

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Penelitian Sebelumnya.

Penelitian ini dilaksanakan berdasarkan pada teori yang berasal dari penelitian sebelumnya, diantaranya yaitu:

2.1.1 Plastik

Plastik adalah senyawa polimer yang terbentuk dari polimerisasi molekul-molekul kecil (*monomer*) hidrokarbon yang membentuk rantai yang panjang dengan struktur yang kaku. Plastik juga disebut sebagai senyawa sintesis dari minyak bumi yang dibuat dengan reaksi polimerisasi molekul-molekul kecil (*monomer*) yang sama, sehingga membentuk rantai panjang dan kaku dan akan menjadi padat setelah temperatur pembentukannya. Plastik memiliki titik didih dan titik beku yang beragam, tergantung dari *monomer* pembentuknya. *Monomer* yang sering digunakan adalah etena (C_2H_4), propena (C_3H_6), styrene (C_8H_8), vinil klorida, nylon dan karbonat(CO_3). Penamaan dari plastik sesuai dengan nama *monomer*-nya dan diberi awalan poli-. Contohnya, plastik yang terbentuk dari *monomer-monomer* propena, namanya adalah polipropilena. Hampir semua plastik sulit untuk diuraikan.

Plastik yang memiliki ikatan karbon rantai panjang dan memiliki tingkat kestabilan yang tinggi, sama sekali tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme sehingga tidak hancur di dalam tanah.

Makanya plastik disebut sebagai sampah anorganik yang menyebabkan pencemaran (*polusi*) pada tanah.

Plastik juga mencakup produk polimerisasi sintetik atau semisintetik. Mereka terbentuk dari kondensasi organik atau penambahan polimer dan bisa juga terdiri dari zat lain untuk meningkatkan performa atau ekonomi.



Gambar 2.3 biji plastik yang siap untuk di proses lebih lanjut.

Ada beberapa polimer alami yang termasuk plastik. Plastik didesain dengan variasi yang sangat banyak dalam properti yang dapat menoleransi panas, keras, "*reliency*" dan lain-lain. Akibat kemampuan adaptasinya, komposisi yang

umum dan beratnya yang ringan memastikan plastik digunakan hampir di seluruh bidang industri.

2.1.2 jenis jenis plastik

Menurut Ahvenainen, Raija (2003) plastik dapat digolongkan berdasarkan:

a. Sifat Fisikanya

➤ Termoplastik

Merupakan jenis plastik yang bisa didaur-ulang lagi dengan proses pemanasan ulang. Contoh: Polietilen (PE), Polistiren (PS), Acrylonitrile butadiene styrene (ABS), Polikarbonat (PC). Plastik jenis Polietilen (PE) dibedakan lagi atas 7 tingkatan seperti pada gambar 4. Bentuk-bentuk plastik jenis polietilen (PE) yang banyak dijumpai pemakaiannya di masyarakat dengan berbagai keperluan, seperti botol kemasan air mineral, jepitan rambut, casing CD dan sebagainya. Plastik jenis polietilen ini dibedakan pemakaiannya yang ditandai dengan angka 1 hingga 7.

Plastik jenis polietilen (PE) dibedakan lagi menjadi 7 tingkatan yang dibedakan atas jenis polimernya. Dilambangkan dengan segitiga panah yang diberi angka di dalamnya dari angka 1 hingga 7. Lambang segitiga panah bertanda angka 1 disebut PET (*Polyethylene Terephthalate*); angka 2 disebut HDPE (*High Density Polyethylene*); tanda angka 3 disebut

PVC (*Polyvinyl Chloride*); tanda angka 4 disebut LDPE (*Low Density Polyethylene*); tanda angka 5 disebut PP (*Polypropylene*), tanda angka 6 disebut PS (*Polystyrene*), tanda angka 7 disebut Multilayer. Umumnya ketujuh jenis plastik polietilen ini banyak sekali dijumpai penggunaannya di tengah-tengah masyarakat. Jika sudah rusak umumnya menjadi sampah dan sangat merusak lingkungan. Yang paling banyak dijumpai menjadi sampah adalah jenis PET (*Polyethylene Terephthalate*) karena banyak digunakan untuk botol air mineral dan botol-botol minuman ringan lainnya.

2.1.3 Arti Simbol Pada Kemasan Plastik

Plastik merupakan material yang sering kita temui dalam kehidupan sehari-hari. Plastik telah banyak digunakan untuk membuat produk atau barang-barang yang berguna bagi kehidupan manusia. Sejak abad ke-20, penggunaan plastik telah berkembang secara luar biasa. Pada kemasan yang terbuat dari plastik, biasanya ditemukan simbol atau logo daur ulang yang berbentuk segi tiga dengan kode-kode tertentu. Kode ini dikeluarkan oleh *The Society of Plastik Industry* pada tahun 1998 di Amerika Serikat dan diadopsi oleh lembaga-lembaga pengembangan sistem kode, seperti ISO (*International*

Organization for Standardization). Secara umum tanda pengenal plastik tersebut:

1. Berada atau terletak di bagian bawah.
2. Berbentuk segitiga
3. Di dalam segitiga tersebut terdapat angka.
4. Serta nama jenis plastik di bawah segitiga

Simbol daur ulang (*recycle*) menunjukkan jenis bahan resin yang digunakan untuk membuat materi. Simbol ini dibentuk berdasar atas Sistem internasional koding Plastik dan lazim digambarkan sebagai angka (dari 1 sampai 7) dilingkari dengan segitiga atau loop segitiga biasa (juga dikenal sebagai *Mobius loop*), dengan akronim dari bahan yang digunakan, tepat di bawah segitiga.

Gambar 6 hingga gambar 8 adalah beberapa jenis plastik polietilen dan turunannya berdasarkan jenis polimer pembentuknya.

Simbol daur ulang	Jenis plastik	Sifat – sifat	Aplikasi kemasan
	Polietilen tereftalat (PET, PETE)	Bening, kuat, tangguh non permeable	Soft drink, botol air-salad keju kacang

		(gas dan uap)	
	High density polietilen	Kaku, kuat, tangguh dan tahan lembab	Susu, jus buah dan kantong belanja
	Polivinil klorida (PVC)	Tangguh, kuat, mudah di campur	Botol jus, pipa air bungkus plastik
	Low density polietilen	Mudah di proses, kuat, tahan lembab fleksible,	Kantong makanan beku, botol remas (kecap, saus, madu) bungkus plastik
	polipropilen	Kuat, tangguh, tahan panas minyak bahan kimia tahan lembab	Peralatan dapur, peralatan microwafe, wadah youghurt.
	Polistiren	Mudah di bentuk dan di proses	Karton telur, stirofom, mangkuk sekali pakai
	Polikarbonat atau ABS	Tergantung dari jenis polimernya	Botol minuman, botol susu bayi, barang – barang

			elektronik.
--	--	--	-------------

Tabel 2.5 simbol dan tingkatan plastik jenis polietilen



Gambar 2.4 Plastik jenis Polyethylene Terephtalate (PET).

Gambar 2.5 Plastik jenis HDPE.



Gambar 2.6 plastik jenis PVC



Gambar 2.7 plastik jenis LDPE



Gambar 2.8 plastik jenis PP



Gambar 2.9 plastik jenis PS



Gambar 2.10 plastik jenis other

Salah satu contohnya adalah plastik botol air mineral ukuran gelas dan ukuran botol serta botol minuman lainnya yang berwarna bening. Plastik jenis ini terasa lebih lunak dan lembut dibanding dengan plastik jenis lainnya. Pemilihan jenis plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*) pada penelitian tahun pertama ini karena plastik jenis ini sangat banyak dijumpai sebagai produk buangan masyarakat setelah mengadakan acara

pesta, wisuda, rapat-rapat dan pertemuan lainnya. Mesin destilasi yang dirancang bangun memang tidak dibatasi pada satu jenis plastik saja, bisa juga digunakan untuk berbagai jenis plastik, akan tetapi dengan terbatasnya waktu dan biaya maka penelitian untuk tahap pertama ini pada plastik jenis plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*.) Setiap kali pengujian digunakan plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* sebanyak 2,5 kg. Plastik dimasukkan ke dalam ruang pembakaran, lalu kompor dihidupkan sedemikian rupa hingga temperatur dalam ruangan berkisar antara 300-400oC. Uap hasil pembakaran ditampung pada kolom uap untuk selanjutnya dikondensasikan di dalam kondensor. Setiap pengujian dilakukan sekitar 150 menit.

2.1.4 pengolahan sampah plastik

Setiap jenis plastik memiliki sistem pengolahan sendiri. Untuk plastik jenis LDPE, HDPE, PET, PVC, PS, dan PP Ada beberapa tahap yang dilakukan dalam mendaur ulang plastik, yaitu:

1. Bersihkan plastik dari kontaminan seperti kertas, ataupun tipe plastik yang lain (biasanya berasal dari label plastik atau sisa isi yang masih melekat). Untuk

membersihkan bisa menggunakan cutter maupun dicuci sampai benar-benar bersih dari kontaminan.

2. Pipihkan plastik (bila berongga seperti botol) dengan cara menginjaknya atau menggunakan mesin pres.
3. Masukkan ke dalam mesin perajang plastik.
4. Pilah kembali serpihan plastik untuk membedakan tiap tipe plastik. Media yang digunakan adalah air atau minyak goreng. Berikut identifikasi yang dapat dilakukan untuk membantu membedakan antar tipe plastik:
5. Plastik yang telah dibedakan tipenya (tenggelam dan mengapung), dipisahkan untuk diproses sesuai dengan tipenya. Serpihan akan dimasukkan ke dalam mesin peleleh (melting). Temperatur yang di gunakan untuk masing – masing tipe plastik.

Tabel 2.6 media pemilihan plastik.

TIPE PLASTIK	MEDIA AIR	MEDIA MINYAK
PET	TERAPUNG	TERAPUNG
HDPE	TERAPUNG	TERAPUNG
PVC	TENGGELAM	TENGGELAM
LDPE	TERAPUNG	TERAPUNG
PP	TENGGELAM	TENGGELAM
PS	TERAPUNG	TERAPUNG
MULTIPLAYER	TERAPUNG	TERAPUNG

sumber (Hanifah dkk, 2016)

Tabel 2.7 Temperatur leleh Termoplastik

MATERIAL	PROCESSING TEMPERATUR RATE (°C)
ABS	180 – 240
ACETAL	185 – 225
ACRYLIC	180 – 250
NYLON	260 – 290
POLY CARBONAT	280 – 310
LDPE	160 – 240
HDPE	200 – 280
PP	200 – 300
PS	180 – 260
PVC	160 – 180

Sumber (Nelson, 2017)

Setelah diproses pada mesin melting, hasil yang keluar berupa strand yang kemudian

dipotong dengan menggunakan mesin pellet. Dan dihasilkan bijih plastik. Sedangkan untuk Plastik Multilayer, diproses dengan pengecoran, berikut keterangan proses pengolahan plastik jenis multilayer:

1. Cuci plastik multilayer dan bersihkan dari sisa kotoran yang masih melekat. Misalkan untuk sachet sampo bersihkan dari sisa sampo yang masih ada.
2. Keringkan dengan cara dijemur sampai kering.
3. Setelah kering, bakar plastik multilayer sampai semua kandungan plastik leleh. Setelah kandungan plastik leleh, yang tersisa adalah kandungan alumunium (logam).
4. Kandungan logam yang tersisa akan dilelehkan dengan menggunakan tungku pemanas dengan temperatur 7000C untuk alumunium, 15000C untuk besi, dan $> 15000C$ untuk baja. Hasil lelehan logam dicetak lalu dinginkan.

Tabel 2.8 Perbandingan jumlah bahan baku plastik yang di gunakan dengan bahan bakar yang di hasilkan.

Bahan baku plastik	Massa bahan baku (gram)	Jumlah bahan bakar yang di gunakan (mililiter)	Bahan bakar yang di hasilkan (mililiter)
Kantong kresek (pp)	500	424	484
botol oli (HDPE)	500	548	403
Botol aqua (PET)	500	495	447

Sumber (Nelson, 2017)

Dari **Tabel 2.8** dihasilkan rata rata $(484 + 403 + 447)/3 = 444,6$ ml untuk massa bahan plastik 500 gram, jika untuk massa yang sama 1 kg akan menghasilkan sebanyak 889,2 mili liter atau = 88,92 %. Sedangkan dari Munawar Ali seperti pada gambar 3.4 dan gambar 3.5 diperoleh 500 ml baik plastik LDPE maupun HDPE dengan efisiensi alat 90 %.

Tabel 2.9 karakteristik HDPE dengan minyak jenis lain

Karakteristik	Minyak tanah	Minyak solar	Minyak diesel	Minyak HDPE	Minyak LDPE
Nilai kalor kkl/kg	10955,7	10861,35	10622,7	10786	10885
Pour point °C	-	Max. 65	Max. 33	29,05	28,1
Flash point °C	Min. 128	Min. 128	Min.128	154,5	156,5
Viscositas, cst	-	1,6 – 5,8	1,5 – 5,8	1,58	1,62

sumber (Nelson, 2017)

2.1.5 pirolisis.

Pirolisis adalah proses *dekomposisi* suatu bahan pada suhu tinggi tanpa adanya udara atau dengan udara terbatas. Proses *dekomposisi* pada pirolisis ini juga sering disebut dengan *devolatilisasi*. Produk utama dari pirolisis yang dapat dihasilkan adalah arang (char), minyak, dan gas. Arang yang terbentuk dapat digunakan untuk bahan bakar ataupun digunakan sebagai karbon aktif. Sedangkan minyak yang dihasilkan dapat digunakan sebagai zat aditif atau campuran dalam bahan bakar. Sedangkan gas yang terbentuk dapat dibakar secara langsung (A.S Chaurasia., B.V Babu., 2005). Pirolisis plastik yang pernah dilakukan oleh Purwanti adalah dari 100 gram kantong plastik yang diolah pada suhu 4000C dalam waktu dua jam, diperoleh cairan mirip minyak bumi

sekitar 75 gram (Purwanti Ani dan Sumarni, 2008.). Adapun gas bakar yang didapat mencapai 116 ml per gram plastik bekas. Adanya kelemahan sistem batch, maka dikembangkan sistem "sinambung", dengan konstruksi agak berbeda. Pemanasan dilakukan dengan listrik, dibantu dengan nyala gas hasil pirolisis, dan sistem pendingin ditingkatkan. Pada proses ini, hasil cair yang diperoleh 79%-83% dari berat plastik yang dimasukkan ke dalam reaktor pirolisis, dengan panas dari luar yang dapat dikurangi 10%-15%. Berdasarkan analisa yang pernah dilakukan Lembaga Minyak dan Gas Bumi (Lemigas),

2.1.6 Proses pirolisis.

1. Pirolisis adalah dekomposisi kimia bahan organik melalui proses pemanasan tanpa atau sedikit oksigen atau reagen kimia lainnya dimana material mentah akan mengalami pemecahan struktur kimia menjadi fase gas. Teknik seperti ini mampu menghasilkan gas pembakaran yang berguna dan aman bagi lingkungan. Proses pirolisis ini akan memecah hidrokarbon rantai karbon panjang dari polimer plastik menjadi rantai hidrokarbon berantai pendek, selanjutnya molekulmolekul ini didinginkan menjadi fase cair.

2. Distilasi adalah pemisahan campuran dalam suatu larutan berdasarkan perbedaan titik Jenis-jenis pirolisis mempunyai tiga variasi yaitu:

1. Pirolisis sedang.

2. Pirolisis lambat.

3. Pirolisis cepat.

Faktor yang mempengaruhi dari pirolisis adalah temperatur. Pada temperatur 400°C hasil dari pirolisis belum maksimal dikarenakan tingkat dekomposisi termal yang masih lambat. Pada temperatur 450°C terjadi kenaikan cairan dan masih sedikitnya kadar gas yang disebabkan oleh keluarnya volatil secara sempurna, dan pada temperatur 500°C terjadi penurunan cairan tetapi terjadi kenaikan gas yang disebabkan oleh berubahnya senyawa makro menjadi senyawa mikro