

**SKRIPSI**

**RANCANG BANGUN DAN UJI TEKNIK GASIFIER  
DOWNDRAFT PORTABEL BERBAHAN  
BRIKET KULIT KAYU GELAM  
(*Melaleuca leucadendron* Linn.)**

***DESIGN AND TECHNICAL TESTING OF PORTABLE  
DOWNDRAFT GASIFIER USING FUEL OF  
GELAM WOOD BARK BRIQUETTES  
(*Melaleuca leucadendron* Linn.)***



**Pipin Yulianti Siregar  
05021281419030**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN  
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2018**

## SUMMARY

**PIPIN YULIANTI SIREGAR.** Design and Technical Testing of Portable Downdraft Gasifier Using Fuel of Gelam Wood Bark Briquettes (*Melaleuca leucadendron* Linn.) (Supervised by **RAHMAD HARI PURNOMO** and **HERSYAMSI**).

Design and Technical Testing of Portable Downdraft Gasifier Using Fuel of Gelam Wood Bark Briquettes (*Melaleuca leucadendron* Linn.). The research objective was to design and to test portable downdraft gasifier using briquette of gelam wood bark. The study was conducted from September 2017 to Februari 2018 at the workshop of Balai Latihan Kerja, Kenten Sako, Palembang, South Sumatra. The method used in this research was engineering design of portable downdraft gasifier using three replications. The observed parameters were consisted of combustion operation time, fuel consumption rate, specific gasification rate, combustion efficiency and ash content. The data are presented in form of graphs and tables. The results showed that briquette fuel size (volume), water content and density had effect on parameters of combustion operation time, fuel consumption rate and specific gasification rate. The highest values of combustion operation time, fuel consumption rate and specific gasification rate were found on first replication with magnitude of 7.54 hours; 0.33 kg/h and 4.69 kg/m<sup>2</sup>.h respectively. The third replication was the most efficient in term of combustion efficiency and ash content with magnitude of 1.85% and 5.53%, respectively. It is recommended to conduct further research in order to determine the better dimension of reactor tube height to prevent longer combustion time for briquette on 5 cm lower part of reactor tube as well as blower size.

## RINGKASAN

**PIPIN YULIANTI SIREGAR.** Rancang Bangun dan Uji Teknik *Gasifier Downdraft* Portabel Berbahan Briket Kulit Kayu Gelam (*Melaleuca leucadendron* Linn.) (Dibimbing oleh **RAHMAD HARI PURNOMO** dan **HERSYAMSI**).

Rancang Bangun dan Uji Teknik *Gasifier Downdraft* Portabel Berbahan Briket Kulit Kayu Gelam (*Melaleuca leucadendron* Linn.). Tujuan penelitian adalah melakukan rancang bangun dan uji teknik *gasifier downdraft* portabel berbahan briket kulit kayu gelam. Penelitian telah dilaksanakan pada bulan September 2017 sampai Februari 2018 di bengkel Balai Latihan Kerja (BLK) Kenten Sako, Palembang, Sumatera Selatan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah rancangan teknik pada *gasifier downdraft* portabel dengan tiga ulangan. Parameter yang diamati adalah waktu operasi pembakaran, laju konsumsi bahan bakar, laju gasifikasi spesifik, efisiensi pembakaran, dan kadar abu. Data disajikan dalam bentuk grafik dan tabel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran bahan bakar (volume), kadar air, dan kerapatan mempengaruhi nilai beberapa parameter pada penelitian ini. Ulangan pertama merupakan hasil yang paling tinggi untuk waktu operasi pembakaran, laju konsumsi bahan bakar, dan laju gasifikasi spesifik yaitu 7,54 jam; 0,33 kg/jam dan 4,69 kg/m<sup>2</sup>.jam. Ulangan ketiga merupakan hasil yang paling efisien untuk efisiensi pembakaran dan kadar abu yaitu 1,85 % dan 5,53 %. Berdasarkan hasil penelitian disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan dalam hubungan dengan penentuan tinggi tabung reaktor yang lebih baik untuk menghindari kendala waktu pembakaran yang lebih lama untuk briket 5 cm terbawah pada tabung serta ukuran blower.

# SKRIPSI

## **RANCANG BANGUN DAN UJI TEKNIK GASIFIER DOWNDRAFT PORTABEL BERBAHAN BRIKET KULIT KAYU GELAM (*Melaleuca leucadendron* Linn.)**

**Diajukan Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar  
Sarjana Teknologi Pertanian Pada Fakultas Pertanian  
Universitas Sriwijaya**



**Pipin Yulianti Siregar  
05021281419030**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN  
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2018**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**RANCANG BANGUN DAN UJI TEKNIK *GASIFIER*  
DOWNDRAFT PORTABEL BERBAHAN  
BRIKET KULIT KAYU GELAM  
(*Melaleuca leucadendron* Linn.)**

SKRIPSI

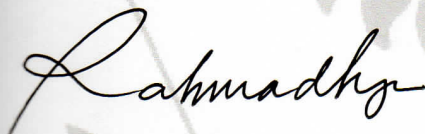
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknologi Pertanian  
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

**Pipin Yulianti Siregar**  
**05021281419030**

Pembimbing I

Indralaya, Maret 2018  
Pembimbing II

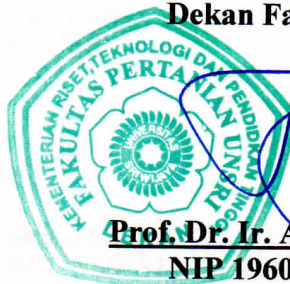


**Ir. Rahmad Hari Purnomo, M.Si.**  
NIP. 19560831198503 1004



**Dr. Ir. Hersyamsi, M.Agr**  
NIP.196008021987031004

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Pertanian



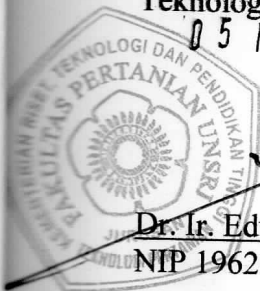
**Prof. Dr. Ir. Andy Mulyana, M.Sc.**  
NIP 196012021986031003

Skripsi dengan Judul "Rancang Bangun dan Uji Teknik *Gasifier Downdraft* Portabel Berbahan Briket Kulit Kayu Gelam (*Melaleuca leucadendron* Linn." oleh Pipin Yulianti Siregar telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 6 Februari 2018 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

Komisi Penguji

- |  |            |                                |
|--|------------|--------------------------------|
| 1. Ir. Rahmad Hari Purnomo, M.Si.<br>NIP. 195608311985031004 | Ketua      | ( <i>Rahmad Hari Purnomo</i> ) |
| 2. Dr. Ir. Hersyamsi, M.Agr.<br>NIP. 196008021987031004      | Sekretaris | ( <i>Hersyamsi</i> )           |
| 3. Dr. Ir. Tri Tunggal, M.Agr.<br>NIP 196210291988031003     | Anggota    | ( <i>Tri Tunggal</i> )         |
| 4. Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr.<br>NIP 196107051989031001   | Anggota    | ( <i>Endo Argo Kuncoro</i> )   |
| 5. Dr. Ir. Gatot Priyanto, M.S.<br>NIP 196005291984031004    | Anggota    | ( <i>Gatot Priyanto</i> )      |

Ketua Jurusan  
Teknologi Pertanian  
05 MAR 2018



Dr. Ir. Edward Saleh, M.S.  
NIP 196208011988031002

Indralaya, Maret 2018  
Ketua Program Studi  
Teknik Pertanian

(*Tri Tunggal*)  
Dr. Ir. Tri Tunggal, M.Agr.  
NIP 196210291988031003

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Pipin Yulianti Siregar

NIM : 05021281419030

Judul : Rancang Bangun dan Uji Teknik *Gasifier Downdraft* Portabel Berbahan Briket Kulit Kayu Gelam (*Melaleuca leucadendron* Linn).

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiarasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Maret 2018

Pipin Yulianti Siregar

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan pada tanggal 25 Maret 1996 di Goti dan merupakan anak ketiga dari empat bersaudara. Orang tua bernama Akhir Siregar dan Rosminah Lubis.

Pendidikan sekolah dasar diselesaikan pada tahun 2008 di SDN 200510 Goti, sekolah menengah pertama pada tahun 2011 di SMPS Nurul Ilmi Padangsidimpuan dan sekolah menengah atas tahun 2014 di SMAN 7 Padangsidimpuan.

Sejak Agustus 2014 penulis tercatat sebagai mahasiswa aktif di Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya melalui Jalur SBMPTN (Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri). Penulis bergabung dalam beberapa organisasi yaitu sebagai anggota HIMATETA (Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian) sejak tahun 2014, anggota IMATETANI (Ikatan Mahasiswa Teknik Pertanian Indonesia) sejak tahun 2014, dan anggota Departemen Humas IMATAPSEL (Ikatan Mahasiswa Tapanuli Selatan) masa kepengurusan 2015/2016.

Penulis telah melaksanakan praktik lapang di Desa Marga Rahayu Kecamatan Muara Telang Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan Palembang pada semester V, dan telah melaksanakan KKN (Kuliah Kerja Nyata) di Desa Muara Sugih Kecamatan Tanjung Lago Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan Palembang pada semester VI.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karuniaNya yang diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Mudah-mudahan skripsi ini dapat memberikan sumbangan pemikiran bagi kita semua.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini, terutama kepada yth:

1. Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya Bapak Prof. Dr. Ir. Andy Mulyana, M.Sc.
2. Ketua Jurusan Teknologi Pertanian Bapak Dr. Ir. Edward Saleh, M.S.
3. Sekretaris Jurusan Teknologi Pertanian Bapak Hermanto, S.TP, M.Si.
4. Ketua Program Studi Teknik Pertanian Bapak Dr. Ir. Tri Tunggal, M.Agr dan Ketua Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Ibu Dr. Ir. Hj. Tri Wardani Widowati, M.P.
5. Bapak Dr. Ir. Hersyamsi, M.Agr, penasehat akademik, pembimbing praktik lapang serta pembimbing kedua skripsi yang telah memberikan banyak pelajaran, arahan, kesabaran, semangat dan bimbingan dari awal perkuliahan sampai penyelesaian penulisan skripsi.
6. Ir. Rahmad Hari Purnomo, M.Si, selaku pembimbing pertama skripsi yang telah memberikan arahan dan masukan selama penyelesaian penulisan skripsi.
7. Bapak Dr. Ir. Tri Tunggal, M.Agr., Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr., dan Dr. Ir. Gatot Priyanto, M.S. selaku pembahas makalah dan penguji skripsi yang telah memberikan arahan demi kesempurnaan skripsi ini.
8. Seluruh Dosen Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Sriwijaya yang telah memberikan saya berbagai ilmu mulai dari saya resmi menjadi Mahasiswa Teknik Pertanian sampai dengan selesai.
9. Kedua orang tua tercinta, Bapak Akhir Siregar dan Ibu Rosmina Lubis, yang selalu memberikan dukungan moril, materil dan doa yang selalu mengiringi penulis.

10. Saudara-saudara kandungku tersayang, Candra Siregar, Minarti Siregar, S.Pd, dan Silvia Tri Putri Ana Siregar yang menjadi semangat dalam penyusunan tugas akhir ini.
11. Staf administrasi akademik Jurusan Teknologi Pertanian, Kak Jhon dan Kak Hendra atas segala bantuan yang telah diberikan.
12. Keluargaku di Indralaya atau Palembang, Orang Tua Diana, Diana Lestari, Tri Suci Uni Siregar, Erdan Maghfiroh, Agung Rapsanjaya, Kak Agung, Kak Nisa, dan Ari Wijaya yang selalu membantu penulis dari awal perkuliahan.
13. Saudara satu penelitian dan sebimbangan, Amrina, Salamah, Pina Meilina, Sisca Ariani, Siti Khodijah, Vidia Yolanda, Riski cholifah, Putri Riski Octaviani dan Bima Salingga Putra yang telah banyak membantu dalam penelitian ini.
14. Teman-temanku tercinta Nelson Nasution, Ahmad Fikri, dan Ummi Khoirunnisa Koto, terima kasih telah memberi semangat dan selalu memotivasi penulis dalam menyelesaikan skripsi.
15. Teman-teman satu angkatan Teknik Pertanian 2014, terimakasih atas kebersamaan dan persahabatan selama masa kuliah ini.

Penulis berharap semoga skripsi ini bisa bermanfaat dengan sebaik-baiknya dan dapat berguna sebagai pengetahuan, pengalaman serta menjadi ilmu yang dapat digunakan sesuai dengan fungsinya.

Indralaya, Maret 2018

Pipin Yulianti Siregar

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan.....	2
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	3
2.1. Bahan Bakar.....	3
2.2. Limbah Biomassa.....	3
2.2.1. Kulit Kayu Gelam.....	4
2.3. Briket.....	6
2.4. Proses Pembakaran.....	7
2.4.1. Fase Pembakaran.....	8
2.4.2. Pembakaran Biomassa atau Pembriketan.....	10
2.5. Gasifikasi.....	11
2.6. Kompor.....	14
2.7. Rancangan Teknik.....	16
<b>BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN</b> .....	17
3.1. Waktu dan Tempat.....	17
3.2. Alat dan Bahan.....	17
3.3. Metode Penelitian.....	17
3.4. Cara Kerja.....	17
3.4.1. Persiapan.....	17
3.4.2. Pengujian.....	18
3.4.3. Pengamatan.....	19
3.5. Pengolahan Data (Data Rancangan).....	19
3.6. Analisa Rancangan.....	19

3.6.1. Tungku Kompor .....	19
3.6.2. Isolator .....	21
3.6.3. <i>Blower</i> .....	21
3.6.4. <i>Air Fuel Ratio (AFR)</i> .....	21
3.6.5. Saringan .....	23
3.6.6. Kotak Abu .....	23
3.6.7. Reaktor .....	23
3.7. Parameter .....	24
3.7.1. Waktu Operasi Pembakaran .....	24
3.7.2. Laju Konsumsi Bahan Bakar .....	24
3.7.3. Laju Gasifikasi Spesifik .....	25
3.7.4. Efisiensi Pembakaran .....	24
3.7.5. Kadar Abu .....	25
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>26</b>
4.1. Kriteria Rancangan .....	26
4.2. Rancangan Fungsional .....	27
4.3. Rancangan Struktural .....	28
4.4. Prinsip Kerja Tungku dan Kompor .....	29
4.5. Waktu Operasi Pembakaran .....	30
4.6. Laju Konsumsi Bahan Bakar (FCR) .....	32
4.7. Laju Gasifikasi Spesifik (SGR) .....	32
4.8. Efisiensi Pembakaran .....	34
4.9. Kadar Abu .....	36
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>37</b>
5.1. Kesimpulan .....	37
5.2. Saran .....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>38</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>42</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Nilai kalor rata-rata dari berbagai jenis bahan bakar .....	5
Tabel 2.2. Nilai kalor optimal briket dari berbagai macam biomassa .....	7
Tabel 2.3. Zona proses gasifikasi dalam reaktor pembakaran .....	13

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 4.1. Waktu operasi pembakaran .....	31
Gambar 4.2. Laju konsumsi bahan bakar .....	32
Gambar 4.3. Laju gasifikasi spesifik.....	33
Gambar 4.4. Efisiensi pembakaran .....	34
Gambar 4.5. Kadar abu .....	36

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram alir penelitian .....	44
Lampiran 2. Diagram alir proses pembuatan briket non-karbonisasi .....	45
Lampiran 3. Gambar <i>gasifier downdraft</i> portabel.....	45
Lampiran 4. Gambar perspektif <i>gasifier downdraft</i> portabel.....	47
Lampiran 5. Gambar tampak depan <i>gasifier downdraft</i> portabel .....	48
Lampiran 6. Gambar tampak kanan <i>gasifier downdraft</i> portabel .....	49
Lampiran 7. Gambar tampak kiri <i>gasifier downdraft</i> portabel .....	50
Lampiran 8. Gambar tampak atas <i>gasifier downdraft</i> portabel.....	51
Lampiran 9. Gambar tampak bawah <i>gasifier downdraft</i> portabel .....	52
Lampiran 10. Gambar tampak belakang <i>gasifier downdraft</i> portabel .....	53
Lampiran 11. Gambar penelitian <i>gasifier downdraft</i> portabel.....	54
Lampiran 12. Perhitungan volume bahan bakar .....	57
Lampiran 13. Hasil data penelitian .....	58

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kebutuhan energi yang terus meningkat dan sumber energi fosil yang terbatas memerlukan upaya untuk mencari sumber energi alternatif yang mampu menyediakan sumber energi secara terus menerus. Energi tersebut adalah sumber energi yang dapat diperbaharui. Jenis sumber energi yang dapat diperbaharui salah satunya adalah biomassa (Vidian, 2015). Biomassa merupakan salah satu jenis sumber energi yang dapat diperbaharui karena dapat diproduksi dengan cepat (Wafi, 2012).

Limbah biomassa yang tersedia di Indonesia banyak dihasilkan dari hasil limbah panen dan pengolahan di bidang pertanian. Proses dekomposisi limbah biomassa yang sangat lambat dan tidak efektif menimbulkan efek yang merugikan bagi lingkungan dan mengganggu kesehatan. Limbah biomassa dapat diolah menjadi produk yang bermanfaat berdasarkan kemajuan teknologi khususnya di bidang pertanian (Endah, 2007). Tumbuhan gelam (*Melaleuca leucadendron* Linn.) merupakan salah satu tumbuhan yang banyak terdapat di Sumatera Selatan dan banyak dimanfaatkan untuk bahan bangunan (Daryono, 2009). Masyarakat hanya menggunakan kayunya dan membuang atau membakar kulit kayu gelam tersebut karena dianggap tidak berguna. Kulit kayu gelam bisa dijadikan sebagai bioenergi atau sumber energi alternatif bahan bakar karena mempunyai nilai kalor cukup tinggi sebesar 5.044 kal/g dengan nilai kadar air sebesar < 8% (Nisandi, 2007).

Pemanfaatan kulit kayu gelam sebagai energi alternatif merupakan salah satu cara untuk mengurangi penggunaan energi fosil. Penggunaan kulit kayu gelam dalam bentuk bahan bakar yang lebih efisien seperti briket/pelet memerlukan teknologi gasifikasi. Gasifikasi adalah proses konversi bahan padat atau cair menjadi gas pada suhu tinggi tanpa menghasilkan limbah atau residu karbon padat. Gasifikasi juga merupakan salah satu cara mengkonversi energi dari berbagai macam bahan bakar limbah biomassa (Purwantana, 2007). Reaktor yang mampu melakukan proses gasifikasi dinamakan dengan *gasifier*.



*Gasifier* adalah media untuk melakukan proses gasifikasi dengan memanfaatkan panas dari hasil pembakaran bahan bakar (Syahputro, 2015). *Gasifier* juga memiliki fungsi yang sama dengan kompor berbahan bakar LPG dan BBG atau bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui yang sering digunakan masyarakat. *Gasifier* sudah banyak ditemukan dengan jenis bahan bakar, bentuk dan ukuran yang berbeda. Ukuran *gasifier* yang besar merupakan salah satu kendala pada penggunaannya. *Gasifier* portabel merupakan langkah yang tepat untuk mengatasi kendala bentuk *gasifier* yang telah tersedia. *Gasifier* yang lebih sederhana dan lebih mudah dipindahkan dari satu tempat ke tempat yang lain dinamakan *gasifier* portabel.

*Gasifier* secara umum memiliki beberapa bagian utama dengan fungsi masing-masing, yaitu reaktor yang terbuat dari bahan aluminium sebagai wadah bahan bakar, kerangka luar yang berfungsi untuk menahan panas dari reaktor pembakaran saat proses pembakaran berlangsung, tungku pembakaran dan aliran udara alami, laci penampungan abu, dan *blower* sebagai sumber aliran udara paksa (Kurniawan dan Marsono, 2008). Rancang bangun *gasifier* portabel kali ini dibuat dengan bentuk yang lebih sederhana dan bahan yang lebih ringan.

Berdasarkan uraian di atas penulis melakukan penelitian tentang rancang bangun dan uji teknik *gasifier downdraft* portabel berbahan briket kulit kayu gelam (*Melaleuca leucadendron* Linn.).

## **1.2. Tujuan**

Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun dan uji teknik *gasifier downdraft* portabel berbahan briket kulit kayu gelam.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous., 2004. *Bahan Bakar dan Pembakaran*. Biro Efisiensi Energi.
- Aritonang, H., 2010. *Rancang Bangun Kompor Biobriket*. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. USU.
- Astari, G., 2009. *Pengaruh Variasi Temperatur Gasifying Agent II Media Gasifikasi Terhadap Warna dan Temperatur Api pada Gasifikasi Reaktor Downdraft*. Skripsi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departement Pertanian., 2008. *Sekam Padi Sebagai Sumber Energi Alternatif Rumah Tangga Petani*. <http://www.pustaka.litbang.deptan.go.id/>. (diakses tanggal 23 Mei 2014).
- Badan Standarisasi Nasional., 2000, *Standar Mutu Briket di Pasaran (SNI 1 - 6235-2000)*, Jakarta.
- Belonio, A.T., 2005. *Rice Husk Gas Stove Handbook*. Appropriate Technology Center, Department of Agricultural Engineering and Environmental Management, College of Agriculture, Central Philippine University, Iloilo City. The Philippines.
- Borman, G.L., dan Ragland, K.W., 1998. *Combustion Engineering*. Mc Graw-Hill Book Co. Singapore.
- Bryden, K. M., 1996. Numerical Modelling of a Deep Fixed-bed Combustor, *Energy & Fuels*, 10, 269.
- Daryono, H., 2009. Potensi Permasalahan dan Kebijakan yang Diperlukan dalam Pengelolaan Hutan dan Lahan Rawa Gambut Secara Lestari. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, Vol.6, Hlm. 71-101.
- Endah, S., 2007. *Limbah Biomassa Menjadi Energi Alternatif*. <http://energilimbah.wordpress.com>.(diakses 8 Januari 2012).
- Febrianto., 1999. *Pirolisis Serbuk Gergaji Secara Batch*. Laporan Penelitian Proses Kimia. Jurusan Teknik Kimia. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Hendra, D., 2007. Pembuatan Briket Arang dari Campuran Kayu, Bambu, Sabut Kalapa dan Tempurung Kelapa Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 21(3).
- Higman, C. and Van der Berg, M., 2003. *Gasification*. Elsevier Science. USA.

- Iskandar, M., 2009. *Rancang Bangun Kompor Biomassa Tipe Rocket*. Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang.
- Jamilatun, S., 2011. Kualitas Sifat-sifat Penyalaan dari Pembakaran Briket Tempurung Kelapa, Briket Serbuk Gergaji Kayu Jati, Briket Sekam Padi dan Briket Batubara. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia. Yogyakarta. Diakses 22 Februari 2011.
- Keppeler, F., John, T.G., Hamilton., Marc, B. and Thomas, R., 2006. *Methane Emissions from Terrestrial Plants Under Aerobic Condition*. 439,187-191.
- Krisnaningrum, W., 2011. *Pengambilan Minyak Atsiri Daun Kayu Gelam (Melaleuca leucadendron L.) dengan Metode Destilasi Air di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Tanaman Obat dan Obat Tradisional Tawangmangu*. Laporan Kegiatan Magang. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Kurniawan., 2010. *Modifikasi dan Uji Kelayakan Teknis Kompor Berbahan Bakar Biomassa*. Skripsi (Tidak dipublikasikan) Universitas Sriwijaya. Indralaya.
- Kurniawan, O. dan Marsono., 2008. *Superkarbon Bahan Bakar Alternatif Pengganti Minyak Tanah dan Gas*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Maryono, Sudding, dan Rahmawati., 2013. Pembuatan dan Analisis Mutu Briket Arang Tempurung Kelapa Ditinjau dari Kadar Kanji. *Jurnal Chemical*, 4,74-83.
- Najib, L. dan Darsopuspito, S., 2012. Karakterisasi Proses Gasifikasi Biomassa Tempurung Kelapa Sistem *Downdraft* Kontinyu dengan Variasi Perbandingan Udara-Bahan Bakar (*AFR*) dan Ukuran Biomassa. *Jurnal Teknik ITS*,1(1).
- Nisandi., 2007. Pengolahan dan Pemanfaatan Sampah Organik Menjadi Briket Arang dan Asap Cair. *Seminar Nasional Teknologi*, Yogyakarta 1977-1978.
- Padya, I.R., 2015. Pemanfaatan Limbah Biomassa untuk Briket Sebagai Energi Alternatif. *Prosiding Seminar Agroindustri dan Lokakarya Nasional FKPT-TPI*, Program Studi TIP-UTM, 2-3 September 2015 .55.
- Pane, J.P., 2015. *Pengaruh Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka dan Penambahan Kapur dalam Pembuatan Briket Arang Berbahan Baku Pelepah Aren (Arenga Pinnata)*. Skripsi Teknik Kimia. Usu.
- Purwantana, B., 2007. *Kinerja Gasifikasi Limbah Padat Tebu (Saccharum officinarum L.) Menggunakan Gasifier Unggun Tetap Tipe Downdraft*. Skripsi Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Gadjah Mada.

- Putro, A.S., 2013. *Pengembangan Desain dan Konstruksi Alat Produksi Gas Metana dari Pembakaran Sampah Organik Sekam Padi*. Skripsi Jurusan Mesin Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Prastiana, A., 2004. *Pengaruh Waktu Pembakaran terhadap Perilaku Api pada Pembakaran di Areal Semak Belukar*. Skripsi (Tidak dipublikasikan). Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor. 57 hal.
- Pratoto, A., 2010. *Rancang Bangun Tungku Gasifier Pemanfaatan Kelapa Sawit sebagai Sumber Energi*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Padang. Padang.
- Reed, T.B., and Das, A., 1988. *Handbook of Biomass Downdraft Gasifier Engine Systems*, Solar Energy Research Institute, Cole Boulevard, Golden, Colorado.
- Saleh, A., 2013. Efisiensi Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka Terhadap Nilai Kalor Pembakaran pada Biobriket Batang Jagung (*Zea Mays L.*). *Jurnal Teknosains*, 7 (1), 78-89.
- Samsudin., 2009. *Kaji Eksperimental Performa Tungku Gasifikasi Biomassa Tipe Top Lit Up-Draft pada Berbagai Kombinasi Ukuran Biomassa dan Kecepatan Udara Primer Awal*. Fakultas Teknologi Industri. Universitas Surakarta.
- Setiawan, A., 2017. *Uji Kinerja Gasifier Tipe Down-Draft Berbahan Bakar Biomassa Pertanian Dengan Variasi Kecepatan Udara*. Skripsi Jurusan Teknologi Pertanian. Universitas Sriwijaya
- Sitompul, R., 2011. *Manual Pelatihan Teknologi Energi Terbarukan Yang Tepat Untuk Aplikasi di Masyarakat Pedesaan*. Jakarta: PNPM Support Facility (PSF).
- Sugianto, B., 2009. *Pembakaran sempurna dan Tidak Sempurna*. Situs Kimia Indonesia, diunduh secara online pada: [http://www.chemistry.org/materi\\_kimia/kimia\\_fisika\\_1/termokimia](http://www.chemistry.org/materi_kimia/kimia_fisika_1/termokimia), diakses 14 mei 2014).
- Sukania, I.W., 2007. Riset Aplikatif Bidang Teknik Mesin Dan Industri. *Prosiding Seminar Nasional Mesin Dan Industri (SNMI3) 2007*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik. Universitas Tarumanegara.
- Sumangat, D. dan Broto, W., 2009. Kajian Teknis dan Ekonomis Pengolahan Briket Bungkil Biji Jarak Pagar sebagai Bahan Bakar Tungku. *Jurnal Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian*, 5,18-26.
- Supramono, Dijan dan Yulianto, S. N., 2007. *Perancangan Alat Penyingkat Waktu Penyalaan (Ignition Time) Kompor Briket Batubara*. Skripsi. Universitas Indonesia.

- Surono., 2010. *Perancangan Kompor Biomassa Berefisiensi Tinggi dan Ramah Lingkungan dengan Prinsip Heat Recovery untuk Masyarakat Urban*. Fakultas Teknik UI. Depok.
- Suyitno., 2009. Pengolahan Sekam Padi Menjadi Bahan Bakar Alternatif Melalui Proses Pirolisis Lambat. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*, Vol (7), 2.
- Syahputro, E., 2015. *Uji Kinerja Kompor Gasifikasi Biomassa dengan Pengaturan Kecepatan Udara*. Skripsi Program Studi Teknik Pertanian. Universitas Sriwijaya.
- Unit Pelaksana Teknis Pelatihan Kerja (UPTPK), 2009. *Sepeda Motor Sistem Bahan Bakar Konvensional*. Mojokerto.
- Vidian, F., 2015. *Studi Awal Gasifikasi Serbuk Kayu pada Open Top Stratified Downdraft Gasifier*. Skripsi Jurusan Teknik Mesin. Universitas Sriwijaya.
- Wafi, M., 2012. *Studi Penerapan Sistem Gasifikasi Tempurung Kelapa untuk Pembangkit Tenaga Listrik*. Skripsi Program Studi Teknik Elektro. Universitas Indonesia.
- Wahyuni, D., 2013. *Rancang Bangun dan Uji Kinerja Kompor Berbahan Bakar Limbah Biomassa Pertanian*. Skripsi (Tidak dipublikasikan). Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Indralaya. 65 hal.
- Winata, R., 2012. *Perancangan dan Optimasi Kompor Gas-Biomassa yang Beremisi Gas CO Rendah Menggunakan Bahan Bakar Pelet Biomassa dari Limbah Bagas*. Skripsi Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Depok.