

**ANALISIS KUALITAS HASIL MINYAK PIROLISIS DARI
CAMPURAN SAMPAH PLASTIK (LDPE DAN PP)
MENGUNAKAN KATALIS ZEOLITE DAN BENTONITE**

SKRIPSI



Oleh:

ALFIANA SABELA
NPM. 20034010018

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2024**

**ANALISIS KUALITAS HASIL MINYAK PIROLISIS DARI
CAMPURAN SAMPAH PLASTIK (LDPE DAN PP)
MENGUNAKAN KATALIS ZEOLITE DAN BENTONITE**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Fakultas Teknik dan Sains Program Studi Teknik Lingkungan**

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



Oleh:

**ALFIANA SABELA
NPM. 20034010018**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS KUALITAS HASIL MINYAK PIROLISIS DARI
CAMPURAN SAMPAH PLASTIK (LDPE DAN PP)
MENGUNAKAN KATALIS ZEOLITE DAN BENTONITE**

Disusun oleh:

ALFIANA SABELA
NPM. 20034010018

**Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan
pada Jurnal SINERGI POLMED (Terakreditasi SINTA 4)**

Menyetujui,

PEMBIMBING

TIM PENGUJI

1. Ketua

Raden Kokoh Harvo P., S.T., M.T.
NIP. 19900905 201903 1 026

Ir.Yavok Suryo Purnomo., MS
NIP. 19600601 198703 1 001

2. Anggota

Aussie Amalia, S.T., M.Sc
NIP. 172 1992 1124 059

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS KUALITAS HASIL MINYAK PIROLISIS DARI
CAMPURAN SAMPAH PLASTIK (LDPE DAN PP)
MENGUNAKAN KATALIS ZEOLITE DAN BENTONITE**

Disusun oleh:

ALFIANA SABELA
NPM. 20034010018

**Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan
pada Jurnal Serambi (Terakreditasi SINTA 4)**

Menyetujui,

PEMBIMBING

TIM PENGUJI

1. Ketua

Raden Kokoh Haryo P., S.T., M.T.
NIP. 19900905 201903 1 026

Ir.Yayok Suryo Purnomo., MS
NIP. 19600601 198703 1 001

2. Anggota

Aussie Amalia, S.T., M.Sc
NIP. 172 1992 1124 059

**Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**

Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISIS KUALITAS HASIL MINYAK PIROLISIS DARI
CAMPURAN SAMPAH PLASTIK (LDPE DAN PP)
MENGUNAKAN KATALIS ZEOLITE DAN BENTONITE**

Disusun oleh:



ALFIANA SABELA
NPM. 20034010018

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian/Verifikasi Artikel Ilmiah

Menyetujui,

PEMBIMBING



Raden Kokoh Harvo Putro S.T., M.T
NIP. 19900905 201903 1 026

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



Prof. Dr. Dra. Jarayah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR REVISI

**ANALISIS KUALITAS HASIL MINYAK PIROLISIS DARI
CAMPURAN SAMPAH PLASTIK (LDPE DAN PP)
MENGUNAKAN KATALIS ZEOLITE DAN BENTONITE**

Disusun oleh:




ALFIANA SABELA
NPM. 20034010018

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 08 November 2024

TIM PENILAI

KETUA

ANGGOTA



Ir. Yayok Suryo Purnomo., MS
NIP. 19600601 198703 1 001



Aussie Amalia, S.T., M.Sc
NIP. 172 1992 1124 059

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Alfiana Sabela
NPM : 20034010018
Fakultas : Teknik dan Sains
Program Studi : Teknik Lingkungan
Email : 20034010018@student.upnjatim.ac.id
Judul Skripsi : ANALISIS KUALITAS HASIL MINYAK PIROLISIS
DARI CAMPURAN SAMPAH PLASTIK (LDPE DAN
PP) MENGGUNAKAN KATALIS ZEOLITE DAN
BENTONITE.

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan dari pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis dan dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan yang ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun, sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 08 November 2024


(Alfiana Sabela)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT Tuhan Semesta Alam yang telah memberikan limpahan rahmat, nikmat dan karunia-nya sehingga saya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir skripsi yang berjudul “Analisis Kualitas Minyak Hasil Pirolisis Dari Campuran Sampah Plastik (LDPE dan PP) Menggunakan Katalis Zeolite dan Bentonite”. Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, UPN “Veteran” Jawa Timur.

Penulisan laporan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Saya mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, MMT., IPU. Selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Firra Rosariawari, ST, MT., selaku koordinator Program Studi Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur dan selaku dosen penguji yang telah memberikan saran, masukan, dan motivasi untuk menjadikan skripsi yang disusun menjadi lebih baik.
4. Ir. Yayok Suryo Purnomo., MS. Selaku dosen ketua penguji yang telah memberikan saran, masukan dan motivasi untuk menjadikan laporan skripsi yang disusun menjadi lebih baik.
5. Raden Kokoh Haryo Putro, S.T., MT. selaku dosen pembimbing atas segala kritik, saran dan masukan selama proses penyusunan skripsi ini berlangsung.
6. Aussie Amalia, S.T., M.T selaku dosen penguji yang telah memberikan saran, masukan, dan motivasi untuk menjadikan laporan skripsi yang disusun menjadi lebih baik.
7. Seluruh Dosen dan Staff Pengajar Program Studi Teknik Lingkungan yang telah membagikan ilmu didalam kelas maupun diskusi diluar kelas.
8. Orang tua saya yang selalu ikhlas mendampingi dan mendoakan saya dalam penulisan dan pengerjaan laporan.

9. Kekasih saya Roman Korovin yang telah membantu saya dan menemani saya selama melaksanakan penelitian sampai terselesaikan skripsi ini.
10. Teman- Teman Angkatan 20 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu atas dukungan dan semangat sehingga skripsi ini dapat selesai tepat waktunya.

Dengan demikian, saya menyampaikan terimakasih atas kerja sama seluruh pihak yang membantu selama proses penyelesaian tugas akhir skripsi dari awal hingga akhir.

Saya menyadari masih terdapat kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini, Untuk itu penulis menerima kritik dan saran secara terbuka agar laporan dapat lebih baik dan bisa menjadi referensi bagi pembaca. Terimakasih.

Surabaya, 08 November 2024

Penulis

ABSTRAK

ANALISIS KUALITAS HASIL MINYAK PIROLISIS DARI CAMPURAN SAMPAH PLASTIK (LDPE DAN PP) MENGGUNAKAN KATALIS ZEOLITE DAN BENTONITE

ALFIANA SABELA
NPM. 20034010018

Peningkatan kebutuhan plastik semakin lama semakin tinggi, karena sifatnya yang sukar terurai menyebabkan sulitnya penanganannya. Pirolisis plastik adalah salah satu metode pengolahan sampah plastik yang dapat menghasilkan produk minyak. Pemilihan sampah plastik LDPE dan PP didasari dengan banyaknya sampah berjenis LDPE seperti *bubblewrap* yang sering digunakan dan ditemukan karena peningkatan kegiatan jual beli online serta plastik PP (*cup plastic*) yang hampir ada di setiap TPA. Sebagai tindak lanjut dilakukannya penelitian analisis kualitas hasil minyak pirolisis dari campuran plastik LDPE dan PP menggunakan katalis *zeolite* dan *bentonite* bertujuan untuk membandingkan kualitas minyak hasil pirolisis untuk mendapat produk hasil minyak terbaik, menganalisis pengaruh dan hubungan temperature dan katalis dengan parameter kualitas minyak hasil pirolisis, dan menganalisis senyawa dari kandungan hasil minyak pirolisis. Penelitian menggunakan metode eksperimental dengan alat furnace pirolisis kapasitas maksimal 6 liter, bahan yang akan digunakan yakni campuran plastik LDPE dan PP serta katalis sebesar 30% dari berat bahan pirolisis pada masing masing katalis *bentonite* dan *zeolite* ukuran pori 100 mesh yang telah diaktivasi dengan HCL 1M. Metode analisa yang dilakukan spesifikasi hasil minyak pirolisis dengan ketentuan. Hasil penelitian minyak menunjukkan pirolisis campuran LDPE dan PP dengan penambahan katalis bentonite 30% kualitas minyak pada suhu 450°C memiliki nilai flashpoint 34°C, Nilai pourpoint 2°C, nilai viskositas 1,9 Cp, Nilai densitas 760 kg/m³, nilai kalori 41658,41 KJ/kg. Hasil pengujian *octane* didapatkan angka 95,3 RON dan uji GC-MS didapatkan senyawa alkana penyusun bensin dengan persen tertinggi 11,79 % senyawa C₉H₂₀ atau 2,4 - *Dimetilheptana*.

Kata Kunci :LDPE, PP, Pirolisis, *Bentonite*, *Zeolite*, GC-MS

ABSTRAC

QUALITY ANALYSIS OF PYROLYSIS OIL FROM MIXED PLASTIC WASTE (LDPE AND PP) USING ZEOLITE AND BENTONITE CATALYSTS

ALFIANA SABELA
NPM. 20034010018

The increasing demand for plastic is getting higher and higher, because of its non-degradable nature, it is difficult to handle. Plastic pyrolysis is one of the plastic waste processing methods that can produce oil products. The selection of LDPE and PP plastic waste is based on the large amount of LDPE type waste such as bubblewrap which is often used and found due to the increase in online buying and selling activities and PP plastic (cup plastic) which is almost in every landfill. As a follow-up research, the analysis of the quality of pyrolysis oil from a mixture of LDPE and PP plastics using zeolite and bentonite catalysts aims to compare the quality of pyrolysis oil to get the best oil products. , analyze the effect and relationship of temperature and catalyst with pyrolysis oil quality parameters, and analyze the compounds of pyrolysis oil content. The study used an experimental method with a pyrolysis furnace with a maximum capacity of 6 liters, the material to be used is a mixture of LDPE and PP plastics and a catalyst of 30% of the weight of the pyrolysis material on each bentonite catalyst and 100 mesh pore size zeolite that has been activated with 1M HCL. The analysis method carried out the specification of pyrolysis oil results with the provisions. The results of the oil research show that the pyrolysis of a mixture of LDPE and PP with the addition of bentonite catalyst 30% of oil quality at a temperature of 450C has a flashpoint value of 34°C. Pourpoint value 2°C, viscosity value 1.9 Cp, density value 760 Kg/m³, calorie value 41658.41 KJ/Kg. The results of the octane test found a number of 95.3 RON and GC-MS tests obtained alkane compounds that make up gasoline with the highest percent of 11.79% compound C₉H₂₀ or 2,4 - Dimethylheptane.

Keyword : LDPE, PP, Pirolisis, Bentonite, Zeolite, GC-MS

DAFTAR ISI

<i>KATA PENGANTAR</i>	1
ABSTRAK	3
<i>ABSTRAC</i>	4
DAFTAR GAMBAR	8
DAFTAR TABEL	9
BAB 1 PENDAHULUAN	11
1.1 Latar Belakang	11
1.2 Perumusan Masalah	12
1.3 Tujuan Penelitian	12
1.4 Manfaat	12
1.5 Lingkup Penelitian	13
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	14
2.1 Dasar Teori	14
2.1.1 Plastik	14
2.1.2 Sifat Termal Plastik	15
2.1.3 Plastik LDPE (Low Density Polyethylene)	16
2.1.3 PP (Polipropilena)	18
2.1.4 Katalis	20
2.1.5 Zeolite	21
2.1.6 Bentonite	24
2.1.7 Pirolisis	26
2.1.8 Produk Pirolisis	30
2.1.9 Jenis Jenis Pirolisis	32
2.1.10 Proses Pirolisis	33
2.1.11 Parameter Proses Pirolisis	36
2.1.12 Kualitas Bahan Bakar	38

2.1.13 Density	39
2.1.13 Viskositas.....	40
2.1.14 Flash Point/ Titik Nyala	41
2.1.15 Nilai PourPoint	42
2.1.16 Nilai Bilangan Oktan	42
2.1.17 Nilai kalor	43
2.1.18 Uji GC-MS	44
2.2 Penelitian sebelumnya	46
2.3 Hipotesis Penelitian	53
BAB 3 METODE PENELITIAN	54
3.1 Kerangka Penelitian.....	54
3.1.1 Diagram alir penelitian.....	57
3.2 Bahan dan Alat penelitian	58
3.2.1 Data Penelitian	58
3.2.2 Bahan Penelitian.....	58
3.2.3 Alat Penelitian.....	58
3.3 Prosedur Penelitian	59
3.3.1 Aktivasi Katalis dengan HCL 1 M.....	59
3.3.2 Cara Kerja Pirolisis	60
3.3.3 Pengujian Flashpoint	60
3.3.4 Pengujian Pourpoint	61
3.3.5 Pengujian Viskositas	61
3.3.6 Pengujian Densitas	61
3.3.7 Pengujian Nilai Kalor	61
3.3.8 Pengujian nilai bilangan oktan / cetane number.....	62
3.3.9 Uji GC-MS	62
3.4 Variabel Penelitian	63
3.4.1 Variabel Bebas	63
3.4.2 Variabel Terikat.....	63

3.4.3 Variabel Tetap (Kontrol).....	63
3.5 Analisis Data Penelitian	65
3.5.1 Perbandingan Kualitas Hasil Minyak Pirolisis	65
3.5.2 Analisis Pengaruh suhu pada hasil kualitas minyak.....	65
3.5.3 Analisis kandungan senyawa pada minyak hasil pirolisis.....	66
3.6 Jadwal Kegiatan	68
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	71
4.1 Hasil pengujian parameter minyak.....	71
4.2 Pengaruh warna terhadap kualitas minyak hasil pirolisis.....	77
4.3 Pengaruh suhu pirolisis terhadap nilai flashpoint	80
4.4 Pengaruh suhu pirolisis terhadap nilai pourpoint	82
4.5 Pengaruh suhu pirolisis terhadap nilai viskositas.....	83
4.6 Pengaruh suhu pirolisis terhadap nilai densitas	85
4.7 Pengaruh suhu pirolisis terhadap nilai kalor	87
4.8 Pengaruh suhu pirolisis terhadap waktu tetesan minyak pertama.....	88
4.9 Spesifikasi Minyak Hasil Pirolisis.....	89
4.9 Analisis Hasil Uji GC-MS Minyak Hasil Pirolisis.....	94
4.10 Analisis Hasil Uji Nilai RON (Research Octane Number)	99
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	103
5.1 Kesimpulan	103
5.2 Saran.....	104
DAFTAR PUSTAKA.....	105

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Plastik LDPE Bubblewrap.....	17
Gambar 2. 2 Struktur rumus kimia plastic LDPE.....	17
Gambar 2. 3 cup plastik.....	18
Gambar 2. 4 Struktur kimia polipropilena.....	19
Gambar 2. 6 Skema Pirolisis	27
Gambar 2. 8 Bom kalorimetri.....	43
Gambar 2. 9 Alat Gas Chromatography Mass Spectrometry (GC-MS).....	44
Gambar 4. 1 Minyak Hasil Pirolisis Suhu 550 °C.....	76
Gambar 4. 2 Minyak Hasil Pirolisis Suhu 450°C.....	76
Gambar 4. 3 Indeks Kejernihan Minyak ASTM D1500.....	77
Gambar 4. 4 Acuan batas max indeks minyak.....	78
Gambar 4. 5 Pengaruh suhu terhadap indeks warna.....	79
Gambar 4. 6 Grafik pengaruh variasi suhu terhadap nilai flashpoint.....	80
Gambar 4. 7 Grafik pengaruh variasi suhu terhadap nilai pourpoint	82
Gambar 4. 8 Grafik pengaruh variasi suhu terhadap nilai viskositas	84
Gambar 4. 9 Grafik pengaruh variasi suhu terhadap nilai densitas	86
Gambar 4. 10 Grafik pengaruh variasi suhu terhadap nilai kalor.....	87
Gambar 4. 11 Grafik pengaruh variasi suhu terhadap waktu.....	88
Gambar 4. 12 Hasil GC-MS Minyak Hasil Pirolisis suhu 450°C dengan bentonite	95
Gambar 4. 13 1,4-Pentadiene,3 ,3-dimethyl.....	96
Gambar 4. 14 1- Pentene,2 Methyl.....	96
Gambar 4. 15 Heptane, 2,4 dimethyl.....	97
Gambar 4. 16 Heptane, 4 – methyl.....	97
Gambar 4. 17 Cyclopropane	98
Gambar 4. 18 n-heptane.....	98

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis dan Karakteristik berbagai plastik	15
Tabel 2. 2 Sifat Termal Plastik.....	16
Tabel 2. 3 Kandungan unsur kimia yang terdapat dalam bentonite.....	25
Tabel 2. 4 Jumlah Produk dari reaksi pirolisis dan gasifikasi	33
Tabel 2. 5 Tabel kualitas bahan dan karakteristik minyak.....	38
Tabel 2. 6 Massa jenis beberapa fluida.....	39
Tabel 2. 7 viskositas beberapa fluida.....	41
Tabel 2. 8 Nilai Kalor berbagai bahan bakar	44
Tabel 3. 1 Data Penelitian.....	58
Tabel 3. 2 Variabel penelitian	63
Tabel 3. 3 Tabel matriks variable penelitian	64
Tabel 3.4 Jadwal Kegiatan Penelitian.....	68
Tabel 4. 1 Hasil Pirolisis Campuran Plastik LDPE dan PP dengan variasi suhu dan katalis	72
Tabel 4. 2 Rata Rata Hasil Uji Parameter Minyak Pirolisis.....	76
Tabel 4. 3 Hasil Pengamatan Kejernihan Minyak	78
Tabel 4. 4 Spesifikasi nilai flashpoint bahan bakar	81
Tabel 4. 5 Spesifikasi Nilai Pourpoint Bahan Bakar	82
Tabel 4. 6 Spesifikasi Nilai Viskositas Bahan Bakar.....	85
Tabel 4. 7 Spesifikasi Nilai Densitas Bahan Bakar	86
Tabel 4. 8 Spesifikasi Nilai Kalor Bahan Bakar	88
Tabel 4. 9 Standart dan Mutu Spesifikasi Bahan Bakar Minyak	90
Tabel 4. 10 Standart dan Mutu Spesifikasi Biodiesel	90
Tabel 4. 11 Spesifikasi Jenis Bahan Bakar Standart PT. Pertamina Indonesia	91
Tabel 4. 12 Spesifikasi MDF (Medium Distillate Fuel)	91
Tabel 4. 13 Spesifikasi Kualitas Minyak Hasil Pirolisis dengan standart pertamina	91

Tabel 4. 14 Spesifikasi Kualitas Minyak Hasil Pirolisis acuan standart internasional dan Indonesia.....	93
Tabel 4. 15 Perbandingan Nilai RON (Research Octane Number).....	99
Tabel 4. 16 Perbandingan komponen senyawa minyak hasil pirolisis.....	100