

**PENGOLAHAN LIMBAH FILM LDPE MENJADI
BAHAN BAKAR CAIR MENGGUNAKAN METODE
CATALYTIC CRACKING DENGAN KATALIS
BENTONIT**

Laporan Penelitian

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai
gelar sarjana di bidang ilmu Teknik Kimia

oleh :

Lucas Adriel Setiawan

(6141801108)

Michael Osborn

(6141801134)

Pembimbing :

Dr. Jenny Novianti M. Soetedjo, S.T., M.Sc.

Dr. Tedi Hudaya, S.T., M.Eng.Sc.



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

2022

LDPE FILM WASTE TREATMENT INTO LIQUID FUEL USING CATALYTIC CRACKING METHOD WITH BENTONITE CATALYST

Research Report

Compiled to fulfill the final task in order to achieve
Bachelor's degree in Chemical Engineering

by :

Lucas Adriel Setiawan

(6141801108)

Michael Osborn

(6141801134)

Advisor :

Dr. Jenny Novianti M. Soetedjo, S.T., M.Sc.

Dr. Tedi Hudaya, S.T., M.Eng.Sc.



**UNDERGRADUATE PROGRAM OF CHEMICAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY**

2022

LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL : PENGOLAHAN LIMBAH FILM LDPE MENJADI BAHAN BAKAR CAIR
MENGUNAKAN METODE *CATALYTIC CRACKING* DENGAN
KATALIS BENTONIT**

CATATAN :

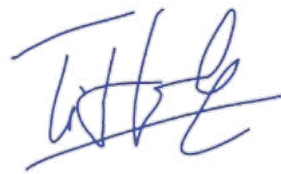
Telah diperiksa dan disetujui,
Bandung, 15 Agustus 2022

Pembimbing 1



Dr. Jenny Novianti M. Soetedjo, S.T., M.Sc.

Pembimbing 2



Dr. Tedi Hudaya, S.T., M.Eng.Sc.



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Lucas Adriel Setiawan

NRP : 6141801108

dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul :

**Pengolahan Limbah Film LDPE menjadi Bahan Bakar Cair menggunakan Metode
Catalytic Cracking dengan Katalis Bentonit**

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandung, 12 Agustus 2022



Lucas Adriel Setiawan

(6141801108)



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Michael Osborn

NRP : 6141801134

dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul :

**Pengolahan Limbah Film LDPE menjadi Bahan Bakar Cair menggunakan Metode
Catalytic Cracking dengan Katalis Bentonit**

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandung, 12 Agustus 2022



Michael Osborn

(6141801134)

LEMBAR REVISI

**JUDUL : PENGOLAHAN LIMBAH FILM LDPE MENJADI BAHAN BAKAR CAIR
MENGUNAKAN METODE *CATALYTIC CRACKING* DENGAN
KATALIS BENTONIT**

CATATAN :

Telah diperiksa dan disetujui,
Bandung, 15 Agustus 2022

Penguji 1

Penguji 2


Kevin Cleary Wanta, S.T., M.Eng.


Anastasia Prima Kristijarti, S.Si., M.T.

INTISARI

Semakin hari, industri plastik semakin berkembang diikuti dengan peningkatan jumlah sampah plastik, termasuk plastik LDPE. Saat ini, plastik LDPE belum didaur ulang dengan baik, oleh karena itu pengolahan limbah LDPE sangat diperlukan. Dua metode umum pengolahan limbah LDPE menjadi bahan bakar cair adalah *thermal cracking* dan *catalytic cracking*. *Cracking* sendiri merupakan pemecahan hidrokarbon kompleks menjadi hidrokarbon sederhana dan komersial (C₃-C₄₀).

Pada penelitian ini, dipilih *catalytic cracking* karena dapat berlangsung pada temperatur operasi yang tidak terlalu tinggi, yaitu antara 200-300 °C, dibandingkan dengan *thermal cracking* yang harus berlangsung pada kisaran temperatur operasi 500-700 °C. Dalam penelitian ini, dilakukan variasi perlakuan N₂ *purging*, rasio pelarut terhadap plastik (w/w), dan temperatur untuk menentukan kondisi proses yang paling baik dalam menghasilkan fraksi minyak tertinggi. *Catalytic cracking* dilakukan dalam kondisi 20 bar dengan menggunakan kerosin sebagai pelarut, serta dengan variasi N₂ *purging* pada beberapa temperatur (265 dan 295 °C), dan rasio pelarut terhadap plastik (w/w) (5:1 dan 4:1).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa menggunakan N₂ *purging* dengan 10 wt% bentonit dalam rasio pelarut terhadap plastik (w/w) 5:1 selama 1 jam pada 295 °C menghasilkan produk cair sebesar 55 wt% dan tanpa N₂ *purging* pada 265 °C menghasilkan produk cair sebesar 54 wt% yang berarti perlakuan N₂ *purging* dapat dihilangkan dalam penelitian selanjutnya.

Kata Kunci : Bahan Bakar, *Catalytic Cracking*, LDPE

ABSTRACT

Plastic industry development is followed by increased amount of plastic waste, including LDPE plastic film. At present, LDPE plastic has not been properly recycled yet, therefore LDPE waste processing becomes very necessary, such as thermal or catalytic cracking. Cracking is the breakdown of complex hydrocarbons into simple and commercial hydrocarbons (C₃-C₄₀). The catalytic cracking is preferred than the thermal cracking due to less extreme temperature, which is between 200-300 °C instead of 500-700 °C.

In this study, N₂ gas purging, feed to solvent ratio, and temperature variations were studied to determine the most suitable process condition for the highest oil fraction. In this study, catalytic cracking was conducted under 20 bar with kerosene as the solvent, and conducted with and without N₂ gas purging at several temperatures (265 and 295 °C), along with solvent to feed ratios (5:1 and 4:1).

The results showed that using N₂ gas purging with 10 wt% bentonite in 5:1 solvent to feed ratio for 1 hour at 295 °C produced 55 wt% of liquid fraction and using no purging at 265 °C produced 54 wt% of liquid fraction which indicated the possibility of N₂ gas purging exclusion in future studies of LDPE waste catalytic cracking.

Keywords: Catalytic Cracking, Fuel, LDPE

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul “Pengolahan Limbah Film LDPE menjadi Bahan Bakar Cair menggunakan Metode *Catalytic Cracking* dengan Katalis Bentonit” tepat pada waktunya. Laporan penelitian ini bertujuan untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar sarjana bidang ilmu Teknik Kimia di Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam penulisan laporan penelitian ini, penulis mendapat berbagai dukungan dari beberapa pihak, baik dukungan berupa material maupun non-material. Oleh karena itu, penulis secara khusus ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ibu Dr. Jenny Novianti M. Soetedjo, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama penyusunan laporan penelitian ini.
2. Bapak Dr. Tedi Hudaya, S.T., M.Eng.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama penyusunan laporan penelitian ini.
3. Orangtua dan keluarga penulis atas doa dan dukungannya.
4. Teman-teman yang telah memberikan dukungan dan masukan kepada penulis selama proses penulisan laporan penelitian.
5. Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan penelitian ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Akhir kata, penulis berharap laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, 12 Agustus 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
LEMBAR REVISI.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
INTISARI.....	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tema Sentral Masalah	4
1.3 Identifikasi Masalah.....	5
1.4 Premis	6
Premis yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :	6
1.5 Hipotesis	8
1.6 Tujuan Penelitian	8
1.7 Manfaat Penelitian	8
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Limbah	9
2.1.1 Limbah Domestik.....	9
2.1.2 Limbah Industri	9
2.2 Plastik.....	10
2.2.1 Termoplastik.....	12
2.2.2 Termoset.....	13

2.2.3 Polyethylene	13
2.2.4 Polypropylene.....	15
2.2.5 Polystyrene	16
2.2.6 Polyvinyl Chloride.....	16
2.2.7 Polyethylene Terephthalate	17
2.2.8 Other.....	17
2.3 Metode Pengolahan Limbah LDPE	17
2.3.1 Thermal Cracking	17
2.3.2 Catalytic Cracking	19
2.4 Fraksi Pengolahan Limbah LDPE	19
2.5 Sifat Bahan Bakar	20
2.5.1 Specific Gravity	20
2.5.2 Nilai Kalor.....	20
2.5.3 Titik Nyala dan Titik Bakar	21
2.5.4 Viskositas	21
2.5.5 Titik Tuang.....	21
2.5.6 Volatilitas	21
2.5.7 Angka Oktan	21
2.5.8 Angka Cetan.....	22
2.6 Faktor yang Mempengaruhi <i>Catalytic Cracking</i>	22
2.6.1 Katalis.....	22
2.6.2 Waktu Reaksi	25
2.6.3 Temperatur	26
2.6.4 Laju Pemanasan.....	27
2.6.5 Pelarut.....	27
2.7 Hasil Penelitian Sebelumnya	28
BAB 3 METODE PENELITIAN	29

3.1 Bahan	29
3.2 Alat.....	29
3.3 Prosedur Kerja	30
3.4 Analisis	31
3.5 Lokasi dan Rencana Kerja Penelitian	32
BAB IV PEMBAHASAN	35
4.1 Hasil Anova	37
4.2 Pengaruh Variasi Rasio Pelarut : Plastik (w/w).....	38
4.3 Pengaruh Variasi <i>Purging</i>	39
4.4 Pengaruh Variasi Temperatur	41
4.5 Analisis Sifat Fisik.....	43
4.6 Analisis Nilai Kalor	44
4.7 Analisis GC-MS.....	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA.....	50
LAMPIRAN A <i>MATERIAL SAFETY DATA SHEET</i>.....	53
A.1. LDPE.....	53
A.2. Bentonit.....	54
A.3. Kerosin.....	55
LAMPIRAN B ANALISIS FRAKSI	57
B.1 Analisis Densitas	57
B.2 Analisis Viskositas	57
B.3 Analisis Nilai Kalor.....	57
B.4 Analisis GC-MS	58
LAMPIRAN C GRAFIK HASIL ANALISIS.....	59

LAMPIRAN D HASIL PENGAMATAN.....	63
LAMPIRAN E CONTOH PERHITUNGAN.....	66
E.1 Perhitungan % Fraksi Padat	66
E.2 Perhitungan % Fraksi Cair	66
E.3 Perhitungan % Fraksi Gas	66
E.4 Perhitungan Densitas	67
E.5 Perhitungan Viskositas	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kontributor Sampah Plastik Dunia pada Tahun 2010.....	2
Gambar 1.2 Sampah Plastik Dunia pada Tahun 2015 Berdasarkan Jenis Polimer.....	3
Gambar 2.1 Susunan Rantai Plastik.....	11
Gambar 2.2 Rantai Polyethylene	14
Gambar 2.3 Rantai Polimer LDPE, HDPE, dan LLDPE.....	14
Gambar 2.4 Rantai Polimer LDPE, HDPE, dan LLDPE.....	15
Gambar 2.5 Rantai Polystyrene	16
Gambar 2.6 Rantai Polyvinyl Chloride.....	16
Gambar 2.7 Rantai Polyethylene Terephthalate	17
Gambar 2.8 Skema Operasi <i>Cracking</i> Plastik.....	18
Gambar 2.9 Alur Mekanisme <i>Cracking</i>	19
Gambar 3.1 Plastik Film LDPE	29
Gambar 3.2 Reaktor Batch.....	29
Gambar 3.3 Timbangan Analitik	30
Gambar 3.4 Hot Plate.....	30
Gambar 3.5 Diagram Alir Proses Catalytic <i>Cracking</i>	31
Gambar 4.1 Fraksi Minyak	36
Gambar 4.2 Fraksi Padat.....	37
Gambar 4.3 Fraksi char.....	37
Gambar 4.4 Fraksi Akhir terhadap Variasi Rasio Pelarut : Plastik (w/w) pada Variasi <i>Purging</i> dan Temperatur sebagai berikut: (a) <i>Purging</i> , 265 °C; (b) <i>Purging</i> , 295 °C; (c) Tanpa <i>Purging</i> , 265 °C; (d) Tanpa <i>Purging</i> , 295 °C	38
Gambar 4.5 Fraksi Akhir terhadap Variasi <i>Purging</i> pada Variasi Rasio Pelarut terhadap Plastik (w/w) dan Temperatur sebagai berikut: (a) 5:1, 265 °C; (b) 5:1, 295 °C; (c) 4:1, 265 °C; (d) 4:1, 295 °C	39
Gambar 4.6 Fraksi Akhir terhadap Variasi Temperatur pada Variasi Rasio Pelarut terhadap Plastik dan <i>Purging</i> sebagai berikut: (a) 5:1, <i>Purging</i> ; (b) 4:1, <i>Purging</i> ; (c) 4:1, tanpa <i>purging</i> ; (d) 4:1, tanpa <i>purging</i>	41

Gambar 4.7 Peningkatan Tekanan pada Temperatur Operasi sebagai berikut : (a) 265 °C dan (b) 295 °C.....	42
Gambar 4.8 Grafik Analisis GC-MS <i>Run 2</i>	45
Gambar 4.9 Grafik Analisis GC-MS <i>Run 5</i>	46
Gambar C.1 Fraksi Akhir terhadap Variasi Rasio Pelarut : Plastik (w/w) pada Variasi <i>Purging</i> dan Temperatur sebagai berikut: (a) <i>Purging</i> , 265 °C; (b) <i>Purging</i> , 295 °C; (c) Tanpa <i>Purging</i> , 265 °C; (d) Tanpa <i>Purging</i> , 295 °C	59
Gambar C.2 Fraksi Akhir terhadap Variasi <i>Purging</i> pada Variasi Rasio Pelarut terhadap Plastik (w/w) dan Temperatur sebagai berikut: (a) 5:1, 265 °C; (b) 5:1, 295 °C; (c) 4:1, 265 °C; (d) 4:1, 295 °C	60
Gambar C.3 Fraksi Akhir terhadap Variasi Temperatur pada Variasi Rasio Pelarut terhadap Plastik dan <i>Purging</i> sebagai berikut: (a) 5:1, <i>Purging</i> ; (b) 4:1, <i>Purging</i> ; (c) 4:1, tanpa <i>purging</i> ; (d) 4:1, tanpa <i>purging</i>	61
Gambar C.4 Grafik Analisis GC-MS <i>Run 2</i>	61
Gambar C.5 Grafik Analisis GC-MS <i>Run 5</i>	62

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Produksi Minyak Bumi Indonesia (dalam ribuan Bpd)	4
Tabel 1.2 Konsumsi Minyak Bumi Indonesia (dalam ribuan).....	4
Tabel 1.3 Harga Minyak Mentah Indonesia pada Tahun 2016.....	4
Tabel 2.1 Identifikasi Plastik	10
Tabel 2.2 Contoh Plastik Amorf dan Kristal	12
Tabel 2.3 Sifat Struktur Amorf dan Kristal	13
Tabel 2.4 Perbandingan Jenis <i>Cracking</i> Tanpa Katalis	27
Tabel 3.1 Metode Analisis Fraksi Cair Catalytic <i>Cracking</i>	32
Tabel 3.2 Rancangan Percobaan dengan Variasi Temperatur, Rasio Pelarut terhadap Plastik, serta Perlakuan <i>Purging</i>	32
Tabel 3.3 Rencana Kerja Penelitian.....	33
Tabel 4.1 Hasil Penelitian	36
Tabel 4.2 Hasil Anova	37
Tabel 4.3 Hasil Analisis Sifat Fisik	43
Tabel 4.4 Sifat Fisik Bahan Bakar	44
Tabel 4.5 Hasil Analisis Nilai Kalor.....	44
Tabel 4.6 Nilai Kalor Bahan Bakar.....	44
Tabel 4.7 Komponen Hasil Analisis GC-MS <i>Run 2</i>	46
Tabel 4.8 Komponen Hasil Analisis GC-MS <i>Run 5</i>	47
Tabel D.1 Hasil Penelitian	63
Tabel D.2 Hasil Analisis Sifat Fisik	63
Tabel D.3 Hasil Analisis Nilai Kalor.....	63
Tabel D.4 Komponen Hasil Analisis GC-MS <i>Run 2</i>	64
Tabel D.5 Komponen Hasil Analisis GC-MS <i>Run 5</i>	65

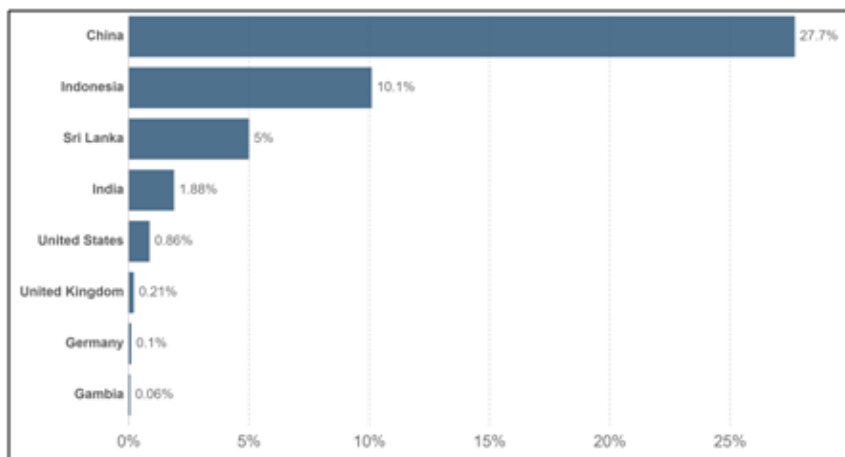
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Polusi plastik sudah menjadi salah satu masalah utama dunia. Studi bank dunia menemukan bahwa populasi dunia menghasilkan 1,3 miliar ton sampah setiap tahun, dengan plastik menjadi salah satu kontributor terbesar (Kaza dkk., 2018). Hidup manusia sudah terikat erat dengan penggunaan dan produksi plastik. Pertumbuhan penduduk yang cepat memperburuk masalah, terlihat dari produksi plastik pada tahun 1950 sebesar 2,3 juta ton melonjak menjadi 448 juta ton pada tahun 2015 dan diprediksi akan melonjak dua kali lipat pada tahun 2050 (Parker, 2019). Menurut penelitian yang dilakukan Dr. Velis dari *University of Leeds*, tanpa pengatasan dini, jumlah polusi plastik dunia diestimasi akan mencapai 1,3 miliar ton pada 2040 (Lau dkk., 2020).

Pada tahun 2016, dunia menghasilkan 242 juta ton sampah plastik. Nominal tersebut merupakan 12 persen dari semua *municipal waste*. Polusi plastik sangat relevan pada negara-negara berkembang, terutama di Asia dan Afrika, tetapi tidak mengecualikan negara-negara yang memiliki kebijakan yang lemah terhadap polusi sampah (Geyer, Jambeck, dan Law, 2017). Indonesia merupakan salah satu kontributor polusi plastik dunia. Menurut *Our World in Data*, pada 2010, Indonesia memiliki kontribusi 10,10 % terhadap polusi sampah global (5,05 juta ton per tahun) dan menempati peringkat dua kontributor sampah dunia saat itu (Geyer, Jambeck, dan Law, 2017). Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1.1. Jumlah sampah plastik yang difraksisi Indonesia terus meningkat sejak 2010. Berdasarkan data yang diperoleh dari Asosiasi Industri Plastik Indonesia (INAPLAS) dan Badan Pusat Statistik (BPS), sampah plastik di Indonesia mencapai 64 juta ton/ tahun dan sebanyak 3,2 juta ton-nya dibuang ke laut. Dalam sumber yang sama, disebutkan bahwa jumlah kantong plastik yang terbuang ke lingkungan sebanyak 10 miliar lembar per tahun atau sebanyak 85.000 ton kantong plastik (Puspita, 2018; Indonesia go.id, 2019). Menurut *Our World in Data*, tanpa pengembangan infrastruktur pengelolaan plastik yang baik, Indonesia diestimasi akan berkontribusi sebesar 10,73 % dari sampah plastik dunia pada tahun 2025 (Geyer, Jambeck, dan Law, 2017; Ritchie dan Roser, 2018).

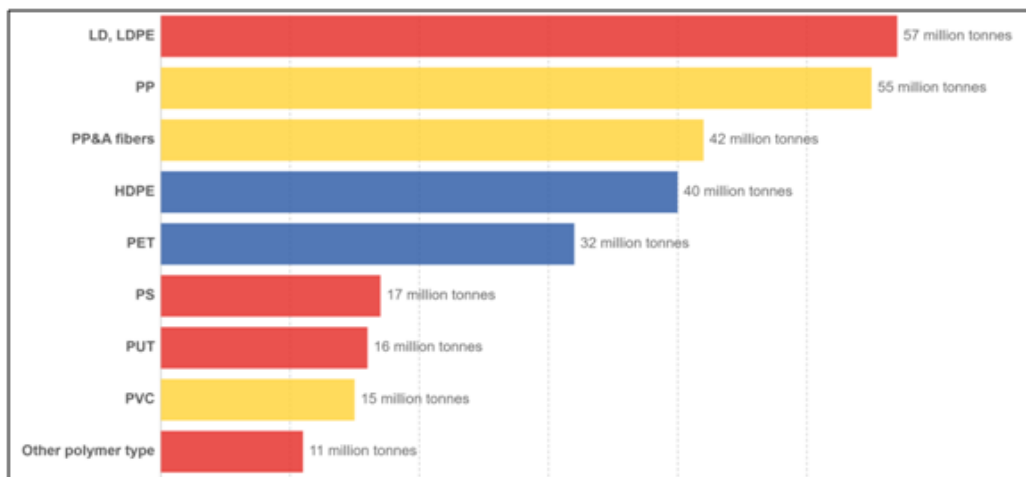


Gambar 1.1 Kontributor Sampah Plastik Dunia pada Tahun 2010
(Ritchie dan Roser, 2018)

Peningkatan polusi plastik seringkali terjadi karena budaya sekali pakai, dimana plastik seringkali digunakan sekali pakai kemudian dibuang dan tidak dapat dikelola dengan baik sehingga menyebabkan polusi plastik. Menurut publikasi *United Nations Environment Programme* (2015), ditemukan bahwa 50 % dari polusi plastik dunia terdiri dari plastik sekali pakai. Contoh dari plastik sekali pakai adalah kemasan, botol, kantong, sedotan, dan alat makan plastik. Diestimasikan bahwa populasi dunia menggunakan satu sampai lima triliun kantong plastik per tahun atau bisa dikatakan sepuluh miliar kantong plastik per menit. Manajemen sampah plastik yang kurang baik, mengakibatkan polusi pada jalanan dan pesisir (Giacovelli, Zamparo, dan Wehrli, 2018).

Dalam upaya mengatasi permasalahan limbah plastik ini, sebenarnya ada pula inovasi lain seperti membuat plastik *biodegradable*, dimana plastik *biodegradable* merupakan plastik yang mudah terdegradasi sehingga lebih mudah dalam pengolahannya. Namun, terdapat kendala pada inovasi ini yaitu harga plastik *biodegradable* yang lebih mahal apabila dibandingkan dengan plastik konvensional. Hal ini tentu akan membuat masyarakat tetap memilih plastik normal atau konvensional (Yeo dkk., 2018; Miandad dkk., 2016).

Single-use plastic pada umumnya tersusun atas LDPE (*Low Density Polyethylene*). Seperti yang disajikan pada Gambar 1.2., tercatat oleh *Our World in Data*, pada tahun 2015, LDPE merupakan polimer yang paling sering dijumpai pada sampah plastik (Geyer, Jambeck, dan Law, 2017).



Gambar 1.2 Sampah Plastik Dunia pada Tahun 2015 Berdasarkan Jenis Polimer
(Geyer, Jambeck, dan Law, 2017)

Keterangan :

LDPE = *Low Density Polyethylene*, LLDPE = *Linear Low-Density Polyethylene*, PP = *Polypropylene*, HDPE = *High Density Polyethylene*, PET = *Polyethylene terephthalate*, PS = *Polystyrene*, PC = *Polycarbonate*, PVC = *Polyvinyl Chloride*.

Bahan dasar plastik yang utama merupakan minyak, dimana secara umum minyak bumi akan melalui proses pemurnian menjadi fraksi petrokimia, kemudian diproses lebih lanjut menjadi bijih plastik yang dapat diolah menjadi berbagai jenis plastik (Sulistiyono,, 2016). Pada tahun 2019, tercatat bahwa kebutuhan minyak dalam produksi plastik mencapai 9 juta barel dan diperkirakan akan meningkat seiring berjalannya waktu (Tiseo, 2019). Hal ini mendorong perlu ditemukannya metode pengolahan plastik yang efektif dalam rangka mengurangi kebutuhan minyak untuk produksi plastik.

Di Indonesia sendiri, produksi minyak bumi semakin menurun seiring dengan konsumsi minyak bumi yang semakin meningkat sehingga sangat baik apabila dapat mengembalikan fraksi plastik ke dalam bentuk minyak kembali. Dari data yang terdapat pada Tabel 1.1., dapat dilihat bahwa produksi minyak bumi di Indonesia pada tahun 2015 hanya mencapai 825.000 barel per hari (berdasarkan BP Global) dan 786.000 barel per hari (berdasarkan SKKMigas), dimana pada tahun yang sama, sebagaimana yang terdapat pada Tabel 1.2., konsumsi minyak bumi di Indonesia mencapai 1.628.000 barel per hari. Hal ini tentu membuat persediaan minyak bumi di Indonesia semakin menipis, yang bahkan membuat Indonesia perlu mengimpor 350.000 - 500.000 barel per hari (Schaar, 2016).

Tabel 1.1 Produksi Minyak Bumi Indonesia (dalam ribuan Bpd)

(Schaar, 2016)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
BP Global	996	972	1,003	990	1,003	942	918	882	852	825
SKK Migas	1.006	954	977	949	945	900	860	826	794	786

Tabel 1.2 Konsumsi Minyak Bumi Indonesia (dalam ribuan)

(Schaar, 2016)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Bpd	1.303	1.244	1.318	1.287	1.297	1.402	1.589	1.631	1.643	1.676	1.628

Di sisi lain, harga minyak bumi yang semakin mengalami peningkatan menjadi alasan kuat perlunya pengolahan kembali plastik menjadi minyak bumi. Dapat dilihat pada Tabel 1.3, dimana pada tahun 2016 saja, harga minyak bumi mengalami peningkatan secara signifikan. Sampai pada bulan Desember tahun 2016, minyak bumi mencapai harga 51,09 US\$ per barel (Kementerian ESDM Ditjen Migas, 2017). Maka dari itu, terlihatlah relevansi penelitian ini terhadap kondisi saat ini.

Tabel 1.3 Harga Minyak Mentah Indonesia pada Tahun 2016

(Kementerian ESDM Ditjen Migas, 2017)

Minyak Mentah	2016												Rata-rata
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	
Rata - rata Terhitung	27,49	28,92	34,19	37,2	44,68	44,5	40,7	41,11	42,17	46,64	43,25	51,09	40,13

1.2 Tema Sentral Masalah

Limbah plastik LDPE menjadi limbah plastik yang paling banyak dihasilkan terutama di Indonesia, yang merupakan negara penghasil limbah plastik terbanyak ke-2 di dunia. Permasalahan ini masih belum dapat diatasi dengan baik mengingat belum ditemukannya metode yang sesuai. Dengan menggunakan metode *catalytic cracking*, diharapkan limbah plastik LDPE dapat secara efektif dan efisien diolah menjadi bahan bakar terbarukan agar permasalahan limbah plastik di Indonesia dapat teratasi.

1.3 Identifikasi Masalah

- a. Bagaimana pengaruh temperatur terhadap fraksi cair dari proses *catalytic cracking* limbah LDPE?
- b. Bagaimana pengaruh rasio massa pelarut dan plastik terhadap fraksi cair proses *catalytic cracking* limbah LDPE?
- c. Bagaimana pengaruh perlakuan *purging* terhadap fraksi cair proses *catalytic cracking* limbah LDPE?

1.4 Premis

Premis yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

Bahan Dasar	Temperatur (°C)	Residence Time (menit)	Pelarut (Plastik:Pelarut) (w/w)	Katalis (Katalis/Plastik) (w/w)	Jenis Reaktor	Fraksi Cair (% wt)	Fraksi Padat (% wt)	Fraksi Gas (% wt)	Sumber
LDPE	450	450	-	-	Batch	83,9	0,2	15,9	(Zattini dkk., 2017)
	455					60,2	0,3	39,5	
	460					35,7	0,3	64,4	
	465					27,3	1,6	71,1	
LDPE	350	30	-	-	Batch	28,16	63,89	7,95	(Cahyono dan Ika Fenti, 2017)
		60				35,83	49,44	14,72	
		90				36,71	44,44	18,85	
LDPE	425	100	-	-	Batch	89,5	0,5	10	(Onwudili, Insura, dan Williams, 2009)
	450					72,4	1,75	25	
	500					34,5	15,5	47,0	
LDPE	500	-	-	Bentonit (0)	Fixed Bed	85,6	-	-	(Budsareechai, Hunt, dan Ngernyen, 2019)
				Bentonit (0,05)		86,6			
				Bentonit (0,1)		87			
				Bentonit (0,15)		86,9			
				Bentonit (0,2)		87,6			
LDPE	270	90	-	ZSM	Batch	49	6	44	(Batool dkk., 2016)
	230	90		POM		73	8	9	
	420	180		Tanpa Katalis		42	46	14	
LDPE	295	120	Kerosin (1:5)	ZSM-5 (0,01)	Batch	54,36	12,91	32,73	(Fadillah dan Tjandra, 2021)
				SiO ₂ (0,01)		51,61	11,43	36,96	
				Bentonit (0,01)		44,86	30,25	24,89	

LDPE	265	180	Kerosin (1:5)	ZSM-5 (0,09)	<i>Batch</i>	66,27	17,69	16,04	(Mulya dan Rariel E., 2021)
	295					60,33	16,52	23,16	
LDPE	450	-	-	Tanpa Katalis	<i>Batch</i>	< 60	< 20	< 40	(Syamsiro dkk., 2014)
				Y-ZSM		< 40	< 20	< 40	
				<i>Natural Zeolite</i>		< 20	< 20	< 40	
LDPE	425	120	Tanpa pelarut		<i>Batch</i>	4,7	75,6	19,7	(Karaduman, dkk., 2002)
			<i>Cyclohexane</i> (1:1)			0,5	91,2	8,3	
			<i>Cyclohexane</i> (1:2)			0,1	92	7,9	
			<i>Cyclohexane</i> (1:4)			<0,1	>92	±5	
			<i>Cyclohexane</i> (1:6)			<0,1	>92	±5	

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang dapat digunakan untuk penelitian ini adalah:

1. Semakin tinggi temperatur, semakin tinggi fraksi akhir cair.
2. Semakin besar rasio massa pelarut terhadap plastik, fraksi cair akan semakin menyerupai pelarut.
3. Percobaan tanpa *purging* tidak akan mempengaruhi fraksi akhir cair.

1.6 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh temperatur terhadap proses *catalytic cracking* limbah LDPE.
2. Mengetahui pengaruh rasio massa pelarut dan plastik terhadap proses *catalytic cracking* limbah LDPE.
3. Mengetahui pengaruh perlakuan *purging* terhadap proses *catalytic cracking* limbah LDPE.

1.7 Manfaat Penelitian

Manfaat dari dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Untuk lingkungan dan masyarakat
 - a. Mengurangi jumlah polusi limbah plastik.
2. Untuk pemerintah
 - a. Mempelajari teknologi pengelolaan sampah plastik di Indonesia.
 - b. Mengurangi dampak sampah plastik Indonesia di mata dunia.
3. Untuk industri
 - a. Mengetahui solusi baru dalam mengolah limbah berbahan dasar plastik.
 - b. Memanfaatkan bahan bakar cair yang berasal dari limbah plastik.