

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah Penelitian

Penelitian sebelumnya yang digunakan sebagai acuan pada penelitian ini dapat dirangkum pada tabel 2.1 dibawah ini :

Tabel 2.1 Rangkuman Sejarah Penelitian

Nama	Asal	Temperatur	Waktu	Rendemen	Densitas	Nilai Kalor
Hijrah Amaliah Azis dan Hanizah Batu Rante	Universitas Teknologi Sulawesi	200°C,250°C,300°C,350°C,400°C dan 450°C	5,10,15,20,25 dan 30 menit	79,85%	0,7542 gram/ml	11.621,4 kal/gram
M. Jahidng, E. Nurfianti, E.S Hasan, R.S Rizki, Mashuni	Universitas Haluoleo	450°C, 500°C, dan 550°C	Tidak diketahui	16%; 64%; dan 70%	0.750; 0.764; dan 0.756 gr/ml	11.388; 11.316; 11.356 kkal/kg
Erti Praputri	Universitas Bung Hatta	200°C	30, 45, 60 dan 75 menit	Tidak diketahui	0,72 gr/ml	Tidak diketahui

2.2 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 (F. Wahab,2020).

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 (Untoro B. Surono, 2013).

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. 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 (F. Wahab, 2020).

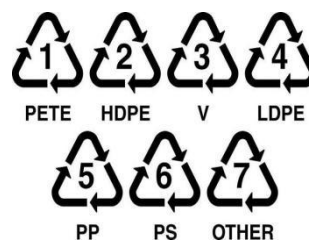
Tabel 2.2 Perbedaan Termoplastik dan *Thermosetting*

Polimer <i>Termoplastic</i>	Polimer <i>Thermosetting</i>
Mudah diregangkan	Keras dan Rigid
Fleksibel	Tidak fleksibel
Titik leleh rendah	Tidak meleleh jika dipanaskan
Dapat dibentuk ulang	Tidak dapat dibentuk ulang

(F. Wahab, 2020)

2.3 Jenis-Jenis Plastik

Jenis plastik yang dapat di daur ulang diberi kode berupa nomor untuk mempermudah mengidentifikasi yang dapat dilihat pada gambar 2.4



Gambar 2.1 Nomor Kode Plastik
(Surono dan Ismanto, 2016)

Tabel 2.3 Jenis Plastik dan Kegunaannya

No Kode	Jenis Plastik	Penggunaannya
1	PET (polyethylene terephthalate)	Botol kemasan air mineral, botol minyak goreng, jus, botol sambal, botol obat, dan botol kosmetik
2	HDPE (High-density Polyethylene)	Botol obat, botol susu cair, jerigen pelumas, dan botol kosmetik
3	PVC (Polyvinyl Chloride)	Pipa selang air, pipa bangunan, mainan, taplak meja dari plastik, botol shampo, dan botol sambal.
4	LDPE (Low-density Polyethylene)	kantong kresek, tutup plastik, plastik pembungkus daging beku, gelas minuman air mineral
5	PP (Polypropylene atau Polypropene)	Cup plastik, tutup botol dari plastik, mainan anak
6	PS (Polystyrene)	Kotak CD, sendok dan garpu plastik, gelas plastik, atau tempat makanan dari styrofoam
7	Other (O)	Botol susu bayi, plastik kemasan, gallon air minum, alat-alat rumah tangga, komputer.

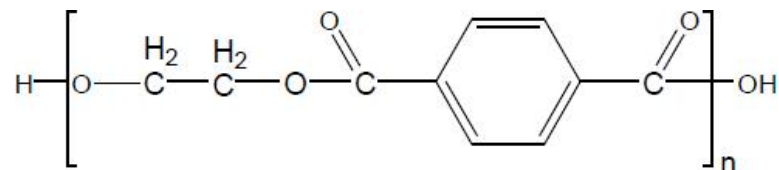
Sumber : Surono, 2013

2.4 Jenis Plastik dan Karakteristiknya

Plastik digolongkan menjadi beberapa jenis diantaranya adalah :

1. Polyethylene terephthalate (PET)

Polyethyleneterephthalate (disingkat PET, PETE atau dulu PETP, PET-P) adalah suatu resin polimer plastik termoplast dari kelompok poliester yang merupakan hasil kondensasi polimer etilen glikol dan asam treptalat dan dikenal dengan nama dagang mylar. Rumus kimia PET adalah $(C_{10}H_8O_4)_n$ dan rumus bangun untuk PET. Polimer PET dihasilkan melalui reaksi polimerisasi kondensasi dari monomernya.

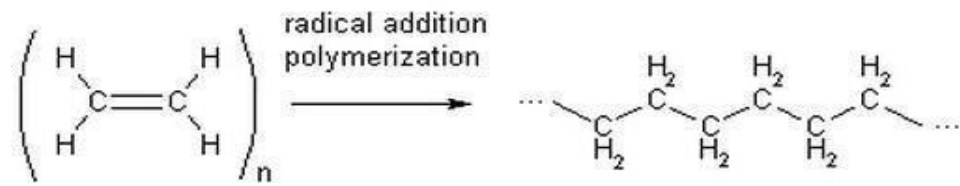


Gambar 2.2 Rantai Polyethylene Terephthalate (PET)

(Sumber : Kirk-Othmer, 2010)

2. High Density Polyethylene (HDPE)

HDPE adalah termoplastik polietilena terbuat dari minyak bumi, dikenal karena kekuatan yang besar untuk rasio kepadatan, HDPE umumnya digunakan dalam produksi botol plastik, pipa tahan korosi, dan kayu plastik.

Gambar 2.3 Rantai *High Density Polyethylene* (HDPE)

(Sumber : Kirk-Othmer, 2010)

3. *Polyvinylchloride* (PVC)

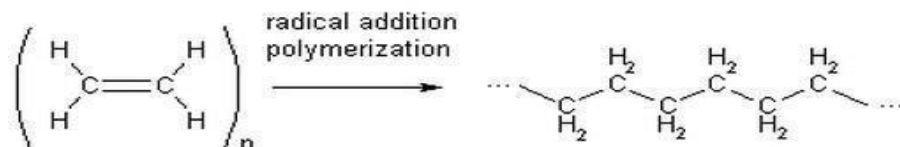
Polyvinylchloride (IUPAC: Poli (kloroetanadiol)), biasa disingkat PVC, adalah polimer termoplastik urutan ketiga dalam hal jumlah pemakaian di dunia, setelah polietilena dan polipropilena. PVC diproduksi dengan cara polimerisasi monomer vinil klorida ($\text{CH}_2=\text{CHCl}$). Karena 57% massanya adalah klor, PVC adalah polimer yang menggunakan bahan baku minyak bumi terendah di antara polimer lainnya. Rumus kimia PVC adalah $(\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl})_n$ dan rumus bangun untuk polimer ini. Nama-nama dagang PVC adalah *Elvax*, *Geon*, *Postalit*, *Irvinil*, *Kenron*, *Marvinol*, *Opalon*, *Rucoblend*, *Vinoflex*. Kemasan PVC dapat berupa kemasan kaku atau kemasan bentuk. Beberapa jenis PVC adalah *Plasticized Vinyl Chlorida*, *Vinyl Copolymer*, *Oriented Film*.

Gambar 2.4 Rantai *Polyvinyl Chlorida* (PVC)

(Sumber : Kirk-Othmer, 2010)

4. *Low Density Polyethylene* (LDPE)

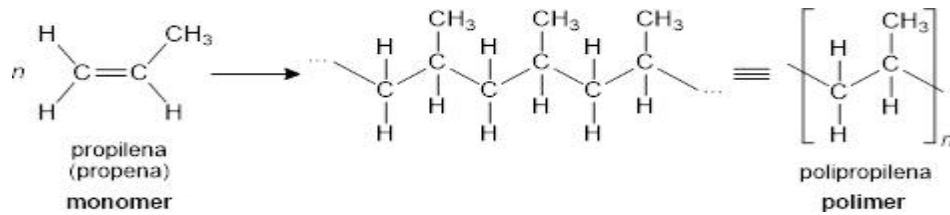
ini dihasilkan dengan cara polimerisasi pada tekanan tinggi, mudah dikelim dan harganya murah. Dalam perdagangan dikenal dengan nama *alathon*, *dylan* dan *fortiflex*

Gambar 2.5 *Low Density Polyethylene* (LDPE)

(Sumber : Kirk-Othmer, 2010)

5. Polypropylene (PP)

Polypropylene adalah polimer dari propilen dan termasuk jenis plastik olefin, Polipropilen mempunyai nama dagang Bexophane, Dynafilm, Luparen, Escon, Olefane dan Profax. Ada tiga tipe umumnya polipropilen yaitu: homopolimer, random copolymer dan impact copolymer atau kopolimer blok.

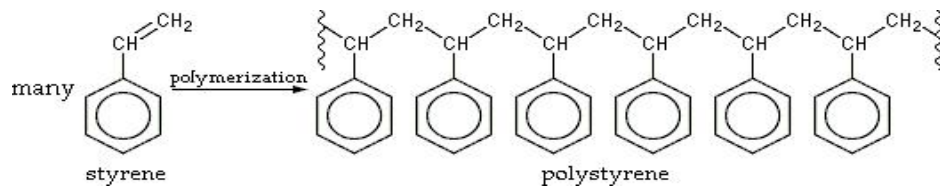


Gambar 2.6 Rantai Polypropylene (PP)

(Sumber : Kirk-Othmer, 2010)

6. Polystyrene (PS)

Polystyrene merupakan salah satu polimer yang ditemukan pada sekitar tahun 1930, dibuat melalui proses polimerisasi adisi dengan cara suspensi. Stirena dapat diperoleh dari sumber alam yaitu petroleum. Stirena merupakan cairan yang tidak berwarna menyerupai minyak dengan bau seperti benzena dan memiliki rumus kimia $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2$ atau ditulis sebagai C_8H_8



Gambar 2.7 Rantai Polystyrene (PS)

(Sumber : Kirk-Othmer, 2010)

7. Other

Paling sering, produk dengan label 7 terbuat dari campuran dua atau lebih jenis plastik (1 s.d. 6). Kadang kala label 7 mengindikasikan bahwa bahan baku resinnya tidak diketahui. Bisa jadi untuk segala macam benda, namun paling sering akan dijumpai plastik 7 digunakan dalam industri minuman ataupun makanan.

2.5 Bahan Baku

2.5.1 *Polypropylene* (PP)

Polypropylene merupakan jenis plastik kedua di dunia yang paling banyak diproduksi setelah *polyethylene*. Jenis plastik ini terbentuk dari proses polimerisasi yang ditemukan oleh dua ilmuwan bernama *Paul Hogan* dan *Robert Banks*. Hanya perlu sekitar enam tahun sampai akhirnya *polypropylene* dikenal dan diproduksi untuk seluruh dunia. Salah satu proses penting dalam pembentukan *polypropylene* atau plastik PP adalah katalis polimerisasi. Bahan bakar hidrokarbon didistilasi dan dipecah menjadi fraksi sebelum melalui proses polimerisasi dan polikondensasi. Untuk membuat produk yang lebih spesifik, PP polymer dalam bentuk cair biasanya dibentuk sesuai cetakan yang diinginkan. Ketika temperatur mulai menurun, bentuknya akan mengeras mengikuti cetakan dan siap digunakan. Adapun 2 jenis dari PP adalah :

1. *Polypropylene Homopolymer*, PP homopolymer merupakan jenis *polypropylene* yang paling sering digunakan di dunia. PP polymer ini terbentuk dari semi-kristalin berwujud solid yang hanya terdiri dari *polypropylene monomer*. Penggunaannya bisa ditemukan di kemasan, tekstil, medis, otomotif, dan instalasi listrik. Dengan kandungan ethane yang sedikit, PP homopolymer bisa dibuat sedikit transparan, cocok bagi Anda yang memperhatikan tampilan saat menggunakan plastik jenis ini untuk kebutuhan industri.
2. *Polypropylene Copolymer* PP *copolymer* adalah hasil polimerisasi antara propene dan ethane. Berdasarkan kandungan ethane, terdapat dua jenis *copolymer* yaitu *copolymer* acak dan *copolymer* blok. Nama "acak" dan "blok" mengacu pada struktur kimianya. *Copolymer* acak

memiliki sekitar 6% kandungan ethane, sementara kandungan ethane pada *copolymer* blok adalah 5 - 15%. Warna PP *copolymer* lebih gelap dibandingkan dengan *homopolymer*. Karena sifatnya yang lebih kuat dan tebal, PP *copolymer* sangat cocok digunakan untuk struktur di bidang industri atau manufaktur. cabang menghasilkan struktur yang lebih rapat/terjejal dengan densitas yang lebih tinggi dan mempunyai ketahanan kimia yang lebih tinggi.

2.5.2. Karakteristik *Polypropylene (PP)*

Karakteristik *Polypropylene (PP)* dapat dilihat dari sifat fisik dan kimia. Berikut Tabel 2.3 tentang Karakteristik, sifat fisika dan kimia PP :

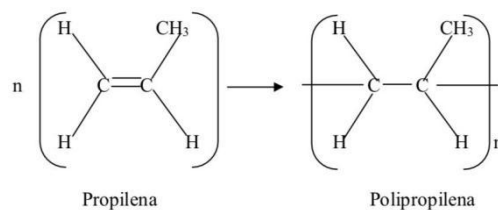
Tabel 2.4 Karakteristik, sifat fisika dan kimia PP

Parameter	Keterangan
Nama Kimia	<i>Polypropylene</i>
Nama Dagang	PP
Rumus Molekul	$(C_3H_6)_n$
Fisik	Padat
Titik Leleh	190-200 °C
Berat Jenis	0,85-0,90 gr/cm ³

(Dantya Farah Fortuna, 2020)

2.5.3 Polimer Penyusun PP

Kebanyakan polimer adalah senyawa organik, dan tersusun atas molekul hidrokarbon. PP merupakan polimer hidrokarbon yang termasuk ke dalam polimer termoplastik yang dapat diolah pada temperatur tinggi. PP berasal dari monomer propilena yang diperoleh dari pemurnian minyak bumi. Struktur molekul propilena dapat dilihat pada gambar 2.11 berikut :



Gambar 2.8 Reaksi Polimerisasi dari Propilena menjadi Polipropilena
(Hendra Tanudjaja, 2021)

2.6 Pirolisis

Pirolisis yaitu pemanasan dalam kondisi bebas oksigen, mengurai senyawa organik dari suatu bahan menjadi produk cair dan gas dengan melepaskan ikatan bahan-bahan anorganik yang terikat. Proses pirolisis dapat disebut juga dengan proses perengkahan atau *cracking*. *Cracking* adalah proses pemecahan rantai polimer menjadi senyawa dengan berat molekul yang lebih rendah. Hasil dari proses cracking plastik ini dapat digunakan sebagai bahan kimia atau bahan bakar. Ada tiga macam proses *cracking* yaitu *hidro cracking*, *thermal cracking* dan *catalytic cracking* (Chen dkk., 2014).

2.6.1 Thermal Cracking

Pirolisis disebut juga thermolisis (Yunani: pur = api, termos = hangat; luo = melonggarkan), adalah proses dekomposisi kimia dan termal, umumnya mengarah ke molekul yang lebih kecil. Thermolisis adalah istilah yang lebih tepat daripada pirolisis karena api menunjukkan adanya oksigen. Di sebagian besar proses pirolisis, udara dihilangkan untuk alasan keamanan, kualitas produk, dan yield. Pirolisis dapat dilakukan pada berbagai temperatur, waktu reaksi, tekanan, dan dengan adanya atau tidak adanya gas atau cairan, dan katalis reaktif. Proses pirolisis termal berlangsung pada temperatur antara 500-800°C dan umumnya dilakukan pada tekanan atmosfer (F. Wahab, 2020).

Keuntungan dari proses pirolisis thermal cracking adalah :

1. Volume sampah berkurang secara signifikan (<50-90%).

2. Produk padat, cair, dan bahan bakar gas dapat diproduksi dari limbah.
3. Bahan bakar atau bahan kimia yang diperoleh dapat disimpan / diangkut.
4. Masalah lingkungan berkurang.
5. Energi bersumber dari sumber-sumber terbarukan seperti sampah kota.
6. Biaya modal rendah.

Dari proses *thermal cracking* akan dihasilkan arang, minyak dari kondensasi gas seperti parafin, isoparafin, olefin, naphthene dan aromatik, serta gas yang memang tidak bisa terkondensasi. Sebagai aturan umum semakin tinggi temperatur pirolisis, semakin tinggi hasil produk gas yang tidak dapat terkondensasi dan menurunkan yield bahan bakar cair.

2.6.2. *Hydro Cracking*

Hydro cracking adalah proses cracking dengan mereaksikan bahan dengan hidrogen di dalam wadah tertutup yang dilengkapi dengan pengaduk pada tekanan hidrogen 3-10 MPa. Dalam proses hydro cracking ini dibantu dengan katalis. Hidro cracking sampah polimer biasanya melibatkan reaksi dengan hidrogen katalis yang berlebih dalam autoclave batch yang diaduk pada temperatur tinggi dan bertekanan.

2.6.3 *Catalytic Cracking*

Cara ini menggunakan katalis untuk melakukan reaksi pemecahan molekul. Dengan adanya katalis, dapat mengurangi temperatur dan waktu reaksi. Perengkahan katalitik merupakan proses perengkahan yang menggunakan katalis untuk melakukan reaksi perengkahan, dimana dengan adanya katalis dapat mengurangi temperatur dan waktu reaksi. Biaya harus dikurangi untuk membuat proses lebih menarik dari segi perspektif ekonomi.

2.6.4 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 temperatur 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 densitas, titik nyala, %Rendemen dan nilai kalor bahan bakar tersebut.

a. Densitas

Densitas adalah kerapatan suatu zat, yaitu perbandingan massa dengan volume zat tersebut. Densitas suatu zat dapat ditentukan dengan menimbang massa zat dalam volume tertentu. Semakin besar massa zat tersebut maka massa jenisnya akan semakin besar juga. Semakin tinggi berat jenis suatu zat, maka semakin tinggi titik didih zat tersebut, dan semakin sulit menjadi uap. Tentunya menjadi semakin sulit bereaksi dengan oksigen, dalam arti memerlukan temperatur lingkungan yang tinggi untuk terjadi campuran gas dengan oksigen.

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Keterangan :

ρ = massa jenis cairan (gr/cm³)

m = massa cairan (gr)

$V = \text{volume cairan (cm}^3\text{)}$

b. Nilai kalor

Nilai kalor bahan bakar merupakan jumlah energi maksimum yang dibebaskan oleh suatu bahan bakar melalui reaksi pembakaran sempurna persatuan massa atau volume bahan bakar. Nilai kalor merupakan salah satu parameter utama dalam menentukan kualitas bahan bakar. Semakin tinggi nilai kalor, maka panas yang dihasilkan oleh bahan bakar semakin tinggi pula, yang artinya semakin baik bahan bakar tersebut. Nilai kalor yang tinggi juga menyebabkan kecepatan pembakaran semakin lambat.

Nilai kalor bahan bakar dapat dianalisa dengan menggunakan kalorimeter. Bahan bakar yang akan diuji nilai kalornya dibakar menggunakan kumparan kawat yang dialiri arus listrik dalam bilik yang disebut bom dan ditenamkan di dalam air. Bahan bakar yang bereaksi dengan oksigen akan menghasilkan kalor, hal ini menyebabkan temperatur kalorimeter naik.

c. Specific Gravity

Specific Gravity atau berat jenis adalah suatu perbandingan berat bahan bakar minyak dengan berat air diukur dengan volume dan temperatur yang sama. Kadar berat jenis ini diukur melalui standar °API Gravity. Dimana dirumuskan sebagai :

$$^{\circ}\text{API Gravity} = \frac{141.5}{S_{pgr}} - 131.5$$

d. Titik Nyala

Menyatakan temperatur terendah dari bahan bakar minyak saat minyak terbakar bila permukaan minyak didekatkan dengan nyala api. Titik nyala dibutuhkan untuk keperluan keamanan dalam penanganan minyak terhadap bahaya kebakaran. Titik nyala dapat dinyatakan dengan *flash point tester*.

e. %Rendemen

Perbandingan antara massa produk yang dihasilkan dengan massa awal bahan baku. Rendemen dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\%Rendemen = \frac{mp}{mb} \times 100\%$$

Keterangan :

Mp = massa produk (gr)

Mb = massa bahan baku (gr)

2.6.5 Faktor yang Mempengaruhi Pirolisis

Menurut (Udayani, 2018) faktor-faktor atau kondisi yang mempengaruhi proses pirolisis adalah:

1. Kadar Air

Adanya air dalam bahan yang dipirolisis mempengaruhi proses pirolisis karena kadar air dalam bahan akan menggunakan energi untuk menghilangkan kandungan air. Energi dari luar yang seharusnya digunakan untuk proses pirolisis digunakan sebagian untuk proses pengeringan kadar air bahan. Akibatnya bahan dengan kandungan air yang tinggi membutuhkan energi yang tinggi untuk proses pirolisis.

2. Ukuran Partikel

Apabila ukuran partikel meningkat maka hasil dari padatan akan meningkat pula sedangkan hasil dari volatil dan gas akan menurun. Kosentrasi 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.

3. Laju pemanasan

Ketika laju pemanasan dinaikkan maka padatan pada proses pirolisis akan menurun. Produk gas yang dihasilkan pada temperatur antara 200°C dan 400°C adalah CO dan CO₂. Ketika

laju pemanasan meningkat maka gas CO, CO₂, CH₄, CH₃ akan meningkat. Hal tersebut menunjukkan bahwa laju pemanasan yang lebih tinggi akan melepaskan gas hidrokarbon, begitupula dengan minyak akan meningkat seiring dengan kenaikan laju pemanasan.

4. Temperatur

Temperatur merupakan faktor yang penting dalam menghasilkan produk pada proses pirolisis. Pada temperatur yang lebih tinggi maka hasil gas yang dihasilkan semakin banyak. Hasil minyak akan meningkat sampai batas tertentu kemudian menurun, sedangkan hasil padatan cenderung rendah. Semakin tinggi temperatur nilai kalor untuk hasil gas akan meningkat. Hal ini dikarenakan bahan baku padatan akan menguap dan berubah menjadi gas sehingga berat dari padatan bahan baku akan berkurang. 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.

5. Bahan

Jenis plastik bahan baku juga mempengaruhi distribusi produk. Pada jenis termoplastik pada umumnya, hasil produk cairan adalah 80 % atau lebih, dimana PS > PP > PE. Plastik dengan struktur polisiklik mempunyai hasil cairan dan padatan yang lebih banyak dibandingkan plastik yang mempunyai struktur poliolefinik.

6. Komposisi bahan uji

Pada setiap penambahan material plastik didalam proses pirolisis menghasilkan suatu peningkatan kandungan hidrogen

didalam hasil minyaknya dibandingkan pada proses pirolisis tanpa bahan plastik. Hal ini menunjukkan bahwa komposisi yang berbeda dari bahan yang diperlukan untuk proses pirolisis menghasilkan hasil kandungan minyak yang berbeda.

2.7 Bahan Bakar Cair

Bahan bakar minyak merupakan jenis bahan bakar cair yang strukturnya tidak rapat. Bahan bakar minyak yang biasa dipakai dalam industri, transportasi, dan rumah tangga adalah jenis bahan bakar yang berasal dari fraksi 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.

2.7.1 Jenis-Jenis Bahan Bakar Cair

1. Gasoline Bensin ,Tersusun dari hidrokarbon rantai lurus C5-C11 pada teperatur 30°C -180°C. Berikut merupakan beberapa jenis bensin berdasarkan perbedaan bilangan oktan :

a. Bahan Bakar Bensin Jenis 88 (Premium)

Bahan bakar premium adalah bahan bakar minyak jenis distilat berwarna kekuningan jernih yang didalamnya terdapat kandungan oktan 88 dan menggunakan pewarna dye serta menghasilkan NOx dan Cox dalam jumlah banyak. Spesifikasi bahan bakar premium dapat dilihat pada tabel 2.7.

Tabel 2.5 Spesifikasi Bahan Bakar Bensin RON 88 (Premium)

Karakteristik	Satuan	Batasan		Metode Uji (ASTM)
		Min	Max	
Angka Oktana Riset	RON	88	-	D 269
Stabilitas Oksidasi	merit	360	-	D 525
Kandungan Sulfur	% m/m	-	0,05	D 2622/ D 4294/ D 7039
Kandungan Timbal (Pb)	gr/l	-	0,013	D 3237
Injeksi imbal tidak diizinkan				
Kandungan Logam (Mn, Fe)	mg/l	tidak terlacak		D 3831/ D 5185
Kandungan Oksigen	%m/m	-	2,7	D 4815/ D 6839/ D 5599
Kandungan Olefin	%v/v	Dilaporkan		D 1319/ D 6839/ D 6730
Kandungan Aromatik	%v/v	Dilaporkan		D 1319/ D 6839/ D 6730
Kandungan Benzene	%v/v	Dilaporkan		D 5580 / D 6839 / D 6730 / D 3606
Distilasi :				
10% vol Penguapan	°C	-	74	
50% vol Penguapan	°C	75	125	
90% vol Penguapan	°C	-	180	
Titik didih akhir	°C	-	215	
Residu	% vol		2	
Sedimen	mg/l	-	1	D 5452
Unwashed Gum	mg/100 ml	-	70	D 381
Washed Gum	mg/100 ml	-	5	D 381
Tekanan Uap	kPa	45	69	D 5191/ D 323
Berat Jenis (pada suhu 15°C)	kg/m ³	715	770	D 4052/ D 1298
Korosi bilah tembaga	Merit	Kelas 1tif		D 130
Sulfur Merkaptan	% massa	-	0,002	D 3227
Penampilan Visual		Jernih dan terang		
Bau		Dapat dipasarkan		
Warna		Kuning		
Kandungan pewarna	gr/100 l	-	0,13	

(Keputusan Direktorat Jendral Minyak dan Gas Bumi No: 933.K/10/DJM.S/2013)

b. Bahan Bakar Bensin Jenis 90 (Pertalite)

Pertalite diluncurkan pada tanggal 24 Juli 2015, merupakan bahan bakar gasoline yang memiliki angka oktan 90 serta berwarna hijau terang dan jernih. Bahan bakar Pertalite memiliki kualitas yang lebih baik daripada bahan bakar Premium karena angka oktan pertalite yang lebih tinggi sehingga mampu menstabilkan knocking mesin kendaraan menjadi lebih optimal. Spesifikasi bahan bakar pertalite dapat dilihat pada tabel 2.8.

Tabel 2.6 Spesifikasi Bahan Bakar Bensin Jenis 90 (Pertalite)

<u>Karakteristik</u>	<u>Satuan</u>	<u>Batasan</u>	
		<u>Min</u>	<u>Max</u>
Angka Oktana Riset	RON	90	-
Stabilitas Oksidasi	Menit	360	-
Kandungan <u>Sulfur</u>	% m/m	-	0,05
Kandungan <u>Timbal (Pb)</u>	<u>gr/1</u>	-	0,013
Kandungan Logam (Mangan (Mn), Besi (Fe))	<u>mg/1</u>	tidak terdeteksi	
Kandungan <u>Oksigen</u>	%m/m	-	2,7
Kandungan <u>Olefin</u>	%v/v	Dilaporkan	
Kandungan <u>Aromatik</u>	%v/v	Dilaporkan	
Kandungan <u>Benzene</u>	%v/v	Dilaporkan	
Distilasi :			
10% <u>vol.Penguapan</u>	°C	-	74
50% <u>vol.Penguapan</u>	°C	88	125
90% <u>vol.Penguapan</u>	°C	-	180
Titik didih akhir	°C	-	215
Residu	% <u>vol</u>	-	2
Sedimen	<u>mg/1</u>	-	1
<u>Unwashed Gum</u>	<u>mg/100 ml</u>	-	70
<u>Washed Gum</u>	<u>mg/100 ml</u>	-	5
Tekanan Uap	<u>kPa</u>	45	60
Berat Jenis (pada suhu 15°C)	<u>kg/m³</u>	715	770
Korosi bilah tembaga	Menit	Kelas 1	
<u>Sulfur Merkaptan</u>	% massa	-	0,002
Penampilan Visual		Jernih dan terang	
Bau		Dapat dipasarkan	
Warna		Hijau	
Kandungan pewarna	<u>gr/100 l</u>	-	0,13

(Keputusan Direktora Jendral Minyak dan Gas Bumi No: 0486.K/10/DJM.S/2017)

c. Bahan Bakar Bensin Jenis 98 (Pertamax Turbo)

Pertamax Turbo merupakan bahan bakar bensin yang memiliki angka oktan 98 dan berwarna merah. Pertamax Turbo didesain untuk mesin berteknologi tinggi dengan minimum kompresi rasio 12:1 atau mesin kendaraan dengan *supercharger technology* dan *turbocharger technology*. Pertamax Turbo diformulasikan dengan *Ignition Boost Formula* yang membuat mesin lebih responsif pada pembakaran mesin dan

membuat performa kendaraan menjadi sempurna. Spesifikasi pertamax turbo dapat dilihat pada tabel 2.9.

Tabel 2.7 Bahan Bakar Bensin Jenis 98 (Pertamax Turbo)

<u>Karakteristik</u>	<u>Satuan</u>	<u>Batasan</u>	
Angka Oktana Riset	RON	98	-
Stabilitas Oksidasi	Menit	480	-
Kandungan Sulfur	% m/m	-	0,05
Kandungan Timbal (Pb)	gr/l	-	0,013
		Injeksi timbal tidak diizinkan	
Kandungan Fosfor	mg/l	tidak terdeteksi	
Kandungan Logam (Mn, Fe)	mg/l	tidak terdeteksi	
Kandungan Silikon	mg/kg	tidak terdeteksi	
Kandungan Oksigen	%m/m	-	2,7
Kandungan Olefin	%v/v	-	-
Kandungan Aromatik	%v/v		40
Kandungan Benzene	%v/v		5
Distilasi :			
10% vol.Penguapan	°C	-	70
50% vol.Penguapan	°C	77	110
90% vol.Penguapan	°C	130	180
Titik didih akhir	°C	-	205
Residu	% vol		2
Sedimen	mg/l	-	1
Unwashed Gum	mg/100 ml	-	70
Washed Gum	mg/100 ml	-	5
Tekanan Uap	kPa	45	60
Berat Jenis (pada suhu 15°C)	kg/m ³	715	770
Korosi bilah tembaga	Merit		Kelas 1
Uji Doctor			Negatif
Sulfur Merkaptan	% massa	-	0,002
Penampilan Visual			Jernih dan terang

(Keputusan Direktora Jendral Minyak dan Gas Bumi No: 0177.K/10/DJM.T/2018)

d. Bahan Bakar Solar

Minyak solar adalah suatu produk destilasi minyak bumi dengan titik didih antara 250°C sampai 350°C atau disebut juga middle destilat. Minyak solar digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel, misalnya digunakan pada kendaraan bermotor seperti bus, truk, kereta api, dan traktor. Angka setana merupakan tolak ukur kemudahan menyala atau terbakarnya suatu bahan bakar di dalam mesin diesel. Angka setana produk solar yang ada di pasaran

adalah 48. Spesifikasi bahan bakar solar dapat dilihat pada tabel 2.10.

Tabel 2.8 Spesifikan Bahan Bakar Solar

Karakteristik	Satuan	Batasan		Metode Uji (ASTM)
		Min.	Maks.	
Bilangan Cetana	-	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
Residu Karbon	%m/m	-	0,1	D 4530/ D 189
Kandungan Air	mg/kg	-	500	D 6304
Biological Growth	-	Nihil		
Kandungan FAME	% v/v	-	-	
Kandungan metanol	% v/v	Tak Terdeteksi		D 4815
Korosi Bilah Tembaga	Merit	-	Kelas 1	D 130
Kandungan Abu	% v/v	-	0,01	D 482
Kandungan Sedimen	% m/m	-	0,01	D 473
Bilangan Kuat Asam	mgKOH/gr	-	0	D 664
Partikulat	mg/l	-	-	D 2276
Penampilan Visual	-	Jernih & Terang		
Warna	No.ASTM	-	3	D 1500
Lubicity	Micron	-	460	D 6079

(Keputusan Direktora Jendral Minyak dan Gas Bumi No: 28.K/10/DJM.T/2016)