

SKRIPSI

**PENGARUH KATALIS BENTONIT PADA CO-PIROLISIS PLASTIK
POLYETHYLENE TEREPHTHALATE (PET) DAN SERBUK KAYU
PINUS TERHADAP PENINGKATAN KUALITAS BIO-OIL**



**Diajukan Sebagai Persyaratan Mata Kuliah
Skripsi dan Publikasi Ilmiah Program Sarjana Terapan (D-IV)
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi D-IV Teknik Energi**

OLEH :

DWI LESTARI

062240412328

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2026

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI

**PENGARUH KATALIS BENTONIT PADA CO-PIROLISIS PLASTIK
POLYETHYLENE TEREPHTHALATE (PET) DAN SERBUK KAYU
PINUS TERHADAP PENINGKATAN KUALITAS BIO-OIL**

OLEH:
DWI LESTARI
062240412328

Palembang, Juli 2026

Menyetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Dr. Ir. Lety Trisnaliani, S.T., M.T.
NUPTK. 6735756657230152



Ir. Rima Daniar, S.ST., M.T.
NUPTK. 9554770671230322

Mengetahui,

Ketua Jurusan
Teknik Kimia

Koordinator Program Studi
DIV Teknik Energi



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



Dr. Ir. Lety Trisnaliani, S.T., M.T.
NIP. 197804032012122002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Jalan Srijaya Negara Bukit Besar - Palembang 30139
Telp. 0711-353414, Laman: <https://polsri.ac.id>, Pos El: kimia@polsri.ac.id

Telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji
di Program Diploma IV – Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya
Pada Tanggal 2 Juli 2026

Tim Penguji:

1. Ir. Sahrul Effendy A., M.T.
NUPTK. 2555741642130073
2. Tahdid, S.T., M.T.
NUPTK. 9445750651130062
3. Boni Junita, S.ST., M.Tr.T.
NUPTK. 8853771672230242

Tanda Tangan

()
()
()

Palembang, Juli 2026
Mengetahui,
Koordinator Program Studi
D-IV Teknik Energi



Dr. Ir. Lety Trisnaliani, S.T., M.T.
NIP. 197804032012122002





SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dwi Lestari
NIM : 062240412328
Jurusan : Teknik Kimia
Program Studi : DIV Teknik Energi

Menyatakan bahwa dalam penelitian tugas akhir dengan judul "Pengaruh Katalis Bentonit pada Co-Pirolisis Plastik Polyethylene Terephthalate (PET) dan Serbuk Kayu Pinus Terhadap Peningkatan Kualitas Bio-Oil", 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, Juli 2026

Pembimbing I,

Penulis,

Dr. Ir. Lety Trisnaliani, S.T., M.T.
NUPTK. 6735756657230152

Dwi Lestari
NIM. 062240412328

Pembimbing II,

Ir. Rima Daniar, S.ST., M.T.
NUPTK. 9554770671230322



MOTTO

"Karena sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan."

(QS. Al-Insyirah [94]: 5–6)

"I never doubted myself"

(George Russell)

"Cepat atau lambat, susah atau mudah, semua akan selesai"

(Dwi Lestari)

KALIMAT PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, kasih karunia, dan penyertaan-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan laporan akhir ini. Dengan penuh rasa syukur, karya ini saya persembahkan kepada:

Mami tercinta, terima kasih atas kasih sayang, doa, pengorbanan, dan cinta yang tidak pernah habis. Terima kasih telah menjadi tempat pulang, sumber kekuatan, dan alasan saya untuk terus berjuang.

Papi tercinta (almarhum), terima kasih untuk segala hal, meskipun tidak lagi bersama, kasih sayang, dan kenangan tentangmu akan selalu hidup di hati saya.

Kedua saudaraku tersayang, abang dan adik, terima kasih atas doa, dukungan, dan kebersamaan yang selalu menguatkan saya dalam setiap proses hingga akhirnya saya dapat menyelesaikan perjalanan ini.

Untuk diri saya sendiri, terima kasih karena telah bertahan, bangkit setiap kali merasa lelah, dan tidak menyerah hingga berhasil mencapai titik ini.

ABSTRAK

PENGARUH KATALIS BENTONIT PADA CO-PIROLISIS PLASTIK POLYETHYLENE TEREPHTHALATE (PET) DAN SERBUK KAYU PINUS TERHADAP PENINGKATAN KUALITAS BIO-OIL

(Dwi Lestari, 61 Halaman, 12 Tabel, 18 Gambar, 4 Lampiran)

Peningkatan kebutuhan energi global yang tinggi, diiringi dengan tingginya timbulan limbah plastik dan biomassa, mendorong pengembangan teknologi konversi limbah menjadi energi alternatif melalui proses pirolisis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan katalis bentonit terhadap % yield dan karakteristik bio-oil hasil Co-pirolisis plastik Polyethylene Terephthalate (PET) dan serbuk kayu pinus, serta mengetahui komposisi senyawa dominan dalam bio-oil yang dihasilkan. Penelitian dilakukan menggunakan metode eksperimen dengan variasi persentase katalis bentonit sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% dari total massa bahan baku (2 kg, rasio PET:biomassa 75:25), pada suhu operasi 450°C selama 1 jam. Karakteristik bio-oil yang diuji meliputi % yield, densitas, viskositas, titik nyala, nilai kalor, serta komposisi senyawa kimia berdasarkan analisa Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa % yield bio-oil tertinggi diperoleh pada katalis 5% sebesar 8,765%, densitas optimum pada katalis 10% sebesar 0,8726 g/ml, viskositas terendah pada katalis 20% sebesar 4,35 cP, titik nyala tertinggi pada katalis 10% sebesar 42,3°C, dan nilai kalor tertinggi pada katalis 15% sebesar 8963,7551 kal/gr. Secara keseluruhan, katalis bentonit 10% memberikan kombinasi kualitas bio-oil yang optimal ditinjau dari densitas, viskositas, dan titik nyala. Hasil analisa GC-MS menunjukkan bio-oil tersusun dari 180 puncak senyawa yang didominasi oleh fraksi solar (C13–C25) sebesar 43,29% dan fraksi gasoline (C6-C10) sebesar 37,43%, dengan kelompok senyawa dominan berupa terpenoid/siklik kompleks (28,90%) dan alkena/alkuna alifatik (20,26%). Secara keseluruhan, bio-oil hasil Co-pirolisis PET dan biomassa serbuk kayu pinus dengan katalis bentonit berpotensi dikembangkan sebagai bahan bakar alternatif setara bensin dan solar, meskipun masih memerlukan proses pemurnian lanjutan untuk memenuhi spesifikasi titik nyala dan menurunkan kandungan senyawa oksigenat agar dapat memenuhi standar bahan bakar cair komersial secara menyeluruh.

Kata kunci: Co-Pirolisis, Polyethylene Terephthalate (PET), Biomassa, Kayu Pinus, Bentonit, Bio-oil, GC-MS

ABSTRACT

THE EFFECT OF BENTONITE CATALYST ON THE CO-PYROLYSIS OF POLYETHYLENE TEREPHTHALATE (PET) PLASTIC AND PINE WOOD SAWDUST ON THE IMPROVEMENT OF BIO-OIL QUALITY

(Dwi Lestari, 61 Pages, 12 Tables, 18 Figures, 4 Appendices)

The increasing global energy demand, accompanied by the high generation of plastic and biomass waste, has driven the development of waste-to-energy conversion technologies through the pyrolysis process. This research aims to determine the effect of bentonite catalyst addition on the % yield and characteristics of bio-oil produced from the co-pyrolysis of Polyethylene Terephthalate (PET) plastic and pine wood sawdust, as well as to determine the dominant compound composition in the resulting bio-oil. The research was conducted using an experimental method with variations in bentonite catalyst percentage of 0%, 5%, 10%, 15%, and 20% of the total raw material mass (2 kg, PET:biomass ratio of 75:25), at an operating temperature of 450°C for 1 hour. The bio-oil characteristics tested included % yield, density, viscosity, flash point, calorific value, and chemical compound composition based on Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) analysis. The results showed that the highest bio-oil yield was obtained with a 5% catalyst at 8.765%, the optimum density with a 10% catalyst at 0.8726 g/mL, the lowest viscosity with a 20% catalyst at 4.35 cP, the highest flash point with a 10% catalyst at 42.3°C, and the highest calorific value with a 15% catalyst at 8963.7551 cal/g. Overall, the 10% bentonite catalyst provided the optimal combination of bio-oil quality in terms of density, viscosity, and flash point. The GC-MS analysis results showed that the bio-oil consisted of 180 compound peaks, dominated by the diesel fraction (C13–C25) at 43.29% and the gasoline fraction (C6–C10) at 37.43%, with the dominant compound groups being terpenoid/complex cyclic compounds (28.90%) and aliphatic alkenes/alkynes (20.26%). Overall, the bio-oil produced from the co-pyrolysis of PET and pine wood biomass with bentonite catalyst has the potential to be developed as an alternative fuel equivalent to gasoline and diesel, although it still requires further purification to meet flash point specifications and reduce oxygenate compound content in order to fully comply with commercial liquid fuel standards.

Keywords: Co-Pyrolysis, Polyethylene Terephthalate (PET), Biomass, Pine Wood, Bentonite, Bio-oil, GC-MS

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Pengaruh Katalis Bentonit pada Co-Pirolisis Plastik Polyethylene Terephthalate (PET) dan Serbuk Kayu Pinus Terhadap Peningkatan Kualitas Bio-Oil”**. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi D-IV Teknik Energi, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya.

Penelitian ini dilaksanakan selama tiga bulan, yaitu April sampai Juni 2026 di Laboratorium Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya dan pengujian analisa sampel di Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.

Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa dalam penelitian dan penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari bimbingan, arahan, dukungan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. Irawan Rusnadi, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Dr. Yusri, S.Pd., M.Pd. selaku Wakil Direktur 1 Bidang Akademik Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Tahdid, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Isnandar Yunanto S.ST., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Dr. Ir. Lety Trisnaliani, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi D-IV Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya sekaligus Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, serta motivasi selama proses penelitian dan penyusunan tugas akhir.
6. Ir. Rima Daniar, S.ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, saran, dan arahan sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
7. Ir. Sahrul Effendy. A., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik Kelas 8 EGA yang telah memberikan arahan dan motivasi selama masa perkuliahan.

8. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan di Jurusan Teknik Kimia, Program Studi D-IV Teknik Energi, Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah memberikan ilmu, pengalaman, dan bantuan selama penulis menempuh pendidikan.
9. Kedua orang tua tercinta serta kedua saudara penulis yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan moral maupun material, serta motivasi yang tiada henti sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
10. Nyayu Nisti Dinda Azzahra, dan Mahdi Rahmadani, yang selalu memberikan dukungan, semangat, serta menjadi teman berdiskusi dan berbagi pengalaman selama menjalani perkuliahan hingga penyusunan tugas akhir ini.
11. Teman-teman seperjuangan TA yang telah memberikan semangat, bantuan, serta kerja sama selama proses penelitian dan penyusunan tugas akhir.
12. Teman-teman Kelas EGA Angkatan 2022 yang selalu memberikan dukungan, kebersamaan, dan semangat selama masa perkuliahan.
13. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan doa sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih memiliki keterbatasan dan belum sepenuhnya sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan karya ilmiah ini di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembacanya, khususnya bagi mahasiswa/i Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.

Palembang, Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
MOTTO.....	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Relevansi	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Plastik.....	6
2.1.1 Karakteristik Plastik.....	6
2.1.2 Klasifikasi Plastik	8
2.2 Polyethylene Terephthalate (PET)	10
2.3 Kayu Pinus	11
2.4 Katalis Bentonit.....	12
2.5 Pirolisis.....	14
2.5.1 Parameter Operasi Pirolisis.....	15
2.6 Mekanisme Reaksi Cracking pada Co-Pirolisis.....	16
2.6.1 Reaksi Cracking Plastik PET	17
2.6.2 Reaksi Cracking Serbuk Kayu Pinus (Lignoselulosa).....	19
2.6.3 Peran Katalis Bentonit dalam Proses Cracking	22
2.6.4 Hydrogen Transfer Effect.....	23
2.6.5 Hubungan Temperatur dan Katalis terhadap Proses Cracking.....	23
2.7 Bio-Oil.....	25
2.7.1 Komposisi Kimia Bio-oil.....	26
2.8 State Of Art	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	28
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	28
3.2 Bahan dan Alat	28
3.2.1 Alat yang digunakan	28
3.2.2 Bahan yang digunakan.....	29
3.3 Perlakuan dan Rancangan Percobaan.....	29
3.3.1 Perlakuan Percobaan.....	29
3.4 Pengamatan	30
3.5 Prosedur Percobaan.....	31
3.5.1 Diagram Alir	31
3.5.2 Prosedur Percobaan.....	33

3.5.3 Analisa Hasil Percobaan	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1 Hasil Penelitian	36
4.2 Pembahasan.....	37
4.2.1 Pengaruh Persentase Katalis Bentonit terhadap % Yield Bio-oil ..	38
4.2.2 Pengaruh Persentase Katalis Bentonit terhadap Densitas Bio-oil..	40
4.2.3 Pengaruh Persentase Katalis Bentonit terhadap Viskositas Bio-oil	42
4.2.4 Pengaruh Persentase Katalis Bentonit terhadap Titik Nyala Bio-oil	45
4.2.5 Pengaruh Persentase Katalis Bentonit terhadap Nilai Kalor Bio-oil	46
4.2.6 Analisa Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GCMS).....	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Kimia Polyethylene Terephthalate (PET)	10
Gambar 2. 2 Struktur Kimia Bentonit	13
Gambar 2. 3 Aktivasi Situs Asam	17
Gambar 2. 4 Inisiasi	17
Gambar 2. 5 Propagasi (Transfer Hidrida)	18
Gambar 2. 6 Propagasi (β -scission)	18
Gambar 2. 7 Terminasi	19
Gambar 3. 1 Seperangkat Alat Pirolisis	28
Gambar 3. 2 <i>Flowsheet</i> Proses Pirolisis	31
Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 4. 1 Pengaruh Persentase Katalis Bentonit terhadap % Yield Bio-oil ...	38
Gambar 4. 2 Pengaruh Persentase Katalis Bentonit terhadap Densitas	40
Gambar 4. 3 Pengaruh Persentase Katalis Bentonit terhadap Viskositas	43
Gambar 4. 4 Pengaruh Persentase Katalis Bentonit terhadap Titik Nyala	45
Gambar 4. 5 Pengaruh Persentase Katalis Bentonit terhadap Nilai Kalor	46
Gambar 4. 6 Total Ion Chromatogram (TIC) Bio-Oil	49
Gambar 4. 7 Distribusi Fraksi Hidrokarbon Bio-oil Hasil Analisa GC-MS	49
Gambar 4. 8 Distribusi Kelompok Senyawa Bio-oil Hasil Analisa GC-MS	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Perbedaan Plastik Berdasarkan Sifat Thermal.....	8
Tabel 2. 2	Tipe dan Karakteristik Plastik.....	9
Tabel 2. 3	Matriks Penelitian Terdahulu.....	27
Tabel 3. 1	Variabel Penelitian.....	29
Tabel 3. 2	Analisa Percobaan	30
Tabel 3. 3	Matriks Pengamatan Proses Pirolisis.....	30
Tabel 3. 4	Matriks Pengamatan Karakteristik	30
Tabel 3. 5	Matriks Pengamatan Analisa GC-MS.....	30
Tabel 4. 1	Hasil Produk dan % Yield Produk	36
Tabel 4. 2	Karakteristik Fisika dan Kimia Bio-oil.....	36
Tabel 4. 3	Distribusi Fraksi Hidrokarbon Bio-oil Hasil Analisa GC-MS.....	37
Tabel 4. 4	Distribusi Kelompok Senyawa Bio-oil Hasil Analisa GC-MS.....	37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I. Data Pengamatan	62
Lampiran II. Data Perhitungan	70
Lampiran III. Dokumentasi	75