

LAPORAN SKRIPSI

**PRODUKSI SYNGAS DARI LIMBAH BATANG KELAPA
SAWIT MENGGUNAKAN METODE PIROLISIS
DENGAN PENAMBAHAN KATALIS Ni-Cu**



**Diajukan Sebagai Persyaratan Pelaksanaan Kegiatan
Tugas Akhir Pendidikan Sarjana Terapan (DIV)
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknologi Kimia Industri**

OLEH :
SHINTIA SEFTIANI
062140422511

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2025

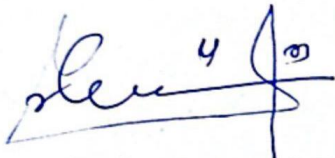
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PRODUKSI SYNGAS DARI LIMBAH BATANG KELAPA SAWIT MENGUNAKAN METODE PIROLISIS DENGAN PENAMBAHAN KATALIS Ni-Cu

OLEH :
SHINTIA SEFTIANI
0621 4042 2511

Palembang, Agustus 2025

Menyetujui,
Pembimbing I



Dr. Ir. M. Yerizam, M.T
NIP. 196107091989031002

Pembimbing II



Ir. Erwana Dewi, M.Eng.
NIP. 196011141988112001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Tahdid, S.T., M.T
NIP. 197201131997021001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

JURUSAN TEKNIK KIMIA

Jalan Sriwijaya Negara Bukit Besar - Palembang 30139 Telepon 0711-353414

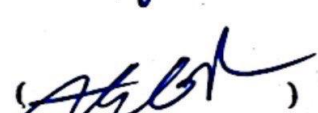
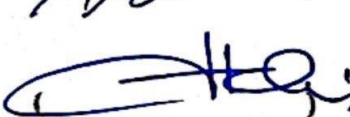
Laman : <http://polsri.ac.id>, Pos El : info@polsri.ac.id

Telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji
di Program Diploma IV – Teknologi Kimia Industri Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya
pada 21 Juli 2025

Tim Penguji :

1. Dr. Yulianto Wasiran, M.M.
NIDN 0018076706
2. Ir. Mustain Zamhari, M.Si.
NIDN 0018066113
3. Akbar Ismi Aziz Pramito, M.T.
NIDN 0005059308
4. Adi Syakdani, S.T., M.T.
NIDN 0011046904

Tanda Tangan

()
()
()
()

Palembang, September 2025

Koordinator Program Studi
Sarjana Terapan (DIV)
Teknologi Kimia Industri



Dr. Yuniar, S.T., M.Si.
NIP 1973062119990320





KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, 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.

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Shintia Seftiani

NIM : 062140422511

Jurusan : Teknik Kimia

Menyatakan bahwa dalam penelitian tugas akhir dengan Judul Produksi Syngas Dari Limbah Batang Kelapa Sawit Menggunakan Metode Pirolisis Dengan Penambahan Katalis Ni-Cu, tidak mengandung unsur "PLAGIAT" sesuai dengan PERMENDIKNAS No. 17 Tahun 2010.

Bila pada kemudian hari terdapat unsur-unsur plagiat dalam penelitian ini, saya bersedia diberikan sanksi peraturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan tidak ada paksaan dari pihak manapun.

Palembang, Agustus 2025

Pembimbing I,

(Dr. Ir. M. Yerizam, M.T)

NIP. 196107091989031002

Penulis,

(Shintia Seftiani)

NPM 062140422511

Pembimbing II,

(Ir. Erwana Dewi, M. Eng)

NIP. 196011141988112001

MOTTO

Lakukan yang terbaik, sisanya serahkan pada Allah.

Syauqi berkata dalam sebuah syairnya:

“Jika pertolongan Allah telah menetapkan matanya.

Tidurlah, karena semua akan aman adanya.”

Skripsi ini khusus dipersembahkan untuk Ibu Lusiana tercinta.

ABSTRAK

(Shintia Seftiani, 2025, 54 hal, 11 tabel, 11 gambar, 4 lampiran)

Pada saat ini cadangan gas alam Indonesia terus menurun, sementara permintaan meningkat seiring pertumbuhan penduduk dan industri, sehingga produksi tidak mampu memenuhi konsumsi. Indonesia memiliki alternatif bahan baku terbarukan dengan cadangan yang melimpah seperti kelapa sawit yang dapat dikonversi menjadi *syngas* menggunakan metode pirolisis dengan penambahan katalis. Syngas dari penelitian ini dapat dimanfaatkan menjadi gas rumah tangga. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan bahan bakar gas dari limbah batang kelapa sawit dengan proses pirolisis, mendapatkan kondisi optimum pada produksi syngas Ni-Cu dan menganalisa kandungan % vol syngas pada produk syngas yang telah dihasilkan pada proses pirolisis dengan bahan baku limbah batang sawit dengan penambahan katalis Ni-Cu. Pada penelitian yang telah dilakukan komposisi Syngas dengan kadar CH₄ tertinggi diperoleh pada rasio Ni:Cu = 1:5 (16,0%), menunjukkan bahwa rasio Cu yang lebih tinggi cenderung meningkatkan produksi metana. Sedangkan Kadar CO tertinggi tercapai pada rasio 4:1 (Ni:Cu), yaitu 30,2%, menunjukkan peran dominan Ni dalam menghasilkan CO melalui dekomposisi termal. CO₂ meningkat seiring bertambahnya rasio Cu karena proses dekarboksilasi biomassa lebih dominan. H₂S juga meningkat dengan bertambahnya Cu karena ketidakstabilan Cu terhadap sulfur. Kemudian dilakukan uji nyala api pada produk syngas yang telah dihasilkan didapatkan kesimpulan bahwa rasio Ni yang tinggi menghasilkan api lebih tinggi dan berwarna biru, namun waktu nyala lebih singkat. Sedangkan rasio Cu yang tinggi menghasilkan api lebih rendah dan cenderung berwarna kuning/oranye, namun memiliki durasi pembakaran lebih lama.

Kata kunci : *Syngas*, Batang Kelapa Sawit, Pirolisis, Katalis Ni-Cu

ABSTRACT

(Shintia Seftiani, 2025, 54 pages, 11 tables, 11 images, 4 appendices)

Currently, Indonesia's natural gas reserves continue to decline, while demand increases along with population growth and industrial development, causing production to fall short of consumption. Indonesia has renewable alternative raw materials with abundant reserves, such as oil palm, which can be converted into syngas through the pyrolysis method with the addition of a catalyst. The syngas from this research can be utilized as household gas. In addition, this research aims to produce gas fuel from oil palm trunk waste through the pyrolysis process, determine the optimum conditions for syngas production using Ni-Cu catalysts, and analyze the volume percentage composition of syngas produced from the pyrolysis of oil palm trunk waste with the addition of Ni-Cu catalysts. In the conducted study, the highest methane (CH₄) content in the syngas composition was obtained at a Ni:Cu ratio of 1:5 (16.0%), indicating that a higher Cu ratio tends to increase methane production. Meanwhile, the highest carbon monoxide (CO) content was achieved at a Ni:Cu ratio of 4:1, reaching 30.2%, showing the dominant role of Ni in producing CO through thermal decomposition. The CO₂ content increased with increasing Cu ratio due to the more dominant biomass decarboxylation process. H₂S levels also increased with higher Cu content because of Cu's instability toward sulfur. Flame tests on the produced syngas showed that a higher Ni ratio produced a higher and blue flame but with a shorter burning time. Conversely, a higher Cu ratio resulted in a lower flame that was yellow/orange in color but had a longer combustion duration.

Keywords: Syngas, Oil Palm Trunk, Pyrolysis, Ni-Cu Catalyst

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah yang Maha Kuasa, karena berkat karunia dan pertolongan-Nya sehingga penulisan dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan baik. Laporan ini disusun berdasarkan hasil Tugas Akhir penulis yang dilaksanakan pada 28 Mei 2025 sampai 18 Juli 2025. Laporan diajukan sebagai persyaratan pelaksanaan kegiatan tugas akhir Pendidikan Sarjana Terapan (DIV) Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknologi Kimia Industri Politeknik Negeri Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini kepenulisan laporan ini tidak terlepas dari bantuan, arahan dan bimbingan berbagai pihak. Maka pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu kelancaran seluruh rangkaian kegiatan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Bapak Ir. H. Irawan Rusnadi, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Yusri, S. Pd., M. Pd. selaku wakil Direktur I Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Tahdid, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Isnandar Yunanto, S. ST., M. T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Ibu Yuniar, S.T., M.Si. selaku Koordinator Program Studi DIV Teknologi Kimia Industri.
6. Bapak Dr. Ir. M. Yerizam, M.T selaku Pembimbing 1 Tugas Akhir, yang dengan sabar dan penuh dedikasi telah memberikan arahan, bimbingan, serta masukan yang sangat berharga selama proses penyusunan laporan Tugas Akhir ini sehingga saya dapat menyelesaikannya dengan baik.
7. Ibu Ir. Erwana Dewi, M.Eng. selaku Pembimbing 2 Tugas Akhir, atas segala perhatian, dukungan, dan panduan yang telah diberikan selama penyusunan

laporan Tugas Akhir yang sangat membantu dalam memperbaiki dan menyempurnakan laporan ini hingga mencapai hasil yang memuaskan.

8. Ir. Mustain Zamhari, M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta dukungan akademik selama masa studi saya
9. Seluruh Dosen serta jajaran staf Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya
10. Kedua Orang Tua atas kasih sayang, doa, motivasi serta dukungan yang tak pernah berhenti, yang menjadi sumber kekuatan saya selama proses penelitian ini. Terima kasih atas kepercayaan dan perhatian yang selalu menyertai saya hingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Semoga karya ini dapat menjadi bukti apresiasi saya atas pengorbanan dan perhatian Ayah dan Ibu.
11. Nadya Sisil Oktaviani dan Robiah selaku rekan-rekan seperjuangan dalam melaksanakan Tugas Akhir atas kebersamaan, kerja sama, dan semangat yang kalian berikan di penelitian ini. Diskusi yang produktif, motivasi, serta dukungan moral dari kalian sangat membantu saya untuk tetap fokus dan tidak menyerah untuk menyelesaikan tugas ini dengan sebaik-baiknya. Semoga kebersamaan dan perjuangan kita selama ini menjadi kenangan berharga dan membawa hasil yang memuaskan bagi kita semua.
12. Rekan-rekan kelas 8 KIA yang telah kebersamaan dari semester awal hingga akhir.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis menerima kritik dan saran yang membangun dari pembaca, yang tentunya akan mendorong penulis untuk berkarya lebih baik lagi pada kesempatan yang akan datang.

Palembang, 18 Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	vi
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
SURAT BEBAS PLAGIASI.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Relevansi	3
1.6 <i>State of Art</i>	4
1.7 Kebaruan (<i>Novalty</i>)	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Kelapa Sawit.....	6
2.2 Batang Kelapa Sawit	8
2.3 Proses Pirolisis.....	11
2.4 Katalis Bimetalik.....	13
2.4.1 Nikel (Ni).....	15
2.4.2 Tembaga (Cu).....	16
2.5 Material Penyangga (<i>Support</i>).....	18
2.5.1 Aluminium Oxide (Al_2O_3).....	19
2.6 Aktivasi Katalis	20
2.6.1 Impregnasi Logam Aktif.....	20
2.6.2 Pengeringan	21
2.6.3 Kalsinasi.....	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	23
3.2 Bahan dan Alat	23
3.2.1 Bahan Yang digunakan	23
3.2.2 Alat Yang Digunakan	23
3.3 Pengamatan.....	24
3.4 <i>Flowsheet</i> Penelitian.....	25
3.6 Prosedur Percobaan	26
3.6.1 Persiapan Bahan.....	26
3.6.2 Aktivasi Katalis.....	26
3.6.3 Prosedur Penelitian	27

3.6.4 Analisis Hasil	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Hasil.....	30
4.2 Pembahasan	33
4.2.1 Perbandingan Rasio Katalis Terhadap % Vol Produk Syngas	34
4.2.2 Pengaruh Waktu Terhadap % Vol Produk Syngas	36
4.2.3 Pengaruh Rasio Katalis Terhadap Waktu Proses	37
4.2.4 Pengaruh Rasio Katalis Terhadap Waktu Nyala Api.....	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1 KESIMPULAN	40
5.2 SARAN.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....	41
LAMPIRAN.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1	Perbandingan Jumlah Penduduk Indonesia dan Cadangan Gas Bumi ..	1
Tabel 1. 2	<i>State of Art</i>	4
Tabel 2. 1	Klasifikasi Ilmiah Kelapa Sawit	8
Tabel 2. 2	Sifat Fisikokimia Batang Kelapa Sawit.....	10
Tabel 2. 3	Penelitian terdahulu katalis bimetalik pada produksi syngas	13
Tabel 2. 4	Spesifikasi Nikel(II) Sulfat Heksahidrat.....	16
Tabel 2. 5	Spesifikasi <i>Copper Sulphate Pentahydrate</i>	17
Tabel 2. 6	Spesifikasi Al_2O_3	19
Tabel 4. 1	Hasil pengamatan syngas proses pirolisis.....	31
Tabel 4. 2	Data Hasil Analisis Komposisi produk syngas.....	33
Tabel 4. 3	Data Terbaik Komposisi Produk Syngas	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kelapa Sawit.....	6
Gambar 2. 2 Batang kelapa sawit	9
Gambar 2. 3 Nikel(II) Sulfat Heksahidrat	15
Gambar 2. 4 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	18
Gambar 2. 5 Al_2O_3	20
Gambar 3. 1 Alat Pirolisis.....	23
Gambar 3. 2 <i>Flowsheet</i> Rancangan Penelitian	25
Gambar 4. 1 % Vol Produk Syngas.....	34
Gambar 4. 2 Pengaruh Waktu Terhadap % Vol.....	36
Gambar 4. 3 Pengaruh Rasio Katalis Terhadap Waktu.....	37
Gambar 4. 4 Grafik Waktu Nyala Api	38

LAMPIRAN

LAMPIRAN A	46
LAMPIRAN B	48
LAMPIRAN C	50
LAMPIRAN D	54