

**PEMBUATAN BAHAN BAKAR CAIR DARI PIROLISIS
PLASTIK JENIS POLIPROPILENA**



**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mengikuti
Ujian Sarjana pada Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Palembang**

Oleh :

HENDRI WIJAYA 122014031

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
2018**

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Hendri Wijaya
Tempat/Tanggalahir : Palembang, 15 Nopember 1994
NIM : 122014031
Program Studi : Teknik Kimia
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Palembang

Menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah hasil karya saya dan disusun sendiri dengan sungguh-sungguh serta bukan merupakan penjiplakan karya orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, maka saya sanggup menerima sanksi berupa pembatalan skripsi ini dan segala konsekuensinya.
2. Saya bersedia untuk menanggung segala bentuk tuntutan hukum yang mungkin timbul jika terdapat pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.
3. Memberikan hak kepada Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Palembang untuk menyimpan, alih media, mengelola dan menampilkan/mempublikasikannya di media secara fulltex tuntut kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Palembang, Agustus 2018



Hendri Wijaya

LEMBAR PENGESAHAN

**PEMBUATAN BAHAN BAKAR CAIR DARI PIROLISIS PLASTIK JENIS
POLIPROPILENA**

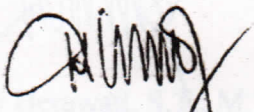
Disusun Oleh :

Hendri Wijaya

12.2014.031

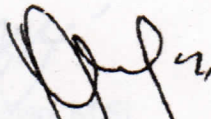
Dosen Pembimbing Oleh :

Pembimbing I



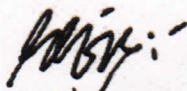
Netty Herawati, S.T., M.T
NIDN : 0225017601

Pembimbing II



Atikah, S.T., M.T.
NIDN : 0023127401

**Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Kimia**



Ir. Leno, M.Si.
NIDN : 0217086803



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

Jl. Jendral A. Yani 13 Ulu Palembang 30623, Telp. (0711) 518764, Fax (0711) 519408
Terakreditasi B dengan SK Nomor: 396/SK/BAN-PT/Akred/S/X/2014

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Nama : HENDRI WIJAYA
NRP : 12.2014.031
Judul Tugas : **“PEMBUATAN BAHAN BAKAR CAIR DARI PIROLISIS
PLASTIK JENIS POLIPROPILENA”**

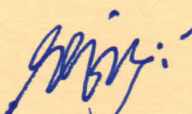
Telah Mengikuti Ujian Sidang Sarjana Prodi Teknik Kimia Pada Tanggal Tiga
Puluh Bulan Agustus Dua Ribu Delapan Belas.
Dinyatakan Lulus Dengan Nilai : A

Palembang, 30 Agustus 2018

Ketua Tim Penguji

Ketua Panitia Ujian Tugas Akhir
Prodi Teknik Kimia

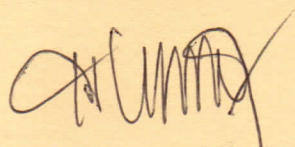

Netty Herawati, S.T., M.T.
NIDN : 0225017601

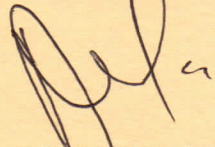

Ir. Legiso, M.Si.
NIDN : 0217086803

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II


Netty Herawati, S.T., M.T.
NIDN : 0225017601


Atikah, S.T., M.T.
NIDN : 0023127401

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik UMP

Ketua Prodi Teknik Kimia UMP


Dr. Ir. Kgs. A. Roni, M.T.
NIDN : 022707004


Ir. Legiso, M.Si.
NIDN : 0217086803

LEMBAR PENGESAHAN

PEMBUATAN BAHAN BAKAR CAIR DARI PIROLISIS PLASTIK JENIS POLIPROPILENA

Oleh :

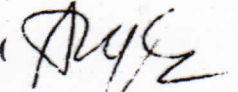
HENDRI WIJAYA

12.2014.031

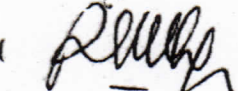
Telah diuji dihadapan tim penguji pada tanggal 30 Agustus 2018
di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang

Tim Penguji :

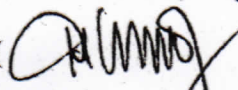
1. Ir. Ani Melani, M.T.

()

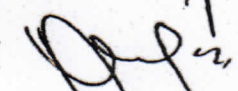
2. Ir. Robiah, M.T.

()

3. Netty Herawati, S.T., M.T.

()

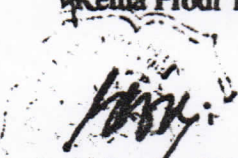
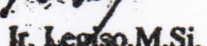
4. Atikah, S.T., M.T.

()

Menyetujui,
Dekan Fakultas Teknik UMP


Dr.  M.T.
NIDN : 022707004

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Kimia UMP


Ir.  M.Si.
NIDN : 0217086803

ABSTRAK

PEMBUATAN BAHAN BAKAR CAIR DARI PIROLISIS PLASTIK JENIS POLIPROPILENA

Hendri Wijaya

**Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah
Palembang, Indonesia.**

e-mail hendri.wijaya18@gmail.com

Sampah merupakan salah satu masalah serius di Indonesia yang belum terselesaikan secara optimal hingga saat ini, dimana komposisi terbanyak penimbunan sampah didominasi oleh sampah plastik. Tingginya penggunaan plastik dan lamanya waktu penguraian plastik dapat menimbulkan permasalahan yang besar sehingga diperlukan suatu cara untuk mengatasi masalah tersebut. Salah satunya adalah dengan cara mengkonversi sampah plastik menjadi bahan bakar cair dengan menggunakan proses pirolisis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur dan waktu pirolisis terhadap volume dan kualitas minyak yang dihasilkan. Penelitian ini menggunakan temperatur 250, 275, 300, 325 dan 350 °C yang dilakukan pada bulan Juni – Agustus 2018 di Laboratorium Kimia Analisa Universitas Muhammadiyah Palembang dan Laboratorium Pertamina RU III Plaju. Hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur dan waktu tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kualitas produk yang dihasilkan dari beberapa variasi temperatur yang diterapkan dalam penelitian ini, namun berpengaruh terhadap %Yield dari produk yang dihasilkan. %Yield maksimum berada di temperatur 350 °C sebesar 33,60%. Dari penelitian ini diharapkan untuk penelitian selanjutnya lebih memfokuskan pada produksi dan pengujian kualitas naptha dan diesel yang dihasilkan.

Kata Kunci : Pirolisis, Polipropilena, Naptha, Kerosin, Diesel

Kepustakaan : 24 (1983 – 2017)

ABSTRACT

**PRODUCTION OF LIQUID FUELS FROM POLYPROPYLENE
PLASTIC PYROLYZED**

Hendri Wijaya

**Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering,
Muhammadiyah University, Palembang, Indonesia**

e-mail hendri.wijaya18@gmail.com

Garbage is one of the serious problems in Indonesia which has not been optimally resolved to date, where the most composition of landfill is dominated by plastic waste. The high use of plastics and the length of time the plastic decomposition can cause major problems so that a method is needed to solve the problem. One of them is by converting plastic waste into liquid fuel using the pyrolysis process. This study aimed to determine the effect of pyrolysis temperature and time on the volume and quality of oil produced. This study used temperatures of 250, 275, 300, 325 and 350°C which were conducted in June - August 2018 at the Chemistry Laboratory for the Analysis of the Muhammadiyah University of Palembang and Laboratory of PT. Pertamina RU III Plaju. The results showed that temperature and time did not have a significant effect on product quality resulting from several temperature variations applied in this study, but had an effect on %Yield of the product produced. The maximum yield is at a temperature of 350°C by 33.60%. From this research, it is expected that further research will focus on producing and testing the quality of naphtha and diesel produced.

Keywords : *Pyrolysis, Polypropylene, Naphtha, Kerosene, Diesel*

Literature : *24 (1983 - 2017)*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi dengan judul "*Pembuatan Bahan Bakar Cair dari Pirolisis Plastik Jenis Polipropilena*" ini dapat diselesaikan. Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Ilmu Teknik Kimia di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Dengan segala kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya dan penghargaan yang setinggi – tingginya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kgs. A. Roni, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
2. Bapak Ir. Legiso, M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang
3. Ibu Netty Herawati, S.T., M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang dan Dosen Pembimbing I
4. Ibu Atikah S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II
5. Rekan-rekan kerja di Laboratorium PT. Pertamina RU III Plaju
6. Sdri. Linda Gustia Rani, S.K.M. yang telah memberi dukungan moril dan tenaga dalam membantu menyelesaikan skripsi ini.
7. Kms. M. Iqbal Fanshuri S.T. selaku rekan seperjuangan selama proses penelitian.
8. Segenap pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan teknis hingga selesai penyusunan Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya.

Palembang, Agustus 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERNYATAAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTTO	v
PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 4
2.1. Plastik.....	4
2.1.1. Polipropilena	7
2.2. Bahan Bakar Cair	8
2.2.1. Bensin (Premium)	9
2.2.2. Minyak Tanah (Kerosine)	10
2.2.3. Solar	11
2.3. Perengkahan	12
2.3.1 Pirolisis.....	12
Reaktor	13
2.4.1 Reaktor Batch.....	14
2.4.2 Reaktor Semi-Batch	15
2.4.3 Reaktor Kontinyu	15
2.5 Kondensor	15
2.6 Penelitian Sebelumnya	17
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	 18
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.2. Variabel.....	18
3.2.1. Variabel Bebas	18
3.2.2. Variabel Tetap.....	18

3.3.	Alat dan Bahan.....	18
3.3.1.	Alat.....	18
3.3.2.	Bahan	18
3.4.	Prosedur Penelitian	18
3.4.1.	Pengumpulan Informasi dan Studi Literatur.....	18
3.4.2.	Pelaksanaan Penelitian.....	19
3.5.	Skema Alat	19
3.6.	Diagram Alir Proses Penelitian	19
3.6.1.	Tahapan Penelitian	19
3.6.2.	Persiapan Bahan Baku	19
3.6.3.	Proses Pirolisis	21
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1.	Hasil Penelitian	22
4.1.1.	Pengujian Fraksi Naptha	23
4.1.2.	Pengujian Fraksi Kerosine	24
4.1.3.	Pengujian Fraksi Diesel (Solar)	25
4.2.	Pembahasan	26
4.2.1.	Pengaruh Temperatur dan Waktu terhadap Volume Minyak Hasil Pirolisis	26
4.2.2.	Pengaruh Temperatur terhadap % Yield Produk Hasil Pirolisis	27
4.2.3.	Pengaruh Temperatur terhadap Jumlah Residu Hasil Pirolisis	28
4.2.4.	Temperatur Optimal untuk Menghasilkan Fraksi Naptha, Kerosine dan Diesel	29
4.2.5.	Pengaruh Temperatur terhadap Kualitas Fraksi Minyak Hasil Pirolisis	30
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	33
5.1	Kesimpulan	33
5.2	Saran	33

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Jenis Plastik, Kode, dan Penggunaannya	5
2.2 Temperatur Transisi dan Temperatur Lebur Plastik	6
2.3 Spesifikasi Premium dari Dirgen Migas	9
2.4 Spesifikasi Kerosine dari Dirgen Migas	10
2.5 Spesifikasi Solar dari Dirgen Migas	11
2.6 Penelitian Sebelumnya	17
4.1. Data Hasil Pengamatan Pirolisis Plastik Jenis Polypropilene	22
4.2. Data Hasil Distilasi Minyak Hasil Pirolisis	23
4.3. Hasil Uji Kualitas Naptha Hasil Pirolisis	23
4.4. Hasil Uji Kualitas Kerosine Hasil Pirolisis	24
4.5. Hasil Uji Kualitas Solar Hasil Pirolisis	25

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Struktur PP (Polipropilene)	8
2.2 Reaksi Degradasi Polipropilene	8
2.3 Reaksi Pirolisis Plastik Polipropilena	13
3.1 Skema Rancang Alat Proses Pirolisis Plastik PP	19
3.2 Diagram Alir Tahapan Penelitian	20
3.3 Diagram Alir Persiapan Bahan Baku	20
3.4 Diagram Alir Proses <i>Thermal Cracking/ Pyrolysis</i>	21
4.1. Grafik Pengaruh Temperatur dan Waktu terhadap Volume Minyak Hasil Pirolisis	26
4.2. Pengaruh Temperatur terhadap % Yield Produk Hasil Pirolisis ...	27
4.3. Grafik Pengaruh Temperatur terhadap Produk Hasil Pirolisis	28
4.4. Grafik Pengaruh Temperatur Reaktor terhadap % Fraksi Hidrokarbon	29
4.5. Grafik Pengaruh Temperatur Reaktor terhadap Kandungan Sulfur Fraksi Hidrokarbon Hasil Pirolisis	30
4.6. Grafik Pengaruh Temperatur Reaktor terhadap Nilai Density Fraksi Hidrokarbon Hasil Pirolisis	31
4.7. Grafik Pengaruh Temperatur Reaktor terhadap Nilai Flash Point Fraksi Hidrokarbon Hasil Pirolisis	31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Hasil Pengujian Produk Pirolisis
Lampiran 2	Perhitungan
Lampiran 3	Dokumentasi Penelitian
Lampiran 4	Spesifikasi Bahan Bakar dari Dirjen Migas
Lampiran 5	Lembar Konsultasi Mahasiswa

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sampah merupakan salah satu masalah serius di Indonesia yang hingga saat ini belum terselesaikan secara optimal. Dengan bertambahnya jumlah penduduk maka bertambah pula jumlah timbunan sampah yang dihasilkan dari aktivitas manusia. Setiap hari penduduk Indonesia menghasilkan 0,8 kg sampah per orang atau sebanyak 189 ribu ton sampah per hari dengan komposisi sampah organik sebanyak 60-70% dan sisanya 30-40% adalah sampah non organik. Sampah plastik merupakan salah satu komposisi terbanyak dalam sampah non organik, yaitu sebanyak 14% (Purwaningrum, 2016).

Plastik merupakan suatu hal yang tidak dapat dipisahkan dalam kehidupan manusia karena plastik sangat mudah ditemukan dalam kehidupan sehari-hari, hal ini dapat dilihat dari beberapa barang yang terbuat dari plastik maupun yang tersusun dari bahan plastik. Jutaan ton plastik diproduksi setiap tahunnya untuk memenuhi kebutuhan plastik penduduk dunia untuk berbagai macam sektor mulai dari yang berskala rendah sampai skala besar. Menurut studi yang dilakukan Worldwacth Institute pemakaian plastik dunia mencapai 297 juta ton di tahun 2015. Hampir 50% barang-barang yang ada di rumah semuanya mengandung plastik mulai dari perabotan rumah tangga, alat-alat makan, barang elektronik, kendaraan dan lain-lain sebagainya.

Tingginya penggunaan plastik dan lamanya waktu penguraian plastik serta belum banyaknya teknologi yang diterapkan untuk pengelolaan sampah plastik mengakibatkan timbulnya permasalahan besar yaitu membludaknya sampah plastik dunia yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Para peneliti menyebutkan ada sekitar 8,3 miliar ton plastik telah diproduksi dalam kurun waktu 1950-2015 dan telah menghasilkan 6,3 miliar ton limbah plastik dunia. Dari jumlah miliaran ton limbah plastik, hanya 9% atau sekitar 0,6 ton yang dapat didaur ulang (10% dari 0,6 ton limbah plastik dapat didaur ulang lebih

dari satu kali), sementara itu sebanyak 0,8 miliar ton limbah plastik atau sekitar 12% dari total limbah plastik yang dihasilkan dibakar, dan kebanyakan limbah plastik tersebut (4,9 miliar ton atau sekitar 79% dari total limbah plastik) dibuang begitu saja. Diperkirakan pada tahun 2050 jumlah limbah plastik dunia mencapai 26 miliar ton atau sekitar 4 kali lipat lebih besar dari jumlah saat ini (Geyer dkk, 2017). Sedangkan sampah plastik di Indonesia pada tahun 2019 diperkirakan akan mencapai 9,52 juta ton (Purwaningrum, 2016).

Salah satu alternatif penanganan sampah plastik adalah dengan cara mengkonversi sampah plastik menjadi bahan bakar cair. Diharapkan dengan menggunakan metode ini dapat memberikan solusi terhadap permasalahan diatas dan dapat memberikan manfaat lebih berupa bahan bakar cair yang dapat digunakan sebagai bahan bakar. Teknologi untuk mengkonversi sampah plastik menjadi bahan bakar cair yaitu dengan proses cracking (perengkahan).

Proses perengkahan thermal (*Thermal Cracking*) adalah suatu proses pemecahan rantai hydrocarbon dari senyawa rantai panjang menjadi hydrocarbon dengan rantai yang lebih kecil melalui bantuan panas. Suatu proses perengkahan thermal bertujuan untuk mendapatkan fraksi minyak bumi dengan *boiling range* yang lebih rendah dari feed (umpannya). Dalam proses ini dihasilkan gas, *gasoline* (naphtha), diesel, residu atau *coke*. Pada reaksi perengkahan akan terjadi pemutusan ikatan C-C (*C-C bond scission*), dehidrogenasi, isomerisasi dan polimerisasi (Surono, 2013).

Thermal Cracking juga dikenal dengan sebutan Proses Pirolisis. Proses pirolisis plastik menjadi cara yang paling potensial yang dapat digunakan untuk mengkonversi limbah plastik menjadi bahan bakar minyak (Urrutia et al. 2016). Pirolisis merupakan dekomposisi dari material tanpa adanya oksigen atau sedikit oksigen (Brems et al. 2012). Pada penelitian yang dilakukan Siddiqui dan Redwhi (2009), pirolisis dapat mereduksi sampah plastik campuran hingga 90%. Pirolisis plastik menghasilkan tiga jenis produk yaitu, produk cair (minyak), gas dan residu padat (Bajus and Hájeková 2010). Alat pirolisis plastik memiliki potensi yang sangat baik sebagai alat konversi energi, terutama untuk limbah plastik yang sulit untuk ditangani.

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas maka melalui penelitian ini peneliti mencoba mengkonversi limbah plastik jenis Polipropilena dengan proses pirolisis menjadi bahan bakar cair. Fraksi hidrokarbon yang diharapkan dari perengkahan plastik jenis ini adalah fraksi minyak bensin (*gasoline*), kerosine (*kerosene*) dan solar (*gasoil*).

1.2. Rumusan Masalah

- 1) Bagaiman proses konversi bahan bakar cair dari plastik polipropilena dengan proses pirolisis ?
- 2) Bagaimana pengaruh temperature dan waktu terhadap volume bahan bakar cair yang dihasilkan ?
- 3) Bagaimana pengaruh temperatur dan waktu perengkahan terhadap sifat fisis dan Kimia bahan bakar cair yang dihasilkan?

1.3. Tujuan Penelitian

- 1) Untuk mengetahui mempelajari proses konversi bahan bakar cair dari plastik polipropilena dengan proses pirolisis.
- 2) Untuk mengetahui dan menganalisa pengaruh temperatur dan waktu perengkahan terhadap volume bahan bakar cair yang dihasilkan.
- 3) Untuk mempelajari dan menganalisa pengaruh temperatur dan waktu perengkahan terhadap sifat fisis dan kimia bahan bakar cair yang dihasilkan.

1.4. Manfaat Penelitian

- 1) Mengetahui secara teoritis maupun praktek teknik mengkonversi bahan bakar cair dari plastik jenis polipropilena dengan metode pirolisis.dalam skala laboratorium
- 2) Dapat mengetahui dan mempelajari pengaruh temperatur dan waktu perengkahan terhadap volume bahan bakar cair yang dihasilkan.
- 3) Dapat mengetahui dan menganalisa pengaruh temperatur dan waktu perengkahan yang ditambahkan terhadap sifat fisis dan kimia dari bahan bakar cair yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprian, Ramadhan P. dan Munawar, Ali. 2013. Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Minyak Menggunakan Proses Pirolisis.
- Bajus M, Hajekova E. 2010. *Thermal Cracking of the Model Seven Components Mixed Plastics into Oil/ Waxes*. Petroleum & Coal. 52(3): 164-172, 2010. ISSN 1337-7027.
- Budiprasojo, Azamataufiq, Wahyu Pratama, Aditya. 2016. Pengaruh Campuran Bahan Bakar Premium dengan Plastik *Polypropilene* (PP) Hasil Pirolisis terhadap Nilai Kalor Bahan Bakar.
- Budiyantoro, C., 2010. Thermoplastik dalam Industri, Teknik Media, Surakarta.
- Collage of Engineering and Technology. 2013. Waste Plastic Pyrolyzed Oil.
- Coulson.J.M, and Ricardson.J.F. 1983. Chemical Engineering vol. 6, Pergamon Press Inc, New York.
- Diktat Polsri. 2012. Azaz Teknik Kimia. Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
- Feng Gao. 2010. Pyrolysis of PP, PS, and Plastic Mixture [Thesis].
- Geyer, R., Jambeck, JR. & Law, KL. 2017. '*Production, Use, and Fate of All Plastics Ever Made*'. American Association for The Advancement of Science.
- Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi, Nomor: 17. K/72/DJM/1999.
- Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi, Nomor: 933. K/10/DJM.S/2013.
- Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi, Nomor: 978. K/10/DJM.S/2013.
- Kumar S., Panda, A.K., dan Singh, R.K., 2011. A Review on Tertiary Recycling of High-Density Polyethylene to Fuel, Resources, Conservation and Recycling vol. 55.
- Kumar, A.A., K. Karthick, Arumugan, K. P. 2011. Properties of Biodegradable Polymers and Degradation for Sustainable Development, International Journal of Chemical Engineering and Applications.

- Olufemi AS, Olagboye S. 2017. Thermal Conversion of Waste Plastics Into Fuel Oil.
- Purwaningrum, Pramiati. 2016. *'Upaya Mengurangi Timbunan Sampah Plastik di Lingkungan'*, *Jurusan Teknik Lingkungan*, vol. 8, no. 2.
- Puspita. 2013. Informasi Energi Indonesia, Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UPN Veteran, Jatim.
- Rachmawati, Q. dan Herumurti W. 2015. Pengolahan Sampah secara Pirolisis dengan Variasi Rasio Komposisi Sampah dan Jenis Plastik. *Jurnal Teknik*. 4/1: 27-29.
- Rinjani, M dan C. Rangkut. 2015. Konversi Plastik Polipropilena Menjadi Bahan Bakar Minyak.
- Rio Nazif, Erlangga Wicaksana, Halimatuddahlia. 2016. Pengaruh Suhu Pirolisis dan Jumlah Katalis Karbon Aktif terhadap Yield dan Kualitas Bahan Bakar Cair dari Limbah Plastik Jenis Polipropilena.
- Selpiana. 2016. Konversi Limbah Polistirena menjadi Bahan Bakar Cair Menggunakan Katalis Cu-AI₂O₃ dengan Proses Thermal Catalytic Cracking.
- Siddiqui MN, Redwhi HH. 2009. Pyrolysis of Mixed Plastic for The Recovery of Useful Products. *Fuel Processing Technology*. 90;545-552.
- Surono, UB dan Ismanto. 2016. Pengolahan Sampah Plastik Jenis PP, PET, dan PE Menjadi Bahan Bakar Minyak dan Karakteristiknya.
- Surono, Untoro Budi. 2013. *'Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak'*, *Jurnal Teknik*, vo. 3, no. 1.
- Urrutia, C., Sangaletti-Gerhard, N., Cea, M., Suazo, A., Aliberti, A., Navia R. 2016. Two Step Esterification-Transesterification Process of Wet Greas Sewage Sludge for Biodiesel Production Bioresour.