

## Pengaruh Variasi Volume Pelarut H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Terhadap Pencairan Sampah Plastik HDPE Dalam Reaktor Batch

Okta Priadi<sup>1)</sup>, Oki Alfernando<sup>1,2\*)</sup>, Lince Muis<sup>1,2)</sup>, Sarah Fiebrina Heraningsih<sup>1,2)</sup>,  
Feerzet Achmad<sup>3)</sup>, Aldillah Herlambang<sup>1,3)</sup>.

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi

<sup>2</sup>Pusat Unggulan Bio-Geo Material dan Energi, LPPM Universitas Jambi, Universitas Jambi

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sumatera

\*Corresponding email: [alfernandooki@unja.ac.id](mailto:alfernandooki@unja.ac.id)

### Abstrak

Dalam beberapa dekade terakhir, sampah plastik telah menjadi isu global yang semakin mengkhawatirkan. Pengolahan sampah plastik yang tidak efisien berdampak langsung pada menurunnya kualitas lingkungan, kesehatan masyarakat, dan tentunya degradasi sumber daya alam. Plastik dapat memakan waktu hingga 500 tahun untuk terurai, tergantung pada komposisi dan pengelolaan pembuangannya. Oleh karena itu dibutuhkan alternatif pengolahannya untuk mengurangi dampak dari sampah plastik ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan rendemen minyak yang diperoleh dari limbah plastik HDPE dengan membandingkan bahan bakar minyak yang dihasilkan secara kuantitatif dan kualitatif. Pengolahan sampah plastik menggunakan proses pirolisis dilakukan dengan volume pelarut yang bervariasi (20%; 40%; 60%; 80%; 100%) yang dilakukan pirolisis selama 2 jam. Dalam suatu percobaan diperlukan 500 gram sampah plastik, 250 gram katalis dolomit dan % ml pelarut H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sesuai variasi. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium SKL Jurusan Teknik Universitas Jambi dengan parameter yang diuji meliputi analisis volume, massa, % yield, densitas dan GC-MS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara kuantitatif volume, massa dan % rendemen terendah terdapat pada variasi volume 20%, dan tertinggi pada variasi volume 100%. Hasil pengujian sampel produk CHP pada variasi pelarut 100% menggunakan instrumen GC-MS menunjukkan bahan bakar jenis bensin dengan rantai karbon C<sub>5</sub>-C<sub>12</sub> sebesar 79,72% dan senyawa aromatik yang terkandung didalamnya sebesar 12,62%. Bahan bakar yang dihasilkan sesuai standar SNI 3506-2017 dengan jenis bensin RN 88 yang mempunyai massa jenis 0,7600 gram/ml.

**Kata Kunci:** Pirolisis, HDPE, Pelarut, GC-MS

### PENDAHULUAN

Masalah sampah plastik telah diperburuk dalam beberapa dekade terakhir karena konsumsi bahan serbaguna ini terus meningkat. Menurut Our World in Data, Dunia menghasilkan sekitar 350 juta ton sampah plastik setiap tahunnya dan 0,5% sampah plastik berakhir di laut (Ritchie *et al.*, 2023). Riset terkini *Sustainable Waste Indonesia* menunjukkan Indonesia menghasilkan lebih dari 45,3 juta ton sampah per tahun. Dari jumlah ini, sejumlah 15,6 juta ton tak tertangani atau terlepas begitu saja ke alam, baik darat dan perairan (Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan, 2018).

Permasalahan sampah plastik masih menjadi permasalahan yang sulit untuk diatasi hingga saat ini, selain karena penggunaannya yang sulit tergantikan, sulitnya pengolahan sampah plastik juga menjadi faktor banyaknya sampah plastik yang menumpuk di masyarakat. tempat pembuangan sampah. Sampah plastik juga dapat menimbulkan dampak negatif terhadap manusia dan makhluk hidup lainnya, antara lain: kesehatan, lingkungan, dan sosial ekonomi. Awalnya, metode daur ulang dianggap sebagai alternatif yang sangat tepat untuk sampah plastik, namun proses daur ulangnya sangat sulit dan mahal.

Sampah plastik sangat sulit terurai secara alami, dibutuhkan waktu sekitar 100 hingga 500 tahun agar sampah plastik dapat terurai sempurna (Alfernando *et al.*, 2020). Salah satu alternatif teknologi pengolahan sampah plastik adalah dengan menjadikannya bahan bakar cair, yaitu dengan menggunakan proses pirolisis dan diakhiri dengan distilasi, proses atau reaksi perengkahan pada suhu tinggi tanpa menggunakan oksigen. Konversi sampah plastik menjadi produk bahan bakar cair dapat memberikan hasil yang sangat mungkin untuk dikembangkan. Telah beberapa penelitian yang dilakukan mengenai pemanfaatan sampah plastik sebagai bahan baku pembuatan bahan bakar minyak alternatif. Kualitas minyak hasil pirolisis yang dibuat dengan menggunakan campuran HDPE (*High Density Polyethylene*) dan Plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*). dengan bantuan katalis zeolit alam dengan massa jenis 846 kg/m<sup>3</sup> yang berada pada kisaran standar massa jenis minyak solar (Kartika, 2022).

Berdasarkan analisis yang dilakukan dengan variasi temperatur pirolisis yang dilakukan Kurniawan dan Nasrun (2017), karakteristik minyak pirolisis plastik HDPE jika dilihat dari parameter viskositas, densitas dan nilai kalor hampir sama dengan bahan bakar jenis bensin. Dari hasil analisis komposisi GC-MS diperoleh komposisi yang paling dominan. adalah C<sub>9</sub>H<sub>18</sub> yaitu 54,61% bahan bakar minyak yang berasal dari sampah plastik jenis HDPE. Pada proses pirolisis, penggunaan pelarut asam kuat yaitu H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dapat membantu proses depolimerisasi dan menurunkan energi aktivasi pada saat perengkahan. Adanya dua buah ion Hidrogen (2H<sup>+</sup>) pada H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebagai donor proton berpotensi membantu aktivitas hidrogenasi sehingga mampu menurunkan kandungan senyawa olefin, aromatik dan nonhidrokarbon yang terdapat pada bahan bakar karena pengotor yang dihasilkan pada proses pirolisis akan terikat oleh asam sulfat (Marpaung *et al.*, 2024). Semakin cepat reaksi suatu proses, maka semakin sedikit energi yang dibutuhkan proses tersebut. Katalis juga dapat meningkatkan selektivitas pada produk akhir jika diinginkan (Supriyanto *et al.*, 2019).

Ada dua jenis katalis yang biasa digunakan dalam proses perengkahan, yaitu katalis alami dan katalis sintetik. Katalis alami lebih murah dibandingkan katalis sintetik dan dapat ditemukan di alam. Katalis dolomit sebagian besar masih belum digunakan dalam studi pirolisis, dan katalis dolomit juga memiliki keuntungan karena mudah didapat dan merupakan katalis alami yang relatif murah. Dolomit terbukti mempengaruhi laju reaksi dan mengurangi energi selama pembakaran serta meningkatkan jumlah bahan bakar cair (Ardisa *et al.*, 2017). Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian terhadap pencairan sampah plastik jenis HDPE menjadi bahan bakar cair untuk mengetahui nilai konversi CHP (Cairan Hasil Perengkahan) yang dihasilkan dari sampah plastik jenis HDPE. Dalam penelitian yang akan dilakukan, variasi volume pelarut akan menjadi peranan utama untuk dipelajari. Kita akan melihat pengaruh beberapa variasi volume pelarut terhadap proses pencairan sampah plastik HDPE. Berdasarkan uraian di atas, maka akan dilakukan penelitian mengenai pengaruh variasi volume pelarut H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> terhadap peleburan sampah plastik polietilen densitas tinggi menjadi bahan bakar cair pada reaktor *batch*.

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada variasi volume pelarut H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> selama proses pirolisis yaitu 20%; 40%; 60%; 80%; 100% dengan massa plastik HDPE (*High Density Polyethylene*) 500 gram dan katalis dolomit 250 gram. Hasil pirolisis sampah plastik akan dianalisis menggunakan alat GC-MS (*Gas Chromatographic Mass Spectrometry*) untuk mengetahui kandungan senyawa yang terkandung dalam bahan bakar cair yang telah disuling menggunakan rangkaian distilasi sederhana pada suhu 150°C selama 1 jam. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat antara lain diperolehnya alternatif pemanfaatan sampah plastik HDPE (*High Density Polyethylene*) menjadi bahan bakar cair, memberikan solusi permasalahan sampah plastik dan dapat dijadikan referensi untuk riset lebih lanjut.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Lokasi

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Departemen Teknik Sipil, Kimia, dan Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.

### Peralatan dan Bahan

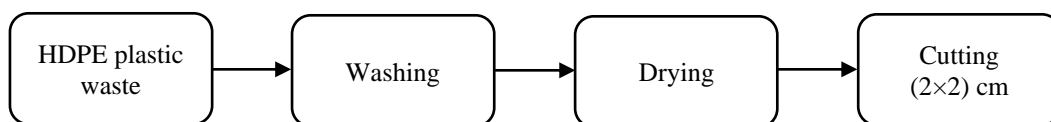
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: ayakan 200 mesh, botol sampel, corong kaca, Erlenmeyer, tungku, gas, gelas ukur, gunting, jaket pemanas, kondensor, labu leher tiga, neraca analitik, oven, pompa, piknometer, reaktor *batch*, statif dan penjepit, *Gas Chromatography-Mass Spectrometry*. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: 500 gram sampah plastik HDPE ukuran 2×2 cm, 250 gram katalis dolomit aktif, dan pelarut asam sulfat dalam jumlah yang telah ditentukan.

### Prosedur

Prosedur penelitian yang akan dilakukan disajikan sebagai berikut:

Penjelasan dari blok diagram adalah sebagai berikut:

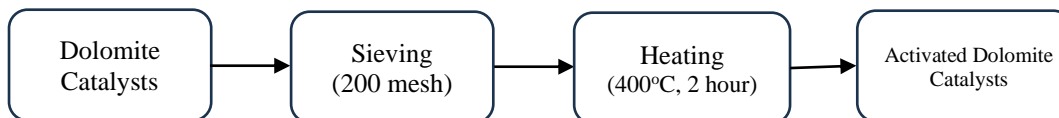
#### a) Perlakuan awal



Gambar 1. Blok diagram perlakuan awal limbah plastik HDPE

Sampah plastik HDPE dicuci hingga bersih kemudian dikeringkan. Kemudian bahan baku tersebut akan diperkecil ukurannya dengan cara dipotong-potong berukuran 2×2 cm.

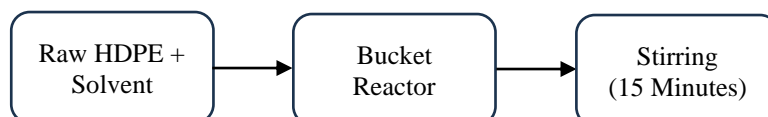
#### b) Aktivasi Katalis



Gambar 2. Blok diagram aktivasi katalis dolomit

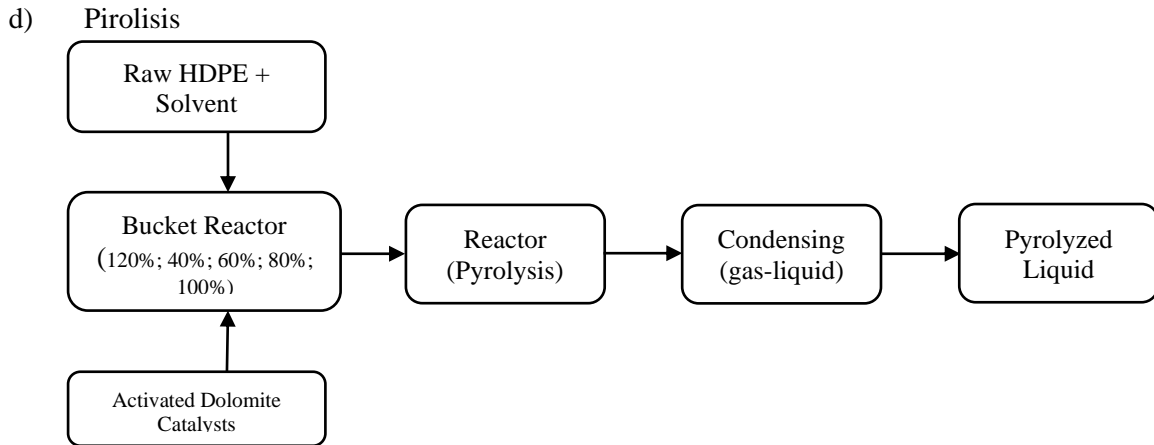
Katalis dolomit akan diayak menggunakan ayakan 200 mesh. Katalis yang telah diayak ditimbang sebanyak 250 gram, kemudian dimasukkan ke dalam cawan krus dan dimasukkan ke dalam tungku pembakaran. Di dalam tungku akan dilakukan proses pemanasan pada suhu 400°C selama 2 jam. Setelah pemanasan akan diperoleh katalis dolomit teraktivasi. Oleh karena itu, proses aktivasi ini tergolong fisik, karena tidak melibatkan penggunaan larutan kimia.

#### c) Percampuran



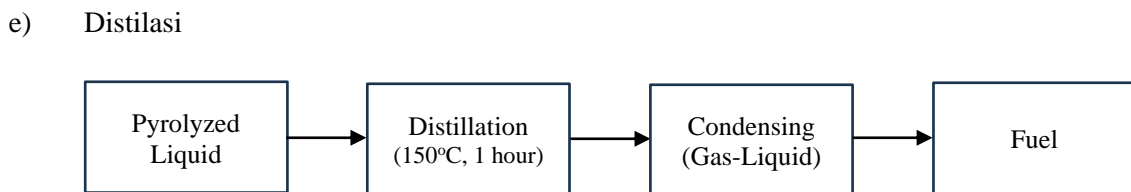
Gambar 3. Blok diagram pencampuran bahan baku dan pelarut

Pada proses ini, plastik HDPE bersih berukuran 2×2 cm dilarutkan bersama berbagai volume H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang telah ditentukan ke dalam ember. Penuangan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ke dalam *bucket* dilakukan secara perlahan dan hati-hati. Proses selanjutnya adalah menghomogenkan dengan cara diaduk selama 15 menit.



Gambar 4. Blok diagram proses pirolisis

Katalis dolomit yang sudah teraktivasi dimasukkan ke dalam ember yang telah dicampur dengan 250 gram pelarut dan bahan baku. Kemudian ember dimasukkan ke dalam reaktor untuk dipanaskan agar bahan bakunya dapat dipirolisis. Proses pirolisis akan berlangsung selama 2 jam, dengan variasi volume pelarut yang digunakan sebesar 20%; 40%; 60%; 80%; 100%, jadi ada 5 percobaan. Hasil pirolisis yang menguap akan melewati kumparan kondensor untuk diubah menjadi fasa cair, inilah yang disebut dengan Cairan Pirolisis..



Gambar 5. Diagram Blok Distilasi Cairan Pirolisis

Hasil pirolisis berupa cairan perengkahan dari setiap variasi volume yang dihasilkan, akan didistilasi untuk memisahkan dan memurnikan minyak yang dihasilkan dari campuran pelarut dan pengotor. Proses ini dilakukan selama 1 jam pada suhu 150°C. Minyak hasil penyulingan disebut sulingan.

## 4. Analisis Produk

### a. Analisis Kuantitatif

Analisis kuantitatif pada penelitian ini yaitu menghitung volume yang dihasilkan dari proses pirolisis dan proses destilasi Cairan Hasil Pirolisis (CHP) serta menghitung persen *yield* dari CHP yang dihasilkan.

### b. Analisis Kualitatif

Analisis kualitatif yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 1) Analisis Densitas

Analisis densitas dilakukan di Laboratorium Fakultas Sains dan Teknologi di Universitas Jambi. Analisa densitas dilakukan sebelum dan sesudah dilakukan proses destilasi dengan menggunakan piknometer.

#### 2) Analisis GC-MS

Analisis terhadap kandungan minyak hasil pirolisis sampah plastik HDPE yang sudah didistilasi menggunakan GC-MS (*Gas Chromatography Mass Spectroscopy*). GC-MS merupakan metode pemisahan senyawa organik yang menggunakan dua metode analisa senyawa yaitu kromatografi dan spektrometri massa. Kromatografi gas dilakukan untuk mengetahui jumlah senyawa secara kuantitatif,

sampel terpisahkan secara fisik dan menjadi bentuk molekul-molekul yang lebih kecil berbentuk kromatogram. Sedangkan spektrometri massa adalah metode analisa, dimana sampel yang dianalisa akan dirubah menjadi ion-ion gas nya dan massa ion-ion tersebut diukur berupa spektrum massa. Dengan demikian analisis GC-MS menghasilkan kromatogram berupa deretan puncak difraksi dengan intensitas relatif bervariasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Plastik merupakan produk turunan dari minyak bumi. Oleh karena itu, plastik memiliki kandungan energi yang tinggi seperti bahan bakar konvensional seperti bensin, solar dan minyak tanah. Pirolisis plastik melibatkan tiga mekanisme degradasi, yaitu pemecahan rantai polimer untuk membentuk rantai polimer yang lebih pendek, pemisahan ujung rantai untuk membentuk molekul kecil dan rantai polimer panjang, pemisahan rantai polimer untuk membentuk molekul kecil. Mekanisme ini berkaitan erat dengan energi disosiasi ikatan, derajat aromatisasi, serta keberadaan halogen dan heteroatom lainnya dalam rantai polimer (Syamsiro, 2015).

### Analisis Produk

#### 1. Analisis Kuantitatif

Durasi proses pirolisis meningkatkan jumlah produk seperti residu padat, tar dan gas. Oleh karena itu, menentukan waktu optimal untuk proses pirolisis sangatlah penting. Selain itu, ukuran partikel besar mengurangi luas permukaan per satuan massa, yang memperlambat proses retak. Oleh karena itu, perlu dilakukan penyesuaian ukuran bahan baku sebelum dilakukan cracking. Peningkatan jumlah dan berat bahan baku yang digunakan dalam proses pirolisis juga meningkatkan jumlah cairan pirolisis yang dihasilkan.

**Tabel 1. Hasil Pirolisis Plastik High-Density Polyethylene**

Tidak	Waktu Pirolisis (SDM)	Suhu Pirolisis (°C)	HDPE mentah (gr)	Volume pelarut (ml)	Volume Cairan Pirolisis (ml)	Massa Cairan Pirolisis (gr)	Hasil (%)
1	2	450	500	100	70,0000	61,6000	4,3534
2				200	144,0000	126,7200	8,9555
3				300	201,0000	176,8800	12,5004
4				400	251,0000	218,8720	15,4680
5				500	283,0000	246,7760	17,4400

Berdasarkan tabel 1, volume dan massa cairan pirolisis terendah berada pada variasi volume pelarut terendah, yaitu 20% dengan volume 170,0000 ml dan massa 61,6000 gram. Sedangkan volume dan massa cairan pirolisis tertinggi terdapat pada variasi pelarut 100% dengan volume 283,0000 ml dan massa 246,7760 gram.

#### 2. Analisis Kualitatif

##### a) Analisis Densitas

Berdasarkan tabel 2, massa jenis sampel sebelum distilasi berada pada kisaran nilai tinggi. Nilai kepadatan tinggi ini melebihi nilai standar SNI 3506-2017 tentang kepadatan bahan bakar bensin RON 88 dengan kisaran nilai 0,7150 gram/ml – 0,7700 gram/ml. Nilai kepadatan sampel yang tinggi sebelum distilasi sesuai dengan standar Kep. DJM No.14499K/14/DJM/2008 tentang kepadatan bahan bakar diesel CN 48 dengan kisaran 0,8150 gram/ml – 0,8700 gram/ml (Lubis *et al*, 2022).

**Tabel 2. Nilai Densitas Cairan Pirolisis**

Tidak	Volume pelarut (ml)	Massa Cairan dalam Piknometer (gram / ml)		Kepadatan Produk (gram / ml)	
		Sebelum Distilasi	Setelah Distilasi	Sebelum Distilasi	Setelah Distilasi
1	100	22,0000	19,2000	0,8800	0,7680
2	200	22,0000	19,2000	0,8800	0,7680
3	300	22,0000	19,2000	0,8800	0,7680
4	400	21,8000	19,0000	0,8720	0,7600
5	500	21,0000	19,0000	0,8720	0,7600

Berdasarkan tabel 2, massa jenis sampel sebelum distilasi berada pada kisaran nilai tinggi. Nilai kepadatan tinggi ini melebihi nilai standar SNI 3506-2017 tentang kepadatan bahan bakar bensin RON 88 dengan kisaran nilai 0,7150 gram/ml – 0,7700 gram/ml. Nilai kepadatan sampel yang tinggi sebelum distilasi sesuai dengan standar Kep. DJM No.14499K/14/DJM/2008 tentang kepadatan bahan bakar diesel CN 48 dengan kisaran 0,8150 gram/ml – 0,8700 gram/ml (Lubis *et al*, 2022).

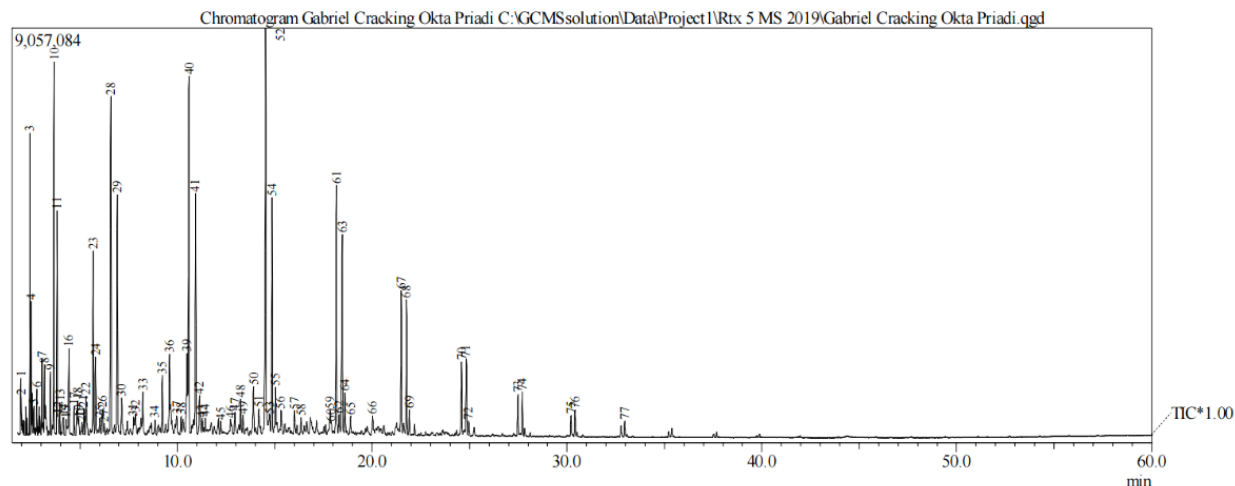


Gambar 6. Cairan pirolisis sebelum distilasi

Berdasarkan literatur, perbedaan nilai densitas sebelum dan sesudah distilasi terjadi karena Cairan Hasil Pirolisis (CHP) sebelum distilasi mengandung kotoran dan kadar air di dalamnya. Dari kelima sampel yang diperoleh, dapat diketahui bahwa sampel pada variasi pelarut 20%, 40% dan 60% memiliki massa jenis 0,7680 gram/ml dan pada variasi pelarut 80% dan 100% memiliki massa jenis 0,7600 gram/ml setelah distilasi dan sesuai dengan standar SNI 3506-2017 yaitu kepadatan bahan bakar bensin RON 88.

b) Analisis GC-MS

Untuk analisis GC-MS, sampel yang digunakan adalah sampel dengan variasi pelarut 100%. Pemilihan sampel didasarkan pada kejelasan distilat dan hasil tertinggi yang dihasilkan dibandingkan dengan sampel lain. Sampel ini sesuai dengan standar SNI 3506-2017, yaitu massa jenis bahan bakar bensin RON 88, dimana massa jenis sampel ini adalah 0,7600 gram/ml. Hasil analisis GC-MS dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 7. Kromatogram Minyak Hasil Pirolisis HDPE Pelarut 100%

Berdasarkan hasil GC-MS yang telah dilakukan dan ditunjukkan pada gambar di atas, minyak hasil pirolisis plastik HDPE memiliki puncak kromatogram tertinggi pada puncak 52 dengan waktu retensi 14,531 menit, dengan luas % 8,18%. Pada puncak ini, rantai karbon yang dihasilkan adalah C<sub>11</sub> dengan senyawa dominan yang muncul adalah Siklopropana atau C<sub>11</sub>H<sub>22</sub>. Menurut Damanik (2020), waktu retensi dan luas yang terdeteksi pada hasil analisis GC-MS pasti akan berbeda-beda, hal ini disebabkan oleh pengaruh sifat fisik dan kimia senyawa kimia yang ada, serta berat molekul yang terkandung dalam produk.

Menurut hasil GC-MS, terdapat 77 puncak kromatogram dengan waktu retensi tercepat 1,956 menit dan terpanjang 32,964 menit. Hasil ini juga menunjukkan berbagai nilai SI, %-area, dan fraksi karbon. Ini menunjukkan bahwa sampel minyak yang dihasilkan tidak berasal dari senyawa tunggal, tetapi terdiri dari berbagai senyawa yang dicirikan oleh rantai penyusunnya, yang terkecil adalah C<sub>5</sub> dan yang terbesar adalah C<sub>17</sub>. Hasil analisis ini menghasilkan rantai karbon C<sub>5</sub>-C<sub>12</sub> sebesar 79,72%, dan C<sub>13</sub>> 20,28%.

Tabel 3. Senyawa Dominan Hasil Analisis GC-MS

Carbon Chain	Area (%)	Dominant Compound
C <sub>5</sub> -C <sub>12</sub>	79,72	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> 2,02%, C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> 0,21%, C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> 3,18%, C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> 2,12%, C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> 1,3%, C <sub>7</sub> H <sub>14</sub> 7,57%, C <sub>7</sub> H <sub>16</sub> 2,93%, C <sub>7</sub> H <sub>12</sub> 3,53%, C <sub>7</sub> H <sub>10</sub> 0,91%, C <sub>7</sub> H <sub>13</sub> 0,9%, C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> 3,3%, C <sub>9</sub> H <sub>16</sub> 0,46%, C <sub>8</sub> H <sub>14</sub> 0,21%, C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> 7,49%, C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> 4,42%, C <sub>11</sub> H <sub>18</sub> O 0,42%, C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> 4,82%, C <sub>7</sub> H <sub>14</sub> O 0,33%, C <sub>9</sub> H <sub>16</sub> 0,28%, C <sub>9</sub> H <sub>18</sub> 8,11%, C <sub>9</sub> H <sub>20</sub> 4,14%, C <sub>9</sub> H <sub>19</sub> 0,26%, C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> 0,82%, C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> 2,31%, C <sub>11</sub> H <sub>22</sub> 9,21%, C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> 1,61%, C <sub>10</sub> H <sub>22</sub> 4,21%, C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> 0,55%, C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> 0,31%, C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O 0,4%, C <sub>12</sub> H <sub>24</sub> 0,17%, C <sub>11</sub> H <sub>22</sub> 0,39%, C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> 0,34%, C <sub>12</sub> H <sub>24</sub> 0,49%.
C <sub>13</sub> >	20,28	C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> 4,9%, C <sub>13</sub> H <sub>28</sub> 3,74%, C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> 2,56%, C <sub>13</sub> H <sub>28</sub> 3,18%, C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> 1,36%, C <sub>17</sub> H <sub>36</sub> 1,33%, C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> 0,26%, C <sub>14</sub> H <sub>30</sub> 0,92%, C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> 0,43%, C <sub>14</sub> H <sub>30</sub> 1,6%.

Senyawa yang paling dominan muncul adalah C<sub>11</sub>H<sub>22</sub> pada area 9,21%. Fakta ini didukung oleh hasil kromatogram seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7, di mana kromatogram tertinggi berada pada puncak 52 dengan waktu retensi 14,531 menit. Fraksi hidrokarbon C<sub>5</sub>-C<sub>12</sub> memiliki persentase terbesar dengan nilai 79,72%, dan fraksi hidrokarbon rantai panjang C<sub>13</sub>> 20,28%. Menurut Fanani *et al* (2021), fraksi hidrokarbon C<sub>5</sub>-C<sub>12</sub> adalah bahan bakar cair jenis bensin, dan C<sub>13</sub>> adalah jenis kerosin. Jika kita mengacu pada landasan teori, penelitian yang telah penulis lakukan menghasilkan bensin dengan persentase 79,72% dan produk sampingannya adalah 20,28% kerosin.

**Tabel 4. Kandungan senyawa aromatik hasil analisis GC-MS**

Aromatic Compounds (%)	Dominant Compound
12,62	Benzene, Toluene, Ethylbenzene, o-Dimethylbenzene, 1,2-dimethyl-Benzene, n-Propylbenzene, 1-ethyl-2-methyl-benzene, 1,2,3-trimethyl-benzene, Propenylbenzene, 1-Allyl-2-methylbenzene.

Produk yang dihasilkan memiliki kandungan senyawa aromatik sebesar 12,62%, menurut tabel 4, yang menunjukkan bahwa hasil penelitian ini menunjukkan adanya hidrokarbon cair yang mengarah pada bahan bakar cair, yang lebih jelas menunjukkan kandungan bahan bakar cair yang diharapkan dari penelitian ini. Hal ini terbukti karena kandungan senyawa aromatik dalam produk hasil penelitian ini sesuai dengan syarat dan ketentuan Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi No. 3674K/24/DJM/2006 tanggal 17 Maret 2006, yaitu spesifikasi untuk bensin RN 88, dengan senyawa aromatik maksimum 40%. Bahwa kadar aromatik yang berlebihan dapat mencemari lingkungan dan berbahaya bagi kesehatan. Senyawa aromatik, yang merupakan komponen beroktan tinggi dalam bensin, dapat menghasilkan uap benzena yang sangat berbahaya bagi kesehatan (karsinogen) dan dapat meningkatkan emisi CO di udara.



Gambar 8. Distilat Dari Cairan Pirolisis

## KESIMPULAN

Variasi pelarut dalam pirolisis sangat mempengaruhi jumlah cairan pirolisis yang dihasilkan. Pemilihan variasi pelarut yang sesuai dapat meningkatkan efisiensi produksi bahan bakar yang dihasilkan. Volume dan massa cairan pirolisis tertinggi terdapat pada variasi pelarut 100% dengan volume 283,0000 ml dan massa 246,7760 gram. Hasil pengujian sampel produk CHP dalam pelarut 100% menggunakan instrumen GC-MS menunjukkan bahwa bahan bakar jenis bensin dengan rantai karbon C<sub>5</sub>-C<sub>12</sub> sebesar 79,72% dan senyawa aromatik yang terkandung di dalamnya sebesar 12,62%. Bahan bakar yang dihasilkan sesuai dengan standar SNI 3506-2017 dengan jenis bensin RN 88 yang memiliki massa jenis 0,7600 gram/ml.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfernando, O., Nugraha, F. D. A., Prbasari, I. G., Haviz, M., & Nazarudin. (2020). Thermal Cracking of Polyethylene Terephthalate (PET) Plastic Waste. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(2), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/2/022023>
- Ardisa, T., Mulyadi, D., Muharam, S., Program, M., Kimia, S., Program, D., & Kimia, S. (2017). Pirolisis limbah plastik polietilena berdensitas rendah menggunakan katalis dolomit. *Jurnal Santika*, 7(2), 647–655.



- Chiwara, B., Makhura, E., Danha, G., Hlabangana, N., Gorimbo, J., & Muzenda, E. (2018). Optimization of the pyrolysis oil fraction: An attainable region approach. *Journal for Waste Resources and Residues*, 3(1), 68–74. <https://doi.org/10.31025/2611-4135/2018.13691>
- Cuoci, A. (2019). Numerical modeling of reacting systems with detailed kinetic mechanisms. In *Department of Chemistry, Materials, and Chemical Engineering* (1st ed., Vol. 45). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64087-1.00013-9>
- Damanik, I. Y., ZA, N., & Muhammad, M. (2020). Optimasi Aplikasi Kontrol PI pada Tekanan di Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR) menggunakan Response Surface Methodology (RSM). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 8(2), 15.
- Fanani, N., Novianarenti, E., Ningsih, E., Udyani, K., Saputra, A., Surabaya, U. T., Perkapalan, P., Surabaya, N., Teknologi, I., & Tama, A. (2021). Konversi plastik hdpe menjadi fuel melalui proses pirolisis. *Seminar Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan, Dan Infrastruktur II FTSP ITATS*, 452–456.
- Firman, L. O. M., Maulana, E., & Panjaitan, G. (2019). Yield Bahan Bakar Alternatif Dari Optimasi Pirolisis Sampah Plastik Polypropylene. *Teknobiz: Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 9(2), 14–19. <https://doi.org/10.35814/teknobiz.v9i2.532>
- Hanif, M., Varischa, V., Pauzi, G. A., & Azwar, E. (2016). Pengaruh Dolomit Terkalsinasi pada Karakteristik Produk Cair Pirolisis Limbah Plastik Jenis Polistirena dan Polipropilena. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 4(2), 227–232.
- Hannah Ritchie, Veronika Samborska and Max Roser (2023). “Plastic Pollution” Published online at OurWorldinData.org. Retrieved from: '<https://ourworldindata.org/plastic-pollution>' [Online Resource]
- Hu, B., Lu, Q., Wu, Y. ting, Zhang, Z. xi, Cui, M. shu, Liu, D. jia, Dong, C. qing, & Yang, Y. ping. (2018). Catalytic mechanism of sulfuric acid in cellulose pyrolysis: A combined experimental and computational investigation. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 134(5), 183–194. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2018.06.007>
- Lubi, A., Firman, L. O. M., & Harahap, S. (2017). Rancang Bangun Mesin Pengolahan Sampah Plastik High Density Polyethelene Menjadi Bahan Bakar Menggunakan Proses Pirolisis. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 2(2), 81–88.
- Lubis, D. A., Fitrianingih, Y., Pramadita, S., & Christiadora Asbanu, G. (2022). *Pengolahan Sampah Plastik HDPE (High Density Polyethylene) dan PET (Polyethylene Terephthalate) Sebagai Bahan Bakar Alternatif dengan Proses Pirolisis*. 20(4), 735–742. <https://doi.org/10.14710/jil.20.4.735-742>
- Marpaung, G. A. P., Alfernando, O., Muis, L.(2024). The Effect of Temperature Variation on the Liquefaction of High-Density Polyethylene Plastic Waste. *Rekayasa*, 17(2): 298-305.
- Masyruroh, A., & Rahmawati, I. (2021). Pembuatan Recycle Plastik Hdpe Sederhana Menjadi Asbak. *Jurnal Pengabdian Dan Pemberdayaan Masyarakat*, 3(1), 53–63. <https://doi.org/10.47080/abdikarya.v3i1.1278>
- Nofendri, Y. (2018). Pengaruh Penambahan Aditif Etanol Pada Bensin Ron 88 dan Ron 92 Terhadap Prestasi Mesin. *Jurnal Konversi Energi Dan Manufaktur*, 5(1), 33–39. <https://doi.org/10.21009/jkem.5.1.6>
- Nugraheni, I. K., & Maulana, F. (2019). Premium Campuran Bahan Bakar Pirolisis Hdpe Dan Premium Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dan Suhu Mesin Sepeda Motor 110 CC. *Jurnal Elemen*, 6(1), 13–19.
- Praputri, E., Mulyazmi, Sari, E., & Martynis, M. (2016). Pengolahan Limbah Plastik Polypropylene Sebagai Bahan Bakar Minyak (BBM) Dengan Proses Pyrolysis. *Seminar Nasional Teknik Kimia – Teknologi Oleo Petro Kimia Indonesia Pekanbaru, Indonesia*, 159–168.
- Ramadhan, A., & Ali, M. (2019). Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Minyak Menggunakan Proses Pirolisis. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 4(1), 44–53.
- Sonawane, Y. B., Shindikar, M. R., & Khaladkar, M. Y. (2017). High calorific value fuel from household plastic waste by catalytic pyrolysis. *Journal Of Nature Environment and Pollution Technology*, 16(3), 879–882.
- Syamsiro, M. (2015). Kajian Pengaruh Penggunaan Katalis Terhadap Kualitas Produk Minyak Hasil

Pirolisis Sampah Plastik. *Teknik*, 5(1), 1–85.

Wisnujati, A., & Yudhanto, F. (2020). Analisis karakteristik pirolisis limbah plastik low density polyethylene (LDPE) sebagai bahan bakar alternatif. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 9(1), 102–107. <https://doi.org/10.24127/trb.v9i1.1158>