

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

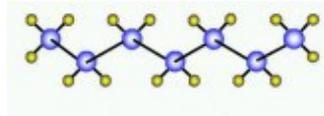
2.1 Plastik

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. Penanganan sampah plastik yang saat ini banyak diteliti dan dikembangkan adalah mengkonversi sampah plastik menjadi bahan bakar minyak. Dengan cara ini dua permasalahan penting bisa diatasi, yaitu bahaya menumpuknya sampah plastik dan diperolehnya kembali bahan bakar minyak yang merupakan salah satu bahan baku plastik.

Plastik dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu thermoplastik dan termosetting. Thermoplastik 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 (UNEP, 2009). Berdasarkan sifat kedua kelompok plastik di atas, thermoplastik adalah jenis yang memungkinkan untuk didaur ulang. Jenis-jenis plastik yang paling sering diolah adalah polyethylena (PE), polypropylene (PP), polistirena (PS), polyethylene terephthalate (PET) dan polyvinyl chloride (PVC). (Kumar, dkk, 2011).

2.1.1 Polimer Termoplastik

Polimer termoplastik adalah polimer yang mempunyai sifat tidak tahan terhadap panas. Jika polimer jenis ini dipanaskan, maka akan menjadi lunak dan didinginkan akan mengeras. Proses tersebut dapat terjadi berulang kali, sehingga dapat dibentuk ulang dalam berbagai bentuk melalui cetakan yang berbeda untuk mendapatkan produk polimer yang baru. Polimer yang termasuk polimer termoplastik adalah jenis polimer plastik. Jenis plastik ini tidak memiliki ikatan silang antar rantai polimernya, melainkan dengan struktur molekul linear atau bercabang



Gambar 2.1 Struktur Termoplastik-1
(Sumber: google.com rinapuspita996.blogspot.com)

2.1.2 Polimer *Thermosetting*

Polimer *thermosetting* adalah polimer yang mempunyai sifat tahan terhadap panas. Dari klasifikasi polimer yang telah dijabarkan sebelumnya, dapat dilihat beberapa perbedaan dari polimer termoplastik dan polimer termosetting pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbedaan Termoplastik dan Termosetting

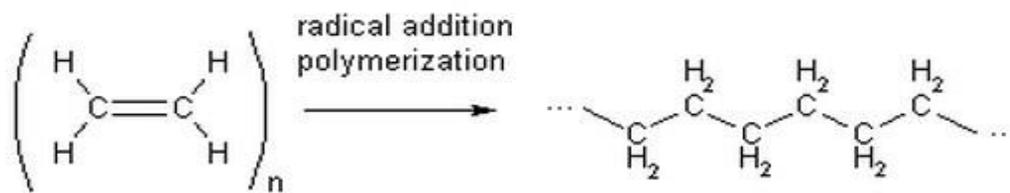
Polimer Termoplastik	Polimer Termosetting
Mudah diregangkan	Keras dan Rigid
Fleksibel	Tidak fleksibel
Titik leleh rendah	Tidak meleleh jika dipanaskan
Dapat dibentuk ulang	Tidak dapat dibentuk ulang

(Sumber: Kumar, dkk, 2011)

2.2 Penggolongan Plastik pada Industri

2.2.1 High Density Polyethylene (HDPE)

HDPE adalah *High Density Polyethylene* – resin yang liat, kuat dan kaku yang berasal dari minyak bumi, yang sering dibentuk dengan cara meniupnya. Rumus molekulnya adalah $(-CH_2-CH_2-)_n$. HDPE dapat ditemukan pada cerek susu, botol detergen, botol obat, botol oli mesin, botol shampo, kemasan jus, botol sabun cair, kemasan kopi dan botol sabun bayi.



Gambar 2.2 Rantai *Polyethylene* (HDPE)
(Sumber: Kirk-Othmer,2010)

2.3 Sifat Termal Bahan Plastik

Titik lebur (T_m), temperatur transisi (T_g) dan temperatur dekomposisi, bisa dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.2 Temperatur Transisi dan Temperatur Lebur Plastik

Jenis Bahan	T_m (°C)	T_g (°C)	Temperatur Kerja Maksimum (°C)
PP	168	5	80
HDPE	134	-110	82
LDPE	330	-115	260
PA	260	50	100
PET	250	70	100
ABS	-	110	85
PS	-	90	70
PMMA	-	100	85
PC	-	150	246
PVC	-	90	71

(Sumber:Singh, dkk, 2017)

2.4 Metode

a) 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 dapat digunakan sebagai bahan kimia atau bahan bakar. Terdapat tiga jenis proses *cracking* yaitu *hydrocracking*, *thermalcracking* dan *catalyticcracking*(Panda, 2011).

b) *Hydrocracking* merupakan proses perengkahan dengan cara mereaksikan plastik dengan hidrogen di dalam wadah tertutup yang dilengkapi dengan pengaduk pada temperatur antara 423-673 K dan tekanan hidrogen 3-10 MPa. Proses *hydrocracking* berlangsung dengan bantuan katalis. Untuk membantu proses pencampuran dan reaksi biasanya digunakan bahan pelarut 1-*methyl naphthalene*, tetralin dan decalin. Beberapa katalis yang sudah diteliti antara lain alumina, *amorphous silica alumina*, *zeolite* dan *sulphate zirconia*(Surono, 2013

c) *Catalytic Cracking* Menurut Trisunaryanti (2014) dikutip dari Sihombing dkk (2017), reaksi *catalytic cracking* atau perengkahan katalitik adalah reaksi perengkahan menggunakan katalis (katalis heterogen) sebagai material yang mampu mempercepat laju reaksi untuk mencapai kesetimbangan dan menghasilkan produk akhir reaksi melalui mekanisme pembentukan ion karbonium. Ion karbonium yang sudah terbentuk dapat mengalami pemutusan rantai pada posisi beta untuk membentuk olefin dan ion karbonium baru (Sadeghbeigi, 2000).

Berikut ini merupakan tahapan-tahapan yang terjadi pada proses mekanisme reaksi katalitik (Nasikin dan Susanto, 2010):

1. Difusi eksternal, yaitu reaktan berdifusi ke permukaan katalis.
2. Difusi internal, yaitu reaktan berdifusi ke dalam rongga-rongga katalis menuju permukaan aktif katalis.

3. Adsorpsi, yaitu proses dimana reaktan terserap secara kimia ke permukaan aktif katalis.
4. Terjadinya reaksi pada sisi aktif katalis sehingga reaktan terkonversi menjadi produk.
5. Desorpsi, yaitu proses dimana produk terlepas dari permukaan katalis.

2.5 Katalis

a) Zeolit alam merupakan mineral yang jumlahnya banyak tetapi distribusinya tidak merata, seperti *klinoptilolit*, *mordenit*, *phillipsit*, *chabazit* dan *laumontit*. Namun zeolit alam memiliki beberapa kelemahan, diantaranya mengandung banyak pengotor seperti Na, K, Ca, Mg dan Fe serta kristalinitasnya kurang baik. Keberadaan pengotor-pengotor tersebut dapat mengurangi aktivitas dari zeolit. Untuk memperbaiki karakter zeolit alam sehingga dapat digunakan sebagai katalis, absorben, atau aplikasi lainnya, biasanya dilakukan aktivasi dan modifikasi terlebih dahulu. Selain untuk menghilangkan pengotor-pengotor yang terdapat pada zeolit alam, proses aktivasi zeolit juga ditujukan untuk memodifikasi sifat-sifat dari zeolit, seperti luas permukaan dan keasaman. Luas permukaan dan keasaman yang meningkat akan menyebabkan aktivitas katalitik dari zeolit meningkat. Salah satu kelebihan dari zeolit adalah memiliki luas permukaan dan keasaman yang mudah dimodifikasi (Yuanita, 2010).

2.5.1 Sifat-Sifat Kimia dan Fisika Zeolit Alam

Menurut Halimantun Hamdan (1992) dikutip dari Yuanita (2010) bahwa zeolit merupakan suatu mineral berupa kristal silika alumina yang terdiri dari tiga komponen yaitu kation yang dapat dipertukarkan, kerangka alumina silikat dan air. Air yang terkandung dalam pori tersebut dapat dilepas dengan pemanasan pada temperatur 300-400 °C. Pemanasan pada temperatur tersebut, air dapat keluar dari pori-pori zeolit sehingga zeolit dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan (Sutarti, 1994). Jumlah air yang terkandung dalam zeolit sesuai dengan banyaknya pori atau volume pori. Zeolit banyak ditemukan dalam batuan. Kerangka dasar struktur zeolit

terdiri dari unit-unit tetrahedral AlO_4^{2-} dan SiO_4^- yang saling berhubungan melalui atom O dan di dalam struktur Si^{4+} dapat diganti dengan Al^{3+} . Ikatan Al-O-Si membentuk struktur kristal sedangkan logam alkali atau alkali tanah merupakan sumber kation yang dapat dipertukarkan (Sutarti,1994).

2.5.2 Selektivitas Zeolit Alam

Smith (1992) dikutip dari Yuanita (2010) mengemukakan bahwa kation-kation dalam kerangka zeolit dapat ditukar dan disubstitusi tanpa merubah struktur kerangka (isomorfis) dan dapat menimbulkan gradien medan listrik dalam kanal-kanal dan ruangan-ruangan zeolit. Gradien ini akan dialami semua adsorbat yang masuk ke pori zeolit, karena kecilnya diameter pori yang ukurannya beberapa angstrom. Sebagai akibatnya kelakuan-kelakuan zat teradsorpsi seperti tingkat disosiasi, konduktivitas dan lain-lain akan berbeda dari kelakuan zat yang bersangkutan dalam keadaan normalnya.

Molekul yang polar (mis: amoniak atau air) akan berinteraksi lebih kuat dengan gradien medan elektronik intrakristal, dibanding molekul-molekul non polar. Zeolit yang banyak mengalami substitusi kerangka isomorfis, sehingga cenderung memilih molekul-molekul yang polar untuk diadsorpsi. Sebaliknya molekul-molekul non polar akan diserap oleh zeolit dengan rasio Si/Al tinggi (Yuanita, 2010)

2.6 Karakterisasi Bahan Bakar Cair

Bahan bakar cair yang mengandung fraksi-fraksi berat merupakan campuran dari fraksi ringan dan fraksi berat yang berwarna hitam gelap,tetapi tetap cair pada suhu rendah . Dengan adanya pengolahan limbah plastik menjadi bahan bakar alternatif ini, diharapkan dapat meminimalisir dampak yang diakibatkan dari sampah-sampah plastik tersebut, sehingga dapat bermanfaat bagi kehidupan kita. Selain itu bahan bakar alternatif juga bersifat ramah lingkungan sehingga dapat mengurangi polusi udara agar terciptanya lingkungan yang sehat dan bebas polusi udara.

Adapun pengujian untuk mengetahui karakteristik bahan bakar cair:

1. Densitas

Densitas adalah didefinisikan sebagai perbandingan massa bahan bakar terhadap volume bahan bakar pada suhu acuan 15°C. Densitas diukur dengan suatu alat yang disebut *hydrometer*. Pengetahuan mengenai densitas ini berguna untuk penghitungan kuantitatif dan pengkajian kualitas penyalaan. Satuan densitas adalah kg/m³.

$$\text{Rumus : } \rho = \frac{m}{v}$$

Dengan

ρ adalah massa jenis = kg/m³

v adalah volume = m³

m adalah massa = kg

2. Viskositas

Viskositas adalah suatu fluida merupakan ukuran resistansi bahan terhadap aliran. Viskositas tergantung pada suhu dan berkurang dengan naiknya suhu. Viskositas diukur dengan Stokes atau Centistokes. Kadang-kadang viskositas juga diukur dalam Engler, Saybolt atau Redwood. Tiap jenis minyak bakar memiliki hubungan suhu viskositas tersendiri. Pengukuran viskositas dilakukan dengan suatu alat yang disebut Viskometer. Viskositas merupakan sifat yang sangat penting dalam penyimpanan dan penggunaan bahan bakar minyak.

Rumus :

$$\eta = \eta_0 \frac{t.p}{t_0.p_0}$$

Dengan

η adalah viskositas cairan sampel T adalah waktu aliran cairan sampel

η_0 adalah cairan pembanding

T_0 adalah waktu aliran cairan pembanding

P adalah massa jenis cairan sampel

3. Titik nyala

Titik nyala suatu bahan bakar adalah suhu terendah dimana bahan bakar dapat dipanaskan sehingga uap mengeluarkan nyala sebentar bila dilewatkan suatu nyala api. Titik nyala untuk minyak tungku/*furnace oil* adalah 66 °C.

4. Kadar air

Kadar air minyak tungku/ *furnace* pada saat pemasokan umumnya sangat rendah sebab produk disuling dalam kondisi panas. Batas maksimum 1% ditentukan sebagai standar. Air dapat berada dalam bentuk bebas atau emulsi dan dapat menyebabkan kerusakan dibagian dalam permukaan tungku selama pembakaran terutama jika mengandung garam terlarut.