

Rumpun Ilmu: Teknik Mesin

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN KEMITRAAN**



**PEMBUATAN BIO-OIL RAMAH LINGKUNGAN
DARI LIMBAH CANGKANG SAWIT DAN SAMPAH PLASTIK
DENGAN PIROLISIS BERKATALIS KALSIUM OKSIDA (CaO) DAN ZEOLIT
ALAM**

TIM PENGUSUL

- | | |
|---|-------------------------|
| 1. Thoharudin, S.T, M.T. | NIDN: 0610048702 |
| 2. Muhammad Nadjib, S.T., M.Eng. | NIDN: 0516066601 |

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

Agustus 2018

HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN KEMITRAAN

Judul Penelitian	: Pembuatan Bio-oil Ramah Lingkungan dari Limbah Cangkang Sawit dan Sampah Plastik dengan Pirolisis Berkatalis Kalsium Oksida (CaO) dan Zeolit Alam
Nama Rumpun Ilmu	: Teknik Mesin (dan Ilmu Permesinan lain)
Ketua Peneliti	
a. Nama Lengkap	: Thoharudin, S.T., M.T.
b. NIDN	: 0610048702
c. Jabatan Fungsional	: NJ
d. Program Studi	: Teknik Mesin
e. Nomor HP	: 085642446638
f. Alamat surel (e-mail)	: thoharudin@ft.umy.ac.id
Anggota Peneliti (1)	
a. Nama Lengkap	: Muhammad Nadjib, S.T., M.Eng.
b. NIDN	: 0516066601
c. Jabatan Fungsional	: Lektor
d. Program Studi	: Teknik Mesin
Anggota Peneliti Mahasiswa (Mitra 1)	
a. Nama Lengkap	: Taufik Fadilah
b. NIM	: 20140130118
c. Program Studi	: Teknik Mesin
Anggota Peneliti Mahasiswa (Mitra 2)	
a. Nama Lengkap	: Suharko
b. NIM	: 20140130148
c. Program Studi	: Teknik Mesin
Anggota Peneliti Mahasiswa (Mitra 3)	
a. Nama Lengkap	: Rahmat Dwijayanto
b. NIM	: 20140130107
c. Program Studi	: Teknik Mesin
Biaya Penelitian	: Rp 8.750.000,-

Yogyakarta, 24-08-2018

Mengetahui,
Kaprodik Teknik Mesin

Ketua Peneliti

Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIDN 0502037401

Thoharudin, S.T., M.T
NIDN 0610048702

Menyetujui,
Dekan Fakultas Teknik

Jazaul Ikhsan, S.T., M.T., Ph.D.
NIDN 0524057201

RINGKASAN

Indonesia merupakan penghasil minyak kelapa sawit terbesar kedua setelah Malaysia. Oleh karena itu, sisa sampah produksi seperti cangkang sawit sangat melimpah dan penggunaannya belum optimal. Sementara itu, sampah plastik terutama kantong plastik juga memiliki kuantitas sangat besar. Indonesia merupakan negara pembuang sampah plastik ke laut terbesar setelah Cina. Sedangkan, sampah plastik dan cangkang sawit merupakan bahan yang memiliki kandungan energi yang besar dan mampu diolah dengan teknologi menjadi bahan bakar yang berkualitas baik dan mampu digunakan secara fleksibel. Teknologi yang menarik dan sesuai dengan bahan baku tersebut adalah pirolisis.

Pirolisis dilakukan dengan memanaskan bahan baku (cangkang sawit dan plastik) dengan suhu tinggi dari 400 hingga 500°C dengan penggunaan campuran katalis zeolit alam dan CaO guna meningkatkan kualitas pyrolytic oil. Hasil liquid yang diperoleh kemudian diuji produktivitasnya, densitas, viskositas, nilai kalor, keasaman, dan uji senyawa penyusun dengan GCMS. Hasil dari pengujian tersebut kemudian diolah dan dianalisis dalam bentuk grafik yang menghubungkan terhadap temperatur, campuran plastik dan campuran katalis.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa temperatur, persentase plastik dan campuran katalis berpengaruh terhadap produktivitas, densitas, viskositas, keasaman, nilai kalor dan senyawa penyusun. Produktivitas liquid paling besar diperoleh dengan temperatur 500°C campuran plastik yang tinggi dan tanpa penggunaan katalis. Densitas rendah umumnya diikuti dengan peningkatan viskositas karena dengan densitas yang rendah mengindikasikan banyaknya senyawa hidrokarbon. Nilai kalor tertinggi diperoleh pada pyrolytic oil dengan campuran zeolit dan CaO dengan perbandingan 1:1.

Kata kunci: pirolisis, cangkang sawit, plastik, CaO, zeolit alam

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Ringkasan	iv
Prakata	v
Daftar Isi	vi
Daftar Tabel	vii
Daftar Gambar	viii
Daftar Lampiran	ix
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka	4
2.1. Cangkang Sawit	4
2.2. Plastik	5
2.3. Pirolisis	6
2.4. Katalis Proses Pirolisis	9
Bab 3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	12
3.1. Tujuan penelitian	12
3.2. Manfaat Penelitian	12
Bab 4 Metode penelitian	13
4.1. Tahapan Penelitian	13
4.2. Rancangan Penelitian	14
4.2.1. Tempat Penelitian	14
4.2.2. Bahan Baku	14
4.2.3. Alat Penelitian	14
4.2.4. Metode	14
4.3. Teknik Pengumpulan Data	16
Bab 5 Hasil dan Pembahasan	17
5.1. Hasil	17
5.1.1. <i>Pyrolysis Yield</i>	17
5.1.2. Densitas <i>Pyrolytic Oil</i>	19
5.1.3. Viskositas <i>Pyrolytic Oil</i>	21
5.1.4. Keasaman <i>Pyrolytic Oil</i>	23
5.1.5. Nilai Kalor <i>Pyrolytic Oil</i>	24
5.1.6. Senyawa Penyusun <i>Pyrolytic Oil</i>	26
5.2. Luaran yang Dicapai	28
Bab 6 Rencana Tahapan Berikutnya	29
Bab 7 Kesimpulan dan Saran	30
7.1. Kesimpulan	30
7.2. Saran	30
Daftar Pustaka	31

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Peningkatan jumlah permintaan energi dan penipisan sumber energi mendorong penelitian untuk menghasilkan bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan dari bahan bakar konvensional (Sajdak, 2017). Salah satu sumber energi alternatif yang ramah lingkungan adalah biomassa yang tersebar melimpah di seluruh dunia. Indonesia memiliki sumber biomassa melimpah berasal dari limbah produksi minyak kelapa sawit. Pada tahun 2015, Indonesia memiliki area perkebunan kelapa sawit mencapai sekitar 11,3 juta hektar yang menghasilkan 37,5 juta ton minyak kelapa sawit yang menyisakan limbah cangkang sawit mencapai 8,4 juta ton (Hambali & Rivai, 2017). Cangkang sawit merupakan salah satu dari limbah padat yang memiliki kadar karbon yang tinggi yang saat ini penggunaannya sebagai bahan bakar boiler dengan efisiensi yang rendah (Asadullah et al., 2013). Dengan menggunakan teknologi pirolisis, cangkang sawit dapat dikonversi menjadi bio-oil sehingga menjadi energi yang lebih fleksibel dalam penggunaannya.

Pirolisis merupakan degradasi termal material tanpa adanya oksigen sehingga menghasilkan bio-oil, arang dan gas (Kim et al., 2014). Walaupun bio-oil yang dihasilkan oleh pirolisis sangat menjanjikan, akan tetapi penggunaannya sebagai bahan bakar sangat terbatas karena beberapa masalah antara lain tingginya kandungan oksigen, tingginya viskositas, korosi dan ketidakstabilan terhadap termal (Zhang et al., 2009a). Tingginya kandungan oksigen dalam bio-oil mengakibatkan nilai kalor menjadi rendah (Qi et al., 2007).

Di sisi lain, sampah plastik meningkat jumlahnya seiring dengan meningkatnya penggunaan plastik yang pada akhirnya sampah tersebut terbuang ke laut. Indonesia menempati urutan ke dua dunia pembuangan sampah ke laut setelah Cina (Jambeck et al., 2015). Di sisi lain, plastik merupakan polimer yang berasal dari minyak bumi sehingga ditinjau dari segi energi, sampah plastik merupakan sumber energi yang murah dan memiliki nilai kalor yang tinggi yaitu sebesar 42,1 hingga 49,4 MJ/kg (Kunwar et al., 2016). Pirolisis plastik menghasilkan minyak pirolisis yang didominasi oleh produk hidrokarbon dan rendah oksigenat sehingga minyak tersebut memiliki nilai kalor tinggi dan keasaman yang rendah.