

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Durian dan Biji Durian

Menurut Rukmana, 1996 (Dalam Alputri, 2011) mengenai Durian (*Durio Zibethinus Murr*) adalah termasuk dalam suku *Bombacaceae* yang hanya terdapat di daerah tropis. Di Indonesia durian merupakan buah yang sangat populer, bahkan diluar negeri terkenal dengan sebutan “*The King of Fruits*” atau “Raja Buah”. Tiap pohonnya dapat menghasilkan 80 sampai 100 buah, bahkan hingga 200 buah terutama pada pohon yang tua. Tiap rongga buah terdapat 2 sampai 6 biji atau lebih. Buah durian berbentuk kapsul yang bulat, bulat telur atau lonjong, berukuran panjang mencapai 25 cm, berwarna hijau sampai kecoklatan, tertutup oleh duri-duri yang berbentuk piramid lebar, tajam dan panjang 1 cm.

Menurut Heyne (1987), klasifikasi durian, yaitu :

Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Bangsa	: Malvales
Suku	: Bombacaceae
Marga	: Durio
Jenis	: Durio Zibethinus Murr



Gambar 1. Biji durian (Dokumentasi Pribadi)

Menurut Rukmana, 1996 (Dalam Alputri, 2011) Biji durian berbentuk bulat telur, berkeping dua, berwarna putih kekuning-kuningan atau coklat muda seperti terlihat pada Gambar 1. Kandungan patinya cukup tinggi, sehingga berpotensi sebagai alternatif pengganti bahan makanan. Di Indonesia biji durian memang belum memasyarakat untuk digunakan sebagai bahan makanan. Di Thailand biji durian biasa diolah menjadi bubur dengan diberi campuran daging buahnya. Bubur biji durian ini menghasilkan kalori yang cukup potensial bagi manusia. Biasanya biji durian dapat dikonsumsi setelah direbus atau dibakar, bahkan saat ini biji durian dibuat tepung yang bisa digunakan sebagai bahan baku wajik dan berbagai produk yang lainnya.

2.2 Sifat dan Komposisi Kimia Biji Durian

Menurut Rukmana, 1996 (Dalam Ambarita, 2012) Biji durian berbentuk bulat-telur, berkeping dua, berwarna putih kekuning-kuningan atau coklat muda. Tiap rongga terdapat 2-6 biji atau lebih. Biji durian merupakan alat atau bahan perbanyakkan tanaman secara generatif, terutama untuk batang bawah pada penyambungan.

Biji durian dapat diperoleh pada beberapa daerah yang mempunyai potensi akan adanya buah durian dimana biji durian tersebut menjadi salah satu limbah yang terbengkalai atau tidak dimanfaatkan, yang sebenarnya banyak mengandung nilai tambah. Agar limbah ini dapat dimanfaatkan sebagaimana sifat bahan tersebut dan digunakan dalam waktu yang relatif lama, perlu diproses lebih lanjut, menjadi beberapa hasil yang bervariasi.

Menurut Rukmana, 1996 (Dalam Ambarita, 2012) Di Indonesia biji durian memang belum memasyarakat untuk digunakan sebagai bahan makanan. Biasanya biji durian hanya dikonsumsi sebagian kecil masyarakat setelah direbus atau dibakar padahal biji durian dapat diolah menjadi makanan lain yang lebih menarik dan enak. Produk pengolahan biji durian antara lain keripik biji durian, bubur biji durian dan tepung biji durian.

Biji durian memiliki kandungan pati yang cukup tinggi sehingga berpotensi sebagai alternatif pengganti bahan makanan atau bahan baku pengisi farmasetik, contohnya pati biji durian diketahui dapat digunakan sebagai bahan pengikat dalam formulasi tablet ketoprofen (Jufri, 2006; Hutapea, 2010). Winarti,2006 (Dalam Hutapea, 2010) menyebutkan bahwa biji durian, bila ditinjau dari komposisi kimianya, cukup berpotensi sebagai sumber gizi, yaitu mengandung protein 9,79%, karbohidrat 30%, kalsium 0,27% dan fosfor 0,9% (Dalam Hutapea , 2010).

Menurut Genisa dan Rasyid (1994) dalam Hutapea (2010), komposisi kimia biji durian hampir sama dengan biji-biji yang termasuk famili *Bombacaceae* yang lain, komposisi kandungan yang terdapat pada biji durian yang dimasak kadar airnya 51,1 gram, kadar lemak 0,2 gram, kadar protein 1,5 gram, dan kadar karbohidrat 46,2 gram. Biji dari tanaman yang famili *Bombacaceae* kaya akan karbohidrat terutama patinya yang cukup tinggi sekitar 42,1% dibanding dengan ubi jalar 27,9% atau singkong 34,7%.

Biji durian bisa dimakan sebagai camilan setelah direbus atau dibakar, atau dicampurkan dalam kolak durian. Biji durian yang mentah beracun dan tak dapat dimakan karena mengandung asam lemak siklopropena (*cyclopropene*). Biji durian mengandung sekitar 27% amilosa Menurut (Wikipedia, 2012; Ambarita, 2012).

Biji durian juga banyak mengandung zat-zat gizi seperti lemak, protein, karbohidrat dan lain-lain, untuk memperjelas zat yang dikandung oleh biji durian dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Komposisi Kimia Biji Durian

Komponen	Biji segar dalam 100 gr Bahan	Biji yang telah dimasak dalam 100 gr bahan
Kadar air	51.5 g	51.1 g
Lemak	0.4 g	0.2-0.23 g
Protein	2.6 g	1.5 g
Karbohidrat	43.6 g	46.2 g
Serat kasar		0.7-0.71 g
Nitrogen		0.297 g
Abu	1.9 g	1.0 g
Kalsium	17 mg	39-88.8 mg
Fosfor	68 mg	86.65-87 mg
Zat besi (Fe)	1.0 mg	0.60.64 mg
Sodium	3 mg	
Potassium	962 mg	
Beta karoten	250µg	
Riboflavin	0.05 mg	0.05-0.052 mg
Thiamin		0.03-0.032 mg
Niasin	0.9 mg	0.89-0.9 mg

Sumber : L Ambarita, 2015

Tabel 2. Komposisi Kimia Biji Durian, Biji Nangka dan Biji Cempedak

Komponen	Biji Durian	Biji Nangka	Biji Cempedak
Kadar air	51.5 g	70 g	67.0 g
Lemak	0.4 g	0.1 g	0.4 g
Protein	2.6 g	4.2 g	3.0 g
Karbohidrat	43.6 g	36.7 g	28.6 g
Serat kasar	-	-	-
Nitrogen	-	-	-
Abu	1.9 g	1.0 g	-
Kalsium	17 mg	33 mg	20 mg
Fosfor	68 mg	1.0 mg	30 mg
Zat besi (Fe)	1.0 mg	200 mg	1,5 mg
Vitamin B1	0.1 mg	0.20 mg	0
Vitamin C	53.0 mg	10.0 mg	15 mg
Vitamin A	175.0 mg	33.0 mg	200 mg
Sodium	3 mg	-	-
Potassium	962 mg	-	-
Beta karoten	250µg	-	-
Riboflavin	0.05 mg	-	-
Thiamin	-	-	-
Niasin	0.9 mg	0.89-0.9 mg	-

Sumber : Direktorat gizi Departemen kesehatan RI, 2015

Dari tabel diatas dapat terlihat bahwa kandungan yang paling tinggi diantara biji durian, biji nangka dan biji cempedak yaitu biji durian. Oleh sebab itu digunakanlah biji durian karena kandungan karbohidratnya yang tinggi dan juga sesuai dengan persyaratan bahan baku dalam pembuatan plastik *biodegradable*.

Adapun syarat kemasan yaitu penampilan, perlindungan, fungsi dan harga serta biaya penanganan limbah kemasan. Persyaratan tersebut menyebabkan plastik *biodegradable* dapat dimanfaatkan sebagai pengemas serta bahan baku yang berbasis pati dari material organik membuat plastik tersebut aman bagi lingkungan.

Penanganan kulit dan biji durian secara serius akan meningkatkan nilai ekonomis dan kemanfaatannya. Selain itu juga akan mengurangi dampak pencemaran lingkungan akibat pembuangan biji. Daging biji duriannya dapat

diaplikasikan untuk plastik *biodegradable* yang berfungsi sebagai bahan pengemas yang ramah lingkungan.

Pengemas dari plastik mempunyai beberapa keuntungan yaitu kuat, ringan, dan ekonomis, tetapi pengemas dari bahan – bahan ini tidak ramah lingkungan, karena sifatnya yang tidak dapat didegradasi atau *non-biodegradable*. Salah satu alternatif yang bisa dipilih pengemas yang ramah lingkungan adalah plastik *biodegradable*.

2.3 Tepung Biji Durian dan Manfaatnya

Tepung adalah partikel padat yang berbentuk butiran halus atau sangat halus. Tepung bisa berasal dari bahan nabati misalnya tepung terigu dari gandum, tapioka dari singkong, maizena dari jagung, atau hewani misalnya tepung tulang dan tepung ikan (Wikipedia, 2009; Hutapea, 2010). Tepung biji durian adalah tepung yang berasal dari biji durian melalui proses penyortiran, pencucian, pengupasan, pemblansingan, perendaman, pengirisan, pengeringan, dan penepungan.

Widowati, 2009 (Dalam Hutapea, 2010) Berdasarkan komposisinya, tepung digolongkan menjadi dua, yaitu tepung tunggal adalah tepung yang dibuat dari satu jenis bahan pangan, misalnya tepung beras, tepung tapioka, tepung ubi jalar dan sebagainya, dan tepung komposit yaitu tepung yang dibuat dari dua atau lebih bahan pangan. Misalnya tepung komposit kasava-terigu-kedelai, tepung komposit jagung-beras, atau tepung komposit kasava-terigu-pisang.

Pada pembuatan tepung, seluruh komponen yang terkandung di dalam bahan pangan dipertahankan keberadaannya, kecuali air. Teknologi tepung merupakan salah satu proses alternatif produk setengah jadi yang dianjurkan, karena lebih tahan disimpan, mudah dicampur (dibuat komposit), diperkaya zat gizi (difortifikasi), dibentuk, dan lebih cepat dimasak sesuai tuntutan kehidupan modern yang ingin serba praktis (Widowati, 2009 Dalam Hutapea, 2010).

Dengan biji durian yang diolah menjadi tepung, dapat diolah lebih lanjut

menjadi makanan seperti dodol, kue telur blanak, wajik, kue kering, dan berbagai produk lainnya.

2.4 Proses Pengolahan Tepung Biji Durian

Pengubahan bentuk biji durian menjadi tepung akan mempermudah pemanfaatan biji durian menjadi bahan setengah jadi yang fleksibel, karena selain tahan lama daya simpannya juga dapat dipakai sebagai penganeragaman pengolahan bahan makanan.

1. Penyortiran

Pemilihan biji durian yang baik yang diambil dari buah durian yang dalam keadaan baik, tidak terserang hama maupun penyakit. Biji durian berukuran besar sehingga apabila dikupas daging bijinya banyak.

2. Pencucian

Biji durian yang sudah disortir kemudian dicuci berulang kali sampai bersih, setiap kali cuci airnya diganti. Pencucian ini berfungsi untuk melepaskan segala kotoran yang melekat pada biji durian, terutama untuk menghilangkan daging buah durian yang masih melekat pada bijinya (Afif, 2006; Hutapea, 2010).

3. Pengupasan

Pengupasan yaitu proses pemisahan biji durian dari kulit arinya dengan menggunakan pisau, karena biasanya kulit bahan memiliki karakteristik yang berbeda dengan isi bahan (Sulistyowati, 2001; Hutapea, 2010).

4. Pemblansingan

Blansing adalah proses pencelupan pada air panas atau pengukusan selama beberapa menit. Tujuannya untuk inaktivasi enzim-enzim yang dapat menyebabkan degradasi warna, penghasil getah dan pengempukkan tekstur pangan. Fungsi lain dari blansing untuk mengurangi gas-gas terlarut dan

memperbaiki tekstur (Jarod, 2007; Hutapea , 2010).

5. Perendaman

Kapur yang digunakan dalam membuat air kapur yang digunakan dalam proses perendaman pada tahap pembuatan tepung biji durian disebut juga kapur sirih, kapur tohor, kapur mati, dan lain-lain. Sesuai dengan rumus kimia dan nama unsur penyusunnya, kapur ini dikenal dengan nama kalsium hidroksida.

Kalsium hidroksida adalah senyawa kimia dengan rumus kimia Ca(OH)_2 . Kalsium hidroksida dihasilkan melalui reaksi kalsium oksida (CaO) dengan air (H_2O). Kapur tohor Ca(OH)_2 atau kalsium hidroksida merupakan zat padat yang berwarna putih dan amorf. Kapur tohor (*quick lime*) dihasilkan dari batu gamping yang dikalsinasikan, yaitu dipanaskan pada suhu 600°C - 900°C . Kapur tohor ini apabila disiram dengan air secukupnya akan menghasilkan kapur padam (*hydrated/slaked quicklime*) dengan mengeluarkan panas (Sukandarrumidi, 1999; Hutapea , 2010).

Perendaman dalam air kapur dalam pengolahan tepung biji durian diharapkan dapat mengurangi getah atau lendir, membuat tahan lama, mencegah timbulnya warna atau pencoklatan. Perendaman dalam larutan kapur sirih dapat berfungsi sebagai pengeras atau memberi tekstur, mengurangi rasa yang menyimpang: sepet, gatal, getir dan citarasa menyimpang (Jarod, 2007; Hutapea, 2010) dan juga menurunkan senyawa oksalat yang ada pada biji durian yang tidak baik untuk tubuh kita (Sutrisno, 2007; Hutapea , 2010). Alasan lainnya digunakan air kapur dalam proses pembuatan tepung biji durian ini adalah harganya yang murah dan terjangkau serta mudah didapatkan, juga sifatnya yang mudah larut dalam air.

6. Pengirisan

Biji durian yang telah direndam dalam air kapur dicuci kembali dengan air bersih, kemudian diiris tipis dengan menggunakan pisau atau alat pengiris. Tujuan

pengirisan ini adalah untuk mempercepat proses pengeringan (Afif, 2007; Hutapea, 2010).

7. Pengeringan

Pengeringan dilakukan secara langsung dengan menggunakan tenaga matahari, proses penjemuran dilakukan sampai kering. Karena dengan daging biji yang kering tersebut guna mempermudah dalam proses penepungan pada biji durian (Afif, 2006 Dalam Hutapea, 2010).

Tujuan pengeringan adalah menghilangkan atau mengurangi kadar air bahan agar mikroba penyebab penyakit tidak bisa hidup, sehingga bahan pangan menjadi awet dan tahan lama. Pengurangan air menurunkan bobot dan memperkecil volume pangan sehingga mengurangi biaya pengangkutan dan penyimpanan.

Selama pengeringan terjadi perubahan fisik dan kimiawi yang tidak semuanya diinginkan. Selain penyusutan volume, pangan dapat mengalami perubahan warna yang tidak disukai seperti pencoklatan, dapat pula terjadi penurunan nilai gizi, aroma dan rasa, dan kemampuan menyerap air (WHO, 1991 Dalam Hutapea, 2010).

8. Penepungan

Irisan biji durian yang sudah kering ditumbuk atau dihaluskan untuk memperkecil ukuran partikel, hingga menjadi bubuk halus/tepung. Kemudian diayak sehingga diperoleh hasil berupa tepung yang halus dan homogen (Rukmana, 1996 Dalam Hutapea, 2010).

9. Penyimpanan

Tepung biji durian agar tahan lama dalam penyimpanannya disimpan dalam tempat yang rapat, tidak lembab suhunya. Apabila suhunya lembab dan tidak rapat akan mengakibatkan kerusakan pada tepung seperti ditumbuhi jamur

atau kutu. Sehingga penyimpanannya dapat dilakukan dalam kantong plastik, karung kain, kantong besar, dan lain-lain (Afif, 2007; Hutapea, 2010).

2.5 Pati

Pati atau amilum adalah karbohidrat kompleks yang tidak larut dalam air, berwujud bubuk putih, tawar dan tidak berbau. Pati adalah suatu polisakarida yang mengandung amilosa dan amilopektin. Amilosa merupakan polisakarida berantai lurus bagian dari butir-butir pati yang terdiri atas molekul-molekul glukosa -1,4-glikosidik . Amilosa merupakan bagian dari pati yang larut dalam air, yang mempunyai berat molekul antara 50.000-200.000.

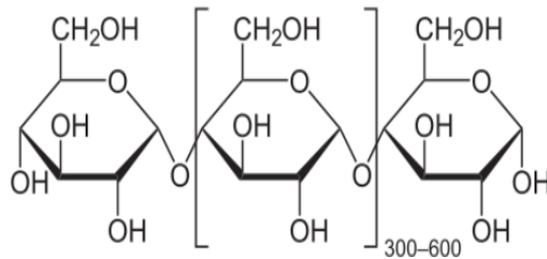
Amilopektin merupakan polisakarida bercabang bagian dari pati, terdiri atas molekul-molekul glukosa yang terikat satu sama lain melalui ikatan 1,4-glikosidik dengan percabangan melalui ikatan 1,6-glikosidik pada setiap 20-25 unit molekul glukosa. Amilopektin merupakan bagian dari pati yang tidak larut dalam air dan mempunyai berat molekul antara 70.000 sampai satu juta.

Amilum merupakan suatu senyawa organik yang tersebar luas pada kandungan tanaman. Amilum dihasilkan dari dalam daun-daun hijau sebagai wujud penyimpanan sementara dari produk fotosintesis. Amilum juga tersimpan dalam bahan makanan cadangan yang permanen untuk tanaman, dalam biji, jari-jari teras, kulit batang, akar tanaman menahun, dan umbi.

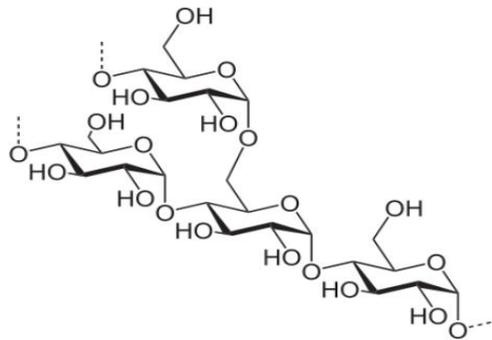
Pati tersusun dari dua macam karbohidrat, amilosa dan amilopektin, dalam komposisi yang berbeda-beda. Amilosa memberikan sifat keras (*pera*) sedangkan amilopektin menyebabkan sifat lengket. Amilum terdiri dari 20% bagian yang larut air (amilosa) dan 80% bagian yang tidak larut air (amilopektin).

Amilum adalah karbohidrat kompleks yang tidak larut dalam air, berwujud bubuk putih, tawar dan tidak berbau. Amilum sering disebut juga dengan sebutan "pati". Amilum mempunyai Rumus Molekul $(C_6H_{10}O_5)_n$, Densitas 1.5 g/cm³.

Dalam air dingin amilum tidak akan larut tetapi apabila suspensi dalam air dipanaskan akan terjadi suatu larutan koloid yang kental.



Gambar 2. Struktur Molekul Amilosa



Gambar 3. Struktur Molekul Amilopektin

2.6 Tepung Maizena

Tepung Maizena atau Tepung Pati Jagung adalah bahan makanan yang biasa dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Maizena sebenarnya sebuah brand merk tepung pati jagung yang sangat populer di Mexico. akan tetapi di Indonesia salah kaprah dalam istilah, sebagaimana menyebut odol untuk pasta gigi, atau Sanyo untuk mesin pompa air, padahal keduanya adalah sebuah brandmerk.

Kandungan Nutrisi/Gizi Tepung Maizena : Nama Bahan Makanan : Tepung Maizena (Tepung Pati Jagung atau Tepung Jagung).

Berat Tepung Maizena yang diteliti (Food Weight) = 100 gr.

Tepung Maizena yang dapat dikonsumsi (*Bdd / Food Edible*) = 100 %.

Kandungan Energi = 343 kkal.

Kandungan Protein = 0,3 gr.

Kandungan Lemak = 0 gr.

Kandungan Karbohidrat = 85 gr.

Kandungan Kalsium = 20 mg.

Kandungan Fosfor = 30 mg.

Kandungan Zat Besi = 2 mg.

Kandungan Vitamin A = 0 IU.

Kandungan Vitamin B1 = 0 mg.

Kandungan Vitamin C = 0 mg.

Tepung maizena jarang sekali digunakan sebagai bahan utama pada pembuatan *cake* dan *cookies*, tapi selalu menjadi bahan pembantu untuk mendapatkan tekstur sempurna.

Fungsi maizena :

- a. Pada *cookies* atau kue kering maizena dipakai sebagai bahan pembantu merenyahkan.
- b. Pada resep *cake*, maizena adalah bahan pembantu untuk melembutkan.
- c. Sebagai pengental apabila dicampur dengan air/susu yang kemudian dididihkan.
- d. Sebagai anti gumpal pada gula halus
- e. Membantu menguleni plastick icing atau fondant supaya tidak terlalu lengket, tapi jangan terlalu banyak bisa membuat fondant retak-retak.

Penggunaanya berkisar 10% s/d 20% saja dari bahan tepung terigunya, sebab kalau terlalu banyak *cake* dan *cookies* akan mudah berjamur atau tidak awet.

Selain tepung maizena, ada dua jenis tepung yang dapat digunakan untuk mengentalkan saus puding atau sayuran, yaitu tepung terigu serbaguna dan tepung sagu. Hal ini disebabkan ketiga jenis tepung tersebut memiliki kandungan zat pati, yang di dalamnya terdapat amilopektin. Ketika terjadi pemanasan pada kuah sayur

atau saus puding, amilopektin pada tepung akan menyerap zat cair dari kuah atau saus, yang menyebabkan kekentalan kuah atau saus meningkat.

Diantara tepung tapioka, tepung sagu dan tepung maizena. Dipilihlah tepung maizena berdasarkan kegunaannya karena tepung maizena sebagai bahan tambahan yang digunakan untuk menguleni plastik agar tidak lengket, pengental dalam proses pencampuran dan memberikan sifat elastis pada plastik serta apabila telah membuat campuran mengental maka campuran tersebut tidak mudah mengeras. Sedangkan pada tepung tapioka dan tepung sagu kegunaannya sama-sama sebagai pengental dan pengelastis namun pada saat campuran tersebut mengental maka campuran tersebut akan lebih mudah mengeras. Tepung maizena dapat digunakan dalam pembuatan plastik *biodegradable* karena bahannya yang berlimpah (*renewable*), dapat diuraikan oleh mikroorganisme, harganya pun yang relatif murah. Sehingga dapat dikatakan lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan plastik konvensional dari bahan polietilen, petroleum dan batubara

2.7 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 dinyatakan GRAS atau 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 (Suara merdeka, 2008 Dalam Riski Aryani, 2014).

Produksi sorbitol lokal selain untuk pemasaran dalam negeri juga sebagian besar untuk diekspor. Ekspor sorbitol sejak tahun 1989 hingga tahun 1992 cenderung mengalami penurunan, hal ini diakibatkan semakin meningkatnya

permintaan dalam negeri. Sorbitol atau dikenal juga hexitol dengan rumus kimia $C_6H_{14}O_6$. Walaupun ekspor terus ditingkatkan namun hingga saat ini Indonesia masih terus melakukan impor.

Sorbitol adalah senyawa *monosakarida polyhidric alcohol*. Nama kimia lain 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 Dalam Aryani, 2014).

Berikut adalah kegunaan sorbitol dalam industri :

a. Bidang makanan

Ditambahkan pada makanan sebagai pemanis dan untuk memberikan ketahanan mutu dasar yang dimiliki makanan tersebut selama dalam proses penyimpanan. Bagi penderita diabetes, sorbitol dapat dipakai sebagai bahan pemanis pengganti glukosa, fruktosa, maltosa, dan sukrosa. Untuk produk makanan dan minuman diet, sorbitol memberikan rasa manis yang sejuk di mulut.

b. Bidang Farmasi

Sorbitol merupakan bahan baku vitamin C dimana dibuat dengan proses fermentasi dengan bakteri *Bacillus suboxidant*. Dalam hal lain, sorbitol dapat digunakan sebagai pengabsorpsi beberapa mineral seperti Cs, Sr, F dan vitamin B12. Pada konsentrasi tinggi sorbitol dapat sebagai stabilisator dari vitamin dan antibiotik.

c. Bidang Kosmetik dan pasta gigi

Penggunaan sorbitol sangat luas di bidang kosmetika, diantaranya digunakan sebagai pelembab berbentuk *cream* untuk mencegah penguapan air dan dapat memperlincin kulit. Untuk pasta gigi, sorbitol dapat dipergunakan sebagai penyegar atau obat pencuci mulut yang dapat mencegah kerusakan gigi dan memperlambat terbentuknya karies gigi.

d. Industri Kimia

Sorbitol banyak dibutuhkan sebagai bahan baku surfaktan. Pada industri *Polyurethane*, sorbitol bersama dengan senyawa *polyhidric alcohol* lain seperti *glycerol* merupakan salah satu komposisi utama *alkyl resin* dan *rigid polyurethane foams*. Pada industri tekstil, kulit, semir sepatu dan kertas, sorbitol digunakan sebagai softener dan stabilisator warna. Sedangkan pada industri rokok sorbitol digunakan sebagai stabilisator kelembaban, penambah aroma dan menambah rasa sejuk.

e. Aplikasi lain, sorbitol digunakan sebagai bahan baku pembuatan vitamin C. Negara-negara barat mengaplikasikan sorbitol sebagai bahan baku pembuatan vitamin.

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 (Yadav dan Satoskar, 1997 Dalam Aryani, 2014). Oleh karena itu, plastisasi akan mempengaruhi sifat fisik dan mekanisme film seperti kekuatan tarik, elatisitas, kekerasan dan sebagainya.

Sifat-sifat Fisika :

- *Specific gravity* : 1.472 (-5°C)
- Titik lebur : 93 °C (*Metasable form*) 97,5 °C (*Stable form*)

- Titik didih : 296 °C
- Kelarutan dalam air : 235 gr/100 gr H₂O
- Panas Pelarutan dalam air : 20.2 KJ/mol
- Panas pembakaran : -3025.5 KJ/mol

Sifat-sifat Kimia :

- Berbentuk kristal pada suhu kamar
- Berwarna putih tidak berbau dan berasa manis
- Larut dalam air, *glycerol* dan *propylene glycol*
- Sedikit larut dalam metanol, etanol, asam asetat dan phenol
- Tidak larut dalam sebagian besar pelarut organik. (Aryani, 2014)

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* (Marbun, 2012 Dalam Aryani, 2014).

2.8 Plastik

2.8.1 Pengertian

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 semi-sintetik, 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 (Azizah, 2009 Dalam Ningsih, 2010).

Meskipun istilah plastik dan polimer seringkali dipakai secara sinonim. Namun tidak berarti semua polimer adalah plastik. Plastik merupakan polimer yang dapat dicetak menjadi berbagai bentuk yang berbeda. Klasifikasi plimer salah

satunya berdasarkan ketahanan terhadap panas (*termal*). Klasifikasi polimer ini dibedakan menjadi dua, yaitu polimer termoplastik dan polimer termosetting.

2.8.2 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.

Polimer termoplastik memiliki sifat-sifat khusus sebagai berikut :

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

Contoh plastik termoplastik sebagai berikut:

1. Polietilena (PE)

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

2. Poliviniklorida (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.

2.8.3 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.

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.

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*.

2.9 Bioplastik (*Biodegradable*)

Seiring dengan meningkatnya kesadaran untuk pelestarian lingkungan, kebutuhan bahan plastik biodegradable mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Pada tahun 2010, diproyeksikan produksi plastik *biodegradable* akan mencapai 1.200.000 ton atau menjadi 1/ 10 dari total produksi bahan plastik. Industri plastik biodegradable akan berkembang menjadi industri besar di masa yang akan datang (Pranamuda H, 2009 Dalam Ningsih, 2010)

Bioplastik adalah plastik yang dapat digunakan layaknya seperti plastik konvensional, namun akan hancur terurai oleh aktivitas mikroorganisme menjadi hasil akhir berupa air dan gas karbondioksida setelah habis terpakai dan dibuang ke lingkungan tanpa meninggalkan sisa yang beracun. Karena sifatnya yang dapat kembali ke alam, plastik biodegradable merupakan bahan plastik yang ramah terhadap lingkungan (Pranamuda H, 2009 Dalam Ningsih, 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 dari bahan tanaman pati dan selulosa serta hewan seperti cangkang atau dari mikroorganisme yang dimanfaatkan untuk mengakumulasi plastik yang berasal dari sumber tertentu seperti lumpur aktif atau limbah cair yang kaya akan bahan-bahan organik sebagai sumber makanan bagi mikroorganisme tersebut (Adam S dan Clark D, 2009 Dalam Ningsih, 2010).

2.10 Standar Pengukuran Untuk Plastik *Biodegradable*

Pengujian sifat *biodegradable* bahan plastik dapat dilakukan menggunakan enzim, *mikroorganisme* dan uji penguburan. Metode uji standar dan protokol diperlakukan untuk menetapkan dan mengkuantifikasi *degradabilitas* dan *biodegradasi* polimer dan konfirmasi dengan alam dari breakdown produk. Standar

telah dibangun atau dibawah pembangunan oleh Badan Standar Nasional *America* (ASTM); *Eropa* (CEN); *Jepang* (JIS) dan Organisasi Standar *Internasional* (ISO) untuk mengevaluasi dan mengkuantifikasi *biodegradable* dibawah kondisi lingkungan/pembuangan yang berbeda seperti pengomposan, tanah, laut, instalasi pengolahan air limbah dan anaerobic digester. Tidak ada perbedaan yang besar diantaranya standar ISO akan membawa semua standar tersebut dan menyediakan standar yang diterima secara global (Narayan, 1999 Dalam Ummah, 2013).

American Society for Testing and Materials (ASTM) mengeluarkan “Standar Spesifikasi untuk Plastik Dapat Dikompos” D6400-99. Standar ini menetapkan kriteria (spesifikasi) untuk plastik dan produk yang dibuat dari plastik untuk diberi label dapat dikompos. Standar tersebut menetapkan apakah plastik dan produk yang terbuat dari plastik dapat dikompos, termasuk biodegradasi pada tingkat yang sebanding dengan bahan yang diketahui dapat dikompos. (Narayan, 1999;Ummah, 2013) Lembaga standarisasi internasional (ISO) telah mengeluarkan metode standar pengujian sifat *biodegradabilitas* bahan plastik sebagai berikut :

- a. ISO 14851 : Penentuan *biodegradabilitas aerobik final* dari bahan plastik dalam media cair - Metode pengukuran kebutuhan oksigen dalam respirometer tertutup;
- b. ISO 14852 : Penentuan *biodegradabilitas aerobik final* dari bahan plastik dalam media cair – Metode analisa karbondioksida yang dihasilkan;
- c. ISO 14855 : Penentuan *biodegradabilitas aerobik final* dan disintegrasi dari bahan plastik dalam kondisi komposting terkendali – Metode analisa karbondioksida yang dihasilkan.

Sedangkan pada uji kuat tarik dan persen pemanjangannya memiliki Standar plastik internasional(ASTM5336) dalam (Averous,2009) besarnya kuat tarik untuk plastik PLA dari Jepang mencapai 2050 MPa dan plastik PCL dari Inggris mencapai 190 MPa. Sedangkan untuk standar persen pemanjangan pada plastik internasional (ASTM5336) besarnya persentase pemanjangan (elongasi)

untuk plastik PLA dari Jepang mencapai 9% dan plastik PCL dari Inggris mencapai >500 %. Standar plastik internasional (ASTM5336) lamanya terdegradasi (biodegradasi) untuk plastik PLA dari Jepang dan PCL dari Inggris membutuhkan waktu 60 hari untuk dapat terurai keseluruhan (100%).

2.11 Karakteristik Plastik *Biodegradable*

Keberhasilan suatu proses pembuatan film kemasan plastik biodegradable dapat dilihat dari karakteristik film yang dihasilkan. Karakteristik film yang dapat diuji adalah 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 to pemanjangan (*elongation 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.

2. Uji Ketahanan Terhadap Air

Uji ini dilakukan untuk mengetahui terjadinya ikatan dalam polimer serta tingkatan atau keteraturan ikatan dalam polimer yang ditentukan melalui prosentase penambahan berat polimer setelah mengalami pengembangan. Alat yang digunakan dalam pengujian ini yaitu timbangan digital dan beberapa alat pendukung yaitu seperti gunting, penggaris, pinset dan gelas kimia.

Prosedur uji ketahanan air pada sampel film plastik sebagai berikut: Berat awal sampel yang akan diuji ditimbang (W_0). Lalu isi suatu gelas kimia dengan air aquadest. Letakkan sampel plastik kedalam wadah tersebut. Setelah 15 detik angkat dari dalam wadah yang berisi aquadest tadi lalu menimbang berat sampel (W) yang telah direndam dalam wadah. Lakukan hal sama hingga diperoleh berat akhir sampel yang konstan dan menghitung persentasi air yang diserap film plastik tersebut.

3. Biodegradabilitas

Biodegradasi adalah penyederhanaan sebagian atau penghancuran seluruh bagian struktur molekul senyawa oleh reaksi-reaksi fisiologis yang dikatalisis oleh mikroorganisme. Biodegradabilitas merupakan kata benda yang menunjukkan kualitas yang digambarkan dengan kerentanan suatu senyawa (organik atau anorganik) terhadap perubahan bahan akibat aktivitas-aktivitas mikroorganisme (Madsen, 1997 Dalam Ummah, 2013).

Mikroorganisme menguraikan polimer-polimer dengan mengkatalisis hidrolisis dan oksidasi. Semakin rendah berat molekul, maka polimer terdegradasi semakin cepat. Suatu kombinasi antara gugus fungsional sensitif cahaya dan gugus fungsional yang bisa terhidrolisis akan lebih efektif dalam menguraikan polimer-polimer berat molekul tinggi dalam lingkungan alam.

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 (Gledhill,1974 Dalam Ummah, 2013).

Metode yang digunakan adalah metode *soil burial test* (Subowo dan Pujiastuti, 2003 dalam Nathiqoh, 2013) 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.

