



## Unjuk Kerja Tungku Gasifikasi Tg 30-1 Dengan Bahan Bakar Sekam Padi Dengan Variasi Kandungan Kadar Air Dan Kecepatan Udara Pembakaran

Kurnia Nugraha<sup>1</sup>, Erwin<sup>1\*</sup>, Slamet Wiyono<sup>1</sup>, Ainun Najib<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Jl. Jend. Soedirman KM.3 Cilegon 42435, Indonesia

\*Email Penulis: [erwin@untirta.ac.id](mailto:erwin@untirta.ac.id)

### INFORMASI ARTIKEL

NaskahDiterima 08/12/2017  
NaskahDirevisi 08/12/2017  
NaskahDisetujui 08/12/2017  
Naskah Online 08/12/2017

### ABSTRAK

The availability of fossil fuels is prolonged, declining. This causes the need to find alternative fuels is increasing. Based on this, the study discusses alternative fuels from rice husk biomass. The method to do is to process the biomass energy through the gasification process in the reactor, and vary the value of the combustion air velocity through the configuration and manometer output tubes, and the water content content of the rice husk, with the result in the form of synthetic gas. The purpose of this research is to know the effect of speed variation of fuel combustion air to syngas content, heating value (LHV) efficiency of synthetic gas and gasification. The results showed an increase for both CO and H<sub>2</sub> compounds in water content of rice husk 8.33% and 10.28%. This result is also proportional to the increase in the heating value (LHV) of the synthesis gas produced by the calculation approach. And the overall efficiency of the gasification process is best obtained at the air velocity value of 14.9 m / s with a value of 45.95% in the moisture content of 8.33%.

**Kata kunci:** *Air Speed Burning, Gasification, LHVsyngas Value, Syngas, Gasification Efficiency.*

### 1. PENDAHULUAN

Dengan semakin berkurangnya cadangan minyak dunia, penghematan energi mulai di luncurkan hampir di semua negara dunia. Indonesia kini telah menjadi salah satu negara pengimpor minyak mentah sehingga perlu adanya usaha untuk mengurangi ketegantungan terhadap bahan bakar migas. Indonesia memiliki banyak sumberdaya alam. Diantaranya ada yang belum dimanfaatkan secara optimal sebagai energi alternatif. Salah satu bahan energi alternatif adalah sekam padi. Rekayasa material komposit saat ini banyak digunakan, karena mengingat kebutuhan beberapa hal yang membutuhkan material dengan sifat-sifat tertentu yang belum tentu ada pada satu material saja. Sehingga komposit ini yang nantinya akan memenuhi sifat-sifat yang diharapkan.

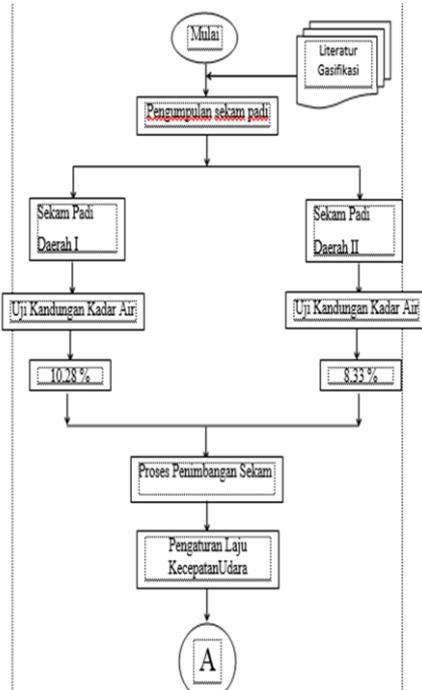
Salah satu proses alternatif untuk meningkatkan manfaat sekam padi adalah sebagai bahan bakar bio mass. Biomassa merupakan sumber energi terbarukan yang mengacu pada bahan biologis yang berasal dari

organisme yang belum lama mati (dibandingkan dengan bahan bakar fosil). Kampas rem merupakan media yang berfungsi untuk memperlambat maupun menghentikan laju kendaraan, terutama pada saat kendaraan berkecepatan tinggi, dimana kampas rem sendiri akan menerima beban mencapai 90% dari komponen lainnya.

Teknologi gasifikasi biomas merupakan teknologi yang relatif sederhana dan mudah pengoprasiaannya serta secara teknik maupun ekonomi adalah layak untuk dikembangkan. Dengan demikian teknologi gasifikasi biomas sangat potensial menjadi teknologi yang sepadan untuk diterapkan diberbagai tempat di Indonesia.

Proses gasifikasi telah dikenal sejak abad lalu untuk mengolah batubara, gambut. Atau kayu menjadi bahan bakar gas yang kini mulai dimanfaatkan. Pada tahun-tahun terakhir ini. Proses gasifikasi mendapat perhatian kembali di seluruh dunia, terutama untuk mengolah biomassa sebagai sumber energi alternatif yang terbarukan.

2. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Diagram alir penelitian (1)

2.1 Persiapan Alat dan Bahan

Alat-alat yang Digunakan

- Mesin Gasifikasi TG 30-1.
- Mesin pendingan.
- Timbangan.
- Anemometer
- Ring Blower.
- Speed Controller.
- Termocontrol.
- Termo Gun.
- Penampas syngas.
- Filter gas.
- Alat uji kandungan gas.
- Alat uji kandungan kadar air.
- Alat uji nilai kalor.
- Alat uji ultimate.
- Ayakan meshing.
- Alat uji proksimate

Bahan-bahan yang Digunakan

- Sekam padi.
- Sebuk gergaji.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pembuatan Spesimen

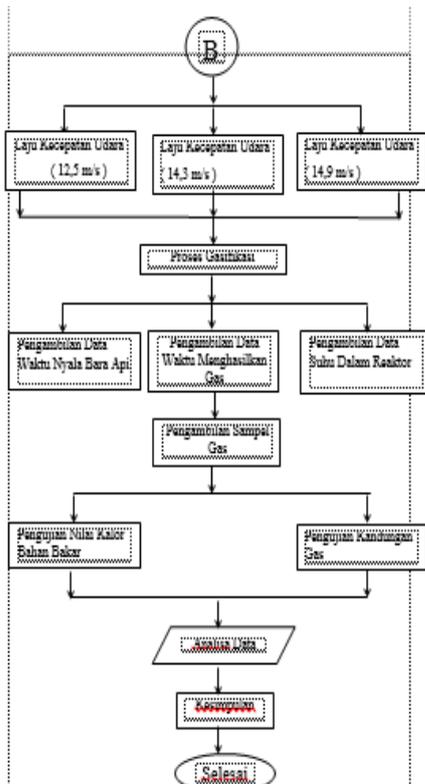
Percobaan ini melakukan pengamatan atau pengukuran berupa pengukuran waktu penyalaan bahan bakar menggunakan alat Stopwatch, pengukuran waktu menghasilkan gas gasifikasi menggunakan Stopwatch, pengukuran suhu didalam reaktor menggunakan alat Termo Gun, pengukuran suhu gas gasifikasi menggunakan Termo Control.

Berikut ini adalah data hasil yang diperoleh dari percobaan, baik data waktu penyalaan bahan bakar, waktu menghasilkan gas, data suhu didalam reaktor, dan data suhu gas dai hasil gasifikasi.

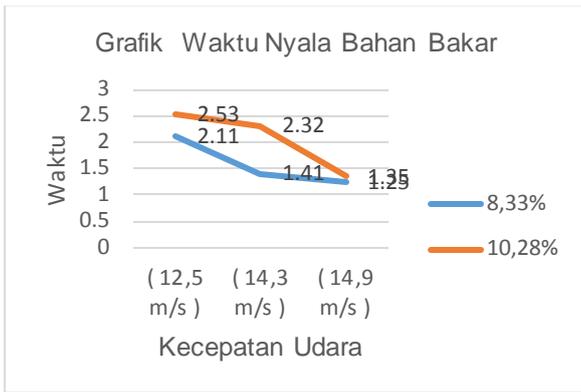
Data Waktu Penyalaan Bahan Bakar Sampai Menjadi Bara Api

Tabel 1. Data Waktu Penyalaan Bahan Bakar Sampai Menjadi Bara Api

Kandungan Kadar Air	Waktu ( t ) Menit		
	V Udara ( 12,5 m/s )	V Udara ( 14,3 m/s )	V Udara ( 14,9 m/s )
8,33%	2,11	1,41	1,25
10,28%	2,53	2,32	1,35



Gambar 2. Diagram alir penelitian (2)



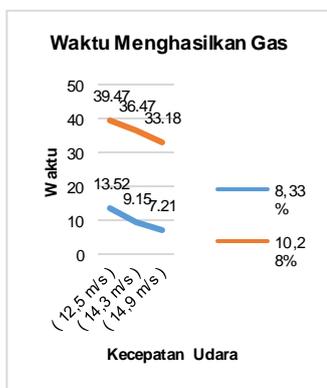
Gambar 3. Grafik Waktu Nyala Bahan

Pada proses pembakaran gasifikasi berbahan bakar sekam padi dari variasi kandungan kadar air 10,28% dan kecepatan udara 12,5 m/s berlangsung lama dari penyalaan awal sampai nyala bara api karena dipengaruhi oleh struktur bahan bakar yang memiliki kepadatan, berat jenisnya lebih besar dan kandungan air yang dimiliki cukup besar untuk berubah fase untuk terbakar kondisi demikian akan memperlambat penguapan yang tersimpan didalamnya, semakin besar perubahan massa berubah menjadi bara api mengakibatkan reaksi penguapan semakin cepat pada gasifikasi akan terjadi peningkatan laju kecepatan udara pembakaran dan massanya semakin berkurang.

Data Waktu Menjadi Gas Hasil Dari Gasifikasi

Tabel 2. Data Waktu Menjadi Gas Hasil Dari Gasifikasi

Kandungan Kadar Air	Waktu ( t ) Menit		
	V Udara ( 12,5 m/s )	V Udara ( 14,3 m/s )	V Udara ( 14,9 m/s )
8,33%	13,52	9,15	7,21
10,28%	39,47	36,47	33,18



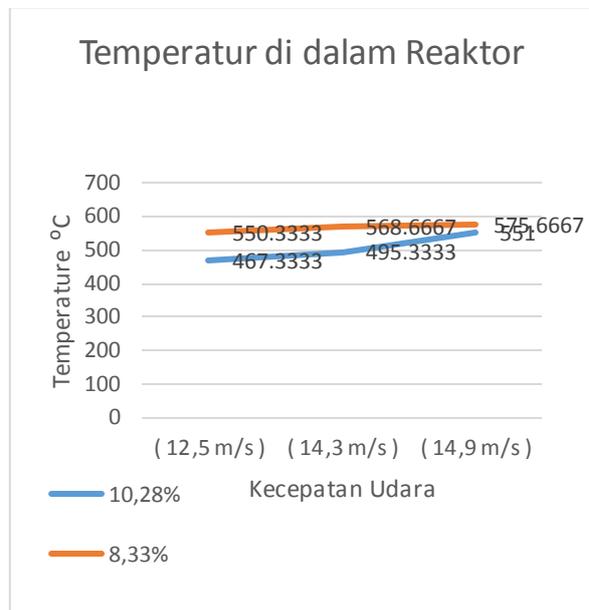
Gambar 4. Grafik Waktu Menjadi Gas Hasil Dari Gasifikasi

Pada gambar 4 menunjukkan bahwa proses pembakaran sekam padi berlangsung waktu tercepat terjadinya gas pembakaran sekam padi pada penggunaan bahan bakar berkadungan kadar air 8,33% dengan kecepatan udara 14,9 m/s sebesar 7 menit 21 detik, sedangkan dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar berkadungan kadar air 10,28% dengan kecepatan udara 12,5 m/s sebesar 39 menit 47 detik.

Data Temperatur Pembakaran Didalam Reaktor

Tabel 3. Data Temperatur Pembakaran reaktor

Kandungan Kadar Air	Temperatur ( T ) Menit		
	V Udara ( 12,5 m/s )	V Udara ( 14,3 m/s )	V Udara ( 14,9 m/s )
8,33%	550,3	568,7	575,7
10,28%	467,3	495,3	551,0



Gambar 5. Grafik Temperature Didalam Reaktor

Dalam proses pembakaran gasifikasi energi panas digunakan untuk memutus ikatan bahan bakar sekam padi yang mengakibatkan energi radikal bebas saling bertubrukan sehingga terjadinya perubahan fase bahan bakar dari padat menjadi gas bereaksi dan berlangsung terus menerus sehingga menghasilkan peningkatan temperatur tinggi pada pembakaran sekam padi.



Gambar 6. Pembacaan Suhu Temperature Reaktor

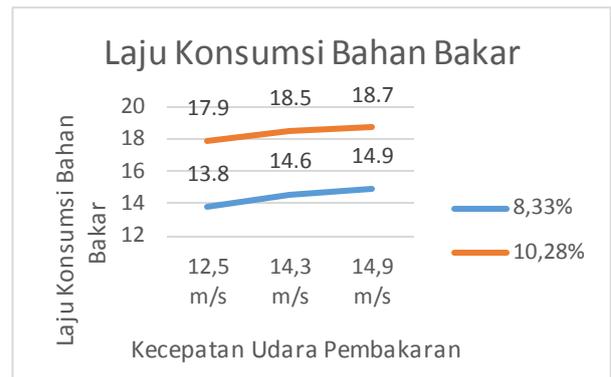
Kandungan Kadar Air	Laju Konsumsi Bahan Bakar		
	V Udara ( 12,5 m/s )	V Udara ( 14,3 m/s )	V Udara ( 14,9 m/s )
8,33%	13,8	14,6	14,9
10,28%	17,9	18,5	18,7

### 3.2 Analisa Hasil Penelitian

#### Hasil Pengujian Nilai Kalor Bahan Bakar

Tabel 4. Hasil Analisis Proksimate

No	Sampel Uji	Air Lembab (%)	Abu (%)	Zat Terbang (%)	Karbon Padat (%)
1	Sekam Padi 8,33 %	10,16	30,72	47,62	11,05
2	Sekam Padi 10,28 %	10,22	43,92	36,81	9,05



Gambar 7. Laju Konsumsi Bahan Bakar

#### Hasil Laju Konsumsi Bahan Bakar

Tabel 5. Pengujian Pembakaran Bahan Bakar Kandungan Air 8,33%

Kecepatan Udara	Massa BB Awal (Kg)	Waktu (Detik)	Massa BB Akhir (Kg)
12,5	13,8	3600	4,85
14,3	14,6	3600	5,27
14,9	14,9	3600	5,69

#### Hasil Laju Aliran Massa Syngas

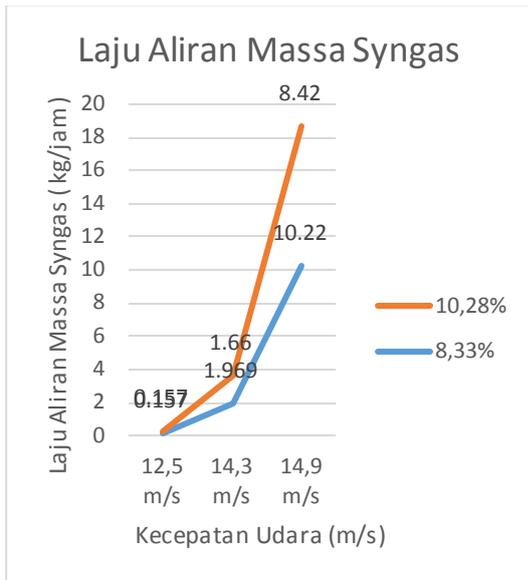
Tabel 8. Hasil Laju Aliran Massa Syngas

Kandungan Kadar Air	Laju Aliran Massa Syngas		
	V Udara ( 12,5 m/s )	V Udara ( 14,3 m/s )	V Udara ( 14,9 m/s )
8,33%	0,157	1,969	10,22
10,28%	0,157	1,66	8,42

Tabel 6. Pengujian Pembakaran Bahan Bakar Kandungan Air 10,28%

Kecepatan Udara	Massa BB Awal (Kg)	Waktu (Detik)	Massa BB Akhir (Kg)
12,5	17,9	3600	6,34
14,3	18,5	3600	6,67
14,9	18,7	3600	7,24

Tabel 7. Laju Konsumsi Bahan Bakar

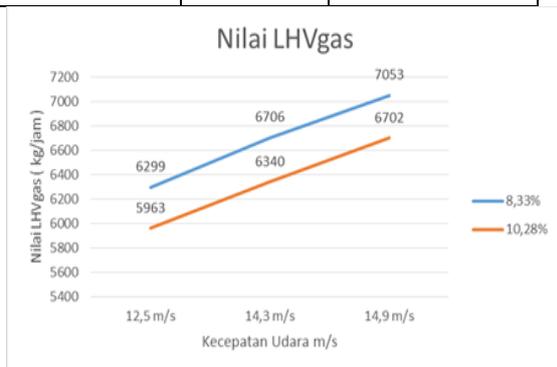


Gambar 8. Grafik Laju Aliran Massa Syngas

Nilai LHVgas

Tabel 9. Nilai LHVgas

Kandungan Kadar Air	Laju Udara	Nilai LHV <sub>gas</sub> (kj/kg)
8,33%	12,5 m/s	6299
	14,3 m/s	6706
	14,9 m/s	7053
10,28%	12,5 m/s	5962
	14,3 m/s	6340
	14,9 m/s	6702



Gambar 9. Grafik Nilai LHVgas

Pada gambar 9 menunjukkan adanya tren kenaikan nilai LHV synthetic gas seiring dengan peningkatan nilai rasio udara hisap bahan bakar ( Air Fuel Ratio). Hal ini disebabkan oleh meningkatnya suplai laju alir massa udara yang dihisap ke dari dalam reaktor gasifikasi, sehingga mempengaruhi proses pembentukan

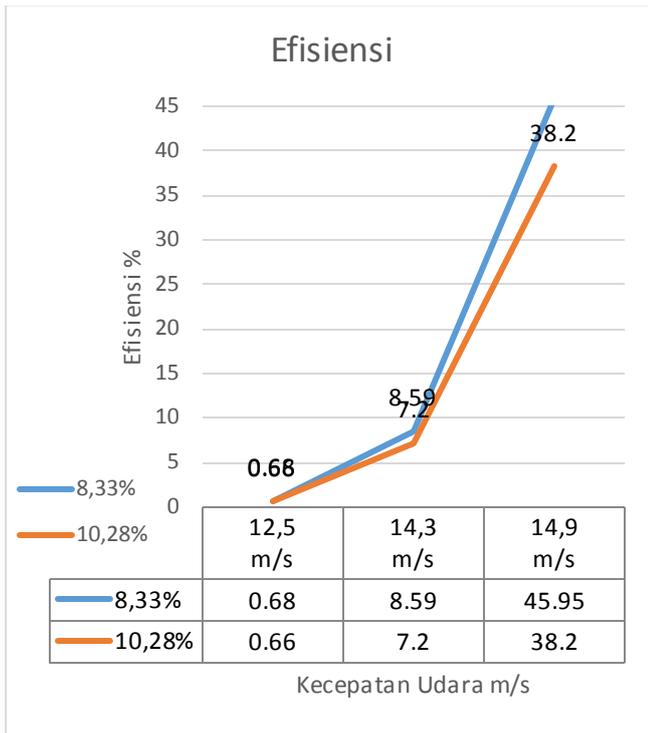
Kandungan gas terbakar. Akibatnya kandungan gas yang terbakar (CO, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>) tersebut akan semakin meningkat, jika suplai laju alir massa udara meningkat. Hal tersebut dikuatkan dengan semakin meningkatnya nilai rasi udara hisap bahan bakar (AFR), yang mengakibatkan peningkatan laju massa hisap udara yang masuk ke reaktor, membuat distribusi temperatur akan semakin naik dikarenakan suplai udara yang berlebih tersebut dapat mempercepat proses gasifikasi. Sedangkan untuk perbandingan antara tren nilai LHV synthetic-gas pada kandungan kadar air 8,33% menunjukkan angka yang lebih besar, daripada tren nilai LHV synthetic-gas pada kandungan kadar air 8,33%.

Hasil ini dikarenakan faktor kandungan kadar air sekam yang menentukan pada proses gasifikasi, dimana jarak kandungan kadar air semakin kecil akan memberikan ruang yang sedikit untuk udara atau dengan kata lain rongga-rongga udara lebih sempit dan jarak kandungan kadar air yang satu dengan yang lain menjadi lebih rapat. Faktor ini akan mempengaruhi proses reaksi kimia pembentukan kandungan gas terbakar, karena proses gasifikasi ini membutuhkan suplai udara yang terbatas, sehingga kandungan gas terbakar akan dapat ditingkatkan, jika suplai laju alir massa (m) udara yang dibutuhkan untuk proses gasifikasi disuplai dengan tepat

Nilai Efisiensi Gasifikasi

Tabel 10. Efisiensi Gasifikasi

Kandungan Kadar Air	Laju Udara	Efisiensi (%)
8,33%	12,5 m/s	0,68
	14,3 m/s	8,59
	14,9 m/s	45,95
10,28%	12,5 m/s	0,66
	14,3 m/s	7,20
	14,9 m/s	38,20



**Gambar 10.** Grafik Efisiensi Gasifikasi

Pada gambar 10 menunjukkan hasil efisiensi yang terjadi pada reaktor gasifikasi. Didapatkan tren kenaikan nilai efisiensi gasifikasi pada kecepatan 12,5 m/s ke 14,9 m/s. Kenaikan efisiensi gasifikasi pada kecepatan 12,5 sampai ke 14,9 m/s ini dapat disebabkan karena faktor energi biomassa sekam padi yang masuk kedalam reaktor bernilai berubah-ubah, maka dipengaruhi oleh energi synthetic-gas, dimana energi synthetic-gas mempunyai faktor dari laju alir massa ( $\dot{m}$ ) synthetic-gas, yang mengalami peningkatan seiring dengan naiknya kecepatan udara. Disamping itu, peningkatan efisiensi tersebut juga dikuatkan dengan peningkatan distribusi temperatur reaktor dari kecepatan 12,5 m/s ke 14,9 m/s. Peningkatan distribusi temperatur ini, menjadikan proses gasifikasi yang terjadi didalam reaktor semakin cepat, sehingga dapat meningkatkan efisiensi energi yang dihasilkan.

Secara umum, perhitungan yang dilakukan pada sub-bab menunjukan harga efisiensi gasifikasi yang kurang baik. Reaktor gasifikasi mempunyai efisiensi sebesar 45,95% . Berdasarkan hasil perhitungan yang ditunjukan, reaktor gasifikasi dinilai kurang baik untuk diaplikasikan di industri kecil dan menengah. Hal ini dipengaruhi oleh banyaknya jumlah massa bahan bakar yang masuk kedalam reaktor sehingga mempengaruhi hasil efisiensi kerja pada tungku. Pada penelitian sebelumnya menunjukan bahwa jumlah massa bahan bakar yang masuk kedalam reaktor lebih sedikit. Sehingga pada penelitian sebelumnya didapat nilai efisiensi yang lebih baik.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu pengaruh variasi kecepatan udara hisap pembakaran terhadap bahan bakar kandungan kadar air 8,33% dan 10,28% , diperoleh kesimpulan sebagai berikut: Dari hasil penelitian pembakaran bahan bakar sekam padi, didapat hasil kandungan gas atau syngas berupa gas yang terkandung dalam yaitu : CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>, Besarnya nilai kandungan syngas dan kecepatan udara akan mempengaruhi LHVgas; Pada kandungan air 8,33% LHVgas optimum diperoleh pada kecepatan udara 14,9 m/s dengan memiliki nilai LHVgas 7053,87 kj/kg, Pada kandungan air 10,28% LHVgas optimum diperoleh pada kecepatan udara 14,9 m/s dengan memiliki nilai LHVgas 6702,74 kj/kg, Besarnya nilai kandungan LHVgas dan kecepatan udara akan mempengaruhi efisiensi gasifikasi; Pada kandungan air 8,33% efisiensi gasifikasi optimum diperoleh pada kecepatan udara 14,9 m/s dengan memiliki efisiensi gasifikasi sebesar 45,95%, Pada kandungan air 10,28% efisiensi gasifikasi optimum diperoleh pada kecepatan udara 14,9 m/s dengan memiliki efisiensi gasifikasi sebesar 38,20%.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Ade, Kiki. 2017. Laboratorium Batu Bara. Suralaya, PT. Indonesia Power.
- Akbar Adrieq, Bambang Sudarmanta. 2016. Studi Eksperimental Pengaruh Air Fuel Ratio Proses Gasifikasi Briket Municipa Solid Waste Terhadap Unuku Kerja Gasifier Tipe Downdraft. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Bagus Rachman Fadhilillah. 2017. Analisa Karakteristik Gasifikasi Biomassa Dengan Pengaturan Air Fuel Ratio (AFR), Surabaya , Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ernes Yanti. 2016. Laboratorium Balai Besar Industri Agro. Bogor, BBIA.
- Fajri Vidian. 2008. Gasifikasi Tempurung Kelapa Menggunakan Udfart Gasifier pada Beberapa Variasi Laju Alir Udara Pembakaran, Paalembanag: Universitas Sriwijaya.
- Lailun Najib., Subjud Darsopuspito. 2012. Karakteristik Proses Gasifikasi Tempurung Kelapa Sistem Downdraft Kontinyu Dengan Variasi Perbandingan Udara-Bahan Bakar dan Ukuran Biomassa, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).

Subroto, Dwi Prastiyo. 2013. Unjuk Kerja Tungku Gasifikasi Dengan Bahan Bakar Sekam Padi Melalui Pengaturan Kecepatan Udara Pembakaran. Surakarta, Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Sunaryo., Wahyu Widiatmo. 2012, Penelitian Nilai Kalor Bahan Bakar Biomassa Pada Limbah Kotoran Hewan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).