

**KARYA TULIS ILMIAH**  
**PEMANFAATAN SAMPAH PLASTIK JENIS**  
***POLYPROPYLENE (PP)* MENJADI**  
**BAHAN BAKAR ALTERNATIF**

Karya Tulis ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk menyelesaikan  
Pendidikan Program Studi Diploma III Politeknik Kementerian  
Kesehatan Medan Jurusan Kesehatan Lingkungan  
Kabanjahe



**OLEH :**  
**SISKA BR SIHOMBING**  
**NIM : P00933118113**

**POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES RI MEDAN**  
**JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN**  
**PROGRAM STUDI DIII SANITASI**  
**KABANJAHE**  
**2021**

## **LEMBAR PERSETUJUAN**

**JUDUL : PEMANFAATAN SAMPAH PLASTIK JENIS  
POLYPROPYLENE (PP) MENJADI BAHAN BAKAR  
ALTERNATIF**

**NAMA : SISKI BR SIHOMBING**

**NIM : P00933118113**

*Telah Disetujui Untuk Dihadapan Tim Penguji  
Kabanjahe, 25 Juni 2021*

**Menyetujui,**

**Pembimbing Utama,**

**Restu Auliani, ST.Msi**

**NIP : 198802132009122002**

**Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan  
Politeknik Kesehatan Kemenkes Medan**

**Erba Kalto Manik, SKM, M.Sc**

**NIP.196203261985021001**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**JUDUL : PEMANFAATAN SAMPAH PLASTIK JENIS  
POLYPROPYLENE (PP) MENJADI BAHAN BAKAR  
ALTERNATIF**

**NAMA : SISKA BR SIHOMBING**  
**NIM : P00933118113**

**Karya Tulis Ilmiah Ini Telah Diuji Pada Sidang Ujian Akhir Program  
Jurusan Sanitasi Poltekkes Kemenkes Medan Tahun 2021**

**Penguji I**

**Penguji II**

**RiyantoSuprawihadi, SKM, M.Kes**  
**NIP.196001011984031002**

**Deli Syahputri, SKM.M.Kes**  
**NIP.198906022020122003**

**Menyetujui**  
**Pembimbing**

**Restu Auliani,ST, M.Si**  
**NIP :198802132009122002**

**Ketua Jurusan Kesehatan lingkungan**  
**Politeknik Kesehatan Kemenkes Medan**

**Erba Kalto Manik, SKM, M.Sc**  
**NIP. 196203261985021001**

**KEMENTERIAN KESEHATAN RI POLITEKNIK KESEHATAN  
MEDAN**

**JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN KABANJAHE**

**Karya Tulis Ilmiah, Juni 2021**

**SISKA BR SIHOMBING**

**PEMANFAATAN SAMPAH PLASTIK JENIS  
POLYPROPYLENE (PP) MENJADI BAHAN BAKAR  
ALTERNATIF**

**X + 40 Halaman, Daftar Pustaka + Tabel + Lampiran**

**ABSTRAK**

Pembuangan sampah plastik sembarangan disekitar rumah ataupun kesungai telah menjadi kebiasaan masyarakat, sehingga menimbulkan bencana seperti banjir dan penyakit berbasis lingkungan. Salah satu proses recycle yang lebih menjanjikan dan mempunyai prospek yang baik adalah proses pengolahan bahan limbah plastik menjadi bahan bakar alternatif. Pirolisis merupakan proses peretakan atau pemecahan rantai polimer menjadi senyawa yang lebih sederhana melalui proses thermal (pemanasan/pembakaran) dengan tanpa maupun sedikit oksigen.

Tujuan penelitian ini adalah mengkonversi limbah plastik menjadi bahan bakar alternatif dengan proses pirolisis sebagai sumber energi. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen, Dari hasil eksperimen diperoleh bahwa sampah plastik dapat dimanfaatkan menjadi bahan bakar alternatif dengan proses pirolisis.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa 3 kg sampah plastik jenis polypropylene yang telah dipirolisis menghasilkan minyak pirolisis sebanyak 14 ml .waktu yang dibutuhkan untuk membakar habis sampah plastik adalah 270 menit . bahan bakar alternatif ini kemudian dimasukkan kedalam lampu teplok sebanyak 5 ml dan dapat menyalakan api selama 10 menit. Tetapi untuk tungku pembakaran pada proses pirolisis ini

menggunakan gas LPG dengan harga Rp 21.000 yang menimbulkan biaya pengeluaran menjadi besar, jika dibandingkan dengan minyak lampu yang hanya 1 liter seharga Rp 14.000 jadi dapat disimpulkan kalau minyak pirolisis ini termasuk bahan bakar yang mahal.

**Kata kunci :Pirolisis, Plastik, Bahan Bakar Alternatif**

**INDONESIAN MINISTRY OF HEALTH  
MEDAN HEALTH POLYTECHNICS  
ENVIRONMENT HEALTH DEPARTMENT KABANJAHE  
SCIENTIFIC PAPER, JUNE 2021**

**SISKA BR SIHOMBING**

**UTILIZATION OF POLYPROPYLENE (PP) PLASTIC WASTE AS AN  
ALTERNATIVE FUEL**

**X + 40 Pages, Bibliography + Table + Appendix**

**ABSTRACT**

Littering of plastic waste around the house or into the river has become a bad habit in the community. In addition to causing floods, this bad habit will also trigger various types of environmental-based diseases. One more promising waste recycling processes and has good prospects is the processing of plastic waste materials into alternative fuels. Pyrolysis is the process of fracturing or breaking polymer chains into simpler compounds through a thermal process (heating or burning) with little or no oxygen.

This study aims to convert plastic waste into an alternative fuel source by the pyrolysis process. This research is an experimental study. Through the experimental results, it is known that plastic waste can be used as an alternative fuel by the pyrolysis process.

The results showed that 3 kg of polypropylene plastic waste, after being processed by pyrolysis, produced 14 ml of pyrolysis oil with a burning time of 270 minutes for all plastic waste. A amount of 5 ml of this alternative fuel is used to light an oil lamp and can last for 10 minutes. The furnace in this pyrolysis process uses LPG gas at a price of Rp. 21,000. The production cost is quite high, when compared to the price of 1 liter lamp oil, which is only Rp. 14,000. This study concluded that pyrolysis oil is an expensive fuel.

Keywords:Pyrolysis, Plastic, Alternative Fuel



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan kasih karunia Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **”PEMANFAATAN SAMPAH PLASTIK JENIS *POLYPROPYLENE* (PP) MENJADI BAHAN BAKAR ALTERNATIF ”**.

Karya tulis ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan program studi Diploma III Politeknik Kesehatan Medan Jurusan Kesehatan Lingkungan Kabanjahe.

Dalam menyelesaikan Karya Tulis ini, tidak lepas dari berbagai hambatan dan kesulitan, namun berkat bantuan dan dorongan dari berbagai pihak, akhirnya karya tulis ini dapat diselesaikan semaksimal mungkin.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah mambantu penulis dalam menyelesaikan karya tulis ilmiah ini yaitu kepada:

1. Ibu Dra. Ida. Nurhayati, M.Kes, selaku Direktur Utama Politeknik Kemenkes Kesehatan Medan.
2. Bapak Erba Kalto Manik,SKM.M.Sc, selaku Ketua Jurusan Politeknik Kesehatan Medan Jurusan Kesehatan Lingkungan Kabanjahe.
3. Ibu Restu Auliani,ST.Msi selaku Dosen Pembimbing KTI yang telah memberi masukan dan saran sejak mulai penulisan sampai selesainya karya tulis ilmiah ini.
4. Bapak Riyanto Suprawihadi SKM, M.Kes dan Ibu Deli Syahputri, SKM.M.Kes selaku tim penguji yang telah meluangkan waktunya untuk menguji dan memberi saran dan masukan dalam penyusunan KTI ini.
5. Seluruh dosen dan staff pegawai Politeknik Kesehatan Medan Jurusan Kesehatan Lingkungan Kabanjahe yang telah membekali ilmu pengetahuan dan membantu selama penulis mengikuti perkuliahan.
6. Teristimewa kepada orangtua saya yang tercinta Ayahanda Manahap Sihombing dan Ibunda Ida Br Siburian yang telah banyak mengorbankan waktu, tenaga, materi serta yang selalu memberikan dukungan, cinta dan

doa yang sangat luar biasa bagi penulis dari awal pendidikan sampai pada saat ini juga.

7. Buat saudara saya tercinta Paska Sihombing, Albert Sihombing, Michael Sihombing dan Maria Sihombing yang telah memberikan motivasi dan dukungan doa dalam menyelesaikan KTI ini.
8. Buat sahabat saya Nanda dan Nengsiherimakasih buat doa dan dukungannya sampai terselesaikannya KTI ini.
9. Buat teman-teman seperjuangan selama menuntut ilmu di Politeknik Kesehatan Medan Jurusan Kesehatan Lingkungan Kabanjahe Angkatan 2021.
10. Serta semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah memberi dukungan dan doa serta motivasi dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan Karya Tulis Ilmiah ini masih jauh dari kesempurnaan, hal ini karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan penulis. Untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan penulisan selanjutnya. Semoga Karya Tulis ini bermanfaat bagi pembaca pada khususnya dan masyarakat pada umumnya.

Kabanjahe, Juni 2021

Penulis

Siska Br Sihombing

NIM : P00933118113

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>1</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>2</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>3</b>
A. Latar Belakang .....	3
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Tujuan Penelitian .....	3
1. Tujuan umum .....	3
2. Tujuan khusus .....	4
D. Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
A. Tinjauan Pustaka.....	5
1. Plastik.....	6
2. Sifat Termal Bahan Plastik .....	7
3. Dampak plastik terhadap kesehatan dan lingkungan .....	7
4. Pyrolisis .....	10
5. Jenis-jenis plastik .....	11
B. Kerangka Konsep .....	16
C. Definisi Operasional.....	17
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>18</b>
A. Jenis dan Desain Penelitian.....	18
B. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	18
C. Objek PenelitianProsedur Pelaksanaan Penelitian .....	18
D. Pengolahan dan Analisis Data .....	20
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>22</b>

<b>A. HASIL .....</b>	<b>22</b>
1. Sistem Pelaksanaan Proses Pirolisis .....	22
2. Uji Nyala Bahan Bakar Pada Lampu Teplok .....	25
<b>B. PEMBAHASAN .....</b>	<b>25</b>
1. Sarana dan prasarana .....	26
2. Keuntungan .....	29
3. Kerugian .....	29
4. Penyelesaian .....	29
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>30</b>
Kesimpulan .....	30
Saran .....	30
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>31</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	2.1	Jenis-jenis plastik dan keterangan
Gambar	2.2	Kerangka konsep
Gambar	3.1	Rangkaian alat pirolisis plastik
Gambar	4.1	Pengumpulan sampah plastik
Gambar	4.2	Sampah plastik yang sudah digunting kecil-kecil
Gambar	4.3	Tabung reaktor pirolisis
Gambar	4.4	Proses pengolahan pirolisis
Gambar	4.5	Hasil bahan bakar pirolisis
Gambar	4.6	Penyalan lampu teplok

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1	Definisi operasional
Tabel 3.1	Diagram alir pengolahan sampah plastik
Tabel 4.1	Hasil penelitian bahan bakar alternatif pada proses pirolisis
Tabel 4.2	Hasil perbandingan bahan bakar alternatif dengan minyak tanah

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Berdasarkan asumsi Kementerian Lingkungan Hidup (KLH), setiap hari penduduk Indonesia menghasilkan 0,8 kg sampah per orang atau secara total sebanyak 189 ribu ton sampah/hari. Dari jumlah tersebut 15% berupa sampah plastik atau sejumlah 28,4 ribu ton sampah plastik/hari (Fahlevi, 2012).

Penelitian mengenai penggunaan berbagai sampah plastik menjadi bahan bakar cair dengan cara pirolisis masih terus dikembangkan saat ini (Moinuddin et al, 2013) dan dapat digunakan sebagai bahan bakar pengganti bahan bakar fosil (Suryo et al, 2011). Sebelumnya Tri Anggono (2009) telah melakukan penelitian tentang sampah plastik dari jenis pembungkus makanan (Low Density Polyethylene atau LDPE) pada temperatur pemanasan 425oC, dan hasilnya ditampilkan senyawa-senyawa yang memiliki sifat mudah terbakar antara lain aseton dan siklopentanon (1,68 % Area). Di tahun yang sama, Damanhuri (2009) menyatakan bahwa senyawa siklopentanon merupakan senyawa keton siklik yang berpotensi menimbulkan gas bersifat karsinogenik (beracun). Selain itu asam borat juga berbahaya jika terhirup, dapat menyebabkan iritasi pada membran mukosa disertai nyeri tenggorokan, batuk, dan pernapasan menjadi pendek.

Masalah krisis energi yang dihadapi dunia saat ini merupakan masalah pula bagi Indonesia yang merupakan negara dengan konsumsi bahan bakar fosil tertinggi, dapat dilihat konsumsi minyak bumi tahun 2005 sekitar 1,6 juta barel per hari, sedangkan pada tahun 2006 mencapai 1,84 barel per hari, padahal negara-negara lain seperti Jepang dan Jerman pada tahun yang sama hanya mengonsumsi kurang dari 1 juta barel per hari (Zuhra et al, 2003). Pada tahun 2013, di Amerika Serikat diproduksi sekitar 30 juta ton total plastik setiap tahunnya, namun dengan hanya sekitar 4% saja yang didaur ulang (Sarker, 2013). Selain menghasilkan energi, pembakaran sumber energi fosil juga melepaskan gas-gas, antara lain karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>), dan sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>) yang menyebabkan pencemaran udara (Damanhuri, E. 2009). Sehingga perlu dilakukan upaya penelitian terhadap bahan bakar

alternatif yang diharapkan bisa dipakai secara luas bagi masyarakat ramah lingkungan. Oleh sebab itu penelitian ini bertujuan untuk memperoleh bahan bakar cair dari pirolisis sampah plastik yang aman bagi manusia dan lingkungan, dengan nilai kalor dan mutu bahan bakar minyak yang sesuai standar.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan judul penelitian diatas peneliti dapat merumuskan masalah yaitu: Bagaimana hasil dari sampah plastik jenis PP - *polypropylene* yang dapat diubah menjadi bahan bakar alternatif.

## **C. Tujuan Penelitian**

### **1. Tujuan Umum**

Untuk mengetahui bagaimana hasil dari sampah plastik jenis PP - *polypropylene* dapat diubah menjadi bahan bakar alternatif.

### **2. Tujuan Khusus**

- 1) Untuk mengetahui bahan bakar alternatif yang dihasilkan sampah plastik PP – *Polypropylene* dapat menyalakan api pada lampu teplok.
- 2) Untuk mengetahui volume bahan bakar alternatif yang dihasilkan dari 3 kg sampah plastik jenis PP - *polypropylene*
- 3) Untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan dalam menghasilkan bahan bakar alternatif dari 3 kg sampah plastik jenis PP - *polypropylene* .

## **D. Manfaat Penelitian**

1. Bagi jurusan kesehatan lingkungan : menambah kajian ilmu tentang sampah plastik dapat diubah menjadi bahan bakar alternatif.
2. Bagi peneliti : sarana untuk mencapai tujuan study dan mengetahui sampah plastik itu dapat diubah menjadi bahan bakar alternatif.
3. Bagi masyarakat : agar masyarakat dapat mengolah sampah plastiknya supaya tidak menimbulkan masalah nantinya dan saat dalam keadaan krisis bahan bakar dapat melakukan penelitian.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Tinjauan Pustaka

Pirolisis atau devolatilisasi adalah proses fraksinasi material oleh suhu. Proses pirolisis dimulai pada suhu sekitar 230 °C, ketika komponen yang tidak stabil secara termal, dan volatile matters pada sampah akan pecah dan menguap bersamaan dengan komponen lainnya (Aprian et al, 2009). Pirolisis merupakan proses penguraian material organik secara thermal pada temperatur tinggi tanpa adanya oksigen (Mustofa et al., 2013). Plastik adalah suatu material organik sintetik atau material organik semi sintetik yang berasal dari minyak bumi dan gas alam. Dari produk plastik, dihasilkan polyethylene terephthalate (PET), high density polyethylene (HDPE), polyvinyl chloride (PVC), low density polyethylene (LDPE), polypropylene (PP), polistirena (PS), polyurethane dan polifenol, menghasilkan limbah plastik yang kira-kira terdiri dari 50-60% jenis PE, 20-30% dari PP, 10-20% PS dan, 10% PVC (Sarker, 2013).

Suhu awal reaktor pirolisis yaitu 35°C, pada rentang waktu 30 menit suhu pirolisis meningkat menjadi 50°C. Pada suhu 75 °C mulai menghasilkan minyak hasil pirolisis sampah plastik yang ditandai dengan adanya tetesan-tetesan minyak pada tempat penampungan minyak. Pada penelitian ini pada suhu 75 °C telah dihasilkan minyak plastik dikarenakan ukuran cacahan plastik yang halus dan tipis mengakibatkan proses pirolisis plastik menjadi minyak lebih cepat, yang sesuai dengan pernyataan Chaurasia dan Babu (2005) yang menyatakan bahwa seiring dengan semakin kecilnya ukuran partikel maka waktu yg dibutuhkan semakin cepat.

Penelitian mengenai penggunaan berbagai sampah plastik menjadi bahan bakar cair dengan cara pirolisis masih terus dikembangkan (Sarker, M. & Rashid 2013). Pirolisis atau devolatilisasi adalah proses fraksinasi material oleh suhu. Pirolisis dimulai pada suhu sekitar 230oC, ketika komponen yang tidak stabil secara termal dan senyawa volatile pada sampah akan pecah dan menguap bersamaan dengan komponen lainnya (Aprian et al, 2009). Penggunaan metode pirolisis memiliki keuntungan diantaranya yaitu konsumsi energi yang rendah,

proses berlangsung tanpa membutuhkan udara atau campuran hidrogen dan tidak melibatkan tekanan, polutan dan kontaminan dari proses pirolisis terkonsentrasi di dalam sebuah coke-like matriks yaitu sebuah residu padat dari proses dan pirolisis dilakukan dalam sebuah sistem tertutup sehingga tidak ada polutan yang dapat keluar (Irvantino, 2013). Zainuri dan Mustofa (2014) berhasil mengkonversi sampah plastik dengan metode pirolisis pada suhu 900 oC menghasilkan bahan bakar cair dengan nilai kalor sebesar 46,848 J/g. Penelitian yang dilakukan Endang et al (2016) menggunakan plastik jenis Low Density Polyethylene (LDPE) dan polipropilena (PP) dengan metode pirolisis berhasil memperoleh minyak sebanyak 50,08 % pada suhu 400 oC untuk plastik PP, dan 46,02 % pada suhu 300 oC untuk plastik LDPE.

## **1. Plastik**

Plastik merupakan material terbuat dari nafta yang merupakan produk turunan minyak bumi yang diperoleh melalui proses penyulingan. Plastik adalah salah satu jenis makromolekul yang dibentuk dengan proses polimerisasi. Polimerisasi adalah proses penggabungan beberapa molekul sederhana (monomer) melalui proses kimia menjadi molekul besar (makromolekul atau polimer). Plastik merupakan senyawa polimer yang unsur penyusun utamanya adalah Karbon dan Hidrogen. Untuk membuat plastik, salah satu bahan baku yang sering digunakan adalah Naphta, yaitu bahan yang dihasilkan dari penyulingan minyak bumi atau gas alam. Sebagai gambaran, untuk membuat 1 kg plastik memerlukan 1,75 kg minyak bumi, untuk memenuhi kebutuhan bahan bakunya maupun kebutuhan energi prosesnya (Kumar dkk., 2011). Lebih dari 300 metrik ton plastik diproduksi di seluruh dunia setiap tahunnya, dan 50% dari plastik yang diproduksi tersebut merupakan produk sekali pakai. Limbah plastik sekali pakai maupun yang telah digunakan beberapa kali tetap akan tersebar ke lingkungan, memenuhi sungai, laut, dan tanah (Singh et al., 2016).

Plastik hadir dalam setiap aspek kehidupan kita sehari-hari, karena sifat plastik yang menguntungkan (serbaguna, ringan, kuat, tahan lama dan murah). Plastik digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari rumah tangga dan barang-barang pribadi, pakaian dan kemasan untuk bahan bangunan dan transportasi (Santos & Duarte, 2015). Sampah plastik merupakan masalah besar, bukan

hanya di Indonesia, tetapi di seluruh dunia. Menurut Kemenperin (2013), sekitar 1,9 juta ton plastik diproduksi selama tahun 2013 di Indonesia, dengan rata-rata produksi 1,65 juta ton/tahun. Thompson et al. (2009) memperkirakan bahwa 10% dari semua plastik yang baru diproduksi akan dibuang melalui sungai dan berakhir di laut. Hal ini berarti sekitar 165 ribu ton plastik/tahun akan bermuara ke perairan laut Indonesia. Sedangkan produksi sampah semakin lama semakin meningkat seiring dengan meningkatnya populasi manusia dan perubahan pola hidup, sehingga ada kecenderungan sampah kurang bisa diatasi dengan baik (Sukarjo et al., 2014).

Padahal sebenarnya plastik memiliki sebuah dampak yang buruk bagi lingkungan kita, apabila sudah tidak digunakan lagi. Alasan lainnya mengapa limbah sampah plastik berdampak buruk bagi lingkungan sekitar. Karena sifat plastik yang memang susah untuk diuraikan oleh tanah meskipun sudah tertimbun bertahun-tahun. Plastik bisa diuraikan tanah setidaknya setelah tertimbun hingga 200 tahun. Bahkan ada sebuah penelitian yang menyebutkan bahwa suatu sampah plastik bisa terurai dalam waktu 1000 tahun lamanya. Tetapi banyak sekali masyarakat yang tidak menyadari bahaya yang ditimbulkan. Akibat pemakaian sebuah plastik terhadap pencemaran lingkungan. Berbagai macam jenis barang atau produk berbahan plastik berada di sekeliling kehidupan manusia, kehidupan sehari-hari manusia tidak bisa terlepas dari suatu barang yang berbahan plastik. Maka tentu hal ini juga berdampak pada meningkatnya jumlah sebuah sampah plastik. Jika plastik dibakar, sampah plastik akan menghasilkan sebuah asap beracun yang berbahaya bagi kesehatan yaitu jika proses pembakarannya tidak sempurna. Plastik akan mengurai di udara sebagai zat dioksin. Diperkirakan sekitar 500 juta hingga satu miliar kantong plastik digunakan di dunia tiap tahunnya. Jika limbah sampah ini dibentangkan maka dapat membungkus permukaan bumi. Setiap tahun, sekitar lebih 500 milyar – 1 triliyun kantong plastik digunakan di seluruh dunia dipermukaan bumi ini. Diperkirakan setiap orang menghabiskan sekitar 170 kantong plastik setiap tahunnya, coba kalikan dengan jumlah penduduk yang ada di kotamu, Lebih dari 17 milyar kantong plastik dibagikan secara gratis oleh toko supermarket di seluruh penjuru dunia setiap tahunnya. Kantong plastik mulai marak digunakan sejak masuknya sebuah supermarket di kota-kota besar (Nurul Qomariah dan Nursaid, 2020). Sampah plastik sering

digolongkan dalam sampah yang sulit didegradasi, karena sampah jenis ini membutuhkan waktu yang lama untuk dapat didegradasi oleh alam. Pemanfaatan sampah plastik sebagai sumber bahan bakar cair, merupakan salah satu metode yang dapat dilakukan untuk mengurangi masalah yang ditimbulkan oleh sampah plastik (Velma, 2015).

Plastik merupakan material yang terbentuk dari proses polimerisasi karbon dan hidrogen yaitu proses penggabungan beberapa molekul sederhana menjadi molekul besar. Menurut Santoso (2010); Ermawati (2011); Surono (2013) dan Obeid dkk. (2014), plastik merupakan material yang kuat dan tidak mudah pecah, ringan, anti karat, mudah diwarnai dan dibentuk, serta isolator panas dan listrik yang baik. Sifatnya tersebut menyebabkan penggunaan plastik dalam berbagai aktivitas di kehidupan sehari-hari cukup besar sehingga menghasilkan sampah dengan jumlah yang besar pula (Sarker dkk,2012; Rizka dan Juliastuti, 2013).

## **2. Sifat Termal Bahan Plastik**

Pengetahuan sifat thermal dari berbagai jenis plastik sangat penting dalam proses pembuatan dan daur ulang plastik. Sifat-sifat thermal yang penting adalah titik lebur ( $T_m$ ), temperatur transisi ( $T_g$ ) dan temperatur dekomposisi. Temperatur transisi adalah temperatur di mana plastik mengalami perengganan struktur sehingga terjadi perubahan dari kondisi kaku menjadi lebih fleksibel. Diatas titik lebur, plastik mengalami pembesaran volume sehingga molekul bergerak lebih bebas yang ditandai dengan peningkatan kelenturannya. Temperatur lebur adalah temperatur dimana plastik mulai melunak dan berubah menjadi cair. Temperatur dekomposisi merupakan batasan dari proses pencairan. Jika suhu dinaikkan di atas temperatur lebur, plastik akan mudah mengalir dan struktur akan mengalami dekomposisi. Dekomposisi terjadi karena energi thermal melampaui energi yang mengikat rantai molekul (Surono, 2013), Secara umum polimer akan mengalami dekomposisi pada suhu di atas 1,5 kali dari temperatur transisinya (Budiyantoro, 2010).

Berdasarkan sifatnya, plastik dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu thermoplastic dan thermosetting. Thermoplastic adalah bahan plastik yang bila digunakan untuk membuat material tertentu dapat didaur ulang dan dibuat menjadi bentuk material yang lain melalui proses pemanasan. Contoh

thermoplastic antara lain yaitu Polyethylene, Polypropylene, Nylon, Polycarbonate. Thermosetting adalah plastik yang jika telah dibuat dalam material tertentu, tidak dapat dicairkan untuk didaur ulang atau dibuat produk lain. Contoh plastik yang termasuk thermosetting antara lain *Phenol formaldehyde, Urea Formaldehyde, Melamine Formaldehyde* (Das & Pandey, 2007; Surono, 2013).

### **3. Dampak Plastik Terhadap Kesehatan dan Lingkungan**

Kantong plastik seperti yang kita tahu memang sangat membantu dalam keperluan dan kebutuhan kita sehari-hari. Dalam transaksi jual beli, kantong plastik berguna untuk menaruh makanan di mana memang fungsinya termasuk besar. Hanya saja, yang perlu kita ketahui sekarang adalah bahaya kantong plastik yang mengincar kita. Baik bagi lingkungan maupun kesehatan diri sendiri, kantong plastik cukup mengancam. Plastik tampaknya adalah barang biasa yang memang banyak memberikan keuntungan dan bantuan pada kita. Namun bahayanya bila sampai terurai,

#### **3.1 Dampak partikel plastik bisa berbahaya bagi kesehatan**

Pembuangan sampah secara sembarangan dapat menyebabkan berbagai masalah pada kesehatan seperti yang tertulis dibawah ini :

- 1) Bahkan menyebabkan kanker, ini dikarenakan di udara, plastik mengalami penguraian sebagai dioksin. Apabila penguraian sebagai dioksin tersebut sampai dihirup oleh manusia, bahayanya tak hanya sekadar kanker.
- 2) Bagian sistem saraf kita pun mampu terserang sehingga terjadi kerusakan. Gangguan sistem saraf ini pun biasanya akan berimbas juga pada kinerja organ-organ dalam tubuh kita yang lain. Ini biasanya dikarenakan pembakaran plastik tidak berjalan sempurna.
- 3) Depresi biasanya berawal dari kondisi stres yang sudah menjadi parah. Hal ini pada umumnya disebabkan oleh masalah internal maupun eksternal di mana depresi kemudian berujung gangguan jiwa dan mental. Hanya saja, potensi depresi ini dapat disebabkan oleh paparan senyawa berbahaya dari plastik yang saat proses pembakaran tak sempurna. Berbagai masalah kesehatan dapat dipicu oleh penggunaan dan bahkan pembakaran kantong plastik. Perlu kita ketahui bersama bahwa kantong plastik, khususnya yang datang dengan

warna hitam itu rata-rata adalah produk daur ulang. Maka bila makanan panas yang langsung ditaruh di sana akan lebih berisiko memengaruhi organ dalam kita, tak terkecuali bagian hati. Baik wanita maupun pria sebaiknya berhati-hati dan senantiasa menggunakan kantong plastik dengan benar.

- 4) Gangguan reproduksi adalah salah satu ancaman terbesar akan kantong plastik. Ini disebabkan oleh adanya bahan kimia tambahan yang beragam ada di dalam kantong plastik. Sisa monomer yang tidak bereaksi terhadap plastik pun juga menyebabkan gangguan kesehatan satu ini. Masih dengan alasan yang sama, bahan kimia berbahaya di dalam kantong plastik cukup tak terduga. Salah satu senyawa yang ada di dalam kantong plastik penyebab gangguan kesehatan seperti kanker dan radang paru-paru adalah PET atau sebutan lainnya adalah *Polyethylene Terephthalate*. Ada zat karsinogenik yang bakal keluar dari penggunaan botol atau kantong plastik, terutama saat terkena paparan panas. Tak hanya berbahaya bagi kesehatan, kantong plastik juga sangat berbahaya bila pembuangannya tidak pada tempat yang tepat.
- 5) Senyawa ini sangat berbahaya bila terhirup oleh manusia. Dampaknya antara lain seperti memicu penyakit hepatitis, pembengkakan hati, gangguan sistem saraf.

### **3.2 Dampak sampah plastik bagi lingkungan**

Pembuangan sampah secara sembarangan dapat menyebabkan berbagai masalah pada lingkungan seperti yang tertulis dibawah ini :

- 1) Pembuangan sebuah sampah plastik sembarangan di sungai-sungai akan mengakibatkan pendangkalan suatu sungai, Kantong plastik ini bakal menyebabkan penyumbatan saluran air serta tanggul. Banjirlah yang kemudian menjadi akibatnya dan pastinya akan merugikan suatu lingkungan tempat tinggal tertentu, karena menyumbat semua saluran-saluran air, tanggul, Sehingga mengakibatkan bencana banjir bahkan yang terparah merusak turbin waduk.
- 2) Ini menyebabkan kantong plastik bisa membludak dan membahayakan bagi bumi kita. Jika bahaya sampah plastik bagi lingkungan, akan merusak ekosistem. Tercemarnya sebuah tanah, air tanah dan makhluk bawah tanah. Racun-racun dari suatu partikel limbah plastik yang masuk ke dalam tanah akan membunuh hewan-hewan pengurai di dalam tanah seperti cacing. itulah dampak bahaya sampah plastik bagi lingkungan. PCB yang tidak dapat terurai meskipun

termakan oleh sebuah binatang maupun tanaman. Maka bisa mengakibatkan sebuah penyakit dan dampak yang merugikan bagi lingkungan sekitar. Maka dari itu bahaya sampah plastik bagi lingkungan. Kantong plastik akan mengganggu suatu jalur air yang meresap ke dalam tanah. Menurunkan kesuburan tanah karena sebuah limbah plastik juga menghalangi sirkulasi udara di dalam tanah dan ruang gerak makhluk bawah tanah yang mampu menyuburkan sebuah tanah. Kantong sampah plastik yang sukar diurai ini, mempunyai umur yang panjang, dan ringan akan mudah diterbangkan angin hingga ke laut sekalipun.

3) Hewan-hewan yang dapat terjatuh dalam sebuah tumpukan plastik. Itu suatu penyebab bahaya sampah plastik. Hewan-hewan di laut seperti ikan lumba-lumba, penyu laut, dan anjing laut menganggap kantong-kantong plastik tersebut adalah makanan dan akhirnya mati karena tidak dapat mencerna sebuah sampah plastik tersebut. Itu dampak bahaya sampah plastik. Ketika hewan itu mati kantong plastik yang berada di dalam tubuhnya itu tetap tidak akan hancur menjadi bangkai dan dapat meracuni hewan lainnya. Hewan yang berada di laut pun akan mengalami kerugian akibat kantong plastik. Akibat dari tumpukan plastik yang pembuangannya tak tepat bisa membuat para hewan tersebut menderita. Kemungkinan bagi mereka untuk terjatuh dalam timbunan plastik sangat besar, apalagi kalau para hewan tersebut sampai mengonsumsinya, Misalnya seekor hewan memakan kantong plastik dan mati, kantong plastik setelah dimakan dan berada di dalam tubuh hewan tersebut pun tak akan bisa hancur hanya tubuh hewannya saja yang menjadi bangkai, tapi plastik itu tidak bisa hancur. Inilah yang kemudian bisa menjadi racun dan menyebar ke hewan maupun makhluk hidup lainnya. (Nurul Qomariah dan Nursaid, 2020)

Sementara semakin banyak organisasi dan negara yang melarang penggunaan dan produksi plastik, produsen plastik terkemuka di dunia berencana untuk meningkatkan produksi hampir sepertiga selama lima tahun berikutnya, seperti yang dilaporkan oleh World Economic Forum Pada tahun 1974, konsumsi plastik global setiap tahun adalah dua kilogram (4,4 pon) per kapita. Hari ini, ini telah meningkat menjadi 43 kilogram (sekitar 95 pound) dan jumlah ini masih akan meningkat. Jika konsumsi plastik terus naik pada laju saat

ini, seperti yang dilaporkan National Geographic, pada tahun 2050 akan ada 12 miliar metrik ton total plastik di tempat pembuangan sampah (Nurul Qomariah dan Nursaid, 2020).

#### **4. Pirolisis**

Pirolisis berasal dari kata Pyro (*Fire/Api*) dan Lyo (*Loosening/Pelepasan*) untuk dekomposisi termal dari suatu bahan organik. Pirolisis merupakan suatu bentuk penguraian bahan organik secara kimia melalui pemanasan tanpa atau sedikit oksigen atau reagen lainnya. Proses pirolisis atau devolatilisasi merupakan proses perengkahan plastik pada suhu tinggi dimulai pada temperature sekitar 230°C. Perengkahan plastik pada suhu tinggi adalah proses paling sederhana untuk daur ulang plastik. Pada senyawa yang berderajat polimerisasi tinggi, pirolisis merupakan reaksi depolimerisasi dan pada suhu tinggi mengikuti mekanisme radikal bebas. Reaksi ini melalui tiga tahap yaitu, tahap memulai, tahap perambatan dan tahap penghentian. Pada proses ini material polimer atau plastik dipanaskan pada suhu tinggi. Proses pemanasan ini menyebabkan struktur makro molekul dari plastik terurai menjadi molekul yang lebih kecil dan hidrokarbon rantai pendek terbentuk. Produk yang dihasilkan berupa fraksi gas, residu padat dan fraksi cair yang mengandung parafin, olefin, naphthan, dan aromatis. Hasil proses pirolisis ini dipengaruhi oleh jenis dan karakteristik bahan baku yang digunakan, waktu dan suhu proses (Landi dkk, 2017). Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengkonversi sampah reactor menjadi bahan bakar cair, antara lain: *pyrolysis, thermal cracking, and reactor cracking*. Diantara ketiga metode tersebut, metode pirolisis adalah metode yang dianggap paling menjanjikan. Pirolisis berasal dari dua kata yaitu pyro yang berarti panas dan lysis yang berarti penguraian atau degradasi, sehingga pirolisis berarti penguraian biomassa oleh panas pada suhu lebih dari 150°C. Pirolisis merupakan proses thermal cracking yaitu proses perekahan atau pemecahan rantai polimer menjadi senyawa yang lebih sederhana melalui proses thermal (pemanasan/pembakaran) dengan tanpa maupun sedikit oksigen. Penelitian mengenai penggunaan berbagai sampah plastik menjadi bahan bakar cair dengan cara pirolisis masih terus dikembangkan saat ini (Moinuddin et al,

2013) dan dapat digunakan sebagai bahan bakar pengganti bahan bakar fosil (Suryo et al, 2011).

Pirolisis merupakan proses endotermis artinya proses pirolisis hanya bisa terjadi ketika dalam sistem diberikan energi panas. Energi panas yang dibutuhkan pada proses ini dapat bersumber dari tenaga listrik maupun dari tungku pembakaran dengan bahan bakar berupa limbah kayu seperti potongan-potongan kayu, serbuk gergaji, dan lain-lain. Istilah lain dari pirolisis adalah "*destructive distillation*" atau destilasi kering, merupakan proses penguraian yang tidak teratur dari bahan-bahan organik yang disebabkan oleh adanya pemanasan tanpa berhubungan dengan udara luar (Wahyudi dkk, 2018) Plastik yang mengalami proses pirolisis akan terdekomposisi menjadi material-material pada fase cair dalam bentuk minyak bakar, fase gas berupa campuran gas yang dapat terkondensasi maupun tidak dapat terkondensasi dan fase padat berupa residu. Dibandingkan dengan bio-fuel seperti biodiesel maupun bioetanol, minyak hasil pirolisis plastik memiliki beberapa kelebihan. Minyak hasil pirolisis tidak mengandung air sehingga nilai kalorinya lebih besar. Selain itu, minyak hasil pirolisis tidak mengandung oksigen sehingga tidak menyebabkan korosi. Dengan komponen yang hampir sama dengan bahan bakar minyak, maka kami bermaksud membuat alat pengolah limbah sampah plastik menjadi bahan bakar alternatif sebagai upaya untuk mengatasi kelangkaan energi dan mengatasi polusi lingkungan akibat sampah plastik yang sulit terurai.

Plastik yang mengalami proses pirolisis akan terdekomposisi menjadi material-material pada fase cair dalam bentuk minyak bakar, fase gas berupa campuran gas yang dapat terkondensasi maupun tidak dapat terkondensasi dan fase padat berupa residu maupun tar (Hamidi dkk, 2013). Dibandingkan dengan bio-fuel seperti biodiesel maupun bioetanol, minyak hasil pirolisis plastik memiliki beberapa kelebihan. Minyak hasil pirolisis tidak mengandung air sehingga nilai kalorinya lebih besar. Selain itu, minyak hasil pirolisis tidak mengandung oksigen sehingga tidak menyebabkan korosi (Hidayah & Syafrudin, 2018). Salah satunya adalah dengan cara mengonversi sampah plastik menjadi minyak. Hal ini bisa dilakukan karena pada dasarnya plastik berasal dari minyak bumi, sehingga tinggal dikembalikan ke bentuk semula. Selain itu plastik juga mempunyai nilai kalor cukup tinggi, setara dengan bahan bakar fosil seperti bensin dan solar.

Dalam plastik juga terkandung unsur yang lain seperti oksigen, nitrogen, chlor, dan belerang. Komponen utama yang menyusun bahan bakar minyak (BBM) adalah sama juga dengan senyawa hidrogen.

## 5. Jenis-jenis plastik

Polyethylene (PE), polypropylene (PP), polyvinyl chloride (PVC), polystyrene (PS) dan polyethylene terephthalate (PET) yang memiliki densitas rendah dan tinggi, merupakan plastiksintetis yang paling banyak digunakan dan menjadi polutan di lingkungan pesisir dan laut (Andrady, 2011; Engler, 2012).

### IDENTIFIKASI JENIS PLASTIK

Kode						
Jenis polimer	PETE ( Polyethylene Terephthalate)	HDPE ( High Density Polyethylene)	V ( Polyvinyl Chloride )	LDPE( Low Density Polyethylene)	PP ( Polypropylene )	PS( Polystyrene)
Penggunaan	Botol Plastik, botol minyak sayur, tempat makan ovenproof	Botol susu/ jus yang berwarna putih, kemas mentega	Botol deterjen/ sampo, pipa saluran	Kantong belanja (kresek) pembungkus makanan segar, botol yang dapat ditekan .	Pembungkus biscuit, botol minuman/ obat, sedotan.	Styrofoam, CD, wadah makanan beku/ siap saji.

Rekomendasi	Sekali pakai	Sekali pakai	Sulit didaur ulang, berbahaya	Sulit dihancurkan tetapi tetap baik untuk tempat makanan	Pilihan baik untuk bahan plastik penyimpanan makanan dan minuman.	Hindari
-------------	--------------	--------------	-------------------------------	--	---	---------

Gambar 2.1 Jenis-jenis plastik dan keterangan

### 5.1 PET — Polyethylene Terephthalate

- 1) Mayoritas bahan reactor PET di dunia untuk serat sintesis (sekitar 60 %), dalam pertekstilan PET biasa disebut dengan polyester (bahan dasar botol kemasan 30 %). Botol Jenis PET/PETE ini direkomendasikan HANYA SEKALI PAKAI. Bila terlalu sering dipakai, apalagi digunakan untuk menyimpan air hangat apalagi panas, akan mengakibatkan lapisan polimer pada botol tersebut akan meleleh dan mengeluarkan zat karsinogenik (dapat menyebabkan kanker).
- 2) Titik lelehnya 85°C
- 3) Di dalam membuat PET, menggunakan bahan yang disebut dengan antimon trioksida, yang berbahaya bagi para pekerja yang berhubungan dengan pengolahan ataupun daur ulangnya, karena antimon trioksida masuk ke dalam tubuh melalui sistem pernafasan, yaitu akibat menghirup debu yang mengandung senyawa tersebut.
- 4) Terkontaminasinya senyawa ini dalam periode yang lama akan mengalami: iritasi kulit dan saluran pernafasan.
- 5) Bagi pekerja wanita, senyawa ini meningkatkan masalah menstruasi dan keguguran, pun bila melahirkan, anak mereka kemungkinan besar akan mengalami pertumbuhan yang lambat hingga usia 12 bulan.

### 5.2 HDPE — High Density Polyethylene

- 1) HDPE merupakan salah satu bahan plastik yang aman untuk digunakan karena kemampuan untuk mencegah reaksi kimia antara kemasan plastik berbahan HDPE dengan makanan/minuman yang dikemasnya.
- 2) HDPE memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras, buram dan lebih tahan terhadap suhu tinggi jika dibandingkan dengan plastik dengan kode PET.
- 3) Ada baiknya tidak menggunakan wadah plastik dengan bahan HDPE terus menerus karena walaupun cukup aman tetapi wadah plastik berbahan HDPE akan melepaskan senyawa antimon trioksida secara terus menerus.

### **5.3 V — Polyvinyl Chloride**

- 1) Bahan ini lebih tahan terhadap bahan senyawa kimia, minyak, dll.
- 2) PVC mengandung DEHA yang dapat bereaksi dengan makanan yang dikemas dengan plastik berbahan PVC ini saat bersentuhan langsung dengan makanan tersebut, titik lelehnya 70 – 140°C
- 3) Kandungan dari PVC yaitu DEHA yang terdapat pada plastik pembungkus dapat bocor dan masuk ke makanan berminyak bila dipanaskan.
- 4) Reaksi yang terjadi antara PVC dengan makanan yang dikemas dengan plastik ini berpotensi berbahaya untuk ginjal, hati dan penurunan berat badan.
- 5) Jika jenis plastik PVC ini dibakar dapat mengeluarkan racun.
- 6) Sebaiknya kita mencari alternatif pembungkus makanan atau kemasan minuman, seperti bahan alami (daun pisang misalnya).

### **LDPE — Low Density Polyethylene**

- 1) Sifat mekanis jenis reactor LDPE adalah kuat, agak tembus cahaya, fleksibel dan permukaan agak berlemak. Pada suhu di bawah 60°C sangat resisten terhadap senyawa kimia, daya proteksi terhadap uap air tergolong baik, akan tetapi kurang baik bagi gas-gas yang lain seperti oksigen.
- 2) Plastik ini dapat didaur ulang, baik untuk barang-barang yang memerlukan fleksibilitas tetapi kuat, dan memiliki resistensi yang baik terhadap reaksi kimia.
- 3) Biasanya plastik jenis ini digunakan untuk tempat makanan, plastik kemasan, botol yang lunak.

- 4) Barang berbahan LDPE ini sulit dihancurkan, tetapi tetap baik untuk tempat makanan atau minuman karena sulit bereaksi secara kimiawi dengan makanan atau minuman yang dikemas dengan bahan ini (Karuniastuti, 2013).

#### **5.4 PP — Polypropylene**

- 1) Karakteristik PP adalah botol transparan yang tidak jernih atau berawan. Polipropilen lebih kuat dan ringan dengan daya tembus uap yang rendah, ketahanan yang baik terhadap lemak, stabil terhadap suhu tinggi dan cukup mengkilap
- 2) Carilah dengan kode angka 5 bila membeli barang berbahan reeactor untuk menyimpan kemasan berbagai makanan dan minuman.
- 3) Titik lelehnya 165°C

#### **5.5 PS — Polystyrene**

- 1) Polystyrene merupakan polimer aromatik yang dapat mengeluarkan bahan styrene ke dalam makanan ketika makanan tersebut bersentuhan.
- 2) Bahan ini harus dihindari, karena selain berbahaya untuk kesehatan otak, mengganggu hormon estrogen pada wanita yang berakibat pada masalah reproduksi, pertumbuhan dan sistem syaraf, juga bahan ini sulit didaur ulang. Bila didaur ulang, bahan ini memerlukan proses yang sangat panjang dan lama.
- 3) Jika tidak tertera kode angka dibawah kemasan plastik, maka bahan ini dapat dikenali dengan cara dibakar (cara terakhir dan sebaiknya dihindari). Ketika dibakar, bahan ini akan mengeluarkan api berwarna kuning-jingga, dan meninggalkan jelaga.
- 4) Titik leleh pada 95°C

#### **5.6 LAIN-LAIN**

- 1) Bahan dengan tulisan Other berarti dapat berbahan SAN – *styrene acrylonitrile*, ABS – *acrylonitrile butadiene styrene*, PC – *polycarbonate*, Nylon.
- 2) PC – polycarbonate, dapat mengeluarkan bahan utamanya yaitu Bisphenol-A ke dalam makanan dan minuman yang berpotensi merusak

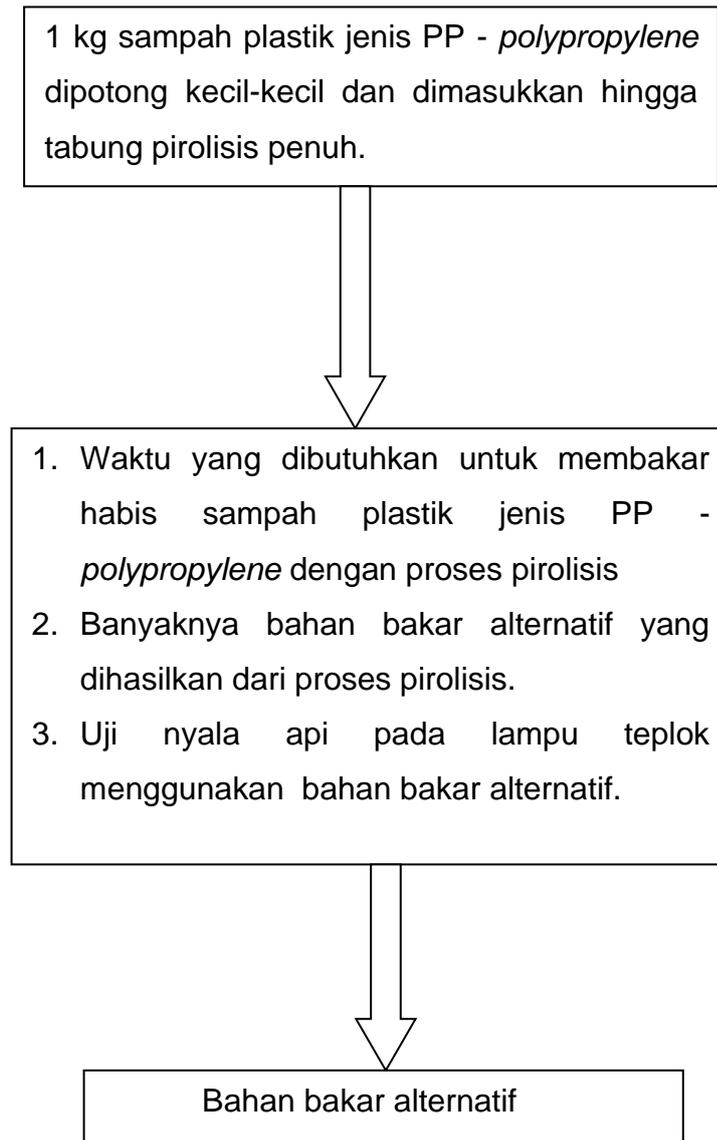
reactorreactor, kromosom pada ovarium, penurunan produksi sperma, dan mengubah fungsi imunitas.

- 3) Dianjurkan untuk tidak dipergunakan untuk tempat makanan ataupun minuman karena Bisphenol-A dapat berpindah ke dalam minuman atau makanan jika suhunya dinaikkan karena pemanasan. Padahal biasanya botol susu dipanaskan dengan cara direbus atau dengan microwave untuk tujuan sterilisasi atau dituangkan air mendidih atau air panas.
- 4) SAN dan ABS memiliki resistensi yang tinggi terhadap reaksi kimia dan suhu, kekuatan, kekakuan, dan tingkat kekerasan yang telah ditingkatkan.
- 5) SAN dan ABS merupakan salah satu bahan plastik yang sangat baik untuk digunakan.

Plastik dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu thermoplastic dan termosetting. Thermoplastic adalah bahan plastik yang jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, akan mencair dan dapat dibentuk kembali menjadi bentuk yang diinginkan. Sedangkan termosetting adalah plastik yang jika telah dibuat dalam bentuk padat, tidak dapat dicairkan kembali dengan cara dipanaskan (Surono, 2013).

## B. Kerangka Konsep

### Mengubah Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Alternatif



Gambar 2.2 Kerangka konsep

### C. Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi	Alat ukur	Skala ukur
1.	Bahan bakar alternatif	Hasil dari proses membakar sampah plastik dengan proses pirolisis diatas tungku pembakaran gas elpiji.	Observasi	ratio
2.	Volume bahan bakar alternatif	Banyaknya bahan bakar alternatif yang dihasilkan dari proses pirolisis.	Timbangan	rasio
3.	Sampah plastik jenis PP-polypropylene	Sampah plastik jenis PP-polypropylene adalah seperti plastik kresek (kantongan belanja).	Timbangan	rasio
4.	Waktu	Waktu yang dibutuhkan untuk membakar habis sampah plastik dengan proses pirolisis.	Timer	ratio
5.	Lampu teplok	Lampu teplok akan menyala dengan menggunakan sumber bahan bakar alternatif	Observasi	ratio
6.	Uji nyala api	Uji nyala api dengan cara menumpahkan bahan bakar	Observasi	ratio

		alternatif ke pipa besi		
7.	Prosespirolisis	Membakar langsung tanpa oksigen menggunakan kompor gas elpiji	Observasi	ratio

Tabel 2.1 Definisi operasional

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis dan Desain Penelitian**

##### **1. Jenis penelitian**

Jenis penelitian ini adalah eksperimental dengan melakukan pengamatan terhadap bahan bakar alternative dalam uji nyala api lampu teplok.

##### **2. Desain penelitian**

Pada penelitian ini, desain penelitian yang digunakan adalah desain eksperimen (*one shot case study*) karena dalam penelitian ini uap plastik hasil pirolisis sampah plastik akan dijadikan bahan bakar alternatif.

#### **B. Lokasi dan Waktu Penelitian**

##### **1. Lokasi penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Kampung Pelita Selat Besar, Bilah Hilir, Kabupaten Labuhan batu.

##### **2. Waktu penelitian**

Waktu penelitian dilakukan pada bulan maret – juni 2021

#### **C. Objek penelitian**

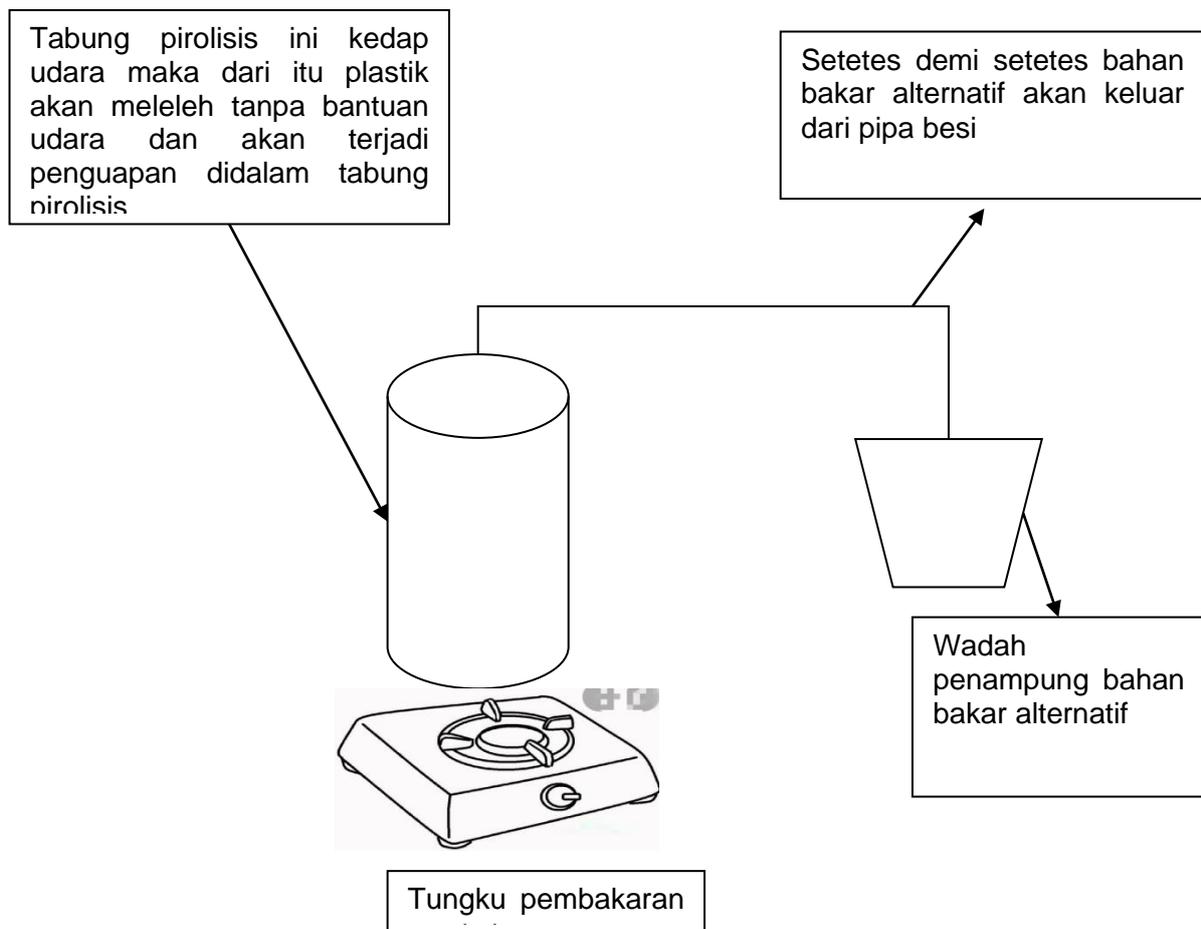
Yang menjadi objek penelitian ini adalah sampah plastik jenis *Polypropylene* seperti tempat air minum yang berserakan yang ada di sekitar rumah di Kampung Pelita Selat Besar, Bilah Hilir, Kabupaten Labuhan batu.

#### **D. Prosedur pelaksanaan penelitian**

##### **Alat Penelitian**

- 1) Tabung pirolisis
- 2) Pipa besi
- 3) Wadah penampung minyak pirolisis

## ALAT PIROLISIS SAMPAH PLASTIK



Gambar 3. 1 Rangkaian alat pirolisis plastik

## **Bahan penelitian**

- 1) Sampah plastik PP - *Polypropylene* sebanyak 3 kg

## **Cara Kerja :**

### **a. Pembuatan Tabung Pirolisis**

- Tabung pyrolisis terbuat dari besi memiliki tinggi 23 cm dan lebar 23 cm
- Tabung pirolisis diambil dari sisa-sisa tabung kulkas yang terdapat dibagian bawah kulkas
- Beri lubang pada bagian tabung pirolisis sesuai dengan ukuran pipa besi yang sudah disediakan dengan panjang 11,43 cm.
- Tabung tersebut akan digabungkan dengan pipa besi dengan cara di las
- Tabung tersebut diberi tutup agar mudah memasukkan sampah plastik
- Bersihkan tabung pyrolisis dengan cara mencucinya sampai bersih

### **b. Proses pembuatan bahan bakar alternatif**

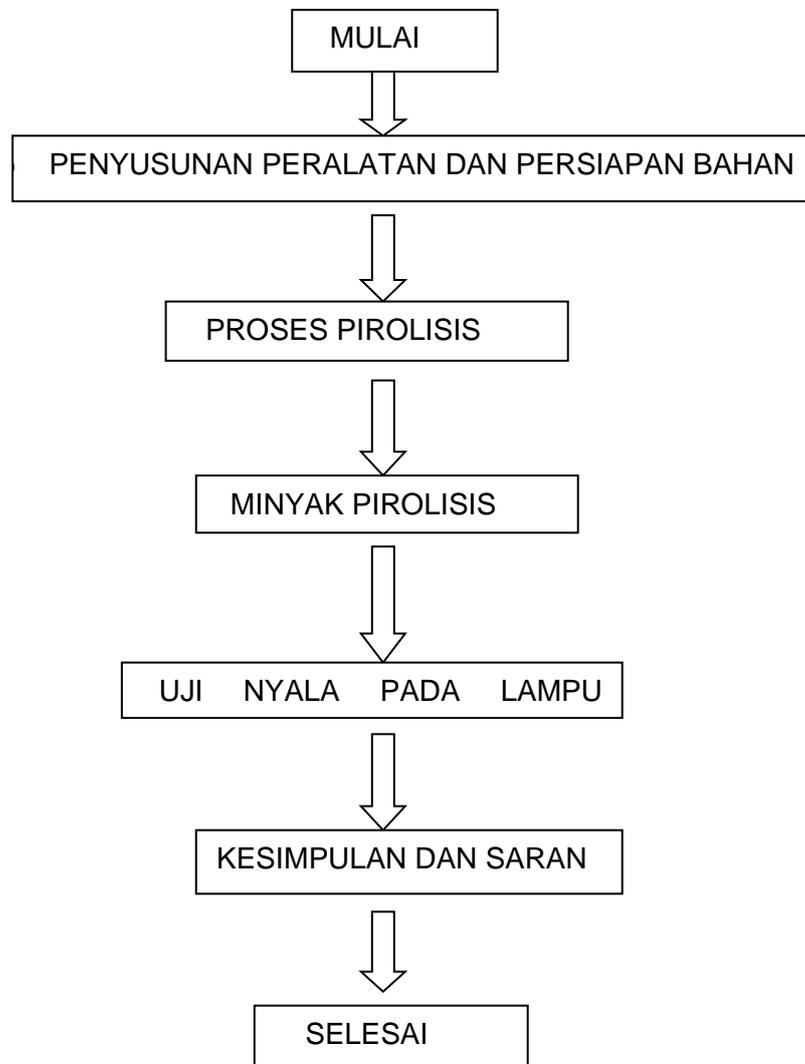
- Sampah plastik jenis *Polypropylene* dimasukkan kedalam tabung pirolisis sampai penuh.
- Sampah plastik tersebut sudah bersih dan tidak mengandung air dan sudah dipotong kecil-kecil
- Langsung dibakar didalam tabung pirolisis tanpa oksigen secara bertahap
- Nyalakan kompor gas elpiji
- Setelah pembakaran selesai, selanjutnya akan terjadi penguapan
- Penguapan tersebut akan mengalir melalui pipa yang bersatu dengan tabung pirolisis tersebut.
- Kemudian siapkan wadah penampung bahan bakar alternatif.

## **E. Pengolahan dan Analisis data**

### **1. Analisis data**

Penelitian ini menggunakan teknik analisis deskriptif yaitu dengan mengamati secara langsung hasil eksperimen kemudian menyimpulkan dan menentukan hasil penelitian yang telah dilakukan. Hasil minyak yang diperoleh dalam hal penelitian ini adalah pengukuran volume minyak plastik yang dihasilkan.

## DIAGRAM ALIR PENELITIAN



Tabel. 3.1 Diagram alir pengolahan sampah plastik

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. HASIL

##### 1. Sistem Pelaksanaan Proses Pirolisis

Sampah plastik yang telah dikeringkan dan dipilah dari zat pengotor, dipotong dengan ukuran rerata 1-5 cm. Kemudian ditimbang dengan berat awal 340 gram. Masukkan sampah plastik kering seberat 340 gram kedalam reaktor. Kemudian nyalakan kompor tunggu dengan waktu yang di sesuaikan. Lalu kompor akan dimatikan pada waktu 30 menit sudah berlalu. Kemudian ketika minyak sudah mulai keluar melalui pipa besi lalu diamati hasilnya. Sebelum dipergunakan, sampah plastik dijemur terlebih dahulu pada panas matahari. Selanjutnya dipilah dari pengotor tanah lalu dipotong-potong dalam ukuran tertentu dan timbang.

##### a) Proses mengumpulkan Sampah plastik jenis polypropylene

Sampah plastik jenis polypropylene yang sudah dikumpulkan sebanyak 3 kg yang didapat dari warung-warung setempat dan sekitar rumah masyarakat yang berserakan kemudian dicuci sampai bersih dan dikeringkan dibawah sinar matahari.



Gambar 4.1 pengumpulan sampah plastik

##### b) Proses memotong sampah palstik jenis polypropylene

Sampah plastik jenis polypropylene dipotong menggunakan gunting sampai dengan ukuran kecil-kecil agar memudahkan untuk masuk kedalam tabung dan mempercepat proses pirolisis.



Gambar 4.2 Sampah plastik yang sudah digunting kecil-kecil

- c) Proses memasukkan Sampah plastik jenis polypropylene  
Sampah plastik jenis polypropylene akan dimasukkan kedalam tabung sebanyak 340 gram dalam sekali proses pirolisis akan membutuhkan waktu pirolisis selama 3 menit .



Gambar 4.3 Tabung reaktor pirolisis

- d) Proses pirolisis sedang berlangsung menggunakan gas LPG 3 kg  
Saat proses pirolisis berlangsung sampah plastik akan terdekomposisi dan akan mengeluarkan uap-uap yang akan menuju melalui pipa dan kemudian akan mengembun diwadah penampung minyak.



Gambar 4.4 Proses pengolahan pirolisis

Dari serangkaian uji coba yang telah dilakukan seperti dokumentasi pada halaman sebelumnya, maka diperoleh hasil berupa cairan pekat yang berupa bahan bakar minyak yang diasumsikan berjenis solar (Reza Oktora dkk, 2019) . Dari prototipe alat pirolisis sederhana yang telah berhasil dibuat masih membutuhkan uji coba lanjutan, karena untuk dapat menghasilkan minyak mentah butuh waktu penguapan yang lumayan lama serta kemurnian minyak belum sempurna. Uji nyala juga telah dilakukan, dan hasilnya sangat memuaskan. Dimana material yang dilakukan uji nyala langsung terbakar secara sempurna. Begitupun, untuk lama nyala belum dapat diobservasi berapa lama titik nyala dari api hasil pembakaran menggunakan minyak ekstraksi dari limbah plastik tersebut.

Dari hasil uji coba Reaktor Pengolahan Limbah Plastik menjadi minyak diatas belum dapat diperoleh jenis bahan bakar alternatif yang spesifik, seperti jenis bensin ataupun minyak tanah. Namun jika dilihat dari hasil awal, sudah mendekati jenis minyak solar. Observasi awal mengindikasikan bahwa jenis plastik tertentu dan temperatur yang digunakan dalam proses pengolahan. Seperti diketahui teknik pirolisis adalah suatu teknik yang dapat menghancurkan dan melelehkan sampah-sampah plastik hingga menjadi sejenis minyak, dengan cara memanaskan mesin tersebut pada suhu tertentu. Artinya semakin tinggi suhu yang dihasilkan maka akan semakin cepat proses penyulingan limbah tersebut.



Gambar 4.5 Hasilbahan bakar pirolisis

Yang menunjukkan bahwa minyak pirolisis PP lebih kental karena struktur kimia plastik PP lebih panjang dimana semakin panjang ikatan struktur kimia, maka viskositas akan semakin besar. Pada suhu rendah minyak pirolisis yang dihasilkan akan cenderung membentuk lilin dimana semakin tinggi suhu operasi pirolisis maka produksi lilin akan semakin berkurang (Ademiluyi, 2007)

## **2. Uji nyala bahan bakar pada lampu teplok**

Pada pengujian nyala hasil minyak yang dilakukan pada gambar dibawah menunjukkan tingkat waktu menyala adalah bisa bertahan hingga 10 menit dengan kapasitas minyak sebanyak 5 ml. Ketika minyak habis dan api mati pada sisa pembakaran tidak menimbulkan residu.



Gambar 4.6 Penyalaanlampu teplok

**Tabel. 4.1 Hasil penelitian pembuatan bahan bakar alternatif  
pada proses pirolisis**

<b>percobaan ke</b>	<b>No</b>	<b>Beratsampah plastik (gr )</b>	<b>Waktu pirolisis (menit)</b>	<b>Volume</b>	<b>Banyakgas yang digunakan</b>
<b>percobaan 1</b>		340 gr	30 menit	0ml	0,3 kg
		330 gr	30 menit	3ml	0,3 kg
		330 gr	30menit	2ml	0,3 kg
<b>percobaan 2</b>		340 gr	30menit	2ml	0,3 kg
		330 gr	30menit	2ml	0,3 kg
		330 gr	30menit	1ml	0,3 kg
<b>percobaan 3</b>		340 gr	30menit	2ml	0,3 kg
		330 gr	30menit	1ml	0,3 kg
		330 gr	30menit	1ml	0,3 kg
<b>jumlah</b>		3000 gr	270 menit	14ml	2,7kg
<b>rata-rata</b>		1000 gr	90 menit	-	0,9 kg

## **B. PEMBAHASAN**

Penggunaan plastik disatu sisi telah mendatangkan manfaat yang cukup besar, namun di sisi lain karena sifatnya yang kurang baik terhadap kesehatan dan juga sulit diurai oleh lingkungan maka produk plastik dan sampahnya akan menimbulkan masalah baru. Namun demikian, keberadaannya tidak bisa terlepas dari kehidupan manusia sehingga manusia perlu mengantisipasi pemakaian plastik dan pembuangan sampah plastik dengan benar sehingga tidak menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan dan lingkungan. Sampah plastik jika dikelola dengan benar yaitu memakai konsep produksi bersih (3R) limbah dan menciptakan iklim usaha yang menguntungkan serta dapat menyerap tenaga kerja yang cukup besar.

Penerapan 3 R :

1. Reduce berarti aksi mencegah munculnya sampah dan mengurangi sampah yang dihasilkan. Perilaku reduce dapat secara akan mengurangi volume sampah sehingga sampah tidak akan hanya berpindah tempat.
2. Reuse berarti aksi menggunakan kembali barang sehingga tidak lekas menjadi sampah. Upaya guna ulang suatu produk ini dilakukan tanpa adanya proses perubahan fisika, kimiawi dan biologis.
3. Recycle berarti aksi mengubah barang bekas menjadi barang baru agar tetap bermanfaat, tidak menumpuk di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) atau mencemari lingkungan. Langkah awal yang dapat dilakukan adalah membuang sampah ditempat sampah terpilah agar mudah didaur ulang atau membawanya ke pelaku daur ulang, seperti bank sampah atau pemulung.

### **1. Sarana dan Prasarana**

#### **a) Waktu pirolisis**

Waktu pirolisis merupakan lamanya proses pirolisis yang berlangsung untuk mengolah sampah plastik menjadi minyak pirolisis. Lamanya proses pirolisis dihitung menggunakan stopwatch dari mulai pemanasan reaktor yang berisi sampah plastik hingga berakhirnya proses pirolisis yang ditandai dengan tidak dihasilkannya gas. Lamanya proses pirolisis juga bergantung pada keadaan ruangan sekitar tempat proses pirolisis, seperti angin yang

bertiup kencang akan mengganggu nyala api pada kompor, yang akan menyebabkan suhu pada tabung reaktor terganggu. Karena, ketika suhu pada tabung reaktor tidak stabil maka akan mempengaruhi volume minyak menjadi sedikit dan waktu pirolisis menjadi lama. Selain itu, sebaiknya pada saat memanaskan tabung reaktor menggunakan kompor yang memiliki nyala api yang besar agar waktu proses pirolisis lebih cepat.

#### **b) Volume minyak**

Volume minyak yang sedikit, disebabkan pula oleh tabung reaktor yang tidak tertutup rapat atau terdapat celah kebocoran pada bagian bawah tabung. Sehingga, ada gas yang terbuang begitu saja, tanpa melalui proses kondensasi. Kebocoran tabung reaktor karena besi pada tabung memiliki lapisan yang tipis sehingga, mudah bocor terutama ketika membersihkan residu plastik di dalam reaktor.

Faktor lainnya disebabkan oleh pengulangan memasukkan sampah plastik sebanyak 9 kali dikarenakan alat pirolisis yang kecil dan itu juga membutuhkan waktu pendinginan alat pirolisis 5 menit agar sampah plastik dapat dimasukkan kembali kedalam alat pirolisis.

Jika pada penelitian yang lain suhu awal reaktor pirolisis yaitu 35°C, pada rentang waktu 30 menit suhu pirolisis meningkat menjadi 50°C. Pada suhu 75 °C mulai menghasilkan minyak hasil pirolisis sampah plastik yang ditandai dengan adanya tetesan-tetesan minyak pada tempat penampungan minyak. Pada penelitian ini pada suhu 75 °C telah dihasilkan minyak plastik dikarenakan ukuran cacahan plastik yang halus dan tipis mengakibatkan proses pirolisis plastik menjadi minyak lebih cepat, yang sesuai dengan pernyataan Chaurasia dan Babu (2005) yang menyatakan bahwa seiring dengan semakin kecilnya ukuran partikel maka waktu yg dibutuhkan semakin cepat. Pengaruh suhu pirolisis terhadap volume minyak yang dihasilkan.

#### **c) Tekanan regulator gas**

Karena proses pirolisis menggunakan gas LPG tekanan regulator gas 0,9 kg/jam jadi tekanan gas yang habis dipakai untuk proses pirolisis plastik sebanyak 2,7 kg dan lama proses pirolisis 270 menit. Itu merupakan jumlah

yang banyak untuk tekanan gas LPG yang dibutuhkan untuk membakar sampah plastik dengan proses pirolisis.

**d) Reaktor pirolisis**

Reaktor pirolisis berbahan dasar besi padat berbentuk silinder dengan kapasitas 340 gram dan berdiameter 15 cm dan tinggi 14 cm. Penutup reactor dibuat dengan memasang mur dan baut berjumlah 1 pasang dengan ukuran 24 mm. Tujuan dirancang penutup seperti yang terlihat pada gambar diatas adalah untuk menghindari hilangnya panas keluar reaktor pirolisis sehingga proses pembakaran berjalan sempurna. Sumber panas menggunakan kompor gas dengan bahan bakar LPG.

Pada eksperimen sebelumnya peneliti pernah menggunakan kaleng-kalengan untuk tabung pirolisis dan tungku pembakaran dari bahan bakar dari kayu, tetapi pada saat proses pirolisis berlangsung tutup pada kaleng tersebut meledak terpisah dari kaleng yang membuat proses pirolisis tidak sempurna, itu disebabkan karena kaleng tersebut terlalu tipis untuk proses pirolisis (tanpa oksigen).

Jika pada penelitian lain Perancangan disesuaikan dengan fungsi, karakteristik dan lingkungan dimana proses berlangsung. Alat pengolah sampah plastik ini terdiri dari reaktor utama yang terbuat dari plat besi berbentuk persegi panjang, kondensat sebagai pendingin uap, kompor gas sebagai alat pembakaran tempat penampungan sebagai penampung minyak hasil pirolisis. Tabung utama merupakan tabung pemanas tempat sampah plastik di bakar.hidrokarbon. Uap yang dihasilkan dari pembakaran diambil dan didinginkan melalui kondensat sampai cair dan menjadi minyak plastik yang kemudian ditampung di wadah penampungan.

Biaya yang dikeluarkan untuk membuat bahan bakar alternatif dari 1 kg sampah plastik jenis PP

Gas LPG = 0,9 kg

Harga 2,7 kg gas LPG = Rp 21.000

Biaya gas LPG untuk 1 kg sampah plastik =  $0,9 \text{ kg} \times 21.000$

= Rp 7000

Jumlah minyak yang dihasilkan = 4,9 ml

Perbandingan dengan harga minyak tanah.

1 liter minyak tanah = Rp 14.000

4,9 ml minyak tanah = Rp 68,6

Dik : 1 liter = Rp 14. 000

Dit : 4,9 ml = Rp.....?

1 liter = 1000 ml

$$\frac{1000}{4,9} = \frac{14.000}{H2}$$

H2 = Rp 68,6

Setiap 340 gram sampah plastik yang dipirolisis selama 30 menit hanya menghasilkan bahan bakar alternatif sebanyak 2 ml dan menghabiskan gas LPG sebanyak 0,3 kg. jadi jika 1 kg sampah plastik yang akan di pirolisis akan menghabiskan gas LPG sebanyak 0,9 kg dan bahan bakar yang dihasilkan hanya 5 ml, jika 3 kg sampah plastik akan menghabiskan gas LPG sebanyak 2,7 kg dan jumlah bahan bakar alternatif yang dihasilkan hanya 14 ml dari 3 kg sampah plastik yang dipirolisis jadi jika dibandingkan dengan minyak tanah yang hanya Rp 14.000 (1 liter) minyak tanah berarti minyak pirolisis ini termasuk bahan bakar yang mahal.

Jadi perbandingan harga minyak dari plastik lebih mahal dari pada minyak tanah karena 4,9 ml minyak dari plastik = Rp 7.000 sedangkan harga minyak tanah sebanyak 4,9 ml hanya Rp 68,6 .

**Tabel. 4.2 Hasil perbandingan bahan bakar alternatif dengan minyak tanah**

<b>Jenis bahan bakar</b>	<b>Volume ml</b>	<b>Harga</b>
<b>Minyak tanah</b>	<b>4,9 ml</b>	<b>Rp 68,6</b>
<b>Bahan bakar hasil percobaan</b>	<b>4,9 ml</b>	<b>Rp 7000</b>

Pembuatan bahan bakar alternatif yang berasal dari dari sampah plastik ini mahal dikarenakan penggunaan gas LPG yang digunakan untuk proses pirolisis butuh waktu yang lama untuk beroperasi, untuk masyarakat memang ini jumlah yang mahal untuk harga bahan bakar yang berasal dari plastik, oleh sebab itu masyarakat dapat mengubah tungku pembakaran dari gas LPG menjadi tungku pembakaran dari bahan baku kayu bakar, tetapi dari sisi untuk lain bisa menyelamatkan lingkungan maupun manusia dari pembakaran sampah plastik secara terbuka yang sering dilakukan oleh masyarakat yang dapat menyebabkan penipisan lapisan ozon, hujan asam, pemanasan global, eutrofikasi, dan masalah kesehatan pada manusia.

Jika terjadi pembuangan sampah plastik kesungai itu dapat membuat pendangkalan sungai, kemudian terjadi penguapan dan muncullah banjir yang dapat memakan banyak korban jiwa, maka dari itu kita sebagai masyarakat Indonesia harus mengubah perilaku kita menjadi yang lebih baik agar Negara Indonesia ini dapat berkembang, kita harus mulai dari sekarang dengan cara dilarang keras membuang sampah kedalam sungai dan dilarang keras melakukan pembakaran sampah secara terbuka.

Pada uji nyala api disumbu lampu teplok api tersebut tidak mempunyai perbedaan warna api pada umumnya, abu adalah zat organik hasil sisa pembakaran suatu bahan organik. Kadar abu merupakan bagian berat dari bahan yang didasarkan atas berat keringnya. Kadar abu merupakan sifat fisis

bahan bakar yang menunjukkan banyaknya residu yang terdapat dalam bahan bakar yang dinyatakan dalam persen. Pada saat uji nyala api bahan bakar ini tidak mengeluarkan abu ataupun residu.

**2. Keuntungan dari proses pirolisis ini meliputi :**

- Mengurangi volume limbah plastik dilingkungan,
- Mengurangi pembakaran sampah plastik yang menghasilkan gas-gas berbahaya yang dapat menimbulkan penyakit seperti infeksi paru-paru, asma dan bronkhitis.
- Menghasilkan fraksi cair yang dapat digunakan sebagai bahan bakar
- Merupakan energi diperoleh dari sumber terbarukan seperti limbah padat rumah tangga

**3. Kerugian dari proses pirolisis meliputi :**

Karena proses pirolisis menggunakan tungku pembakaran gas maka biaya untuk proses pirolisis menjadi mahal dikarenakan gas LPG 3 kg di edarkan kepada masyarakat dengan harga Rp 21.000

**4. Penyelesaian :**

Maka dari itu masyarakat dapat mengganti tungku pembakaran dari gas LPG menjadi tungku pembakaran dari bahan baku kayu bakar.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. KESIMPULAN**

Dari hasil eksperimen diperoleh bahwa sampah plastik jenis polypropylene dapat dimanfaatkan menjadi bahan bakar alternatif dengan proses pirolisis dan bahan bakar alternatif yang sudah dihasilkan dari proses pirolisis ini dapat menyalakan lampu teplok. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 3 kg sampah plastik jenis polypropylene yang telah dipirolisis menghasilkan minyak pirolisis sebanyak 14 ml .waktu yang dibutuhkan untuk membakar habis sampah plastik adalah 270 menit . bahan bakar alternatif ini kemudian dimasukkan kedalam lampu teplok sebanyak 5 ml dan dapat menyalakan api selama 10 menit. Tetapi untuk tungku pembakaran pada proses pirolisis ini menggunakan gas LPG dengan harga Rp 21.000 yang menimbulkan biaya pengeluaran menjadi besar, jika dibandingkan dengan minyak lampu yang hanya 1 liter seharga Rp 14.000 jadi dapat disimpulkan kalau minyak pirolisis ini termasuk bahan bakar yang mahal.

#### **B. SARAN**

Jika bahan bakar untuk kebutuhan sehari-hari habis atau perekonomian sedang darurat masyarakat dapat melakukan penelitian ini, untuk bisa mendapatkan alat pirolisis plastik ini, mulailah dengan barang bekas yang terdapat dirumah atau tempat rongsokan barang bekas yang terbuat dari besi atau tabung besi.

1. Tabung reaktor sebaiknya berbahan besi yang cukup tebal untuk menghindari kebocoran dan pada tabung disarankan berukuran besar sehingga gas yang diolah untuk mengalami kondensasi akan lebih banyak, dan menghasilkan volume minyak yang lebih banyak pula. Selain itu, pada tabung reaktor dibuat atau di las secara permanen dengan model tutup tabung dibuat lebih besar yang dapat dibuka atau tutup dengan mudah.

2. Pada tabung penampung minyak dan gas sisa pirolisis sebaiknya menggunakan tabung bening agar gas dapat dilihat ketika sudah tidak menghasilkan gas, sebagai tanda berakhirnya proses pirolisis sehingga dapat menghemat gas LPG. Selain itu, tutup tabung dibuat lebih rapat agar tidak ada gas sisa yang terbuang sehingga pemanfaatan gas sisa sebagai sumber panas reaktor lebih optimal.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengolahan sampah plastik menggunakan metode pirolisis untuk dikembangkan dalam skala yang lebih besar.

## DAFTAR PUSTAKA

Karuniastuti, Nurhenu. *"Bahaya plastic terhadap kesehatan dan lingkungan."* Swara Patra, 3.1 (2013)

Endang, K., et al. "Pengolahan sampah plastic dengan metoda pirolisis menjadi bahan bakar minyak . " Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan. 2016.

Surono, Untoro Budi. "Berbagai metode konversi sampah plastic menjadi bahan bakar minyak." Jurnal Teknik 3.1 (2013) : 32-40.

Qomariah, Nurul, and Nursaid Nursaid. "Sosialisasi Pengurangan Bahan Plastik Di Masyarakat." Jurnal Pengabdian Masyarakat Manage 1.1 (2020): 43-55.

Wahyudi, Jatmiko. "Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dari Pembakaran Terbuka Sampah Rumah Tangga Menggunakan Model IPCC." Jurnal Litbang : Media Informasi Penelitian, Pengembangan dan IPTEK 15.1 (2019) : 65-76.

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. 55 893– 910

Budiyantoro, C., 2010, Thermoplastik dalam Industri, Teknik Media, Surakarta

Das, S. dan Pande, S., 2007, Pyrolysis and Catalytic Cracking of Municipal Plastic Waste for Recovery of Gasoline Range Hydrocarbons, Thesis, Chemical Engineering Department National Institute of Technology Rourkela

Sarker, M., Rashid, M.M., Molla, M. 2014. Waste Polypropylene Plastic Conversion into Liquid Hydrocarbon Fuel for Producing Electricity and Energies. Environ. Technol., 33, 2709–2721

Chaurasia, A. S., & Babu, B. V., 2005. Modelling & Simulation of Pyrolysis of Biomass: Effect of Thermal Conductivity, Reactor Temperature and Particle Size on Product Concentration. Pilani. India.

Pahlevi, M.R., 2012, Sampah Plastik (file:///I:/Artikel%20plastic%20to%20o il/twit-sampah-plastik.html)

Suryo A.W., Adityo. (2011). Studi Sifat Minyak Pirolisis Campuran Sampah Biomassa dan Sampah Plastik Polypropylene (PP). Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

Zuhra, Cut Fatimah.(2003). Penyulingan, pemrosesan dan penggunaan minyak bumi.Universitas Sumatra Utara.

<https://www.herwinlab.com/kenali-jenis-plastik-yang-anda-gunakan/>

Oktora,Reza,Hanna Rachmalia Alwie, and Syifa Astasia Utari. " INOVASI PENGOLAHAN SAMPAH PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR MINYAK DI DESA JAMPANG BOGOR. " Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat LPPM UMJ. 2019.

Wajdi,Badrul, et al. "Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak (BBM) Dengan Metode Pirolisis Sebagai Energi Alternatif." Kappa Journal 4.1 (2020): 100-112.

Islami, Anisya Putri, Sutrisno Sutrisno, and Heriyanti Heriyanti."Pirolisis Sampah Plastik Jenis Polipropilena (PP) menjadi Bahan Bakar Cair-Premium-like." JC-T (Journal Cis-Trans): Jurnal Kimia dan Terapannya 3.2(2019): 1-6.

**LEMBAR PEMBIMBINGAN KARYA TULIS MAHASISWA****NAMA MAHASISWA : SISKA BR SIHOMBING****NIM : P00933118113****DOSEN PEMBIMBING : Restu Auliani, ST, Msi**

<b>PERTEMUAN KE</b>	<b>HARI, TANGGAL</b>	<b>MATERI BIMBINGAN</b>	<b>TANDA TANGAN DOSEN PEMBIMBING</b>
I	Kamis, 11 februari 2021	Bimbingan mengenai tema penelitian	
II	Sabtu, 6 maret 2021	Konsultasi BAB I meliputi Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian dan Manfaat Penelitian	
III	Senin, 15 maret 2021	Konsultasi Perbaikan Latar Belakang dan Tujuan Penelitian	
IV	Kamis, 8 april 2021	Konsultasi BAB II meliputi tinjauan pustaka, kerangka konsep dan definisi operasional	
V	Kamis, 22 april 2021	Perbaikan tujuan penelitian	
VI	Sabtu, 24 april 2021	Perbaikan tujuan khusus, kerangka konsep dan definisis operasional	

VII	Minggu, 25 april 2021	Perbaiki kerangka konsep	
VIII	Selasa, 27 april 2021	ACC proposal	
IX	Minggu, 9 mei 2021	Perbaiki BAB IV hasil dan pembahasan	
X	Jumat, 18 juni 2021	Perbaiki BAB IV dan BAB V	
XI	Rabu, 23 juni 2021	Perbaiki hasil didalam tabel	
XII	Kamis, 24 juni 2021	Perbaiki hasil dan margin	
XIII	Jumat, 25 juni 2021	ACC seminar hasil	