

## **LAPORAN TUGAS AKHIR**

### **PRODUKSI SYNGAS DARI PROSES GASIFIKASI BIOMASSA MENGUNAKAN *DOWNDRAFT GASIFIER* SEBAGAI GAS BAKAR PADA MOTOR BAKAR EMPAT TAK**



**Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan S1 (Terapan)  
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi Politeknik Negeri  
Sriwijaya Palembang**

**OLEH :**

**SANIA OKTA NAREGA  
0618 4041 1744**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
PALEMBANG  
2022**

**LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**PRODUKSI SYNGAS DARI PROSES GASIFIKASI BIOMASSA**  
**MENGGUNAKAN *DOWNDRAFT GASIFIER* SEBAGAI GAS**  
**BAKAR PADA MOTOR BAKAR EMPAT TAK**

OLEH :

SANIA OKTA NAREGA  
061840411744

Palembang, Juli 2022

Menyetujui,  
Pembimbing I,

Pembimbing II,



(Ir. Arizal Aswan, M. T.)  
NIDN. 0024045811



(Ir. Erlinawati., M.T.)  
NIDN. 000076115





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Jalan Srijaya Negara, PALEMBANG 30139  
Telp. 0711-353414 Fax. 0711-355918. E-mail : kimia@polsri.ac.id.



Telah Diseminarkan Dihadapan Tim Penguji  
Di Program Diploma IV – Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia  
Politeknik Negeri Sriwijaya  
pada tanggal 09 Agustus 2022

**Tim Penguji**

1. Ir. Irawan Rusnadi, M. T.  
NIDN 0002026710

(  )

2. Ibnu Hajar, S. T., M. T.  
NIDN 0016027102

(  )

3. Ir. Jaksen, M. Si.  
NIDN. 00040096205

(  )

Palembang, Agustus 2022

Mengetahui,  
Koordinator Program Studi  
(DIV) Teknik Energi



Ir. Sahrul Effendy A., M.T.  
NIP. 196312231996011001

## ABSTRAK

### PRODUKSI SYNGAS DARI PROSES GASIFIKASI BIOMASSA MENGUNAKAN *DOWNDRAFT GASIFIER* SEBAGAI GAS BAKAR PADA MOTOR BAKAR EMPAT TAK

---

(Sania Okta Narega, 2022, Laporan Tugas Akhir; 24 Halaman, 18 Tabel, 10 Gambar)

Semakin berkembangnya industri disertai dengan tidak termanfaatkannya limbah hasil industri dengan baik, limbah tersebut hanya akan menjadi sampah yang mengganggu lingkungan. Diperlukan teknologi pengolahan limbah yang efektif, efisien dan ramah lingkungan untuk memanfaatkan limbah tersebut menjadi sumber energi terbarukan. Upaya penanganan limbah tersebut adalah dengan menggunakan metode teknologi gasifikasi. Gasifikasi merupakan proses konversi termal bahan bakar padat menjadi gas mampu bakar ( $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ , dan  $\text{CH}_4$ ). Penelitian dilaksanakan menggunakan alat gasifikasi tipe *downdraft* dan limbah kayu akasia dan tempurung kelapa sawit sebagai bahan bakar. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya. Penelitian dimulai dengan proses preparasi bahan bakar berupa pengeringan bahan baku berupa kayu akasia dan tempurung sawit sampai kadar airnya kurang dari 15%. Penelitian dilanjutkan dengan proses gasifikasi dengan variasi bahan bakar. Parameter proses yang diamati adalah pengaruh variasi bahan bakar limbah kayu akasia dan tempurung kelapa sawit pada reaktor gasifikasi terhadap warna dan lama nyala api *syngas*, stabilitas nyala *engine*, dan komposisi *syngas* serta energi spesifik yang dihasilkan. Dari hasil penelitian, komposisi *syngas* terbaik adalah pada variasi bahan bakar tempurung kelapa sawit dengan karakteristik nyala api berwarna biru dan waktu nyala paling lama  $\pm 7$  menit, nyala *engine* stabil dan energi spesifik yang dihasilkan paling besar yaitu 3406,0561 kkal/kg.

**Kata Kunci:** *Gasifikasi Downdraft, Biomassa, Warna dan Lama Nyala Api, Stabilitas Nyala Engine, Komposisi syngas*

## **ABSTRACT**

### **PRODUCTION SYNGAS FROM BIOMASS GASIFICATION PROCESS USING DOWNDRAFT GASIFIER AS FUEL GAS IN FOUR STOCK COMBUSTION MOTORS**

---

(Sania Okta Narega, 2022, *Final Project Report*; 24 Pages, 18 Tables, 10 Images)

*The development of the industry is accompanied by the improper use of industrial waste, the waste will only become waste that disturbs the environment. An effective, efficient and environmentally friendly waste treatment technology is needed to utilize the waste into a renewable energy source. The effort to handle the waste is by using the gasification technology method. Gasification is a process of thermal conversion of solid fuels into combustible gases (CO, H<sub>2</sub>, and CH<sub>4</sub>), downdraft gasification, acacia wood waste and oil palm shells as fuel. This research was conducted at the Energy Engineering Laboratory of the Sriwijaya State Polytechnic. The study started with the fuel preparation process in the form of drying raw materials such as acacia wood and palm shells until the moisture content was less than 15%. The research continued with the gasification process with a variety of fuels. The process parameters observed were the effect of variations in acacia wood and palm shell waste fuel in the gasification reactor on the color and duration of the syngas flame stability engine composition syngas and the specific energy produced. Composition syngas was in the variation of palm shell fuel with the characteristics of a blue flame and the longest flame time of  $\pm 7$  minutes, the engine was stable and the specific energy produced was 3406,0561 kcal/kg the most.*

**Keywords:** *Downdraft Gasification, Biomass, Flame Color and Length, Engine Flame Stability, Syngas Composition*

## MOTTO

*“if you’re grateful, I will surely increase you (in favor)” – Q.s Ibrahim : 7*

*“Man Shabara Zhafira”*

*“You need to accept the fact that you're not the best and have all the will to strive to be better than anyone you face.” - Roronoa Zoro”*

*“Work hard at your job and u can make a living. Work hard on urself and u can make a fortune” – Jim Rohn*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Produksi *Syngas* Dari Proses Gasifikasi Biomassa Menggunakan *Downdraft Gasifier* Sebagai Gas Bakar Pada Motor Bakar Empat Tak” ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta para keluarga, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan mata kuliah Tugas Akhir pada Program Studi Sarjana Terapan Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang. Dalam melaksanakan Tugas Akhir ini penulis telah banyak menerima bimbingan dan bantuan serta dukungan dari berbagai pihak sehingga berjalan dengan lancar. Maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ing. Ahmad Taqwa. M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Ir. Jaksen M. Amin, M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ahmad Zikri, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ir. Sahrul Effendy A., M.T. selaku Koordinator Program Studi DIV Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Ir. Arizal Aswan, M. T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah membantu proses penyelesaian penelitian dan penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Ir. Erlinawati, M. T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah membantu proses penyelesaian penelitian dan penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Yuniar, S.T., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik Kelas EGD 2018.
8. Bapak/Ibu Dosen, Staff Administrasi, dan Teknisi di Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Siwijaya.
9. Kedua orang tua (mama dan papa) serta keluarga saya (Yuk Anggi dan Adek Afif) yang telah memberikan doa, motivasi, dan semangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

10. Ahmad Zamheri, S.T., M.T. selaku Wakil Direktur Bidang Kemahasiswaan yang telah banyak membantu dan memberikan pelajaran dan motivasi berharga untuk saya.
11. Tim Senat Polsri yang telah memberikan bimbingan semangat dan motivasi kepada saya.
12. Tim pembimbing dan Staff Kemahasiswaan yang telah memberikan bimbingan semangat dan motivasi kepada saya.
13. *Partner* saya pada penelitian menggunakan alat *downdraft gasifier* yaitu Romy Apriansyah Ysf yang telah berjuang bersama dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, terima kasih untuk kerjasamanya.
14. Teman-teman Kelas EGD 2018 yang telah berjuang bersama, terima kasih untuk segala dukungan serta masukannya.
15. Teman-teman Teknik Energi Angkatan 2018 yang telah berjuang bersama, terima kasih untuk segala dukungan serta masukannya.
16. Teman-teman saya yang selalu membantu saya baik di dalam dan di luar kampus, baik dalam urusan perkuliahan atau lainnya Rara Harlivia, Nyayu Putri Aulia, Mita Amelia.
17. Untuk diri saya sendiri yang sudah berhasil menyelesaikan penelitian serta laporan tepat waktu dan tetap bersikap professional dalam memilih keputusan.

Penulis mungkin menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karenanya, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak dan untuk menyempurnakan laporan Tugas Akhir ini. Pada akhirnya semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan Ridho-Nya kepada kita, Aamiin.

Palembang, Agustus 2022

Penulis



## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	<b>1</b>
1.2 Tujuan .....	<b>3</b>
1.3 Manfaat Penelitian .....	<b>3</b>
1.4 Perumusan Masalah .....	<b>3</b>
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Teknologi Gasifikasi .....	<b>4</b>
2.2 Jenis Gasifikasi Berdasarkan Arah Aliran Fluida Gas .....	<b>6</b>
2.3 Biomassa .....	<b>7</b>
2.4 Kayu Akasia .....	<b>8</b>
2.5 Tempurung Kelapa Sawit ( <i>Palm Kernel</i> ) .....	<b>9</b>
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>11</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	<b>11</b>
3.2 Alat dan Bahan .....	<b>11</b>
3.3 Perlakuan dan Rancangan Percobaan .....	<b>11</b>
3.4 Pengamatan .....	<b>12</b>
3.5 Prosedur Percobaan .....	<b>13</b>
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>16</b>
4.1 Data Hasil Penelitian .....	<b>16</b>
4.2 Pembahasan Hasil Penelitian .....	<b>17</b>
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>23</b>
5.1 Kesimpulan .....	<b>23</b>
5.2 Saran .....	<b>23</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>24</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>26</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1.1 Jenis dan Jumlah Limbah Biomassa di Indonesia .....	2
2.1 Analisa Proksimat dan Ultimat Biomassa Kayu Akasia .....	9
2.2 Analisa Proksimat dan Ultimat Biomassa Tempurung Kelapa Sawit	10
4.1 Pengaruh Waktu Terhadap Komposisi <i>Syngas</i> Kayu Akasia .....	16
4.2 Pengaruh Waktu Terhadap Komposisi <i>Syngas</i> Tempurung Kelapa Sawit .....	16
4.3 Pengaruh Waktu Terhadap Energi Spesifik Bahan Baku Limbah Kayu Akasia .....	17
4.4 Pengaruh Waktu Terhadap Energi Spesifik Bahan Baku Tempurung Kelapa Sawit.....	17
L1.1 Preparasi Bahan Baku Limbah Kayu Akasia dan Tempurung Kelapa Sawit .....	26
L1.2 Data Variasi Bahan Baku Limbah Kayu Akasia Terhadap Warna, Lama Nyala Api, dan Stabilitas Nyala Engine.....	26
L1.3 Data Variasi Bahan Baku Tempurung Kelapa Sawit Terhadap Warna, Lama Nyala Api, dan Stabilitas Nyala Engine.....	26
L1.4 Pengaruh Variasi Bahan Baku Limbah Kayu Akasia Terhadap Komposisi <i>Syngas</i> .....	27
L1.5 Pengaruh Variasi Bahan Baku Tempurung Sawit Terhadap Komposisi <i>Syngas</i> .....	27
L2.1 Mol dan Massa Komponen Bahan Baku .....	29
L2.2 Total Neraca Massa <i>Input</i> dan <i>Output</i> .....	31
L2.3 Neraca Massa dengan Variasi Bahan Baku Kayu Akasia dan Tempurung Kelapa Sawit.....	31
L2.4 Nilai Standard $\Delta H$ dari Komposisi <i>Syngas</i> .....	32
L2.5 Energi Spesifik dengan Variasi Bahan Baku Kayu Akasia dan Tempurung Kelapa Sawit.....	32

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
2.1 Tahapan Proses Gasifikasi.....	4
2.2 Tipe <i>Gasifier</i> Berdasarkan Arah Aliran Fluida Gas .....	6
3.1 Skema Proses Gasifikasi Tipe <i>Downdraft</i> .....	12
3.2 Diagram Alir Penelitian.....	15
4.1 Grafik Pengaruh Waktu Terhadap Komposisi <i>Syngas</i> Limbah Kayu Akasia dan Tempurung Kelapa Sawit .....	20
4.2 Grafik Pengaruh Waktu Terhadap Energi Spesifik Bahan Baku Limbah Kayu Akasia dan Tempurung Kelapa Sawit .....	21
L1.1 Warna Nyala Api Merah .....	27
L1.2 Warna Nyala Api Biru .....	27
L2.1 Komponen Masuk dan Keluar <i>Gasifier</i> .....	28

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	Halaman
I. Data Pengamatan .....	26
II. Perhitungan.....	28
III. Dokumentasi.....	33
IV. Surat-Surat.....	38