

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Plastik

Menurut Eden dalam Davidson (1970), klasifikasi plastik berdasarkan struktur kimianya terbagi atas dua macam yaitu linier dan jaringan tiga dimensi. Bilamonomer membentuk rantai polimer yang lurus (linier) maka akan terbentuk plastik termoplastik yang mempunyai sifat meleleh pada suhu tertentu, melekat mengikut perubahan suhu dan sifatnya dapat dibalik (*reversible*) kepada sifatnya yakni kembali mengeras bila didinginkan. Bilamonomer terbentuk tiga dimensi akibat polimerisasi berantai, akan terbentuk plastik termosetting dengan sifat tidak dapat mengikuti perubahan suhu. Bila sekali pengeras telah terjadi, maka bahan tidak dapat dilunakkan kembali.

Plastik adalah polimer rantai panjang dari atom yang mengikat satu sama lain. Rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang atau "monomer". Istilah plastik mencakup produk polimerisasi sintetik atau semisintetik, namun ada beberapa polimer alami yang termasuk plastik. Plastik terbentuk dari kondensasi organik atau penambahan polimer dan bisa juga terdiri dari zat lain untuk meningkatkan performa atau ekonomi. Plastik mempunyai titik didih dan titik leleh yang sangat beragam, yang bergantung pada monomer pembentukannya. Monomer yang sering digunakan dalam pembuatan plastik adalah propena (C_3H_6), etena (C_2H_4), vinil klorida (CH_2), nylon, karbonat (CO_3), dan styrene (C_8H_8) (Azizah, 2009).

2.1.1 Penggolongan Plastik

Plastik dapat digolongkan berdasarkan :

1. Sifat Fisiknya terbagi menjadi 2 yaitu :
 - a. 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 plastik (Haryanto, 2010).

Polimer termoplastik memiliki sifat-sifat khusus sebagai berikut :

1. Berat molekul kecil.
2. Tidak tahan terhadap panas.
3. Jika dipanaskan akan melunak, jika didinginkan akan mengeras.
4. Mudah untuk diregangkan/ fleksibel.
5. Titik leleh rendah.
6. Dapat dibentuk ulang (daur ulang).
7. Mudah larut dalam pelarut yang sesuai.
8. Memiliki struktur molekul linear/bercabang.

Contoh plastik termoplastik sebagai berikut :

1. Polietilena (PE)

Contoh : botol plastik, mainan, bahan cetakan, ember, drum, pipa saluran, isolasi kawat dan kabel, kantong plastik dan jas hujan.

2. Polivinilklorida (PVC)

Contoh : pipa air, pipa plastik, pipa kabel listrik, kulit sintetis, ubin plastik, piringan hitam, bungkus makanan, sol sepatu, sarung tangan dan botol detergen.

3. Polipropena (PP)

Contoh : karung, tali, botol minuman, serat, bak air, insulator, kursi plastik, alat-alat rumah sakit, komponen mesin cuci, pembungkus tekstil dan permadani.

4. Polistirena

Contoh : insulator, sol sepatu, penggaris, gantungan baju, dll.

(Haryanto, 2010).

b. Polimer Termosetting

Polimer termosetting adalah polimer yang mempunyai sifat tahan terhadap panas. Jika polimer ini dipanaskan, maka tidak meleleh sehingga tidak dapat dibentuk ulang kembali. Susunan polimer ini

bersifat permanen pada bentuk cetak pertama kali (pada saat pembuatan). Bilapolimer ini rusak/pecah, maka tidak dapat disambung atau diperbaiki lagi (Haryanto, 2010)..

Polimer termosetting memiliki ikatan-ikatan silang yang mudah dibentuk pada waktu dipanaskan. Hal ini membuat polimer menjadi kaku dan keras. Semakin banyak ikatan silang pada polimer ini, maka semakin kaku dan mudah patah. Bila polimer ini dipanaskan untuk kedua kalinya, maka akan menyebabkan rusak atau lepasnya ikatan silang antar rantai polimer (Haryanto, 2010).

Sifat polimer termosetting sebagai berikut :

1. Keras dan kaku (tidak fleksibel).
2. Jika dipanaskan akan mengeras.
3. Tidak dapat dibentuk ulang (suka didaur ulang).
4. Tidak dapat larut dalam pelarut apapun.
5. Jika dipanaskan akan meleleh.
6. Tahan terhadap asam basa.
7. Mempunyai ikatan silang antar rantai molekul.

Contoh plastik termosetting adalah bakelit atau asbak, *fitting* lampu listrik, steker listrik, peralatan fotografi, radio dan perekat *plywood*.

2. Kinerja dan penggunaannya

a. Plastik komoditas

1. Sifat mekanik tidak terlalu bagus
2. Tidak tahan panas

Contohnya: PE, PS, ABS, PMMA, SAN

Aplikasi: barang-barang elektronik, pembungkus makanan, botol minuman

b. Plastik teknik

1. Tahan panas, temperatur operasi di atas 100 °C
2. Sifat mekanik bagus

Contohnya: PA, POM, PC, PBT

Aplikasi: komponen otomotif dan elektronik

c. Plastik teknik khusus

1. Temperatur operasi di atas 150 °C
2. Sifat mekanik sangat bagus (kekuatan tarik di atas 500 Kgf/cm²)

Contohnya: PSF, PES, PAI, PAR

Aplikasi: komponen pesawat.

3. Berdasarkan jumlah rantai karbonnya

- a. 1 - 4 Gas (LPG, LNG)
- b. 5 - 11 Cair (bensin)
- c. 9 - 16 Cairan dengan viskositas rendah
- d. 16 - 25 Cairan dengan viskositas tinggi (oli, gemuk)
- e. 25 - 30 Padat (parafin, lilin)
- f. 1000 - 3000 Plastik (polistiren, polietilen, dan lainnya.)

4. Berdasarkan sumbernya

- a. Polimer alami : kayu, kulit binatang, kapas, karet alam, rambut
- b. Polimer sintetis: tidak terdapat secara alami: *nylon*, poliester, polipropilen, polistiren. Terdapat di alam tetapi dibuat oleh proses buatan: karet sintetis
- c. Polimer alami yang dimodifikasi: seluloid, *cellophane* (bahan dasarnya dari selulosa tetapi telah mengalami modifikasi secara radikal sehingga kehilangan sifat-sifat kimia dan fisika asalnya) (Haryanto, 2010).

2.2 Plastik *biodegradable*

Biodegradable dapat diartikan dari tiga kata yaitu *bio* yang berarti makhluk hidup, *degra* yang berarti terurai dan *able* berarti dapat. Jadi, film plastik *biodegradable* adalah film plastik yang dapat terurai oleh mikroorganisme. Film plastik ini, biasanya digunakan untuk pengemasan. Kelebihan film plastik antara lain tidak mudah ditembus uap air sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengemas (Mahalik, 2009).

Plastik *biodegradable* dewasa ini berkembang sangat pesat. Berbagai riset telah dilakukan di negara maju (Jerman, Prancis, Jepang, Korea, Amerika Serikat, Inggris dan Swiss) ditujukan untuk menggali berbagai potensi bahan baku biopolimer. Proyeksi kebutuhan plastik *biodegradable* hingga tahun 2010 yang dikeluarkan *Japan Biodegradable Plastic Society*, di tahun 1999 produksi plastik *biodegradable* hanya sebesar 2500 ton, yang merupakan 1/10.000 dari total produksi bahan plastik sintetik. Pada tahun 2010, diproyeksikan produksi plastik *biodegradable* mencapai 1.200.000 ton atau menjadi 1/10 dari total produksi bahan plastik dunia. Industri plastik *bioedegradable* akan berkembang menjadi industri besar dimasa yang akan datang (Pranamuda, 2003).

Teknologi kemasan plastik *biodegradable* adalah salah satu upaya yang dilakukan untuk keluar dari permasalahan penggunaan kemasan plastik yang non *degradable* (plastik konvensional), karena semakin berkurangnya cadangan minyak bumi, kesadaran dan kepedulian terhadap lingkungan serta resiko kesehatan. Indonesia sebagai negara yang kaya sumber daya alam (hasil pertanian), potensial menghasilkan berbagai bahan biopolimer, sehingga teknologi kemasan plastik mudah terurai mempunyai prospek yang baik (Darni dan Utami, 2010).

Berdasarkan bahan baku yang dipakai, plastik *biodegradable* dikelompokkan menjadi 2 kelompok, yaitu kelompok dengan bahan baku petrokimia (*non-renewable resources*) dengan bahan aditif dari senyawa bio-aktif yang bersifat *biodegradable*, dan kelompok kedua adalah dengan keseluruhan bahan baku dari sumber daya alam terbarukan (*renewable resources*) seperti berbahan dasar pati/amilum yang dapat didegradasi bakteri *Pseudomonas* dan *Bacillus* memutus rantai polimer menjadi monomer- monomernya. Senyawa-senyawa hasil degradasi polimer selain menghasilkan karbon dioksida dan air, juga menghasilkan senyawa organik lain yaitu asam organik dan *aldehid* yang tidak berbahaya bagi lingkungan disekitar kita, sebagai perbandingannya

saja, plastik tradisional membutuhkan waktu sekitar 50 tahun agar dapat terdekomposisi alam, sementara plastik *biodegradable* dapat terdekomposisi 10 hingga 20 kali lebih cepat. Hasil degradasi plastik ini dapat digunakan sebagai makanan hewan ternak atau sebagai pupuk kompos.

Plastik *biodegradable* yang terbakar tidak menghasilkan senyawa kimia berbahaya. Kualitas tanah akan meningkat dengan adanya plastik *biodegradable*, karena hasil penguraian mikroorganisme meningkatkan unsur hara dalam tanah (Adam dan Clark, 2009).

2.2.1 Karakteristik *Biodegradable Plastic*

Keberhasilan suatu proses pembuatan film kemasan plastik *biodegradable* dapat dilihat dari karakteristik film yang dihasilkan. Karakteristik film yang dapat diuji dengan karakteristik mekanik, permeabilitas dan nilai biodegradabilitasnya. Adapun pengertian masing-masing karakteristik tersebut adalah :

1. Karakteristik mekanik

Karakteristik mekanik suatu film kemasan terdiri dari : kuat tarik (*tensile strength*), kuat tusuk (*puncture strength*), persen pemanjangan (*elongation to break*) dan elastisitas (*elastic/young modulus*). Parameter-parameter tersebut dapat menjelaskan bagaimana karakteristik mekanik dari bahan film yang berkaitan dengan struktur kimianya. Selain itu, juga menunjukkan indikasi integrasi film pada kondisi tekanan (*stress*) yang terjadi selama proses pembentukan film. Kuat tarik adalah gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh film selama pengukuran berlangsung. Kuat tarik dipengaruhi oleh bahan pemlastis yang ditambahkan dalam proses pembuatan film. Sedangkan kuat tusuk menggambarkan tusukan maksimum yang dapat ditahan oleh film. Film dengan struktur yang kaku akan menghasilkan nilai kuat tusuk yang tinggi atau tahan terhadap tusukan. Adapun persen pemanjangan merupakan perubahan panjang

maksimum film sebelum terputus. Berlawanan dengan itu, adalah elastisitas akan semakin menurun jika seiring dengan meningkatnya jumlah bahan pemlastis dalam film. Elastisitas merupakan ukuran dari kekuatan film yang dihasilkan (Cui, 2005).

2. Uji Ketahanan Terhadap Air

Uji ketahanan air ini diperlukan untuk mengetahui sifat bioplastik yang dibuat sudah mendekati sifat plastik sintetis atau belum, karena konsumen plastik memilih plastik dengan sifat yang sesuai keinginan, salah satunya adalah tahan terhadap air (Darni dan Utami, 2010).

3. Biodegradabilitas

Biodegradasi adalah perubahan senyawa kimia menjadi komponen yang lebih sederhana melalui bantuan mikroorganisme. Dua batasan tentang biodegradasi adalah (1) Biodegradasi Tahap Pertama (*Primary Biodegradation*), merupakan perubahan sebagian molekul kimia menjadi komponen lain yang lebih sederhana, (2) Biodegradasi Tuntas (*Ultimate Biodegradation*), merupakan perubahan molekul kimia secara lengkap sampai terbentuk CO₂, H₂O dan senyawa organik lain (Ummah, 2013).

Metode yang digunakan adalah metode soil burial test yaitu dengan metode penanaman sampel dalam tanah. Sampel berupa film bioplastik ditanamkan pada tanah yang ditempatkan dalam pot dan diamati per-hari terdegradasi secara sempurna. Proses degradasi film plastik dalam tanah. Analisis biodegradasi film plastik dilakukan melalui pengamatan film secara visual. Bagaimanapun, biodegradasi tidak sepenuhnya berarti bahwa material *biodegradable* akan selalu terdegradasi. Berdasarkan standar *European Union* tentang biodegradasi plastik, plastik *biodegradable* harus terdekomposisi menjadi karbondioksida, air, dan substansi humus dalam waktu maksimal 6 sampai 9 bulan (Sanjaya dan Puspita, 2010).

2.2.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pembuatan Plastik

Biodegradable

Dalam pembuatan plastik *biodegradable* ada beberapa faktor yang harus diperhatikan seperti:

1. Temperatur

Perlakuan suhu diperlukan untuk membentuk plastik *biodegradable* yang utuh tanpa adanya perlakuan panas kemungkinan terjadinya interaksi molekul sangatlah kecil sehingga pada saat plastik dikeringkan akan menjadi retak dan berubah menjadi potongan-potongan kecil. Perlakuan panas diperlukan untuk membuat plastik tergelatinisasi, sehingga terbentuk pasta pati yang merupakan bentuk awal dari plastik. Kisaran suhu gelatinisasi pati rata-rata 64,5°C-70°C (Kaplan, 1994).

2. Konsentrasi Polimer

Konsentrasi pati ini sangat berpengaruh terutama pada sifat fisik plastik yang dihasilkan dan juga menentukan sifat pasta yang dihasilkan. Menurut Kaplan (1994), semakin besar konsentrasi pati maka jumlah polimer penyusun matrik plastik semakin besar sehingga dihasilkan plastik yang tebal.

3. *Plasticizer*

Plasticizer ini merupakan bahan *nonvolatile* yang ditambah kedalam formula plastik akan berpengaruh terhadap sifat mekanik dan fisik plastik yang terbentuk karena akan mengurangi sifat intermolekul dan menurunkan ikatan hidrogen internal. *Plasticizer* mempunyai titik didih tinggi dan penambahan *plasticizer* diperlukan untuk mengatasi sifat rapuh plastik yang disebabkan oleh kekuatan intermolekul ekstensif. Menurut Kaplan (1994), *plasticizer* yang sering digunakan yakni gliserol dan sorbitol.

2.3 Pati

Pati merupakan polimer yang tersimpan dalam granul, dan berfungsi sebagai cadangan makanan bagi sejumlah tanaman (Rendek, 2009). Komposisi pati pada umumnya terdiri dari amilopektin sebagai

bagian terbesar dan sisanya amilosa (Hartati, 2003). Sumber utama penghasil pati adalah biji-bijian serealia (jagung, gandum, sorgum, beras, biji durian, biji nangka), umbi (kentang), akar (singkong, ubi jalar, ganyong) dan bagian dalam dari batang tanaman sagu.

Komposit atau campuran plastik berbasis pati memiliki sifat mekanis yang lemah seperti kekuatan tarik, kekuatan mulur, kekakuan, perpanjangan putus, stabilitas kelembaban yang rendah serta melepaskan molekul pemlastis dalam jumlah kecil dari matriks pati (Zhang dkk, 2007).

2.4 Singkong Karet



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2017

Gambar 1. Singkong Karet

Informasi spesies:

Singkong Karet (*Manihot glaziovii* M.A.)

Nama Umum : Singkong Karet

Kingdom : Plantae (tumbuhan)

Subkingdom : Tracheobionta (tumbuhan berpembuluh)

Super Divisi : Spermatophyta (menghasilkan biji)

Divisi : Magnoliophyta (tumbuhan berbunga)

Kelas : Magnoliopsida (berkeping dua/dikotil)

Sub Kelas : Rosidae

Ordo : Euphorbiales
 Famili : Euphorbiaceae
 Genus : Manihot
 Spesies : *Manihot glaziovii* M.A.

(Lies, 2005)

Singkong karet adalah pokok di banyak daerah tropis. Merupakan tanaman yang dapat memberikan hasil yang tinggi walaupun tumbuhnya pada lahan yang kurang subur ataupun lahan dengan curah hujan yang rendah (Kartasapoetra, 1988). Famili *euphorbiaceae* adalah famili tumbuhan berbunga yang terdiri dari 300 genus dan meliputi 7.500 spesies tumbuhan dimana hampir semuanya merupakan tumbuhan herbal namun beberapa diantaranya, terutama yang berada di daerah tropis adalah perdu dan pohon (Watson, L. Dan M.J. Dallwitz, 1992).

Singkong karet jelas berbeda dengan batang karet (*Hevea brasiliensis*). Yang dibudidayakan untuk disadap getah (lateks) nya. Meskipun singkong karet juga bisa menghasilkan lateks seperti halnya batang karet, namun tanaman ini lebih banyak tumbuh liar sebagai pagar kebun. Beda dengan singkong biasa yang hanya tumbuh antara 1,5 s/d 3 m , maka singkong karet bisa mencapai 10 m. Bentuk daun singkong karet sama dengan singkong biasa, hanya ukurannya yang lebih besar. Singkong karet tidak mampu menghasilkan umbi. Akar singkong karet memang bisa sedikit mengembung, tetapi tidak sampai menjadi umbi yang berpati. Varietas ini hasil singkongnya paling tinggi, dengan kandungan pati yang juga tinggi. Namun, rasa singkongnya pahit dan kandungan HCNnya sangat tinggi (Aryani, 2014).

Tabel 1. Kandungan yang Terdapat di dalam Singkong Karet (per 100 gram bahan kering)

N o	Analisa	Kadar (%)
1	Kadar Abu	0,4734
2	Kadar Lemak Kasar	0,5842
3	Kadar Serat Kasar	0,0067
4	Kadar Protein Kasar	0,4750

5	Kadar Karbohidrat	98,4674
---	-------------------	---------

Sumber: Pranamuda, 2003

2.5 Kitosan

Kitosan merupakan senyawa yang tidak beracun serta mudah terbiodegradasi. Kitosan mempunyai potensi untuk dimanfaatkan pada berbagai jenis industri maupun aplikasi pada bidang kesehatan. Salah satu contoh aplikasi kitosan yaitu sebagai pengikat bahan-bahan untuk pembentukan alat-alat gelas, plastik, karet, dan selulosa yang sering disebut dengan formulasi adesif khusus. Pemanfaatan kitosan sebagai bahan tambahan pada pembuatan film plastik berfungsi untuk memperbaiki transparansi film plastik yang dihasilkan (Joseph dkk, 2009). Besarnya nilai parameter standar yang dikehendaki untuk kitosan dalam dunia perdagangan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Mutu Standar Kitosan

Sifat-sifat kitosan	Nilai-nilai yang dikehendaki
Bentuk partikel	butiran-bubuk
Kadar air(%w)	<10
Kadar abu(%w)	>2
Derajat deasetilasi (DD)	>70
Viskositas(cP) Rendah	<200
Viskositas(cP) Sedang	200–799
Viskositas(cP) Tinggi	800–2000
Paling tinggi	>2000

Sumber: Ummah, 2013

Kitosan merupakan senyawa polimer dari 2-amino-2-dioksi-D-Glukosa yang dapat dihasilkan dari kitin yang dihilangkan gugus asetilnya dengan menggunakan asam pekat (Peniston dan Johnson, 1980).

Secara umum, kitin dengan derajat deasetilasi diatas 70% disebut sebagai kitosan (Li dkk, 1997). Saat ini kitosan mempunyai banyak sekali kegunaan, antara lain dalam bidang kesehatan, pengolahan air, membran, hidrogel, perekat, antioksidan, dan pengemas makanan.

Kitosan tidak larut dalam air tetapi larut dalam pelarut asam organik dibawah pH 6 antara lain asam formiat, asam asetat, dan asam laktat.

Kelarutan kitosan dalam pelarut asam anorganik sangat terbatas, antara lain sedikit larut dalam larutan HCl 1% tetapi tidak larut dalam asam sulfat dan asam *phosphate* (Nadarajah, 2005).

2.6 Plasticizer Sorbitol

Sorbitol pertama kali ditemukan oleh ahli kimia dari Perancis yaitu Joseph Boosingault pada tahun 1872 dari biji tanaman bunga ros. Proses hidrogenasi gula menjadi sorbitol mulai berkembang pada tahun 1930. Pada tahun 1975 produsen utama sorbitol adalah Roguette Freres dari Perancis. Secara alami sorbitol juga dapat dihasilkan dari berbagai jenis buah.

Sorbitol secara umum dikenal sebagai produk yang aman oleh U.S. Food and Drug Administration dan disetujui penggunaannya oleh Uni Eropa serta banyak negara di seluruh dunia. Mencakup Australia, Austria, Kanada dan Jepang (Sari, 2014).

Sorbitol adalah senyawa monosakarida *polyhidric alcohol*. Nama kimialain dari sorbitol adalah hexitol atau glusitol dengan rumus kimia $C_6H_{14}O_6$. Struktur molekulnya mirip dengan struktur molekul glukosa hanya yang berbeda gugus aldehid pada glukosa diganti menjadi gugus alkohol. Zat ini berupa bubuk kristal berwarna putih yang higroskopis, tidak berbau dan berasa manis, sorbitol larut dalam air, gliserol, *propylene glycol*, serta sedikit larut dalam metanol, etanol, asam asetat, phenol dan acetamida. Namun tidak larut hampir dalam semua pelarut organik.

Sorbitol dapat dibuat dari glukosa dengan proses hidrogenasi katalitik bertekanan tinggi. Sorbitol umumnya digunakan sebagai bahan baku industri barang konsumsi dan makanan seperti pasta gigi, permen, kosmetik, farmasi, vitamin C, dan termasuk industri tekstil dan kulit (Othmer, 1960).

Pada pembuatan plastik *biodegradable*, sorbitol berperan sebagai plasticizer. Penambahan *plasticizer* ini digunakan untuk meningkatkan sifat plastisitasnya, yaitu sifat mekanik yang lunak, ulet, dan kuat.

Dalam konsep sederhana, *plasticizer* merupakan pelarut organik dengan titik didih tinggi yang ditambahkan ke dalam resin yang keras dan kaku sehingga akumulasi gaya intermolekul pada rantai panjang akan menurun. Akibatnya kelenturan, pelunakan dan pemanjangan resin akan bertambah. Oleh karena itu, plastisasi akan mempengaruhi sifat fisik dan mekanisme film seperti kekuatan tarik, elastisitas, kekerasan dan sebagainya.

Sifat-sifat Fisika :

1. *Specific gravity* : 1.472 (-5°C)
2. Titik lebur : 93 °C (*Metasable form*) 97,5 °C (*Stable form*)
3. Titik didih : 296 °C
4. Kelarutan dalam air : 235 gr/100 gr H₂O
5. Panas Pelarutan dalam air : 20,2 KJ/mol
6. Panas pembakaran : -3025,5 KJ/mol

Sifat-sifat Kimia :

1. Berbentuk kristal pada suhu kamar
2. Berwarna putih tidak berbau dan berasa manis
3. Larut dalam air, *glycerol* dan *propylene glycol*
4. Sedikit larut dalam metanol, etanol, asam asetat dan *phenol*
5. Tidak larut dalam sebagian besar pelarut organik
(Perry, 1950)

Prinsip proses plastisasi adalah dispersi molekul *plasticizer* ke dalam polimer. Jika mempunyai gaya interaksi dengan polimer, proses dispersi akan berlangsung dalam skala molekul dan terbentuk larutan polimer-*plasticizer*. Sifat fisik dan mekanik polimer-*plasticizer* ini merupakan fungsi distribusi dan sifat komposisi *plasticizer*. Oleh karena itu, karakteristik polimer yang terplastisasi dapat diketahui dengan melakukan variasi komposisi *plasticizer*.

2.7 Proses Produksi Plastik

Secara umum teknologi pemrosesan plastik banyak melibatkan operasi yang sama seperti proses produksi logam. Plastik dapat dicetak, dituang, dan dibentuk serta diproses per-mesin (*machining*) dan disambung (*joining*). Bahan baku plastik banyak dijumpai dalam bentuk *pellet* ataupun serbuk. Plastik juga tersedia dalam bentuk lembaran, plat, batangan dan juga pipa. Metode pemrosesan plastik dapat dilakukan dengan cara ekstrusi, *injection molding*, *casting*, *termoforming*, dan *blow molding*.

2.7.1 *Injection molding*

Sebagaimana dijelaskan diatas bahwa *injection molding* merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan dalam memproduksi komponen dari bahan plastik. Mesin *injection molding* terdiri atas beberapa bagian seperti: *nozle*, *hopper*, *heating elements*, *mold*, dan piston, sedangkan sumber penggerak mesin terdiri dari sumber udara bertekanan yang berfungsi menekan piston atau plunyer dan sumber listrik bolak-balik sebagai sumber tenaga untuk bagian pemanas (*heating elements*).

Prinsip kerja *injection molding machine* sedikit mirip dengan *hot-chamber pressuri- zed die casting*, dimana bahan baku plastik mula-mula dimasukkan kedalam tabung pemanas untuk dilelehkan melalui *hopper* (lubang pemasukan). Setelah plastik meleleh dengan temperatur tertentu, maka plastik tersebut didorong keluar dari dalam tabung melalui *nozzle* untuk diinjeksikan kedalam ceakan (*mold*). Selanjutnya benda cetak dibiarkan membeku dan mendingin beberapa saat di dalam cetakan sebelum cetakan dilepas dan dibuka untuk mengeluarkan benda cetak. (Firdaus, 2002)

2.7.2 Parameter proses *injection molding*

Untuk memperoleh benda cetak dengan kualitas yang optimal, perlu mengatur beberapa parameter yang mempengaruhi jalannya proses produksi tersebut. Parameter-parameter suatu proses produksi tentu saja ada yang berperan sedikit dan adapula yang mempunyai peran yang signifikan dalam mempengaruhi hasil produksi yang diinginkan. Biasanya orang perlu melakukan parameter-parameter apa saja yang cukup berpengaruh terhadap produk akhir benda cetak. Adapun parameter-parameter yang berpengaruh terhadap proses produksi plastik melalui metoda *injection molding* adalah :

a. Temperatur leleh (*melt temperature*)

batas temperatur dimana bahan plastik mulai meleleh jika diberikan energi panas. (Firdaus, 2002)

b. Batas Tekanan (*pressure limit*)

Batas tekanan udara yang perlu diberikan untuk menggerakkan piston yang gunanya untuk menekan bahan plastik yang telah dilelehkan. Terlalu rendah tekanan, maka bahan plastik kemungkinan tidak akan keluar atau diinjeksikan ke dalam cetakan. Akan tetapi jika tekanan udara terlalu tinggi dapat mengakibatkan terseburnya bahan plastik dari dalam cetakan dan hal ini akan berakibat proses produksi menjadi tidak efisien. (Firdaus, 2002)

c. Waktu Tahan (*holding time*)

Waktu yang diukur dari saat temperatur yang diatur telah tercapai hingga keseluruhan bahan plastik yang ada dalam tabung pemanas benar-benar telah meleleh semuanya. Hal ini dikarenakan sifat rambatan panas yang memerlukan waktu untuk merambat ke seluruh bagian yang ingin dipanaskan. Dikhawatirkan jika waktu tahan ini terlalu cepat maka sebagian bahan plastik dalam tabung pemanas belum meleleh semuanya, sehingga akan mempersulit jalannya aliran bahan plastik dari dalam *nozzle*. (Firdaus, 2002)

d. Waktu Penekanan (*holding pressure*)

Durasi atau lamanya waktu yang diperlukan untuk memberikan tekanan pada piston yang mendorong plastik yang telah leleh. Pengaturan waktu penekanan bertujuan untuk meyakinkan bahwa bahan plastik telah benar-benar mengisi ke seluruh rongga cetak. Oleh karenanya waktu penekanan ini sangat tergantung dengan rongga cetak. Oleh karenanya waktu penekanan ini sangat tergantung dengan besar kecilnya dimensi cetakan (*mold*). Makin besar ukuran cetakan makin lama waktu penekanan yang diperlukan. (Firdaus, 2002)

e. Temperatur cetakan (*mould temperature*)

Temperatur cetakan adalah temperatur pemanasan awal cetakan sebelum dituangi bahan plastik yang meleleh. (Firdaus, 2002)

f. Tekanan Balik (*Back Pressure*)

Backpressure adalah tekanan yang terjadi dan sengaja dibuat atau di *adjust* untuk menahan mundurnya *Screw* pada saat proses *Charging* berlangsung. *Backpressure* ini aktif atau diaktifkan pada mode operasi Semi-Auto atau Full-Auto. Bila diaktifkan pada saat Manual *Charging*, maka yang terjadi adalah *Drolling*, yaitu keluarnya material plastik cair dari lubang *Nozzle* tanpa mundurnya *Screw* atau *Screw* mundur tetapi memakan waktu lama untuk mencapai *Shot Size*. (U wahyudi, 2015)

Back Pressure berfungsi sebagai :

1. Pencampuran atau *Mixing* material menjadi lebih baik, *homogen*, kualitas kepadatan material plastik cair lebih baik dan siap untuk proses *injection*.
2. *Shot Size* yang konsisten, atau tetap, atau stabil sebagai jaminan untuk *Shot-Shot* berikutnya dengan kondisi yang sama besar Volume materialnya, berat produk, dan dimensi produk yang dihasilkan.
3. Pencampuran warna *Pigmen* yang lebih baik.
4. Menghilangkan Gas atau udara yang ikut dalam proses *Charging*.

(U wahyudi, 2015)

Efek samping *Backpressure* adalah :

1. Terjadi peningkatan suhu *Barrel* dari setting suhu yang kita buat.
2. Peningkatan waktu *Charging* sehingga *Cycle Time* menjadi lebih panjang.
3. Dapat berakibat *Drolling* pada saat *Mold Open*.

(U wahyudi, 2015)

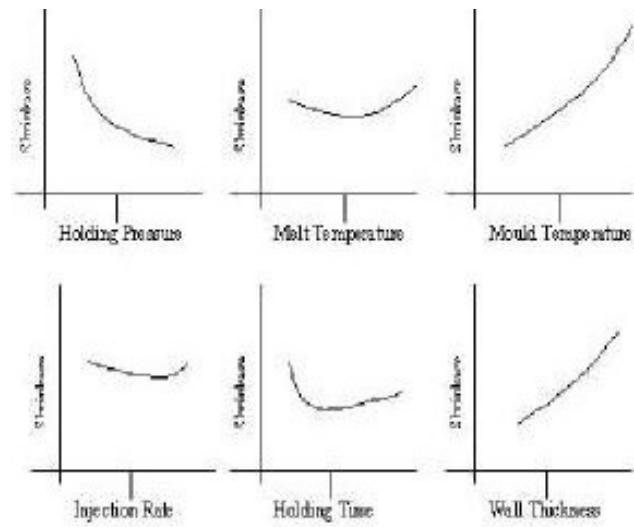
g. Kecepatan Injeksi (*injection rate*)

Kecepatan injeksi adalah kecepatan lajunya bahan plastik yang telah meleleh keluar dari *nozzle* untuk mengisi rongga cetak. Untuk mesin-mesin injeksi tertentu kecepatan ini dapat terukur, tetapi untuk mesin-mesin injeksi sederhana terkadang tidak dilengkapi dengan pengukur kecepatan ini. (Firdaus, 2002)

h. Ketebalan Dinding Cetakan (*walk thickness*)

Menyangkut mesin secara keseluruhan dari cetakan (*molding*). Semakin tebal dinding cetakan, semakin besar kemungkinan untuk terjadinya cacat *shrinkage*. (Firdaus, 2002)

Pengaruh beberapa parameter proses *injection molding* terhadap cacat *shrinkage* pada bahan plastik diperlihatkan pada gambar berikut.



Sumber : Firdaus, 2002

Gambar 2. Hubungan cacat *shrinkage* dengan parameter proses *injection moulding*.