

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Plastik

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 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 *et al.* 2011).

Plastik dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu *thermoplastic* dan *thermosetting*. *Thermoplastic* adalah bahan plastik yang jika dipanaskan sampai temperatur tertentu akan mencair dan dapat dibentuk kembali menjadi bentuk yang diinginkan. Sedangkan *thermosetting* adalah plastik yang jika telah dibuat dalam bentuk padat, tidak dapat dicairkan kembali dengan dipanaskan. Berdasarkan sifat kedua kelompok plastik di atas, *thermoplastic* adalah jenis yang memungkinkan untuk didaur ulang. Jenis plastik yang dapat didaur ulang diberi kode berupa nomor untuk memudahkan dalam mengidentifikasi dan penggunaannya, pengelompokan jenis plastik ini dapat dilihat pada Tabel 2.1. Sedangkan *thermosetting* plastik yang melunak bila dipanaskan dan dapat dibentuk, tapi mengeras secara permanen, mereka hangus/hancur bila dipanaskan. Kebanyakan material komposit modern menggunakan plastik *thermosetting*, yang biasanya disebut resin. Plastik termosetting berwujud cair. Kelebihan dari plastik jenis ini adalah ketahanan zat kimia yang baik meskipun berada dalam lingkungan yang ekstrim.

Berdasarkan sifat kedua kelompok plastik di atas, thermoplastik adalah jenis yang memungkinkan untuk didaur ulang. Jenis plastik yang dapat didaur ulang diberi kode berupa nomor untuk memudahkan dalam mengidentifikasi dan

penggunaannya. Jenis-jenis plastik yang dapat didaur ulang dan penggunaannya dapat dilihat pada table 2.1.

Tabel 2.1. Jenis Plastik dan Penggunaannya

No. Kode	Jenis Plastik	Penggunaan
1	PET (Polythylene Terephthalate)	Botol minuman, botol minyak goreng
2	HDPE (High-density Polyethylene)	Botol obat, botol susu cair, jerigen pelumas
3	PVC (Polyvinyl Chloride)	Pipa selang air, pipa bangunan, taplak meja
4	LDPE (Low-density Polyethylene)	Kantong kresek, tutup plastik
5	PP (Polypropylene)	Cup plastic, tutup plastik, mainan
6	PS (Polystyrene)	Gelas, piring
7	Other (O), jenis plastik lainnya selain no.1 hingga 6	Galon air minum, alat-alat rumah tangga, sikat gigi

Sumber :Taufan Landi, 2017

2.2 *High Density Polyethylene (HDPE)*

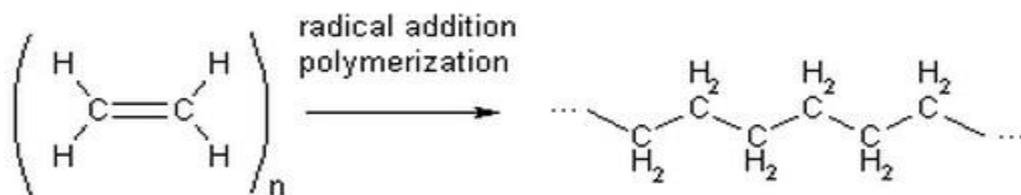
HDPE adalah polimer termoplastik *linear* yang terbentuk dari monomer etilen dengan proses katalitik. HDPE dengan sedikit cabang menghasilkan struktur yang lebih rapat dengan densitas yang lebih tinggi dan mempunyai ketahanan kimia yang lebih tinggi dari pada LDPE. HDPE juga lebih kuat dan keras dan lebih tahan terhadap temperatur yang tinggi (130°C). Membutuhkan 1,75 kg minyak bumi (sebagai energi dan bahan baku) untuk membuat 1 kg HDPE. HDPE merupakan plastik yang dapat didaur ulang dengan nomor simbol 2, dapat dilihat pada gambar 2.1. berikut.



Gambar 2.1.Simbol daur ulang HDPE

Sumber : Zerowaste.id

HDPE (*high density polyethylene*) mempunyai densitas 950 kg/m^3 yang biasa dan sering dipakai untuk jerigen minyak pelumas, botol susu yang berwarna putih, kursi lipat, dan lain-lain. Hasil tarik plastik HDPE memiliki sifat keras, bahan mempunyai urutan kekuatan tarik kedua setelah kekuatan tarik plastik PET, dibandingkan dengan bahan PE dan HDPE, plastik HDPE lebih kuat tetapi ditinjau dari hasil pengukuran regangnya plastik HDPE sangat kecil, hal ini menunjukkan elastisitas HDPE sangat rendah atau cenderung getas (brittle).



Gambar 2.2 Rantai Polyethylene (HDPE)

Sumber : Kirk-Othmer (2010)

2.3.1 Karakteristik HDPE

Berikut tabel 2.2. tentang karakteristik dan sifat fisika, kimia serta mekanika HDPE.

Tabel 2.2. Karakteristik dan sifat fisika, kimia HDPE

Parameter	Keterangan
Nama Kimia	<i>High Density Polyethylen</i>
<i>Trade Name</i>	HDPE
Sinonim	<i>Polyethylen</i>
Rumus Molekul	$(\text{C}_2\text{H}_4)_n$
Fisik	Padat
<i>Melting Point</i>	$100\text{-}135^\circ \text{C} / 212\text{-}275^\circ \text{F}$
Specific Gravity (at 20°C) (water = 1)	0,94-0,958

Sumber : Sitepu.I.W.2009

2.3 Pirolisis

Pirolisis adalah proses degradasi atau penguraian bahan baku yang padat menjadi gas dengan bantuan panas tanpa adanya oksigen. Pirolisis disebut juga

dengan destilasi kering karena proses penguraian disebabkan oleh pemanasan dan tanpa adanya kehadiran udara. Pirolisis banyak digunakan dalam bidang industri seperti pembuatan syngas, pembuatan arang, pembuatan metanol, pembuatan kokas dari batubara, mengubah hidrokarbon berat dan menengah menjadi hidrokarbon lebih ringan pada minyak bumi seperti pembuatan bensin, dan lain-lain (Widjaya, 1982).

Adapun keuntungan dari metode pirolisis untuk pembakaran limbah plastik yaitu :

1. konsumsi energi yang rendah
2. Dapat mengatasi limbah plastik yang tidak dapat didaur ulang
3. Beroperasi tanpa membutuhkan udara atau campuran hidrogen dan tidak memerlukan tekanan tinggi (Naimah et al. 2012).

Pirolisis berdasarkan jenisnya terbagi menjadi 2 yaitu pirolisis primer dan pirolisis sekunder. Pirolisis primer adalah proses pembentukan arang yang terjadi pada suhu 590°C. Proses pengarangan ini terjadi karena adanya energi panas yang mendorong terjadinya oksidasi sehingga suatu senyawa karbon yang kompleks terurai sebagian besar menjadi karbon atau arang. Pirolisis sekunder adalah proses lanjutan perubahan arang/karbon lebih lanjut menjadi karbon monoksida, gas hidrogen dan gas-gas hidrokarbon pada suhu 800°C (ueno et al. 2010).

2.3.1 Faktor yang Mempengaruhi Pirolisis

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas dan kuantitas minyak yang dihasilkan. Beberapa faktor yang mempengaruhi pirolisis adalah sebagai berikut:

a. Temperatur

Temperatur memiliki pengaruh yang besar dalam proses pirolisis. Semakin tinggi temperatur maka semakin banyak gas yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan bahan baku padatan akan menguap dan berubah menjadi gas sehingga berat dari padatan bahan baku akan berkurang. Peningkatan temperatur yang terjadi menyebabkan molekul bergerak lebih cepat sehingga semakin besar pula peluang tumbukan antar molekul. Meningkatnya temperatur pada suatu reaksi menyebabkan kenaikan laju reaksi sehingga persen yield yang didapatkan akan semakin bertambah (salamah, 2018).

Namun, semakin tinggi temperatur akan membuat produk oil yang dihasilkan semakin berkurang. Hal ini dikarenakan temperatur yang tinggi dapat merubah hidrokarbon rantai yang panjang dan sedang menjadi hidrokarbon dengan rantai yang pendek. Jika rantai hidrokarbon sangat pendek, maka diperoleh hasil gas yang tidak dapat dikondensasi. Pada kondisi tertentu temperatur yang terlalu tinggi dapat mengurangi jumlah yield yang dihasilkan, hal ini disebabkan oleh peningkatan temperatur yang terlalu tinggi akan menyebabkan terjadinya *cracking* sekunder yang menghasilkan produk fraksi hidrokarbon rantai pendek berupa gas yang sulit terkondensasi sehingga terbuang ke udara dan mengurangi jumlah *yield* yang terbentuk (salamah, 2018).

b. Waktu Reaksi

Waktu memiliki pengaruh pada proses pirolisis. Dalam kondisi vakum, waktu reaksi yang lama akan menyebabkan produk pirolisis menjadi gas. Karena semakin lama waktunya maka akan membuat hidrokarbon rantai panjang menjadi hidrokarbon rantai pendek. Produk padatan juga akan semakin berkurang karena menguap jika waktu reaksinya semakin lama.

c. Ukuran Bahan Baku

Apabila ukuran partikel meningkat maka hasil dari padatan akan meningkat pula sedangkan hasil dari volatil dan gas akan menurun. Konsentrasi dari volatil dan gas meningkat sampai dengan nilai tertentu dan kemudian menurun sesuai dengan kenaikan ukuran partikel. Seiring dengan kenaikan ukuran partikel maka waktu yang dibutuhkan untuk proses pirolisis pada temperatur tertentu juga akan meningkat (Chaurisia & Babu, 2005).

d. Laju Pemanasan

Laju pemanasan sangat mempengaruhi hasil dari produk pirolisis yang didapatkan. Menurut Besler & William (1996), ketika laju pemanasan dinaikkan maka padatan pada proses pirolisis akan menurun. Hal tersebut menunjukkan bahwa laju pemanasan yang lebih tinggi akan melepaskan gas hidrokarbon, begitupula dengan minyak akan meningkat seiring dengan kenaikan laju pemanasan. Pada kondisi kerja bertekanan lingkungan, semakin tinggi laju reaksi pada pirolisis maka akan mendapatkan jumlah minyak yang banyak. Namun, hal ini tidak efisien dikarenakan jika memperbesar laju reaksi

maka akan membuat pemakaian energi untuk proses pirolisis menjadi lebih besar.

e. Katalis

Keberadaan katalis dengan jumlah yang banyak akan membuat proses dekomposisi semakin cepat sehingga dapat meningkatkan produk yang dihasilkan (Salamah, 2018). Namun jika terlalu banyak katalis yang dimasukkan maka akan membuat produk pirolisis menjadi berkurang, hal ini disebabkan oleh sejumlah besar residu *coke* terbentuk dan menutupi permukaan katalis sehingga mengurangi sisi aktif katalis (Aziz isalmi, dkk. 2019).

Kondisi kerja dalam pirolisis dapat dibagi menjadi 2, yaitu secara vakum dan secara atmosfer. Pada kondisi atmosfer, ketika bahan baku sudah menguap, maka akan langsung keluar dan dikondensasi. Sementara pada kondisi vakum maka hasil dari uap ditahan dan terjadi reaksi yang berkelanjutan.

f. Perlakuan Panas

Dalam proses pirolisis terdapat dua cara untuk memanaskan bahan baku, yaitu secara isothermal dan secara transien. Secara transien, bahan baku dipanaskan dari temperatur ruangan menuju temperatur kerja. Sementara jika secara isothermal maka reaktor dipanaskan terlebih dahulu hingga temperatur kerja dan bahan baku diumpungkan ke dalam reaktor setelah temperatur kerja didapatkan.

2.3.2 Produk Hasil pirolisis

Pirolisis adalah proses degradasi termal bahan-bahan polimer seperti plastik maupun material organik seperti biomassa dengan pemanasan tanpa melibatkan oksigen di dalamnya. Produk dari pirolisis ini terdiri dari fraksi gas, cair dan residu padatan. Pada suhu tertentu, plastik akan meleleh dan kemudian berubah menjadi gas. Pada saat proses tersebut, rantai panjang hidrokarbon akan terpotong menjadi rantai pendek. Selanjutnya proses pendinginan dilakukan pada gas tersebut sehingga akan mengalami kondensasi dan membentuk cairan. Cairan inilah yang nantinya menjadi bahan bakar, baik berupa bensin maupun bahan bakar diesel (Syamsiro, 2015)

Bahan bakar yang dihasilkan dari hasil pirolisis dapat diidentifikasi berdasarkan karakteristiknya. Adapun karakteristik yang perlu diperhatikan dalam

menentukan jenis bahan bakar yang dihasilkan yaitu massa jenis, viskositas dan titik nyala bahan bakar tersebut.

2.4 Katalis

Katalis adalah zat yang dapat mempercepat dan mengarahkan reaksi. Dengan katalis, reaksi dapat diselenggarakan pada kondisi yang lebih lunak (temperatur dan tekanan rendah) dengan laju selektifitas yang tinggi (Subagjo, 2018).

Menurut Subagjo (2018), berdasarkan fasa katalis, reaktan, dan produk reaksinya, katalis dapat dibedakan menjadi 2 yaitu :

a. Katalis homogen

Katalis homogen merupakan katalis yang berfasa sama dengan fasa campuran reaksinya. Katalis homogen umumnya memiliki aktivitas dan selektivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan katalis heterogen, karena setiap molekul-katalis aktif sebagai katalis. Katalis homogen terdiri dari dua jenis yaitu katalis asam homogen dan katalis basa homogen.

b. Katalis heterogen

Katalis heterogen merupakan katalis yang reaktan dan produk reaksinya berbeda fasa. Katalis heterogen banyak digunakan di industri karena mudah dipisahkan dari campuran reaksinya,

2.4.1 Syarat Katalis

Untuk menilai baik tidaknya suatu katalis, menurut Handoko, (2003) ada beberapa parameter yang harus diperhatikan :

1. Aktivitas, yaitu kemampuan katalis untuk mengkonversi reaktan menjadi produk yang diinginkan. Aktivitas ini dipengaruhi oleh keasaman katalis dan luas permukaan spesifik katalis semakin asam katalis maka akan aktivitas katalis semakin meningkat begitu juga dengan bertambah nya luas permukaan spesifik katalis diharapkan pusat aktif katalis semakin banyak sehingga aktivitas katalis akan semakin meningkat.
2. Selektivitas, yaitu kemampuan katalis mempercepat satu reaksi di antara beberapa reaksi yang terjadi sehingga produk yang diinginkan dapat diperoleh dengan produk sampingan seminimal mungkin.
3. Kestabilan, yaitu lamanya katalis memiliki aktivitas dan selektivitas seperti pada keadaan semula.

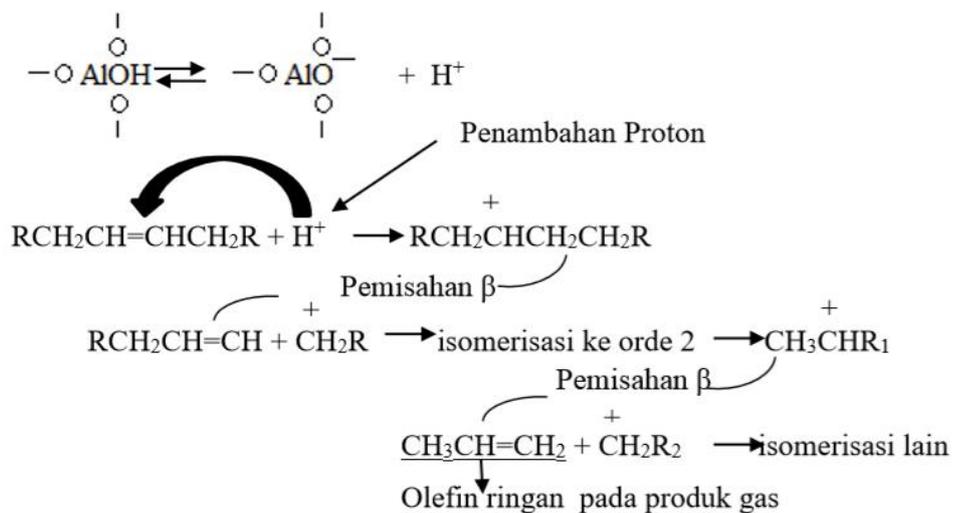
4. Yield, yaitu jumlah produk tertentu yang terbentuk untuk setiap satuan reaktan yang dikonsumsi.
5. Kemudahan diregenerasi, yaitu proses mengembalikan aktivitas dan selektivitas katalis seperti semula.

Oleh karena itu, katalis harus aktivitas dan selektivitas yang tinggi, tingkat kestabilan yang bagus, dan proses regenerasi yang mudah sehingga dapat menghasilkan yield yang banyak.

2.4.2 Kinerja Katalis

Mekanisme reaksi catalytic cracking dari rantai polimer sama dengan jalur dari catalytic cracking hidrokarbon. Proses catalytic cracking berlangsung pada suhu yang cukup tinggi untuk memiliki reaksi paralel thermal cracking. Mekanisme catalytic cracking hidrokarbon berupa reaksi ion, seperti pada katalis jenis silika-alumina memiliki pusat bronsted asam kuat, yang akan mentransfer ion hidrogen ke rantai polimer. Gambar 2.3 menunjukkan mekanisme catalytic cracking hidrokarbon.

Mekanisme ion



Gambar 2.3 kinerja *Catalytic Cracking Hidrocarbon*

Sumber : Buekens (2008)

Ion yang dihasilkan dapat distabilkan oleh β - splitting, isomerisasi atau mentransfer reaksi hidrogen. Skema selanjutnya menunjukkan reaksi yang berbeda yang dapat terjadi, masing-masing terjadi yang bergantung pada suhu. Luas permukaan dan struktur katalis yang berpori juga berperan penting.

Penguraian rantai polimer dimulai pada permukaan eksternal katalis dan fragmen yang cukup kecil mungkin masuk ke dalam pori-pori, di mana reaksi cracking tambahan berlangsung, sehingga molekul gas terbentuk. Tidak seperti thermal cracking, katalis tertentu dapat membuat selektivitas terhadap produk tertentu.

Produk dari reaksi dapat diklasifikasikan sebagai produk gas (C1-C4) dan produk cair (C5-C44).

2.4.3 Silika-alumina

Katalis Silika-alumina adalah sebuah katalis asam amorf yang mengandung asam Bronsted dengan kandungan ion hidrogen pada salah satu sisinya yang berasal dari aluminium oksida, Al_2O_3 dan silikon dioksida, SiO_2 . Katalis alumina merupakan katalis asam yang dapat diaplikasikan dalam reaksi perengkahan katalitik. Pada katalis ini, atom aluminium adalah sumber kekuatan utama dari sisi katalis. Aluminium dengan keasaman yang tinggi, dikelilingi oleh atom oksigen yang memiliki keelektronegatifan yang relatif baik. Konsentrasi asam pada katalis silika-alumina ditentukan oleh rasio antara SiO_2 dan Al_2O_3 . Semakin besar rasio antara SiO_2 dan Al_2O_3 menyebabkan sifat keasaman semakin besar. Misalkan SA-1 ($SiO_2/Al_2O_3 = 4,99$) memiliki sifat keasaman lebih besar daripada SA-2 ($SiO_2/Al_2O_3 = 0,27$). Kedua jenis katalis tersebut dijual secara komersial (Sakata dkk., 1997). Katalis alumina silika juga relatif stabil pada suhu tinggi (hingga $500-700^\circ C$). Alumina silika memiliki rasio yang lebih tinggi sehingga memiliki kestabilan termal dan asam yang tinggi. Tujuan adanya penggunaan katalis alumina silika diharapkan dapat menurunkan temperatur reaksi, mempercepat reaksi dekomposisi dan memperbaiki kualitas produk.

Pada proses pembuatan bahan bakar cair dari limbah HDPE katalis yang digunakan adalah Silika-alumina, Mekanisme reaksi pirolisis katalitik silika termasuk dalam mekanisme intermediet ion karbonium. Silika yang memiliki permukaan asam inilah yang memungkinkan terjadinya mekanisme tersebut. Pemutusan ikatan C-H dari molekul etilen dapat mengakibatkan terbentuknya ion karbonium maupun karbokation dengan baik. Ion karbonium juga merupakan reaksi intermediet dalam proses pembentukan dan pemutusan ikatan C-C, hal

inilah yang menyebabkan produk cairan meningkat serta terbentuknya senyawa-senyawa baru (Gates dkk., 1979).

2.5 Bahan Bakar Cair (BBC)

Bahan bakar cair merupakan gabungan senyawa hidrokarbon yang diperoleh dari alam maupun secara buatan. Bahan bakar cair umumnya berasal dari minyak bumi. Minyak bumi merupakan campuran alami hidrokarbon cair dengan sedikit belerang, nitrogen, oksigen, sedikit sekali metal, dan mineral. Dengan kemudahan penggunaan, ditambah dengan efisiensi thermis yang lebih tinggi, serta penanganan dan pengangkutan yang lebih mudah, menyebabkan penggunaan minyak bumi sebagai sumber utama penyedia energi semakin meningkat. Secara teknis, bahan bakar cair merupakan sumber energi yang terbaik, mudah ditangani, mudah dalam penyimpanan dan nilai kalor pembakarannya cenderung konstan. Beberapa kelebihan bahan bakar cair dibandingkan dengan bahan bakar padat antara lain kebersihan dari hasil pembakaran, menggunakan alat bakar yang lebih kompak, dan penanganannya lebih mudah. Salah satu kekurangan bahan bakar cair ini adalah harus menggunakan proses pemurnian yang cukup kompleks.

Beberapa jenis bahan bakar minyak adalah sebagai berikut :

- a. Bahan Bakar Bensin
- b. Bahan Bakar Solar
- c. Kerosin

Spesifikasi kerosin, bensin, dan solar dapat dilihat pada tabel 2.2, 2.3, 2.4.

Tabel 2.3 Spesifikasi Kerosin (Minyak Tanah)

No.	Karakteristik	Satuan	Batasan		Metode Uji
			Min.	Maks.	
1	Densitas pada 15°C	kg/m ³	-	835	ASTM D 1298
2	Titik Asap	mm	15	-	ASTM D 1322
3	Nilai Jelaga	mg/kg	-	40	IP 10
4	Distilasi :				ASTM D 86
	Perolehan pada				
	200°C	%vol	18	-	
	Titik Akhir	C	-	310	
5	Titik Nyala	C	38	-	IP 170
	Kandungan	%			
6	Belerang	massa	-	0,2	
7	Korosi Bilah Tembaga		-	no.1	
8	Bau dan Warna		Dapat dipasarkan		

sumber : www.pertamina.com

Tabel 2.4. Spesifikasi Bensin (Premium)

No.	Karakteristik	Satuan	Batasan		Metode Uji (ASTM)
			Min	Maks	
	Bilangan Oktana				
1	Angka Oktana Riset (RON)	RON	88	-	D 2699
2	Stabilitas Oksidasi	menit	360	-	D 525 D 2622/ D 4294 / D
3	Kandungan Sulfur	% m/m	-	0,05	7039
4	Kandungan Timbal (Pb)	gr/l	-	0,013	D 3237
			injeksi imbal tidak diizinkan		
5	Kandungan Logam (Mn,Fe)	mg/l	tidak terlacak		D 3831/D 5185 D 4815 / D 6839 /
6	Kandungan Oksigen	% m/m	-	2,7	D 5599 D 1319/ D 6839/ D
7	Kandungan Olefin	% v/v	Dilaporkan		6730 D 1319/ D 6839/ D 6730
8	Kandungan Aromatik	% v/v	Dilaporkan		D 5580/D 6839 /D
9	Kandungan Benzene	% v/v	Dilaporkan		6730/D 3606
10	Distilasi:				D 86
	10% vol.Penguapan	°C	-	74	
	50% vol.Penguapan	°C	75	125	
	90% vol.Penguapan	°C	-	180	
	Titik didih akhir	°C	-	215	
	Residu	% vol		2	
11	Sedimen	mg/l	-	1	D 5452
12	Unwashed Gum	mg/100 ml	-	70	D 381
13	Washed Gum	mg/100 ml	-	5	D 381
14	Tekanan Uap Berat Jenis (pada suhu	kPa	45	69	D 5191/ D 323
15	15°C)	kg/m ³	715	770	D 4052/D 1298
16	Korosi bilah tembaga	merit %	Kelas 1tif		D 130
17	Sulfur Merkaptan	massa	-	0,002	D 3227
18	Penampilan Visual	Jernih dan terang			
19	Bau	Dapat dipasarkan			
20	Warna	Kuning			
21	Kandungan pewarna	gr/100 l	-	0,13	

Sumber : www.pertamina.com

Tabel 2.5. Spesifikasi Solar

Karakteristik	Satuan	Batasan		Metode Uji (ASTM)
		Min.	Maks.	
Angka Setana	-	48	-	D 613
Indeks Setana	-	45	-	D 4737
Berat Jenis, 15°C	kg/m ³	815	860	D 4052
Viskositas, 40°C	mm ² /sec	2	4,5	D 445
		-	0,35	
		-	0,3	
Kandungan Sulfur	%m/m	-	0,25	D2622/D 5453
		-	0,05	
		-	0,005	
Distilasi 90 % vol.penguapan	°C	-	370	D 86
Titik Nyala	°C	52	-	D 93
Titik Tuang	°C	-	18	D 97
Korosi Bilah Tembaga	merit	-	Kelas 1	D 130
Residu Karbon	%m/m	-	0,1	D 4530/ D 189
Kandungan Air	mg/kg	-	500	D 6304
Biological Growth	-	Nihil		
Kandungan FAME	% v/v	-	-	
		Tak Terdeteksi		
Kandungan metanol	% v/v	-	Kelas 1	D 4815
Korosi Bilah Tembaga	merit	-	Kelas 1	D 130
Angka Setana	-	48	-	D 613
Kandungan Abu	% v/v	-	0,01	D 482
Kandungan Sedimen	% m/m	-	0,01	D 473
Bilangan Asam Kuat	mgKOH/gr	-	0	D 664
Bilangan Asam Total	mgKOH/gr	-	0,6	D 664
Partikulat	mg/l	-	-	D 2276
		Jernih & Terang		
Penampilan Visual	-	Jernih & Terang		
Warna	No.ASTM	-	3	D 1500
Lubicity	micron	-	460	D 6079

sumber : www.pertamina.com

2.6. Karakteristik Bahan Bakar Cair

Karakteristik bahan bakar cair yang akan ditentukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Densitas dengan menggunakan Metode ASTM D-1298

Densitas fluida didefinisikan sebagai massa per satuan volume (Qurratul'uyun, 2017).

Densitas (ρ) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\rho = \frac{\text{massa sampel}}{\text{volume}} \quad \text{Sumber: Qurratul'uyun, 2017}$$

Massa jenis atau yang biasa disebut densitas merupakan indikator banyaknya zat-zat pengotor hasil reaksi. Jika massa jenis suatu bahan bakar melebihi ketentuan, maka akan meningkatkan keausan mesin dan menyebabkan kerusakan mesin (Setiawati & Edwar, 2012).

2. Titik Nyala dengan menggunakan Metode IP 170

Titik nyala merupakan temperature dimana timbul sejumlah uap dengan udara membentuk suatu campuran yang mudah menyala (Qurratul'uyun, 2017). Titik nyala suatu bahan bakar menandakan batas aman terhadap bahaya kebakaran selama penyimpanan, penanganan, dan transportasi. Titik nyala mengindikasikan tinggi rendahnya volatilitas dan kemampuan suatu bahan bakar untuk terbakar (Setiawati & Edwar, 2012).

3. %Yield

Yield merupakan perbandingan antara jumlah produk yang dihasilkan dengan jumlah bahan baku yang digunakan. Menurut Wahyudi, dkk (2016)

Yield dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\%Yield = \frac{mp}{mb} \times 100\% \quad \text{Sumber : Wahyudi, dkk 2016}$$

Keterangan :

Mp = massa produk (gr)

Mb = massa bahan baku (gr)

4. Analisa Senyawa Kimia dengan *Gas Chromatography-Mass Spectroscopy* (GC-MS)

GC MS (*Gas Chromatography-Mass Spectroscopy*) merupakan suatu instrumen yang terdiri dari dua metode analisis. Kromatografi gas berfungsi sebagai pemisah komponen dalam suatu senyawa, sedangkan spektrometri massa berfungsi untuk mendeteksi masing-masing molekul komponen yang telah dipisahkan pada kromatografi gas (Agusta, 2000 dalam Qurratul'uyun,

2017). Gas kromatografi merupakan pemisahan campuran menjadi konstituennya dalam fase gerak berupa gas yang melalui fase diam yang berupa sorben. Gas kromatografi dapat digunakan untuk analisis kualitatif maupun kuantitatif.