
- Mengingat : 1. Undang-Undang No. 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional;  
2. Peraturan Pemerintah RI No. 66 Tahun 2010, tentang Perubahan atas Peraturan Pemerintah No. 17 Tahun 2010 tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan;  
3. Keputusan Presiden RI No 105/M tahun 2007 tanggal 23 Oktober 2007 tentang Pengangkatan Rektor Unsri;  
4. Keputusan Mendikbud RI No. 232/U/2000 tentang Penyusunan Kurikulum Pendidikan Tinggi dan Hasil Belajar Mahasiswa;  
5. SK Dirjen Dikti No. 3750/D/T/K-N/2009 tentang Perpanjangan Ijin Penyelenggaraan Program Studi;  
6. Keputusan Rektor Unsri No. 104/H9/KP/2008 tentang Pengangkatan Direktur PPs Unsri Periode 2008-2012.

**MEMUTUSKAN**

- Menetapkan  
Pertama : Menunjuk Promotor dan Co-Promotor mahasiswa Program Doktor (S3) Ilmu Lingkungan sebagai berikut:

NAMA/NIM	NAMA DOSEN
Muhammad Yerizam 20103602005	Promotor : Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA. Co-Promotor I : Ir. Marsi, M.Sc., Ph.D. Co-Promotor II : Dr. Novia, S.T., M.T.

- Kedua : Segala biaya yang mungkin timbul sebagai akibat dari penetapan keputusan ini, dibebankan kepada anggaran yang disediakan oleh PPs Unsri.
- Ketiga : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan segala sesuatu akan diubah dan/atau diperbaiki sebagaimana mestinya apabila ternyata terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.

Ditetapkan di Palembang  
Pada tanggal 12 Juli 2011  
Direktur  
  
Prof. Dr. dr. H.M.T. Kamaluddin, M.Sc., SpFK  
NIP 19520930 198201 1 001

- Tembusan :
1. Rektor (sebagai laporan)
  2. Para Asdir
  3. Ketua Program Doktor (S3) Ilmu Lingkungan
  4. Promotor dan Co-Promotor
  5. Yang bersangkutan

**PEMANFAATAN JERAMI PADI DAN TEMPURUNG  
KELAPA MENJADI BIOBRIKET : OPTIMASI  
PEMBAKARAN MENGGUNAKAN CFD  
(COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS)**

**DISERTASI**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar  
Doktor (Dr)  
pada  
Program Studi Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana  
Universitas Sriwijaya**

**Oleh:**

**MUHAMMAD YERIZAM  
NIM. 20103602005**



**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
JULI 2015**

## HALAMAN PENGESAHAN

**Judul Disertasi** : Pemanfaatan Jerami Padi Dan Tempurung Kelapa Menjadi Biobriket : Optimasi Pembakaran Menggunakan CFD (*Computational Fluid Dynamics*)

**Nama Mahasiswa** : Muhammad Yerizam

**NIM** : 20103602005

**Program Studi** : Ilmu-Ilmu Lingkungan

**Bidang Kajian Utama** : Agri-Industri-Energi

Menyetujui

Dr.Ir.H.M Faizal, DEA  
Promotor

Ir. Marsi, M.Sc., Ph.D  
Co-Promotor 1

Dr.Novia, S.T., M.T.  
Co-Promotor 2

Ketua Progam Studi  
Ilmu-Ilmu Lingkungan,

Prof.Dr.Ir.Eddy Ibrahim, M.S  
NIP.196211221991021001



Direktur Program Pascasarjana  
Universitas Sriwijaya,

Prof. Dr. Hilda Zulkifli, M.Si.,DEA  
NIP. 195304141979032001



## HALAMAN PERSETUJUAN KOMISI PENGUJI

1. Dr. Ir. M. Faizal, DEA.  
NIP. 195805141984031001

(  )

2. Ir. Marsi, M.Sc., Ph.D  
NIP. 196007141985031005

(  )

3. Dr. Novia, S.T., M.T  
NIP. 197311052000032003

(  )

4. Prof. Dr. Ir. Bakti Jos, DEA  
NIP.196005011996031003

(  )

5. Prof. Dr. Ir. Subriyer Nasir, M.S.  
NIP. 196009031987031004

(  )

6. Dr. Ir. Susila Arita, DEA  
NIP. 196010111985092002

(  )

7. Hermansyah, S.Si., M.Sc., Ph.D  
NIP. 197111191997021001

(  )

Mengetahui,

Direktur Program Pascasarjana  
Universitas Sriwijaya


Prof. Dr. Hilda Zulkifli, M.Si., DEA  
NIP. 195304141979032001

Palembang, Juli 2015

Ketua Progam Studi  
Ilmu-Ilmu Lingkungan,



Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S  
NIP.196211221991021001

## HALAMAN PER NYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Yerizam  
Tempat dan tanggal lahir : Palembang, 9 Juli 1961  
Program Studi : Ilmu-Ilmu Lingkungan  
NIM : 20103602005

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Seluruh data, informasi, interpretasi serta pernyataan dalam pembahasan dan kesimpulan yang disajikan dalam karya ilmiah ini, kecuali yang disebutkan sumbernya adalah merupakan hasil pengamatan, penelitian, pengelolaan serta pemikiran saya dengan pengarahan dari pada pembimbing yang ditetapkan.
2. Karya ilmiah yang saya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik, baik di Universitas Sriwijaya maupun diperguruan tinggi lainnya.

Demikianlah pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan apabila dikemudian hari ditemukan adanya bukti ketidakbenaran dalam pernyataan tersebut diatas, maka saya bersedia menerima sanksi akademis berupa pembatalan gelar yang saya peroleh melalui pengajuan karya ilmiah ini.

Palembang, Juli 2015

Yang membuat pernyataan

METERAI  
TEMPEL  
PAJAK PENGALANGAN  
D791CACF569093248  
ENAM RIBU RUPIAH  
6000 DJP  
Muhammad Yerizam  
NIM. 20103602005

## HALAMAN PER SEMBAHAN

Kupersembahkan karya ilmiah ini kepada:

- ✚ Kedua orang tuaku tercinta Bapak H.Zainal Abidin Cholik (Alm) dan Ibu Hj.Mustika Hanif serta mertuaku Bapak Hanapi Efendi (Alm) dan Ibu Mawarna untuk dukungan dan do'anya.
- ✚ Istriku Hj.Rosnidar, S.Pd.,M.Si. dan anak-anaku tersayang dan terkasih. Asyeni Miftahul Jannah, S.T.,M.Si beserta Suami H. Sumarlin. SP., M.P., Nursepti yeni, Amd., Muhammad Andrey Zulnizam dan Muhammad Salman Alfarisi, serta cucu-cucu Nabila Zayyinatul Millah, Navia Zayyinatul Millah atas dukungan, semangat, Pengertian, waktu dan do'anya.
- ✚ Saudara-saudarku tersayang; Ismaini Zamura - Iskandar Yasin, Drs. Imraninawati - Drs. Solihin, Syahida - Syakirin,S.E., Agus Muslim, S.T - Fadilah, S.Bid., Siti Aisyah, S.H – Yasser Syahrani, S.H. dan Jamila S.Pdi – Azwar affan, S.Pdi. serta keponakan-keponakanku atas dukungan dan semangat serta doanya. Semoga ini dapat dijadikan motivasi ananda dan keponakanku untuk melanjutkan pendidikan yang lebih tinggi lagi serta pentingnya menuntut ilmu.
- ✚ Saudara-saudara iparku : Gusmaini-Zainuddin, Apriansyah-Nurjannah, Riswaluddin dan Didi Iswandi serta keponakan-keponakanku atas dukungan dan semangat serta do'anya.
- ✚ Almamaterku
- ✚ Syukur dan Hamdallah kepada Allah yang Maha Besar, Maha Kaya, Maha Mengetahui apa yang tersirat maupun tersurat serta Maha Kuasa.

## ABSTRACT

Biomass from rice straw in agricultural area has not fully utilized and often burned after harvest, so the combustion produced gas emissions. It was necessary to make an alternative processing in order to be more useful. Converted rice straw as agriculture waste to become fuel is one of alternative way. The advantages of this conversion were abundant and cheap raw material scattered in Indonesia agricultural areas. Rice straw has low calorific value of combustion, then to increase the calorific value needed mix to other materials. Material can be used to mix with rice straw in order to increase calorific value was coconut shell that has high calorific value. The purpose of this study was synthesize mixed rice straw-coconut shell biobriquette to find the best composition in order to obtain high calorific biobriquette with low emission of carbon monoxide (CO), nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) and sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>), simulated biobriquette combustion process using CFD and found optimum conditions so the pollutants generated minimal.

This research was done by experiments and computer simulations. Experimental parameters were biobriquette characteristics which included inherent moisture (IM), ash content (AC), volatile matter (VM), fixed carbon (FC), and calorific value (CV) with raw materials and particle sizes composition variety. Biobriquette combustion in the furnace produced gas emissions (CO, NO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub>) that simulated using Fluent (Ansys14) by entering the data of experimental results.

The results showed that biobriquette composition ratio of rice straw-coconut shell (JP-TK) were 90:10; 80:20; 70:30; 60:40; 50:50; 40:60; 30:70; 20:80 and particle sizes (meshes) of 20, 60, 100, 140 and 170 produced mixed composition ratio of JP-TK was 55%: 45%, 100 mesh obtained: CV = 5005 cal/g, IM = 7.0985 %, VM = 26.3971%, AC = 22.2198%, FC = 44.2421%. The gas emissions concentration of NO<sub>2</sub> = 3.67 mg/m<sup>3</sup>; CO = 3.69 mg/m<sup>3</sup>, SO<sub>2</sub> = 3.85 mg/m<sup>3</sup>. By using Fluent (Ansys 14) Simulation has showed the gas emissions concentration of CO = 5.04 mg/m<sup>3</sup>, NO<sub>2</sub> = 4.75 mg/m<sup>3</sup>, SO<sub>2</sub> = 3.65 mg/m<sup>3</sup> with input airspeed furnace 2.8 m/s (0.392 m<sup>3</sup>/s) and Combustion temperature 357.8 K. Gas emissions data of CO, NO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> produced were lower than Environmental Quality Standard of South Sumatra Governor Regulation No. 6 of 2012.

*key words:* biobriquette characteristics, particle size, ratio composition, gas emission.



## KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim, dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT atas Karunia dan Hidayah-Nya, penyusunan Disertasi Doktor dengan judul “Pemanfaatan Jerami Padi Dan Tempurung Kelapa Menjadi Biobriket : Optimasi Pembakaran Menggunakan CFD (*Computational Fluid Dynamics*)”. dapat diselesaikan. Disertasi ini merupakan salah satu syarat akademik untuk menyelesaikan pendidikan Program Doktor Ilmu-Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada promotor Bapak Dr. Ir. Muhammad.Faizal, DEA, Co-promotor.I Bapak Ir. Marsi, M.Sc, Ph.D dan Co-promotor II Ibu Dr. Novia, S.T., M.T yang telah memberikan wawasan keilmuan, bimbingan dan pengarahan mulai dari tahap awal penelitian hingga terselesainya disertasi ini.

Pada kesempatan ini, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Rektor Universitas Sriwijaya, Prof. Dr. Badia Perizade, MBA, yang telah memberikan kesempatan untuk menempuh pendidikan di Universitas Sriwijaya.
2. Direktur Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya, Prof. Dr. Hilda Zulkifli, DEA beserta staf atas bantuan dan fasilitas yang telah diberikan selama menempuh pendidikan di Universitas Sriwijaya.



3. Ketua Program Studi Doktor Ilmu-Ilmu Lingkungan, Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S dan Sekretaris Program Studi Doktor Ilmu-Ilmu Lingkungan, Hermansyah, S.Si, M.Sc, Ph.D atas segala arahan selama melaksanakan pendidikan.
4. Prof. Dr. Ir. Robiyanto H. Susanto, Agr.Sc yang selalu memberikan semangat, motivasi dan perhatian selama bapak menjabat ketua program studi Doktor Ilmu-Ilmu Lingkungan Pascasarjana Universitas Sriwijaya, juga terima kasih saya sampaikan kepada: Merza, Taufik, Susi dan Pupi, atas bantuan, fasilitas dan informasi guna kelancaran proses administrasi selama mengikuti pendidikan doktor (S3) ilmu-ilmu lingkungan.
5. Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya, RD.Kusumanto, S.T, M.M yang telah memberikan izin untuk melanjutkan studi program doktor pada Program Studi Ilmu-Ilmu Lingkungan Pascasarjana Universitas Sriwijaya.
6. Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah memberikan izin untuk melanjutkan studi program doktor serta rekan-rekan sejawat di Jurusan Teknik Kimia Polsri.
7. Dosen-dosen pengajar dalam lingkup Ilmu-ilmu lingkungan selama menempuh pendidikan doktor ilmu lingkungan di Pascasarjana Universitas Sriwijaya.
8. Dosen-dosen penguji yaitu Prof. Dr. Ir. Subriyer Nasir, MS, Dr. Ir. Susila Arita, DEA dan Hermansyah, S.Si, M.Sc, Ph.D serta dosen penguji di luar komisi yaitu Dr. Salni, Dr. Suheryanto, MS, Prof. Dr. Ir. Muhammad Said, M.Sc, Dr. Ardyan Saptawan, Dr. Ir. Dwi Putro Priadi, M.Sc, Ir. Sabarudin,

- M.Sc, PhD, Dr. Edwar Saleh, MS, Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S, Prof. Dr. Ir. Dedy Budianta, M.Sc., Prof. Dr. Ir. Robiyanto H.Susanto, Agr.Sc, Prof. Dr. Ir. Taufik Toha, DEA selaku tim penguji dan pembahas dalam tahapan kegiatan ujian kandidat doktor, proposal, seminar kemajuan, dan seminar hasil, ujian tertutup dan ujian terbuka dimana Bapak dan Ibu telah banyak memberikan kontribusi dan masukan demi kesempurnaan disertasi ini.
9. Prof. Dr. Ir. Bakti Jos, DEA selaku penguji tamu atas kesediaan waktu untuk hadir pada sidang tertutup dan sidang terbuka, di tengah kegiatan bapak yang begitu padat dan telah memberikan pandangan, saran dan masukan serta motivasi dalam menyelesaikan disertasi ini.
  10. Kepala UPTD (Unit Pelaksana Teknis Daerah) Laboratorium dan Peralatan Eksplorasi Dinas Pertambangan Dan Energi Provinsi Sumatera Selatan, Drs. Ziron, SE, M.M yang telah memberikan kesempatan kepada saya melakukan penelitian dan analisis data hasil penelitian.
  11. Kepala laboratorium Baristand (Balai Riset Standarisasi) Industri Palembang, Hazairin Fauzi, S.T yang telah memberikan kesempatan kepada saya melakukan analisis emisi gas hasil pembakaran jerami padi, tempurung kelapa dan biobriket.
  12. Camat Desa Muara Telang tahun 2011, Ibu Nurlaila, S.Sos, M.Si atas bantuannya memberikan kesempatan saya untuk survey bahan baku di Muara Telang Banyuasin.
  13. Rekan-rekan kuliah ilmu lingkungan khususnya angkatan 2010 atas segala bantuan, dukungan, dan kerjasama dalam penyelesaian disertasi.

14. Bapak / Ibu staf pengajar dan teknisi di jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah memberikan bantuan dan motivasi dalam penyelesaian disertasi.

Secara khusus dalam kesempatan ini penulis sampaikan terima kasih kepada :

1. kedua orang tuaku tercinta Bapak H. Zainal Abidin Cholik (Alm) dan ibu Hj. Mustika dan mertuaku Bapak Hanapi Efendi (Alm) dan ibu Mawarna atas do'a, dukungan, semangat serta harapan-harapan dan restu tiada henti.
2. Istriku tercinta dan tersayang Hj.Rosnidar, S.Pd.,M.Si. dan anak-anaku tersayang dan terkasih. Asyeni Miftahul Jannah, S.T.,M.Si beserta Suami H. Sumarlin. SP., M.P., Nursepti Yeni, Amd., Muhammad Andrey Zulnizam dan Muhammad Salman Alfarisi, serta cucu-cucuku Nabila Zayyinatul Millah, Navia Zayyinatul Millah atas dukungan, semangat, Pengertian, waktu dan do'anya.
3. Saudara-saudarku tersayang; Ismaini Zamura - Iskandar Yasin, Drs. Imraninawati - Drs. Solihin, Syahida - Syakirin, S.E, Agus Muslim, S.T - Fadilah, S.ST., Siti Aisyah, S.H – Yasser Syahrani, S.H. dan Jamila S.Pd – Azwar Affan, S.Ag. terima kasih atas kepedulian dan do'a yang tiada henti, serta Saudara - saudara iparku : Gusmaini - Zainuddin, Apriansyah - Nurjannah, Riswaluddin dan Didi Iswandi serta seluruh keponakan-keponakanku yang memberi semangat dan keceriaan selama saya mengikuti pendidikan doktor di Pascasarjana Universitas Sriwijaya Palembang..



Semoga semua do'a, dukungan dan bantuan menjadi amal ibadah serta hasil penelitian disertasi ini bermanfaat baik bagi kemaslahatan umat umumnya maupun dunia pendidikan khususnya.

Wabillahitaufik Walhidayah Wassalamu'alaikum warahmatullahi Wabarokatuh.

Palembang, 29 Juli 2015

Penulis,

Muhammad Yerizam

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 9 Juli 1961 di Kotamadya Palembang Propinsi Sumatera Selatan. Putra dari Bapak H.Zainal Abidin Cholik (Alm) dan Ibu H. Mustika Hanif yang merupakan anak pertama dari tujuh bersaudara. Menikah dengan Hj.Rosnidar, S.Pd.,M.Si pada tanggal 26 September 1985 di Kotamadya Bandar Lampung Propinsi Lampung dan dikaruniai 4 orang anak, yaitu Asyeni Miftahul Jannah, Nursepti Yeni, Muhammad Andrey Zulnizam dan Muhammad Salaman Alfarisi.



Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD Negeri 82 Palembang pada tahun 1972. Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 3 Palembang tahun 1975, Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 3 Palembang tahun 1980. Pada tahun 1980 melanjutkan pendidikan pada Universitas Sriwijaya pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik dengan skripsi berjudul “ Prarencana Pabrik Pembuatan Butadiena” dan tamat tahun 1987. Pada tahun 1991 melanjutkan pendidikan Strata 2 di Universitas Gadjah Mada Fakultas Ilmu-Ilmu Teknik Jurusan Teknik Kimia dengan judul Tesis “ Koefisien Perpindahan Massa Dearomatisasi Kerosin Pada Kolom Terisi” dan tamat tahun 1994. Pada Agustus 2010 terdaftar sebagai mahasiswa angkatan keempat pada program Doktor Ilmu-ilmu Lingkungan Universitas Sriwijaya, Bidang Kajian Utama (BKU) Agri-Industri-Energi.

Pada tahun 1988, penulis mulai mengajar di Politeknik Negeri Sriwijaya pada Jurusan Teknik Kimia dan mulai diangkat menjadi Pegawai Negeri Sipil pada tahun 1989 sebagai Tenaga Pengajar pada Jurusan Teknik Kimia. Tahun 1990-1991 dan 1994-1995 penulis menjabat sekretaris Jurusan Teknik Kimia, tahun 1996-1997 menjabat Ketua Jurusan Teknik Kimia, tahun 1997-1999 menjabat Pembantu Direktur III Politeknik Negeri Sriwijaya, tahun 2003-2007 menjabat sebagai Kepala Laboratorium Rekayasa, tahun 2009-2010 penulis bekerja pada TIM Sistem Penjamin Mutu Internal di Politeknik Negeri Sriwijaya.

Karya Ilmiah yang diperoleh dari hasil Disertasi ini adalah :

1. Characteristics of Composite Rice Straw And Coconut Shell as Biomass energy Resources (Biobriquete) (case Study: Muara Telang Village, Banayuasin of South Sumatra). International Journal on Advenced Science Engineering Information Technology. Vol.3(2013) No.3 ISSN:2088-5334.
2. Composition Variation Effect of Rice Straw and Coconut Shell to Biobriquette Characteristics as Alternative Fuel. Proceedings International Conference ChESA (Chemical Engineering on Science and Application. Bandah Aceh, 18-19 September 2013.
3. NO<sub>x</sub> and CO Emissions Of Rice Straw, Coconut Shell and Biobriquette Combustion As Alternative Fuel. Proceeding The 5th Sriwijaya International Seminar on Energy and Enviromental Science and Technology (SISEETS 2014). 10-12 September 2014 , Universitas Sriwijaya, Indonesia



## DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL DEPAN .....	i
SAMPUL DALAM .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN KOMISI PENGUJI.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
ABSTRAK.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
RIWAYAT HIDUP.....	xiv
DAFTAR ISI .....	xvi
DAFTAR TABEL .....	xvii
DAFTAR GAMBAR .....	xxiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxviii
DAFTAR ISTILAH, SINGKATAN DAN LAMBANG.....	xxix
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	7
C. Tujuan Penelitian .....	7
D. Hipotesis .....	7
E. Manfaat Penelitian .....	7
F. Kerangka Pikir .....	9

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....	10
A. Lahan Rawa .....	10
B. Biomassa .....	11
1. Konversi Biomassa Menjadi Energi.....	14
1.1.Konversi Dengan Cara Mikrobiologis.....	14
1.2.Konversi Dengan Cara Pirolisa.....	15
1.3.Konversi Dengan Cara Gasifikasi.....	15
1.4.Konversi Dengan Cara Densifikasi.....	16
1.5.Konversi Dengan Cara Pembakaran.....	16
2. Penggunaan Biomassa Untuk Menekan Efek Pencemaran .....	17
2.1.Gas Rumah Kaca.....	18
2.2.Mengurangi Limbah Organik.....	20
2.3.Mengurangi Polusi Udara.....	20
2.4.Mengurangi Hujan Asam dan Kabut Asap.....	21
3. Jerami Padi .....	22
4. Tempurung Kelapa.....	26
C. Briket.....	30
1. Kadar Air ( <i>Moisture</i> ).....	35
2. Kadar Abu ( <i>Ash</i> ).....	36
3. Kadar Zat Terbang ( <i>Volatile Matter</i> ).....	36
4. Nilai Kalor.....	37
D. Pembakaran.....	38
1. Pirolisis .....	42
2. Karbonisasi (Pengarangan).....	43

3. Perpindahan Panas .....	45
3.1. Perpindahan Panas Konduksi.....	45
3.2. Perpindahan Panas Konveksi.....	46
4. Panas Pembakaran.....	47
5. Emisi Pembakaran .....	48
E. Optimasi Proses Dengan <i>Computational Fluid Dynamics</i> .....	49
1. Penyusunan Persamaan Optimasi Dengan CFD.....	51
2. Konservasi Massa Fluida.....	52
3. Konservasi Momentum Fluida.....	52
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN.....	61
A. Tempat dan Waktu.....	61
1. Desa Muara Telang Banyuasin.....	61
2. Politeknik Negeri Sriwijaya.....	61
3. Dinas Pertambangan Sumatera Selatan.....	61
4. BARISTAN Sumatera Selatan.....	62
B. Bahan dan Alat.....	62
1. Bahan Yang Digunakan.....	62
2. Alat Yang Digunakan.....	62
C. Tahapan Penelitian.....	63
1. Penelitian Tahap 1 : Karakteristik Bahan Baku.....	63
2. Penelitian Tahap 2 : Proses Pembuatan Biobriket dan Analisis Biobriket Sebagai Bahan Bakar.....	64
2.1. Proses Pembuatan Biobriket.....	64
2.2. Analisis Biobriket.....	66



3. Penelitian Tahap 3: Proses Pembakaran Biobriket dan Simulasi Dengan <i>Computational Fluid Dynamics</i> .....	66
3.1. Proses Pembakaran Biobriket.....	67
3.2. Analisis Emisi Gas.....	68
3.3. Simulasi Proses Pembakaran Dengan <i>Computational Fluid Dynamics</i> .....	68
3.3.1. Langkah-langkah analisis CFD (Ansys 14).....	68
3.3.2. Rencana Analisa <i>Computational Fluid Dynamics</i> (CFD)....	69
3.3.3. Prosedur <i>Computational Fluid Dynamics</i> (CFD).....	70
3.3.4. Fluent (Ansys 14).....	71
3.4. Peubah Penelitian.....	75
3.5. Pengolahan Data dan Analisa Data.....	75
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	77
A. Karakteristik Bahan Baku.....	77
B. Karakteristik Biobriket Sebagai Bahan Baku.....	79
1. Karakteristik Kadar Air (IM), Kadar Zat Terbang (VM), Kadar Abu (AC), Kadar Karbon Tertambat (FC) dan Nilai Kalor (CV) Biobriket	79
1.1. Kadar Air (IM) Biobriket.....	79
1.2. Kadar zat terbang (VM) Biobriket.....	83
1.3. Kadar zat Abu (AC) Biobriket.....	86
1.4. Kadar Karbon Tertambat (FC) Biobriket.....	89
1.5. Nilai Kalor (CV) Biobriket.....	92
2. Analisis Hubungan Karakteristik Kadar Air (IM), Kadar Zat Terbang (VM), Kadar Abu (AC), Kadar Karbon Tertambat (FC) Dengan Nilai Kalor (CV) Dari Biobriket Untuk Berbagai Rasio Campuran.....	97
2.1. Analisis Karakteristik Kadar Air (IM) Dengan Nilai Kalor (CV)...	97

2.2. Analisis Karakteristik Kadar Zat Terbang (VM) Dengan Nilai Kalor (CV).....	98
2.3. Analisis Karakteristik Kadar Abu (AC) Dengan Nilai Kalor (CV)..	100
2.4. Analisis Karakteristik Karbon Tertambat (FC) Dengan Nilai Kalor (CV).....	102
C. Proses Pembakaran Biobriket Dalam Dapur Pembakaran.....	103
D. Pengaruh Rasio Komposisi Jerami Padi-Tempurung Kelapa Terhadap Emisi Gas $\text{NO}_2$ , $\text{CO}$ , dan $\text{SO}_2$ Untuk Ukuran Partikel 100 Mesh.....	104
1. Pengaruh Rasio Komposisi Jerami Padi-Tempurung Kelapa Dalam Biobriket Terhadap Emisi Gas Nitrogen Dioksida ( $\text{NO}_2$ ).....	105
2. Pengaruh Rasio Komposisi Jerami Padi-Tempurung Kelapa Dalam Biobriket Terhadap Emisi Gas Karbon Monoksida ( $\text{NO}_2$ ).....	108
3. Pengaruh Rasio Komposisi Jerami Padi-Tempurung Kelapa Dalam Biobriket Terhadap Emisi Gas Sulfur Dioksida ( $\text{SO}_2$ ).....	110
E. Simulasi Pembakaran Biobriket Dengan CFD .....	112
1. Profil Proses Pembakaran Biobriket.....	112
1.1. Profil Temperatur Pembakaran.....	113
1.2. Profil Kecepatan Udara Selama Proses Pembakaran.....	114
2. Profil Konsentrasi Karbon Monoksida ( $\text{CO}$ ), Nitrogen Dioksida ( $\text{NO}_x$ ) dan Sulfur Dioksida ( $\text{SO}_2$ ) Untuk Berbagai Rasio Komposisi Jerami Padi-Tempurung Kelapa Dalam Biobriket.....	115
2.1 Profil Konsentrasi Karbon Monoksida ( $\text{CO}$ ).....	115
2.2 Profil Konsentrasi Nitrogen Dioksida ( $\text{NO}_2$ ).....	121
2.3 Profil Konsentrasi Sulfur Dioksida ( $\text{SO}_2$ ).....	127
F. Validasi Data Eksperimen dan Simulasi <i>Computasional Fluid Dynamic</i> (CFD) Untuk Konsentrasi Emisi Gas Karbon Monoksida ( $\text{CO}$ ), Nitrogen Dioksida ( $\text{NO}_2$ ) dan Sulfur Dioksida ( $\text{SO}_2$ ).....	134
1. Konsentrasi Emisi Gas Karbon Monoksida ( $\text{CO}$ ).....	134
2. Konsentrasi Emisi Gas Nitrogen Dioksida ( $\text{NO}_2$ ).....	136

3. Konsentrasi Emisi Gas Sulfur Oksida (SO <sub>2</sub> ).....	139
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan.....	143
B. Saran.....	144
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	145
<b>LAMPIRAN</b> .....	157

## DAFTAR TABEL

Tabel	Judul Tabel	Halaman
1.	Distribusi Lahan Rawa Di Indonesia dan Luas Yang Dikembangkan Dengan Bantuan Pemerintah .....	11
2.	Analisis Ultimat Dari Setiap Biomasa Dari Hasil Sisa Panen Yang Berbeda Dalam % Dry Matter.....	13
4.	Pengolahan Jerami Padi di Beberapa Negara Asia.....	24
4.	Komposisi Kimia dari beberapa serat alam .....	24
5.	Komposisi Kimia Jerami Padi per 100 gram Sampel.....	25
6.	Komposisi Proksimat Jerami Padi .....	25
7.	Komposisi Unsur-Unsur <i>Ash Jerami Padi</i> .....	26
8.	Komposisi Buah Kelapa .....	26
9.	Komposisi Kimia Tempurung Kelapa .....	28
10.	Komposisi Proksimat Tempurung Kelapa .....	28
11.	Klasifikasi Batubara.....	31
12.	Data Hasil Analisis Bahan Baku Biobriket.....	78
13.	Anova Rasio Komposisi Jerami Padi-Tempurung Kelapa dan Ukuran Partikel Terhadap Kadar Air.....	82
14.	Anova Rasio Komposisi Jerami Padi-Tempurung Kelapa Dan Ukuran Partikel Terhadap Kadar Zat Terbang.....	86
15.	Anova Rasio Komposisi Jerami Padi-Tempurung Kelapa Dan Ukuran Partikel Terhadap Kadar Abu.....	88
16.	Anova Rasio Komposisi Jerami Padi-Tempurung Kelapa dan Ukuran Partikel Terhadap Kadar Karbon.....	86
17.	Data Analisa Berat Jenis (Kerapatan).....	93
18.	Anova Rasio Komposisi Jerami Padi-Tempurung Kelapa dan Ukuran Partikel Terhadap Nilai Kalor Biobriket.....	90



19. Rasio Komposisi Jerami Padi-Tempurung Kelapa dan Ukuran Partikel Yang Terbaik Untuk Beberapa Karakteristik Biobriket.....	96
20. Data Eksperimen Laju Alir Udara dan Temperatur Pembakaran Biobriket 100 mesh pada Rasio Komposisi (JP:TK) 50:50.....	98
21. Data Analisa Rasio Komposisi Jerami Padi-Tempurung Kelapa Bahan Baku Terhadap Emisi Gas NO <sub>2</sub> , CO Dan SO <sub>2</sub> Pada Ukuran Partikel 100 Mesh Secara Eksperimen .....	104
22. Konsentrasi Gas Karbon Dioksida (CO), Nitrogen Dioksida (NO <sub>2</sub> ) dan Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> ) Untuk Berbagai Rasio Komposisi Jerami Padi-Tempurung Kelapa Pada Kecepatan Udara 2,8 m/s (0,392 m <sup>3</sup> /s) dan Temperatur Pembakaran 357,8 K.....	134
23. Data Kadar Air (IM) di Dalam Biobriket terhadap Komposisi Tempurung Kelapa dan Ukuran Partikel .....	171
24. Kadar Zat Terbang (VM) di Dalam Biobriket terhadap Komposisi Tempurung Kelapa dan Ukuran Partikel.....	171
25. Kadar Abu (AC) di Dalam Biobriket terhadap Komposisi Tempurung Kelapa dan Ukuran Partikel.....	172
26. Kadar Karbon Tertambat (FC) di Dalam Biobriket terhadap Komposisi Tempurung Kelapa dan Ukuran Partikel.....	172
27. Nilai Kalor (CV) di Dalam Biobriket terhadap Komposisi Tempurung Kelapa dan Ukuran Partikel.....	173
28. Data Analisis Kerapatan.....	173
29. Data Analisis Komposisi dan Tekanan Terhadap Nilai Kalor Biobriket.....	173
30. Nilai kuat Tekan Biobriket dengan Variasi Komposisi Jerami Padi dan Tempurung Kelapa.....	174

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul Gambar	Halaman
1.	Kerangka Pikir Penelitian .....	9
2.	Peta Sebaran Rawa di Indonesia .....	11a
3.	Lahan Pasang Surut Kabupaten Banyuasin.....	11a
4.	Macam-Macam Bentuk Fisik Briket.....	34
5.	Bagan Proses Karbonisasi .....	45
6.	Algoritma Penyelesaian Modeling Dengan CFD .....	51
7.	Dimensi Cetakan Biobriket.....	65
8.	Alur Pembuatan Biobriket.....	65
9.	Dimensi Dapur Pembakaran Biobriket.....	67
10.	Tahapan Umum CFD.....	73
11.	Algoritma Penyelesaian Tahapan Solving Dalam CFD.....	74
12.	Pengaruh Komposisi Tempurung Kelapa dan Ukuran Partikel Biobriket Terhadap Kadar Air .....	80
13.	Pengaruh Ukuran Partikel Biobriket Terhadap Kadar Air .....	81
14.	Pengaruh Komposisi Tempurung Kelapa dan Ukuran Partikel Biobriket Terhadap Kadar Zat Terbang.....	83
15.	Pengaruh Ukuran Partikel Biobriket Terhadap Kadar Zat Terbang.....	84
16.	Pengaruh Komposisi Tempurung Kelapa dan Ukuran Partikel Biobriket Terhadap Kadar Abu .....	87
17.	Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Kadar Abu.....	88
18.	Pengaruh Komposisi Tempurung Kelapa dan Ukuran Partikel Biobriket Terhadap Kadar Karbon.....	89

19. Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Kadar Karbon.....	90
20. Pengaruh Rasio Komposisi Jerami Padi Tempurung Kelapa dan Ukuran Partikel Terhadap Nilai Kalor Biobriket.....	93
21. Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Nilai Kalor.....	94
22. Hubungan Kadar Air Dengan Nilai Kalor Biobriket .....	98
23. Hubungan Kadar Zat Terbang Dengan Nilai Kalor Biobriket.....	99
24. Hubungan Kadar Abu Dengan Nilai Kalor Biobriket .....	101
25. Hubungan Kadar Karbon Tertambat Dengan Nilai Kalor Biobriket.....	102
26. Pengaruh Rasio Komposisi Jerami Padi dan Tempurung Kelapa Terhadap Emisi Gas Nitrogen Dioksida (NO <sub>2</sub> ).....	106
27. Tingkat Emisi Gas NO <sub>x</sub> Terhadap Jerami Padi, Tempurung Kelapa dan Biobriket.....	107
28. Pengaruh Rasio Komposisi Jerami Padi dan Tempurung Kelapa Terhadap Emisi Gas Karbon Monoksida (CO).....	109
29. Tingkat Emisi Gas CO Terhadap Jerami Padi, Tempurung Kelapa dan Biobriket.....	109
30. Pengaruh Rasio Komposisi Jerami Padi dan Tempurung Kelapa Terhadap Emisi Gas Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> ).....	110
31. Tingkat Emisi Gas SO <sub>2</sub> Terhadap Jerami Padi, Tempurung Kelapa Dan Biobriket.....	111
32. Geometri Dapur Pembakaran Biobriket (2-Dimensi).....	112
33. Profil Temperatur Pembakaran Biobriket Untuk Rasio Komposisi Jerami Padi-Tempurung Kelapa Yaitu 50:50.....	113
34. Profil Laju Alir Udara Pada Dapur Pembakaran Biobriket Rasio Komposisi Jerami Padi-Tempurung Kelapa Yaitu 50:50.....	114
35a. Profil Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) Untuk Rasio Komposisi Jerami Padi-Tempurung Kelapa Yaitu 90:10.....	116
35b. Profil Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) Untuk Rasio Komposisi Jerami Padi-Tempurung Kelapa Yaitu 80:20.....	117



35c. Profil Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) Untuk Rasio Komposisi Jerami Padi-Tempurung Kelapa Yaitu 70:30.....	118
35d. Profil Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) Untuk Rasio Komposisi Jerami Padi-Tempurung Kelapa Yaitu 60:40.....	119
35e. Profil Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) Untuk Rasio Komposisi Jerami Padi-Tempurung Kelapa Yaitu 50:50.....	120
36a. Profil Konsentrasi Nitrogen Dioksida (NO <sub>2</sub> ) Untuk Rasio Komposisi Jerami Padi-Tempurung Kelapa Yaitu 90:10.....	122
36b. Profil Konsentrasi Nitrogen Dioksida (NO <sub>2</sub> ) Untuk Rasio Komposisi Jerami Padi-Tempurung Kelapa Yaitu 80:20.....	123
36c. Profil Konsentrasi Nitrogen Dioksida (NO <sub>2</sub> ) Untuk Rasio Komposisi Jerami Padi-Tempurung Kelapa Yaitu 70:30.....	124
36d. Profil Konsentrasi Nitrogen Dioksida (NO <sub>2</sub> ) Untuk Rasio Komposisi Jerami Padi-Tempurung Kelapa Yaitu 60:40.....	125
36e. Profil Konsentrasi Nitrogen Dioksida (SO <sub>2</sub> ) Untuk Rasio Komposisi Jerami Padi-Tempurung Kelapa Yaitu 50:50.....	126
37a. Profil Konsentrasi Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> ) Untuk Rasio Komposisi Jerami Padi-Tempurung Kelapa Yaitu 90:10.....	128
37b. Profil Konsentrasi Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> ) Untuk Rasio Komposisi Jerami Padi-Tempurung Kelapa Yaitu 80:20.....	129
37c. Profil Konsentrasi Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> ) Untuk Rasio Komposisi Jerami Padi-Tempurung Kelapa Yaitu 70:30.....	130
37d. Profil Konsentrasi Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> ) Untuk Rasio Komposisi Jerami Padi-Tempurung Kelapa Yaitu 60:40.....	131
37e. Profil Konsentrasi Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> ) Untuk Rasio Komposisi Jerami Padi-Tempurung Kelapa Yaitu 50:50.....	133
38. Konsentrasi CO Data Eksperimen Vs Data Simulasi CFD pada Laju Alir Udara 2,8 m/s (0,392 m <sup>3</sup> /s) dan Temperatur Pembakaran 357,8K.....	135
39. Perbandingan Data Konsentrasi CO Terhadap Peneliti Lain dan BML.....	136
39. Konsentrasi NO <sub>2</sub> Data Eksperimen Vs Data Simulasi CFD pada Laju Alir Udara 2,8 m/s (0,392 m <sup>3</sup> /s) dan Temperatur	



Pembakaran 357,8K .....	137
41. Perbandingan Data Konsentrasi NO <sub>2</sub> Terhadap Peneliti Lain dan BML .....	138
42. Konsentrasi SO <sub>2</sub> Data Eksperimen Vs Data Simulasi CFD pada Laju Alir Udara 2,8 m/s (0,392 m <sup>3</sup> /s) dan Temperatur Pembakaran 357,8K .....	140
43. Perbandingan Data Konsentrasi SO <sub>2</sub> Terhadap Peneliti Lain dan BML .....	141

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul Lampiran	Halaman
1.	Prosedur Analisis.....	157
2.	Unian Perhitungan.....	164
3.	Data Karakteristik Biobriketl.....	171
4.	Data Jerami Padi-Tempurung Kelapa.....	175
5.	Gambar-Gambar.....	176

## DAFTAR ISTILAH, SINGKATAN DAN LAMBANG

- $a_{i,j}$  = arah pergerakan komponen i dan j, tak berdimensi  
 $A$  = Luasan,  $m^2$   
BML = Baku Mutu Lingkungan  
 $C_j$  = spesifik panas unsur j  
div = divers, tak berdimensi  
 $f$  = fraksi campuran  
grad = Gradian, tak berdimensi  
 $h$  = entalpi  
 $h$  = koefisien pindah panas konveksi,  $Watt/m^2 K$   
 $H_n$  = Nilai bakar dari bahan bakar  
 $m_j$  = fraksi massa dari masing-masing unsur j  
 $M_j$  = berat molekul unsur j  
Mesh = ukuran lubang ayakan dalam  $inch^2$   
PP = Peraturan Pemerintah  
 $P, p$  = Komponen Tekanan,  $kg/cm^2$   
 $q$  = kalor yang dipindahkan, Watt  
 $R$  = radiasi  
 $S_M$  = gaya benda pada fluida, newton  
 $T$  = Temperatur, K  
 $u$  = komponen kecepatan, m/s  
 $\vec{u}$  = vektor kecepatan arah  $x, y, z$   
 $\Gamma_h$  = Tegangan permukaan gas dalam, newton  
 $\Phi$  = Komponen energi keseluruhan, tak berdimensi  
 $\tau$  = gaya dalam bentuk viscous, newton  
 $T_j$  = Koefisien difusi  
 $S_j$  = Laju Volumetrik unsur akibat reaksi kimia  
 $\rho$  = Kerapatan,  $g/cm^3$   
 $v$  = Komponen volume,  $m^3$

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris dimana sebagian mata pencaharian dari penduduknya adalah petani. Indonesia sempat menjadi negara yang dapat mengekspor hasil pertaniannya ke beberapa negara termasuk Eropa. Keadaan dan letak geografis Indonesia yang terletak di garis khatulistiwa, menyebabkan Indonesia menjadi negara yang kaya sumber daya alam termasuk di bidang pertanian.

Pemerintah Indonesia telah mengarahkan lahan pertanian menjadi tiga bagian berdasarkan komoditas tanaman, yaitu (1) tanaman tahunan seluas 15,1 juta ha; (2) tanaman semusim lahan kering seluas 8,3 juta ha dan (3) tanaman padi sawah seluas 10 juta ha (Badan Litbang Pertanian, 2011). Adapun ketersediaan lahan rawa di seluruh wilayah Indonesia seluas 33,4 juta ha, yang terdiri dari 20,1 ha lahan rawa pasang surut (60,2%) dan lahan rawa non pasang surut atau rawa lebak seluas 13,3 ha, (39,8%) yang merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat potensial untuk dikembangkan menjadi lahan pertanian (Ngudiantoro, 2009). Lahan rawa pasang surut selain ditanami padi ada yang ditanami kelapa. Padi yang ditanam dapat dipanen 2 kali dalam setahun, tetapi ada juga yang dapat dipanen sekali dalam setahun.

Pada panen padi di desa Muara Telang kabupaten Banyuasin menghasilkan jerami 114 ton per panen (BAPPEDA Banyuasin, 2010). Jerami ditumpuk di lahan pertanian selama 2 minggu sampai 3 minggu, kemudian dibakar. Pembakaran jerami padi oleh petani dengan alasan; (1) setelah dibakar



lahan tempat tumpukan jerami (berwarna hitam) dan akan menghasilkan jamur yang dapat mereka manfaatkan, (2) tidak membutuhkan biaya untuk mengolahnya dan (3) simpel dan praktis. Perlakuan sebagian petani yang membakar jerami tersebut akan membuat masalah baru, yaitu munculnya gas karbon dioksida, sehingga akan berkontribusi pada pemanasan global. Selain itu jerami yang dibakar secara langsung akan menghasilkan asap yang banyak, cepat habis terbakar dan sisa pembakarannya mudah terbang serta menghasilkan energi (panas) yang rendah yaitu kurang dari 4000 kal/g (Naruse, 2001).

Pemanfaatan jerami padi menjadi bahan bakar telah dilakukan Pedersen *et al.* (1996) yaitu melakukan pembakaran terhadap campuran jerami padi dengan batubara (50:50) yang menghasilkan emisi gas nitrogen dioksida sebesar 127 mg/m<sup>3</sup> dan sulfur dioksida 204 mg/m<sup>3</sup>. Angka ini menunjukkan 30%-50% lebih rendah bila dibandingkan dengan pembakaran batubara jenis lignite yang dilakukan oleh Selinewati (2003) menghasilkan emisi gas NO<sub>2</sub> sebesar 259 mg/m<sup>3</sup> dan SO<sub>2</sub> sebesar 286 mg/m<sup>3</sup>, serta menurunkan kadar asap dan abu sekitar 10% - 30% bila dibandingkan dengan pembakaran jerami padi. Subroto (2006) mencampur jerami padi bersama ampas tebu dengan batubara dengan rasio 90% : 10% menjadi biobriket dengan ukuran partikel 60 mesh. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa polutan zat mudah terbakar karbon monoksida akan berkurang sampai 20% bila dibandingkan dengan membakar langsung jerami padi yang memiliki emisi karbon monoksida sebesar 1,423 mg/m<sup>3</sup> (Tiadiningsih, 2013). Tiadiningsih *et al.* (2013) melakukan pembakaran terhadap biobriket campuran jerami padi dan tempurung kelapa (50:50), laju udara konstan di dalam dapur dengan menghasilkan emisi gas CO sebesar 2,74 mg/m<sup>3</sup>, NO<sub>2</sub>

sebesar  $2,38 \text{ mg/m}^3$  dan  $\text{SO}_2$  sebesar  $2,07 \text{ mg/m}^3$ . Budiman *et al.* (2006) memanfaatkan bungkil biji jarak pagar dan sekam menjadi bahan bakar biobriket dengan ukuran partikel 100 mesh tanpa karbonisasi dengan rasio 70% : 30%, yang memberikan hasil bahwa biobriket yang dihasilkan sangat mudah terbakar dan memberikan kadar CO yang besar. Subroto (2007) membuat biobriket dari jerami dan arang kayu dengan rasio 40% : 60% dan ukuran partikel 60 mesh. Penelitiannya menunjukkan bahwa kadar karbon monoksida berkurang dan nilai kalornya  $4646,272 \text{ kal/g}$ . Supriyadi *et al.* (2008) memproduksi biobriket dari campuran sekam padi-batubara dengan rasio 60%:40% yang menggunakan ukuran partikel 60 mesh, dimana hasil penelitiannya menunjukkan kadar karbon monoksida minimum yaitu  $103 \text{ mg/m}^3$  pada  $300^\circ\text{C}$  dan 90 menit. Mahendra (2010) mencampur jerami-batubara dengan rasio komposisi 70% jerami dan 30% batubara pada ukuran partikel 100 mesh yang menggunakan laju pembakaran  $3,5 \text{ g/menit}$  diperoleh kadar karbon monoksida sebesar  $1020 \text{ mg/m}^3$ .

Penelitian sebelumnya diketahui bahwa jerami padi dapat digunakan menjadi bahan bakar alternatif namun menghasilkan gas emisi nitrogen monoksida, karbon monoksida dan sulfur dioksida. Untuk memanfaatkan jerami padi menjadi bahan bakar yang memiliki nilai kalor tinggi dan emisi gas yang minimum, maka perlu dilakukan dengan menambahkan biomassa yang lain yang memiliki kemampuan untuk meningkatkan nilai kalor dan menurunkan emisi gas. Bahan tersebut adalah tempurung kelapa, yang diperoleh dari limbah perkebunan disekitar kehidupan petani.

Tempurung kelapa yang juga merupakan limbah padat perkebunan sebagian besar dimanfaatkan petani menjadi arang tempurung kelapa.

Suharmanto (2010) melakukan tinjauan studi pembuatan briket arang dari tempurung kelapa yang menyimpulkan bahwa tempurung kelapa memiliki kadar air mencapai 8% jika dihitung berdasarkan berat kering atau setara dengan 12% berat per butir kelapa. Nidruha (2009) melakukan penelitian pembuatan biobriket dari campuran tempurung kelapa-serbuk kayu dengan ukuran partikel 60 mesh, rasio komposisi 50% tempurung kelapa : 50% serbuk kayu. Penelitiannya menghasilkan kadar air 4,74%, kadar abu 5,61% dan nilai kalor 7192,15 kal/g. Jerami dan tempurung adalah limbah pertanian memiliki kalor (panas) yang apabila diolah melalui proses karbonisasi dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk panas rumah tangga seperti batubara yang dinamakan biobriket. Briket batubara kurang digemari masyarakat karena panas yang dihasilkan terlalu tinggi mencapai 6000 kkal/kg – 7000 kkal/kg sehingga merusak alat masak dan tidak praktis serta memiliki kandungan sulfur yang tinggi (Mandasini *et al.*, 2010). Sebaliknya, briket dari jerami padi memiliki panas yang cukup yaitu 1530 kkal/kg (Jenkins *et al.*, 1985) sehingga tidak merusak alat masak (Hall and Overend., 1987).

Mencari sumber energi alternatif pengganti bahan bakar minyak (BBM) merupakan salah satu solusi untuk mengatasi krisis kelangkaan BBM dan meningkatnya harga BBM di kalangan masyarakat. Pemerintah memberi perhatian khusus pada pengembangan sumber energi bahan bakar alternatif ramah lingkungan, terbukti dengan dikeluarkannya kebijakan-kebijakan yang berkaitan dengan pengembangan energi alternatif yaitu; Peraturan Pemerintah No. 3 Tahun 2005 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Tenaga Listrik, Instruksi Presiden No. 1 Tahun 2006 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar

Nabati (Biofuel) sebagai Bahan Bakar Lain; Keputusan Menteri ESDM No. 0002 tahun 2004 tentang Kebijakan Energi Hijau; Keputusan Menteri ESDM No. 1112/KU/00/2002 Pedoman Pembangkit Skala Kecil Tersebar dan Peraturan Menteri ESDM No. 002/2006 tentang Pengusahaan Pembangkit Listrik Tenaga Energi Terbarukan Skala Menengah. Bahan bakar alternatif yang dihasilkan tentunya tidak menyebabkan tercemarnya udara akibat hasil pembakaran. Pencemaran udara akibat pembakaran bahan bakar padat yang tidak bergerak menggunakan bahan bakar biomassa diatur dalam Peraturan Gubernur Sumatera Selatan 2012. Biobriket yang merupakan hasil pengolahan jerami dan tempurung tentunya akan dimanfaatkan oleh petani dan masyarakat sebagai bahan bakar rumah tangga. Hal ini tidak hanya dapat menghindari pembakaran terhadap jerami dan tempurung kelapa secara langsung yang akan menghasilkan gas karbon dioksida tetapi juga dapat memanfaatkan jerami dan tempurung kelapa menjadi bahan yang bernilai guna bagi para petani.

Pembakaran yang dilakukan oleh sebagian besar petani terhadap limbah padat jerami dan tempurung kelapa berpotensi menghasilkan gas-gas pencemar seperti karbon monoksida ( $\text{CO}$ ), karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), nitrogen dioksida ( $\text{NO}_2$ ), sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ) dan gas lainnya. Gas  $\text{CO}_2$  dan gas  $\text{NO}_2$  yang merupakan gas rumah kaca hendaknya dikendalikan atau dikurangi. Oleh karena itu limbah padat yang berasal dari jerami padi dan tempurung kelapa dimanfaatkan menjadi bahan yang bernilai yaitu biobriket guna mengurangi dan mengendalikan pencemaran gas yang diakibatkan dari hasil pembakarannya. Untuk mendapatkan biobriket dengan produksi gas pencemar nya minimal, maka perlu dilakukan optimasi terhadap pembakaran biobriket. Optimasi akan



dilakukan dengan menggunakan program komputasi perangkat lunak yaitu CFD atau *Computational Fluid Dynamics* (Versteeg, 1995). Pemakaian CFD sebagai validasi data antara uji eksperimen dan simulasi pada hasil pembakaran biobriket telah dilakukan oleh Widarti, Sarwono, Ridho Hantoro (2010) yaitu simulasi terhadap biobriket organik yang merupakan campuran sampah daun dan ranting (DR) yang merekomendasikan bahwa sampah DR (2:3) yang memiliki kadar air 5,6%, kadar abu 6,5% dan nilai kalor 4184,78 kkal/kg. Distribusi suhu yang lebih merata pada pembakaran biobriket DR (4:1) yaitu 123,4°C (Rohmawati, 2010). Waktu pengeringan dan waktu devolatilisasi terhadap partikel kayu yang diubah menjadi biofuel selama 2 - 10 detik membutuhkan panas sebesar 100 kkal/kg di dalam *fluidized fuel bed* menggunakan CFD (Strom and Hendrik, 2013). William *et al.* (2012) melakukan simulasi terhadap mekanisme kimia pembentukan polutan seperti NO<sub>x</sub>, Asap dan hidrokarbon yang tidak terbakar, SO<sub>x</sub>, senyawa klorida dan partikel-partikel logam aerosol yang tidak terurai bendasar pada pembakaran biomassa menggunakan CFD. Hasilnya bahwa kecendrungan polutan hasil pembakaran meningkat. Penelitian ini mensimulasikan proses pembakaran biobriket menggunakan CFD (Ansys Fluent 14). Simulasi dengan CFD ini membutuhkan data-data seperti unsur-unsur pembentuk bahan baku biobriket yaitu karbon, nitrogen dan sulfur serta komposisi-komposisi bahan baku biobriket yaitu rasio antara jerami padi dan tempurung kelapa (% berat). Hasil optimasi ditampilkan dalam bentuk distribusi senyawa polutan yaitu konsentrasi molar karbon monoksida (CO), konsentrasi molar nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>), konsentrasi molar sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), serta profil temperatur selama proses pembakaran di dalam dapur pembakaran.

## B. Rumusan Masalah

Permasalahan yang timbul dari uraian latar belakang mengenai pembuatan brikiot menggunakan bahan baku jerami padi dan tempurung kelapa sebagai berikut:

1. Bagaimana mensintesis brikiot dari jerami padi dan tempurung kelapa yang mempunyai nilai kalor yang lebih tinggi dari 5000 kkal/kg dan ramah lingkungan.
2. Bagaimana melakukan optimasi terhadap pembakaran brikiot menggunakan perangkat lunak yaitu CFD (*computational Fluid Dynamics*), agar tercapai pencemaran udara yang minimum.

## C. Tujuan Penelitian

Mengingat dari permasalahan yang timbul, maka hasil yang dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mensintesis brikiot berbasis campuran jerami padi dan tempurung kelapa.
2. Menemukan komposisi terbaik sehingga diperoleh brikiot berkalor tinggi, tetapi emisi gas pencemar yaitu karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida ( $\text{NO}_2$ ) dan sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ) yang minimal.
3. Simulasi proses pembakaran brikiot menggunakan CFD, untuk menemukan kondisi optimum sehingga polutan yang dihasilkan minimal.

## D. Hipotesis

Brikiot yang dibuat dari campuran bahan baku jerami padi-tempurung kelapa menghasilkan:

1. Rasio komposisi jerami padi-tempurung kelapa (JP:TK) 50:50 dan ukuran partikel 60 mesh akan menghasilkan nilai kalor diatas 5000 kkal/kg
2. Biobriket yang memiliki nilai kalor diatas 5000 kkal/kg akan menghasilkan emisi gas  $CO$ ,  $NO_2$  dan  $SO_2$  hasil pembakaran yang minimal.
3. Optimasi proses pembakaran biobriket menggunakan CFD akan menghasilkan kondisi optimum.

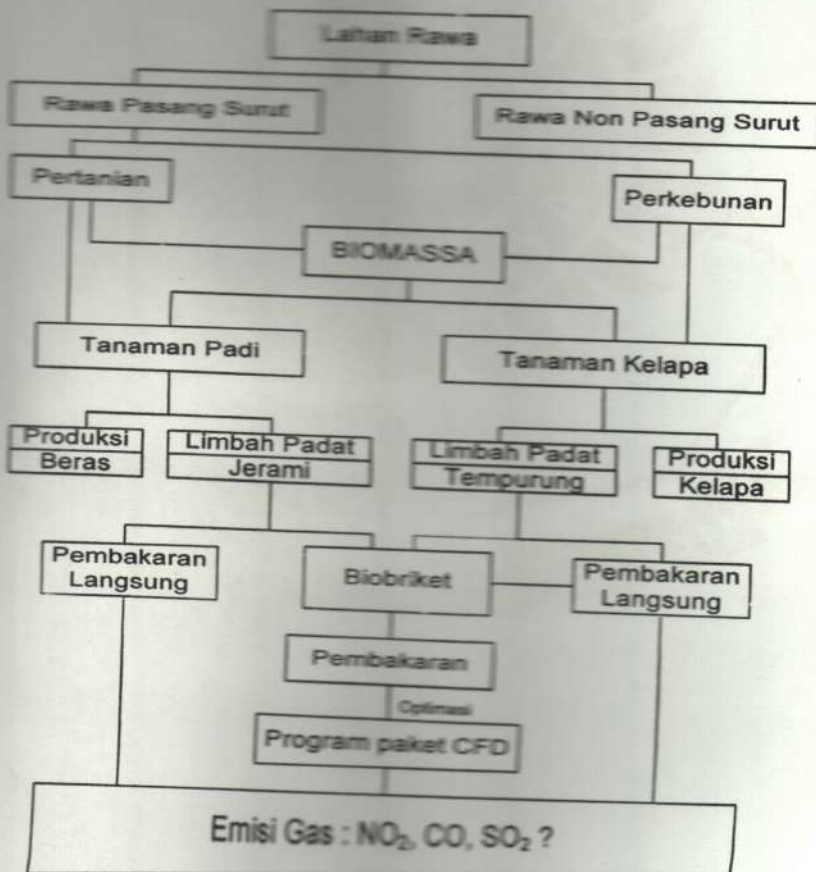
#### E. Manfaat Penelitian

Biobriket yang dihasilkan dari penelitian ini secara umum diharapkan dapat berguna dan bermanfaat bagi masyarakat luas terutama masyarakat di pedesaan serta bermanfaat bagi dunia pendidikan.

1. Petani mendapatkan nilai tambah dari jerami padi dan tempurung kelapa sebagai bahan yang tidak bermanfaat pada saat pasca panen.
2. Mengurangi pencemaran udara berupa asap atau emisi gas  $CO$ ,  $NO_2$  dan  $SO_2$  ke udara yang disebabkan oleh pembakaran jerami padi dan tempurung kelapa secara langsung.
3. Menemukan alternatif energi baru yang berupa biobriket dengan tingkat polutan rendah.
4. Memanfaatkan biobriket yang dihasilkan untuk pengeringan gabah dan juga dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan sehari-hari oleh petani.
5. Melakukan simulasi menggunakan perangkat lunak *computational fluid dynamics* (CFD) pada pembakaran biobriket yang bersumber dari baku baku biomassa.

### B. Kerangka Pikir

Bahan bakar yang bersumber dari bahan baku biomassa yaitu jerami padi dan tempurung kelapa dijadikan biobriket dengan campuran tertentu dan ukuran partikel tertentu. Jerami padi, tempurung kelapa dan biobriket dilakukan pembakaran yang menghasilkan emisi gas yaitu CO, NO<sub>2</sub> dan SO<sub>2</sub>. Selanjutnya dilakukan simulasi menggunakan program paket CFD untuk mendapatkan emisi gas CO, NO<sub>2</sub> dan SO<sub>2</sub> yang divalidasi dengan data eksperimen. Pemikiran tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini :



Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian



## DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, UF. 1989. Potensi Bahaya Pencemaran Lingkungan Pasar Perkotaan. Pada Seminar Terbuka Universitas Indonesia. Depok.
- Agustina, SE. 2011. Konversi Biomassa Menjadi Energi. Institute Pertanian Bogor. Online : <http://saindata.com/2011/02/05> Diakses pada tanggal 12 Desember 2011.
- Aladin, H dan Mahfud. 2011. Sumber Daya Alam Batubara. Cetakan I. Penerbit Lubuk Agung Bandung.
- Alikodri, H dan Syauckani, HR. 2008. Global Warning Banjir dan Tragedi Pembalakan Hutan. Penerbit Nuansa. Hal. 1-15.
- Almusyaddah, Q. 2013. Pengaruh Waktu Karbonisasi Terhadap Kualitas Biobriket dari Campuran Kulit Ubi Kayu dan Tongkol Jagung. Palembang : Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Anderemi, BO. Abu, E and Highina, BK. 2008. The Kinetics of Glucose Production From Rice Straw by *Aspergillus Niger*. African Journal of Biotechnology vol 7(11). Page.1745-1752
- Andreae, MO. 1991. Biomass Burning: Its Hystory, Use, and Distribution and Its Impact on Environmental quality and Global Climate, in Global Biomass Burning: Atmospheric , Climate, and Biospheric Implications, ed.J.S. Levine, MIT Press, Cambridge.
- Anggorodi. 1979. Limit Makanan Ternak Umum. PT Gramedia. Jakarta
- Aqa, S. and Bhattacharya, SC. 1992. Densification of Preheated Sawdust for energy conservation. Energy, 17, No.6, page 575
- Arshadi, M and Anita, S. 2008. Production of Energy from Biomass. Introduction to Chemicals From Biomass. Edited by James Clark and Febien Deswarte. Page 143-176. John Wiley and Sons Ltd.
- Badan Litbang Pertanian. 2011. Ketersediaan Lahan Untuk Pengembangan Pertanian Indonesia. Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Hak Cipta © 1997-2011 Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. <http://www.litbang.deptan.go.id>. Diakses pada 2 April 2011
- BAPPEDA Banyuasin. 2010. Banyuasin Dalam Angka, Badan Perencanaan Pembangunan Daerah dan Penanaman Modal Kabupaten Banyuasin.

- Badan Peneliti dan Pengembangan Kehutanan. 1994. Pedoman Teknis Pembuatan Briket Arang. Departemen Kehutanan. Bogor.
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. SNI 01-6235-2000 Briket Arang Kayu. Online : [http://sisni.bsn.go.id/index.php/sni\\_main/sni/detail\\_sni/5781](http://sisni.bsn.go.id/index.php/sni_main/sni/detail_sni/5781) diakses pada 8 April 2012.
- Badan Pusat Statistik. 2015. Produksi Padi, Jagung, dan Kedelai (Angka Sementara Tahun 2014). Dalam Jurnal Berita Resmi Statistik No.28/03/Th.XVIII, 2 Maret 2015. Jakarta.
- Benkovitz, CM. Dignon, J. Pecyna, J. Scholtz, T. Tarrason, L.Voldner, E and Graedel, T.E. 1996. Global inventories of Atmospheric emissions of SO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub>. *J.Geophys. Res.* 101, 29, Page 239-250.
- Bergman, TL. Adrienne, SL. Frank, PI. David, PD. 2011. Fundamentals of Heat and Mass Transfer. Seventh Edition. Page: 3-13. John Wiley & Son.
- Bhattacharya, SC. Leon, MA and Rahman, MM. 1996. A Study on Improved Biomass Briquetting, Energy Program, SERD-AIT, Thailand.
- Bhattacharya, SC. Albina, DO and Salam, PA. 2002. Emission Factors of Wood and Charcoal-Fired Cookstoves. *Biomass and Bioenergy* 23. Page 453-469.
- Blair, G and Rod, L. 1988. Sulfur and Carbon Research in Rice Production Systems. *Elsevier Field Crops Research* 56 (1998). Page 177-181
- Borman, GL. and Ragland, KW. 1998. *Combustion Engineering*. McGraw-Hill Book Co. Singapore.
- Brown, ML. William, SB and James, LW Jr. 2009. Biomass And Alternate Fuel System An Engineering and Economic Guide. Edited by Thomas, F.M. Page 13-35. John Wiley & Sons, Inc
- Brown, RC. 2003. *Biorenewable Resources: Engineering New Products From Agriculture*, A Blackwell Company, Iowa State Press
- Budiman, S. Sukrido and Arli, H. 2006. Pembuatan Biobriket dari Campuran Biji Jarak Pagar (*Jatropha caucas L.*) dengan Sekam Sebagai Bahan Bakar Alternatif. Seminar Rekayasa Kimia dan Proses. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UNDIP. Semarang.
- Castillo, JM. Alfredo, E. Rubio, C and Enrique, F. 2010. Cordgrass Biomass in Coastal Marshes. *Biomass*. Edited by Maggie Momba and Faizal Bux. Page 1-26. Sciyo.

- Dewi, H. 2002. Hidrolisis Limbah Hasil Pertanian Secara Enzimatik, *Akta Agrosia*. Vol. 5 No.2. Page 67-71
- Direktorat Rawa dan Pantai, Depertemen PU. 2009. Potensi dan Tantangan Pengembangan Rawa Indonesia. Makalah pada seminar Lokakarya Pengelolaan Rawa dalam Mendukung Ketahanan Pangan Nasional. *Dalam* Robiyanto Hendro Susanto (Ed). Pengembangan dan Pengelolaan Daerah Rawa Untuk Pembangunan Berkelanjutan: Refleksi 25 Tahun Mengabdikan Untuk Indonesia di Daerah Rawa disampaikan pada Pengukuhan Sebagai Guru Besar di depan rapat Senat Terbuka Universitas Sriwijaya. Palembang. 27 Desember 2010.
- Dobermann and Fairhurst, TH. 2002. Rice Straw Management. *Better Crops International*, Vol 16, may 2002
- Dufey, RB. and Ibrahim, D. 2010. Global Warming – What is The Cure. *Global Warming*. Edited by Ibrahim Dincer, Adnan Midilli, Arip Hepbasli and T. Hikmet Maggie Momba and F.Karakoc. Page 1-45. Springer Science+Business Media.
- Ekalinda, O. 2010. Teknologi Pembuatan Arang Tempurung Kelapa. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPPT) Pekanbaru. Riau
- Fengel, D and Wegener, G. 1995. *Kayu: Kimia, Ultra Struktur, Reaksi*. Penerjemah Hardjono Sastromijoyo, Gadjah Mada University Press.
- Geankoplis, CJ. 1989. *Transport Processes and Unit Operations*. Second Edition. Bacon. NewYork
- Girard, JP. 1992. *Technology of Meat and Meat Products*. Ellis Horwood. New York.
- Grover, PD and Mishra, SK. 1996. *Biomass Briquetting: Technology And Practices*. Food And Agriculture Organization of The United Nations. Bangkok.
- Gupta, S. Saksena, S. Shankar, VR and Josni, V. 1998. Emission Factor and Thermal Efficients of Cooking Biofuels from Five Countries. *Biomass and Bioenergy* 14. Page 547 – 560.
- Hall, DO and Overend, RH. 1987. *Biomass Regenerable Energy*. John Wiley and Sons Ltd: Great Britain
- Hasbulah. 2002. Teknologi Tepat Guna Agroindustri Kecil Sumatera Barat. Online: (<http://www.usahakecil.com/> diakses 16 Mei 2014).



- Hendra, D. 2007. *Pembuatan Briket Arang dari Campuran Kayu, Bambu, Sabut Kelapa dan Tempurung Kelapa sebagai Sumber Energi Alternatif*. Bogor : Fakultas Teknologi Pertanian IPB.
- Hermiati, E, Djumali, M. Titi, CS. Ono, Suparno dan Bambang, P. 2010. *Pemanfaatan Biomassa Lignoselulosa Ampas Tebu Untuk Produksi Bioetanol*. *Jurnal Litbang Pertanian*, 29(4), 2010.
- Hessley, RK. Reasoner, JW and Riley, JT. 1986. *Coal Sciece*. Tenth edition, Jonh Wiley & Sons. Inc. New York. Page 182-257
- Himawanto, DA. 2005. *Pengaruh Temperatur Karbonisasi Terhadap Karakteristik Pembakaran Briket*. *Jurnal Media Mesin*. Volume 6 No.2, Juli 2005. Surakarta.
- ICN. 2011. *Perkebunan kelapa : Potensi yang belum Optimal*. Online : <http://www.datacom.co.id/Sewit-2011Kelapa.html> diakses pada 30 Maret 2012.
- Instruksi Presiden No. 1 Tahun 2006 tentang *Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati (Biofuel) sebagai Bahan Bakar Lain*.
- Jenkins BM and Ebeling, JM. 1985. *Correlation of Physical and Chemical Properties of Terrestrial Biomass With Conversion, Fuel Process*. *Tchnol* 21. 11-35
- Jenkins, BM. Boxter, LL. Miles, TR. Jr, and Miles TR. 1998. *Combustion Properties of Biomass, Fuel Process. Tchnol* 54. Page 17-46
- Kautinas, AA. Du, C. Wang, RH and Coolin, W. 2008. *Production of Chemical from Biomass. Introduction to Chemicals From Biomass*. Edited by Janes Clark and Febien Deswarte. Page 21-45. John Wiley and Sons.Ltd.
- Kargbo, FR, Junjung, X and Yanlin, Z. 2009. *Pretreatment for Energy Use of Rice Straw: A Review*. *African Journal of Agricultural Research* Vol.4 (13), Page.1560-1565, December 2009 Special Review.
- Keputusan Menteri ESDM No.1122K/30/MEM/2002 *Pedoman Pembangkit Skala Kecil Tersebar*
- Keputusan Menteri ESDM No. 0002 tahun 2004 *tentang Kcbijakan Energi Hijau*
- Keputusan Menteri PU No. No. 64/PRT/1993 *tentang lahan rawa*
- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. UI-Press. Jakarta
- Khan, AA. Abo, M. Dejong, W. Vainkka, J. and Jansens, PJ. 2008. *Scale-Up Study on Combustibility and Emission formation With Two Biomass*



- Fuels (B Quality Wood and Paper Plant Residue) Under BFB Conditions. *Biomass Bioenergy* 32(12).Page 1311-1321
- Kirk, RE and Othmer, DF. 1979. *Encyclopedia of Chemical Technology*. Third Edition. Vol. 6. John Wiley & Sons. Inc. New York. Page 224-285. 307-323.
- Klass, DL. 2005. *Review of Biomass Conversion Technology Research*. Energy Application of Biomass. Edited by Michael Z Lowenstein. Page 169-196. Elsevier Applied Science Publishers. London and New York.
- Knee, MI. 2012. *Terpenoids and Phenolics*. *Biochem* 3. The Ohio State University. Online : <http://hcs.osu.edu/hcs300/biochem3.htm>. diakses pada 3 mei 2012.
- Koesoemadinata, RP. 1980. *Geologi Minyak dan Gas Bumi*, Jilid 1, edisi ke 2, ITB, Bandung.
- Kurniawan, A. 2013. *Pembuatan Briket Arang Dari Campuran Buah Bintaro dan Bambu Betung Menggunakan Perikat Amilum*. Palembang : Politeknik Negeri Sriwijaya
- Kwong, PCW, Wang, JH, Chan, CW, and Kendall, G. 2004. Effect of Co-combustion of Coal and Rice Husk on Combustion Performance and Pollutant Emission. *The seventh Asia-Pacific International Symposium on Combustion and Energy Utilization*. Hongkong.
- Lauren. 1996. *Wood and prospect in the future*. Dalam *Jerami Padi Pengelolaan dan Pemanfaatan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Makarim.A.K, Sumarmo, Suyanto. BPP Bogor
- Levine, JS. 2000. *Global Biomass Burning: A Case Study of the Gaseous and Particulate Emissions Related to the Atmosphere During the 1997 Fire in Kalimantan and Sumatra, Indonesia*. Biomass Burning And Its Inter-Relationship with the Climate System. Edited by: John L. Innes. Martin Beniston and Michael M. Weststrate. Kluwer Academic Publisher. New York.
- Lobert, JM., Scharffe, DH, Fies, WM, Kahlbusch, TA, Seurwen, R, Warneck, P, and Crutzen, PJ. 1991. *Experimental Evaluation of Biomass Burning Emission: Nitrogen and Carbon Compound, in Global Biomass Burning, Atmospheric, Climatic and Biospheric implications*, edited by J.S Levine, Page 15-37, John Wiley & Sons.
- Mahendra, HS. 2010. *Uji Karakteristik Pembakaran Briket Biomasa Jerami-Batubara dengan Variasi Komposisi*. Laporan Akhir Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Solo

- Makarim, AK, Sumarmo dan Syaynta. 2007. *Jemmi Padi Pengelolaan dan Pemanfaatan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor
- Mandasini, Andi, Ai dan Anfi, A. 2010. *Pembuatan Campuran Batubara, Sekam Padi Sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Seminar Rekayasa Kimia dan Proses 2010. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UNDIP. Semarang.
- McCabe, WL, Julian, CS, Peter and Jusfi, E. 2005. *Operasi Teknik Kimia*. Edisi kelima. Penerbit Erlangga.
- Marimuthu, S, Ramesh, PT, Sulaimalai, A, Ravikiran, N, Anbumani, S and Sivakumar, C. 2002. *Management of Rice Residues For Rice Production- A Review*. Department of Agronomy, Tamil Nadu Agriculture University, Coimbatore-641 005, India. *Agr. Rev.*, 23(3). Page 165-174.
- Martindale, LP. 2006. *The Potential For Straw As a Fuel in The UK. Energy From Biomass*. Edited by W.Pain, J.Coombs and D.O. Hall. Page 369-373. Elsevier Applied Science Publishers, London and New York.
- Moerman, E. dan Prasad, KK. 1995. *Clean Combustion and Excess Air Factors, Selected Paper in Combustion Technologies for a Clean Environment*, Gordon and Breach Publishers, Basel, Page 467-477.
- Mushlihah, S. 2011. *Pengaruh Jenis Bahan Perekat dan Metode Pengeringan Terhadap Kualitas Briket Limbah Baglog Jumar Tiram Putih*. Surabaya : Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS.
- Naruse, I, Gani, A, and Morishita, K. 2001. *Fundamental characteristics on Co Combustion of Low Rank Coal with Biomass*. Nova Science Publishers,inc, New-York.
- Natalia, RH and Sulvia, P. 2009. *Bioetanol Dari Jerami*. Laporan Tugas Akhir. Universitas Negeri Surakarta. Solo. Online : <http://www.scribd.com/doc/65675854/57441106200903061> diakses pada 9 April 2012.
- Ndraha, N. 2009. *Uji Komposisi Bahan Pembuat Briket Bioarang Tempurung Kelapa Dan Serbuk Kayu Terhadap Mutu Yang Dihasilkan*. Universitas Sumatera Utara. Fakultas Pertanian. Departemen Teknologi pertanian.
- Nishizawa, K. 1989. *Degradation of Cellulose and Hemicellulose*. Biomass Handbook. Gordon & Breach Science Publisher, New York
- Nocera, S and Federico, C. 2011. *Policy Effectiveness for containg CO<sub>2</sub> Emissions in Trancfortasion*. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 20(2011). Page 703-713.

- Noor, M. 2007. *Rawa Lebak; Ekologi, Pemanfaatan dan Pengembangannya*. Penerbit Raja Grafindo Persada. Jakarta
- Ngudiantoro. 2009. *Kajian Penduga Muka Air Tanah Untuk Mendukung Pengelulaan Air Pada Pertanian Lahan Rawa Pasang Surut: Kasus Di Sumatera Selatan*. Disertasi : Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan. Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Nugroho, AP. 2008. *Mengapa Biomassa Mampu Menekan Efek Pencemaran*. Online: <http://netsains.com/2008/03/mengapa-biomassa-mampu-menekan-efek-pencemaran>. Diakses pada tanggal 22 November 2011.
- Nurhayati, T dan Hartoyo. 1976. *Rendemen dan Sifat Arang Beberapa Jenis Kayu Indonesia*. Laporan No. 62. Lembaga Penelitian Hasil Hutan. Bogor.
- Oswan, k dan Marsono. 2008. *Superkarbon*, Jakarta: Penebar. Swadaya.
- Palungkun, R. 2003. *Aneka Produk Olahan Kelapa*. Cetakan ke Sembilan. Penebar Swadaya. Jakarta.
- ParkScale Corporation. 2006. *Fluent 6.3 User's Guide*. Centerra Resources Park 10 Cavendish Court. Lebanon, NH 03766
- Pedersen. Lars, S. Nielson, HP. Kill, S. Hansen, LA. Johansen. KimDam. Kildsig, F, Christensen, J. and Jespersen, P. 1996. *Full Scale Co-Firing of Straw and Coal, Fuel*. Volume 75. No.13. Page 1584-1590.
- Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No. 6 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Emisi Sumber Tidak Bergerak Menggunakan Bahan Bakar Biomassa.
- Peraturan Menteri ESDM No. 002/2006 tentang Pengusahaan Pembangkit Listrik Tenaga Energi Terbarukan Skala Menengah
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 63/PRT/1993 tentang garis sempadan sungai, daerah manfaat sungai, daerah penguasaan sungai dan bekas sungai.
- Peraturan Pemerintah No.3 Tahun 2005 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Tenaga Listrik
- Pikukuh, P. 2011. *Selulosa, Komponen Yang Paling Banyak Ditemukan Di Alam*. Online : <http://datasain.com//2011/03/14/hello-world/> diakses pada tanggal 9 April 2012.
- Prananta, J. 2008. *Pemanfaatan Sabut dan Tempurung Kelapa Serta Cangkang Sawit untuk Pembuatan Asap Cair Sebagai Pengawet Makanan Alami*.



- Making Applied Technology Work For Marginal People. JENGGI Institute.
- Pratoto, A. 2004. A study on the emissions from biomass combustion. The International Workshop on Biomass & Clean Fossil Fuel Power Plant Technology. January 2004. page. 13 – 14. Jakarta
- Pusdatarawa. 2012. Peta Kabupaten Banyuwangi. Desa Telang. Palembang. Sumatera Selatan.
- Qiang, X. Lee, YY. Peterson, PO and Torget, RW. 2003. Heterogenous Aspects of Acid Hydrolysis of  $\alpha$ -Cellulose. Applied Biochemistry and Biotechnology. Page 105-108
- Rafieq, A. 2004. Sosial Budaya dan Teknologi Kearifan Lokal Masyarakat dalam Pengembangan Pertanian Lahan Lebak di Kalimantan Selatan. Banjarbaru: Balai Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian Kalimantan Selatan.
- Rohmawati. Iis, S And Ridho, H. 2010. Studi Eksperimental Karakteristik Briket Organik Bahan Baku dari Twa Gunung Baung. Jurusan Teknik Fisika PTI ITS Surabaya.
- Saktiawan I. 2000. Identifikasi Sifat Fisis dan Kimia Briket Arang dari Sabut Kelapa (*Cocos nufifera* L) (Skripsi). Bogor: Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Saptoadi, H. 2008. The best biobriquette dimension and its perticle size, Asian Journal of Energy & Environment, 9, issues 3 & 4, Sept. & Dec., Page 161 – 175.
- Sari, DP. 2011. Pengaruh Komposisi Biomassa Terhadap Waktu ignisi dan Emisi CO Biobriket. Depok : Universitas Indonesia
- Sastrawijaya, AT. 2009. Pencemaran Lingkungan. Penerbit Rineka Cipta. Cetakan ketiga. Hal. 188-231. Jakarta
- Selinawati, TD. 2003. Penelitian Emisi Gas Buang Pada Pembakaran Briket Batubara. Hasil Penelitian dan Pengembangan. Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara. Jakarta.
- Sinatra, L. 2009. Analisa Pengkondisian Udara Ruang Produksi PT.Guntner Indonesia Menggunakan Metode CLTD dan Aplikasi CFD". Tugas Akhir. Jurusan Teknik Fisika ITS : Surabaya.
- Siscawati, E. 2011. Bahan Bakar Fosil. Fakta Ilmiah. Online: <http://www.faktailmiah.com/2011/06/30/bahan-bakar-fosil.html> diakses pada 25 April 2012



- Sitompul, O. Yerizam, M dan Fadarina. 2014. Pengaruh Variasi Perekat Pada Pembuatan Biobriket Dari Campuran Ampas Tebu dan Tempurung Kelapa. Laporan Akhir Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya 2014. Palembang.
- Smith, KR. 1987. *Biofuels, Air Pollution and Health: A Global Review*. Plenum Publishing Corporation. New Delhi.
- Smith, KR. 1996. Indoor Air Pollution in India. *National Medical Journal of India* 9. Page 103 -104.
- Soeprijanto. Tianika, R. dan Ira. P. 2008. Biokonversi Selulosa Dari Limbah Tongkol Jagung Menjadi Glukosa Menggunakan Jamur *Aspergillus Niger*. *Jurnal Purifikasi*, vol 9, No 2, Desember 2008. Page 105-114.
- Strehler, A and Stutzle, W. 1987. *Biomass Residues. Biomass Regenerable Energy*. Edited by Hall, D.O and Overend, R.P. Page 75-102. John Wiley and Sons.Ltd.
- Strom, H and Henrik, T. 2013. CFD Simulation of Biofuel Bed Conversion: A Submodel For The Dring and Devolatilisation of Thermally Thick Wood Particles. *Combustion and Flame* 160 (2013). Page 417-431
- Subroto. 2006. Karakteristik Pembakaran Biobriket Campuran Batubara ,Ampas Tebu dan Jerami. *Media Mesin*, Vol 7, No. 2, Juli 2006. Hal. 47-56
- Subroto. 2007. Karakteristik Pembakaran Briket Campuran Arang Kayu dan Jerami. *Media Mesin*, Vol 8, No. 1, Januari 2007. Hal. 10-16
- Sudiro. Sigit, S. 2014. Pengaruh Komposisi dan Ukuran Serbuk Yang Terbuat Dari Batubara dan Jerami Padi terhadap Karakteristik Pembakaran. *Jurnal Sainstech Politeknik Indonesia Surakarta* Vol. 2 Nomor 2 Tahun 2014.
- Sudradjat, RD. Setiawan, H dan .Roliadi. 2001. Teknik Pembuatan Dan Sifat Briket Arang Dari Tempurung dan Kayu Tanaman Jarak Pagar. *Jurnal Penelitian hasil Hutan.* 23 (4). Hal. 299-315. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Suhardiyono, L. 1988. *Tanaman Kelapa, Budidaya dan Pemanfaatannya*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. Hal. 153-156.
- Suharmanto, H. 2010. Tinjauan Studi Pembuatan Briket Arang dari Tempurung Kelapa. Laporan Akhir Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya 2010. Palembang.
- Suhartanto. 2008. *Pedoman Teknis Reklamasi Lahan Rawa tahun 2008*. Direktorat Pengelolaan Lahan dan Air Departemen Pertanian. Jakarta.

- Sumahamijaya, I. 2009. Hujan Asam Menghancurkan Bumi. *Majari Magazine*.  
Online : <http://majarimagazine.com/2009/03/hujan-asam-mencegah-global-warming-menghancurkan-bumi/> diakses pada 2 Mei 2012.
- Sumarsih, DW. 2007. Biobriket. Merupakan Biofuel Masa Depan.. Online :  
<http://majarimagazine.com/2007/05.com>. Diakses pada tanggal 5-9-2010.
- Sunu, P. 2001. Melindungi Lingkungan Dengan Menerapkan ISO 14001. Penerbit PT Grasindo (Gramedia Widiasarana Indonesia) Jakarta.
- Supriyadi, D. Ariès, H dan Budi, S. 2008. Pengaruh Variasi Komposisi Terhadap Karakteristik Pembakaran Biocoal Berbahan Baku Limbah Pertanian. Laporan Penelitian pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Solo.
- Suramaythangkoor, T and Shabbir, HG. 2010. Potensial Alternatives of Heat and Power Technology Application Using Rice Straw in Thailand. *Elsivier Applied Energy* 87 (2010). Page 128-133
- Susanto, R.H. 2010. Pengembangan Dan Pengelolaan Rawa untuk Pembangunan Berkelanjutan : Refleksi 25 Tahun Mengabdikan Untuk Indonesia. Di Daerah Rawa. Disampaikan pada rapat khusus terbuka Senat Universitas Sriwijaya di Kampus Unsri Palembang.
- Syamsiro, M dan Saptoadi, H. 2007. Pembakaran Briket Biomassa Cangkang Kakao : Pengaruh Temperatur Udara Preheat. Disampaikan pada Seminar Nasional Teknologi 2007 (SNT 2007) Yogyakarta, 24 November 2007.
- Syamsudin. Sri, P. dan Ika, R. 2007. Pemanfaatan Campuran Limbah Padat dengan Lindi Hitam dari Industri Pulp dan Kertas Sebagai Bahan Biobriket. *Berita Selulosa*. Vol 42(2). Hal. 67-74.
- Tiadiningsih, D. Yerizam, M dan Sahrul, E. 2013. Pengaruh Ukuran Mesh Terhadap Emisi Gas NO<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub> pada Pembakaran Arang dan Biobriket Campuran Jerami Padi dan Tempurung Kelapa. Laporan Akhir Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya 2013. Palembang.
- Tilman, D. 1981. *Wood Combustion. Principles, Process and Economics*, Academic Press Inc. New York. Page 74-93.
- Tim Sintesis Kebijakan. 2008. Pemanfaatan dan Konservasi Ekosistem Lahan Rawa Gambut di Kalimantan. *Pengembangan Inovasi Pertanian* 1(2), 2008. Page 149 – 156.
- Tremblay, A. Varvalvy, L. Charlotte, R and Michele, G. 2005. *Greenhouse gas Emissions-Fluxes and Processes*.

- Triono, A. 2006. *Karakteristik Briket Arang Dari Campuran Serbuk Gergajian Kayu Afrika (Maesopsis Eminii Engl) Dan Sengon (Paraserianthes Falcataria L. Nielsen) Dengan Penambahan Tempurung Kelapa (Cocos Nucifera L)*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Tuakia, F. 2008. *Dasar-Dasar CFD Menggunakan Fluent*. Penerbit Informatika Bandung. Bandung
- Turley, DB. 2008. *The Chemical Value of Biomass. Introduction to Chemicals From Biomass*. Edited by James Clark and Febien Deswarte. Page 21-45. John Wiley and Sons.Ltd.
- University of Minnesota. 1998. *Formation and Chemistry of Wood*. Forest Product Management Development Institute. Online : <http://ifbholz.ethz.ch/natureofwood/pc/ch/chhp.html> diakses pada 12 April 2010.
- Vaca, C and Garcia. 2008. *Biomaterials. Introduction to Chemicals From Biomass*. Edited by James Clark and Febien Deswarte. Page 102-142. John Wiley and Sons.
- Van, BAJ and Pointer, Y. 2007. *Prospect For Biopolymer Production in Plants*. Adv. Biochem .Eng. Biotech. No. 107 (2007). Page 133-151.
- Versteeg, HK and Malalasekera, W. 1995. *An Intoduction to Computational Fluid Dynamics*. Pearson Practice Hall. England.
- Wahana, K. 2006. *10 Model Penelitian dan Pengolahannya dengan SPSS 14*. Editor oleh Rosari RW. Penerbit Andi. Semarang
- Walter, DK. 1987. *Municipal Solid Waste Conversion. Biomass Regenerable Energy*. Edited by Hall, D.O and Overend, R.P. Page 175-199. John Wiley and Sons.Ltd.
- Widarti, E. Sarwono, E and Ridho H. 2010. *Studi Eksperimental Karakteristik Briket Organik Dengan Bahan Baku dari PPLH Seloliman*. Jurusan Teknik Fisika PTI ITS Surabaya.
- Widarto, L. 1995. *Membuat Bioarang Dari Kotoran Lembu*. Yogyakarta : Kanisius.
- Wiliams, A. Jones, JM. Ma, L. and Pourkashanian, M. 2012. *Review: Pollutants From The Combustion of Solid Biomass Fuels*. Progress in Energy and Combustion Science 38 (2012). Page 113-137.
- Yefrichan. 2011. *Konversi Biomassa Menjadi Energi*. Jurnal Sains & Teknologi. Fakultas Teknik Teknik Universitas Darma Persada.



- Yuwono, J. 2009. Pengaruh Penambahan Bahan Penyala Pada Briket Arang dari Limbah Serbuk Kayu Jati, Tesis, Magister Sistem Teknik, UGM. Yogyakarta.
- Zain, M. Jamarun, N dan Nurhaita. 2009. Optimalisasi Pemanfaatan Jerami Padi Sebagai Pakan Ternak Sapi. Department of Animal Nutrition, Faculty of Animal Science, Andalas University, Kampus Limau Manis, Padang - 25163, Indonesia, Department of Animal Nutrition and Feed Technology, Faculty of Agriculture Bengkulu University, Bali Bengkulu Street, Indonesia
- Zhu, X and Lu, Q. 2010. Production of Chemicals from Selective Fast Pyrolysis of Biomass. Biomass. . Edited by Maggie Momba and Faizal Bux. Page 1-26. Sciyo.