BAB I
PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Dalam kehidupan sehari-hari tanpa disadari ketergantungan akan plastik relatif tinggi. Plastik merupakan benda yang banyak dijumpai di sekitar, bahkan hampir setiap hari plastik digunakan untuk mengolah, menyimpan atau mengemas makanan dan minuman karena plastik lebih praktis digunakan dibandingkan bahan lainnya. Umumnya, plastik digunakan sebagai bahan kemasan makanan dalam bentuk kemasan permanen dalam industri makanan, botol plastik, atau berbentuk kantong plastik kresek. Namun, plastik juga digunakan sebagai bahan baku untuk mainan anak-anak, perabotan rumah tangga, alat listrik, komponen elektronik, sepeda motor, keperluan interior bangunan. Setiap tahun sekitar 100 juta ton plastik diproduksi dunia untuk digunakan di berbagai sektor industri.

Plastik merupakan bahan yang tidak dapat dihancurkan dengan cepat dan alami. Bahkan bakteri pembusuk dalam tanah pun mengalami kesulitan dalam menghancurkannya, sehingga lama-kelamaan sampah plastik malah bisa mencemari lingkungan karena kandungan kimia dalam proses pembuatannya (Mufti, 2012). Di sisi lain plastik juga memiliki kelemahan yaitu menimbulkan penumpukan sampah yang banyak. Hal ini dikarenakan material plastik tidak dapat diaur ulang secara alami dengan cepat. Butuh 300-500 tahun agar bisa terdekomposisi atau terurai sempurna. Membakar plastik juga bukan pilihan baik, karena plastik yang tidak sempurna terbakar, di bawah 800°C, akan membentuk dioksin yang berbahaya (Pujopijeh, 2011).

Plastik yang banyak digunakan merupakan plastik yang berbahan dasar dari minyak bumi. Padahal keberadaan dari minyak bumi tersebut sekarang kian menipis. Disisi lain, penggunaan minyak bumi juga menyebabkan dampak lingkungan berupa pemanasan global. Plastik yang berbahan dasar minyak bumi tidak dapat terurai secara alami oleh mikroba di dalam tanah, sehingga menimbulkan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu dibutuhkan suatu kemasan yang *biodegradable*, yaitu mampu didaur ulang secara alami oleh mikroba dalam tanah. Menurut Krochta (1997), *biodegradable* artinya harus sepenuhnya

terdegradasi oleh mikroba yang ada dalam tanah dan hanya menghasilkan senyawa berupa karbondioksida, air, gas methan, serta cell biomass.

Proses terjadinya biodegradasi plastik ini di alam secara umum adalah dimulai dengan tahap degradasi kimia yaitu dengan proses oksidasi molekul, menghasilkan polimer dengan berat molekul rendah kemudian terjadi proses penyerangan mikroorganisme dan aktivitas enzim. Penggunaan dalam skala yang besar plastik jenis ini tentu akan sangat membantu untuk meminimalisir polusi-polusi serta kerusakan alam yang telah terjadi di bumi. Selain itu bahan dasar pembuatan plastik ini adalah bahan-bahan yang dapat diperbaharui sehingga akan sangat bagus prospek perkembangannya dimasa yang akan datang serta akan mampu turut serta untuk mengurangi konsumsi dunia pada minyak serta gas alam (Pramudya, 2010).

Bioplastik atau plastik organik adalah salah satu jenis plastik yang terbuat dari sumber biomassa terbarukan, seperti minyak nabati, pati jagung, pati kacang polong dan mikrobiota, jika dibandingkan dengan plastik konvensional yang terbuat dari bahan baku petroleum. Bioplastik pada umumnya bersifat dapat terdegradasi secara alami. Plastik *biodegradable* telah berkembang lebih dari 10 tahun lalu, dan perkembangan kearah plastik komersial sangat lambat. Hal ini disebabkan umumnya karena harga mahal dan sifat agak lain dari plastik konvensional. Namun dengan isu menipisnya cadangan minyak bumi maka bioplastik akan segera menjadi kompetitif dibanding plastik lainnya(Kristian, 2010).

Indonesia sebagai negara yang kaya sumber daya alam (hasil pertanian) potensial menghasilkan berbagai bahan biopolimer, sehingga teknologi kemasan plastik *biodegradable* mempunyai prospek yang baik. Fungsi pati dalam tumbuhan sebagai cadangan makanan, juga sebagai substrat untuk produksi enzim amilase. Pati terdapat dalam gandum, beras, jagung, kentang, jenis umbi-umbian (Sanjaya, 2012). Pati merupakan biopolimer karbohidrat yang dapat terdegradasi secara mudah di alam dan bersifat dapat diperbarui. Pati sendiri memiliki batasan bervariasi terkait dengan kelarutan dalam air. Lapisan tipis dari pati dapat dengan mudah rusak (Anonim, 2010a).

Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) adalah tanaman serealia yang potensial untuk dibudidayakan dan dikembangkan, khususnya pada daerah-daerah marginal dan kering di Indonesia. Di negara maju biji sorgum digunakan sebagai pakan ternak unggas sedang batang dan daunnya untuk ternak ruminansia (Soeranto, 2012).

Untuk meningkatkan karakteristik, biasanya pati dicampur biopolimer yang bersifat hidrofobik atau bahan tahan air. Salah satu biopolimer hidrofobik yang direkomendasikan adalah khitosan yang dapat disintesis dari limbah cangkang udang. Khitosan direkomendasikan sebagai biomaterial berpotensi tinggi untuk dikompositkan dengan pati atau amilum sebagai bahan utama pembuatan komposit pati-khitosan. Khitosan merupakan senyawa yang tidak larut dalam air, larutan basa kuat, sedikit larut dalam HCl dan HNO_3, dan H_3PO_4, dan tidak larut dalam H_2SO_4. Selain itu, khitosan tidak beracun, mudah mengalami biodegradasi, dan bersifat polielektrolitik. Karakteristik lain khitosan adalah dapat dengan mudah berinteraksi dengan zat-zat organik lain, seperti protein dan lemak. Karena itu, khitosan relatif lebih banyak digunakan pada berbagai bidang industri terapan dan industri farmasi dan kesehatan (Ginting, 2010).

I.2. Sifat Bahan Baku dan Produk

I.2.1. Sorgum (*Sorghum vulgare*)

Sorgum termasuk tanaman rumputan kekar dengan tinggi mencapai 0,5 - 6 m. Batang tunggal, padat tanpa rongga, dan di bagian tengahnya terdapat berkas-berkas pengangkut. Daun mempunyai panjang 30 - 135 cm, dan lebar 1,5 - 15 cm. Sistem perakaran memanjang sampai kedalaman 1,5 m ke dalam tanah, dimana 90% dari jumlah akar terletak pada kedalaman sampai 90 cm dari permukaan tanah. Biji sorgum berbentuk bola dan mempunyai warna yang bervariasi, dari putih, kuning pucat, merah, cokelat, sampai cokelat tua keunguan. Keberhasilan perkecambahannya selain dipengaruhi oleh lingkungan (suhu, air, cahaya, dan sebagainya) juga dipengaruhi oleh keadaan biji (penuaan pada saat panen, penyimpanan, ukuran dan berat biji).

a **b**

Gambar I.1. (a) Tanaman Sorgum (b) Biji Sorgum (Farms, 2010)

Kulit biji sorgum ada yang putih, merah, atau coklat. Sorgum putih disebut sorgum kafir dan yang berwarna merah atau coklat biasanya termasuk varietas feterita. Biji sorghum yang berwarna putih atau lebih terang akan menghasilkan tepung sorgum yang berwarna lebih putih, sedangkan biji sorgum yang berwarna lebih gelap akan menghasilkan tepung yang berwarna lebih gelap dengan rasa yang pahit. Pada umumnya biji sorgum berbentuk bulat. Berat biji bervariasi antara 8 mg-50 mg, rata-rata berat 28 mg. Berdasarkan ukurannya sorgum dibagi atas: sorghum biji kecil (8-10 mg), sorghum biji sedang (12-24 mg), dan sorgum biji besar (25-35 mg) (Laimeheriwa, 1980).

Berikut ini adalah klasifikasi taksonomi tanaman sorgum:

Kingdom : Plantae/tumbuhan
Subkingdom : Tracheobionta (tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi : Spermatophyta (menghasilkan biji)
Divisi : Magnoliophyta (tumbuhan berbunga)
Kelas : Liliopsida (berkeping satu/monokotil)
SubKelas : Commelinidae
Ordo : Poales
Famili : Poaceae (suku rumput-rumputan)
Genus : Sorghum
Spesies : *Sorghum vulgare* (Anonimus, 2012)

Berikut ini komposisi kimia sorgum dalam 100 gram bahan segar :

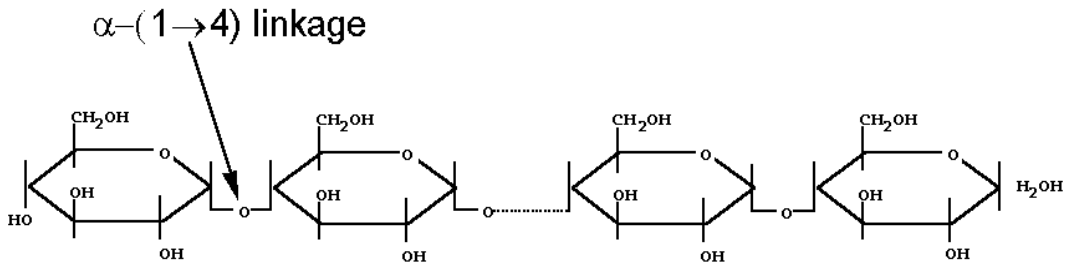
Tabel I.1. Komposisi Kimia Sorgum dalam 100 gram Bahan Segar

Senyawa	Komposisi
Kalori (cal)	322
Protein (g)	11
Lemak (g)	3,3
Pati (g)	73
Kalsium (mg)	28
Besi (mg)	4,4
Posfor (mg)	287
Vitamin B1 (mg)	0,38

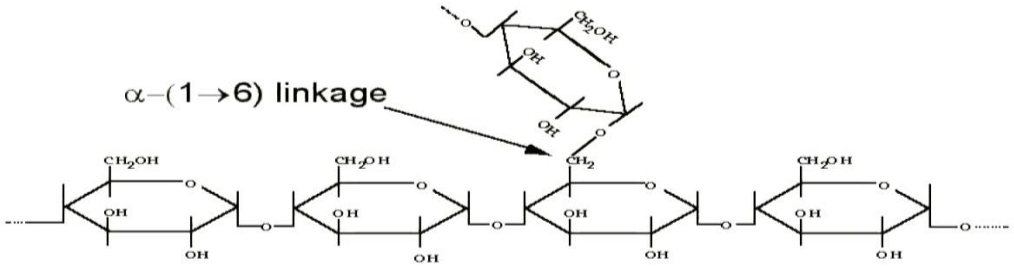
Sumber: Direktorat Gizi, Departemen Kesehatan RI (1992).

I.2.2. Pati

Pati adalah karbohidrat yang merupakan polimer glukosa yang terdiri dari amilosa dan amilopektin dengan perbandingan 1:3 (besarnya perbandingan amilosa dan amiloektin ini berbeda-beda tergantung jenis patinya). Amilosa memiliki struktur lurus dengan ikatan α (1,4)-D-glikosidik, lebih mudah larut dalam air karena banyak mengandung gugus hidroksil. Kumpulan amilosa dalam air sulit membentuk gel sehingga kurang kental dibandingkan amilopektin serta lebih mudah membentuk senyawa komplek dengan asam lemak dan molekul organic (anonim, 2010b). Derajat polimerisasi adalah jumlah monomer yang terlibat dalam pembentukan rantai. Dengan demikian, derajat polimerisasi menunjukkan panjang polimer yang dihasilkan (Andy, 2010). Derajat Polimerisasi (DP) dari amilosa berkisar antara 500-6000 unit glukosa. Amilopektin memiliki ikatan α (1,4) dan α (1,6) dengan struktur yang bercabang, memiliki sifat mudah mengembang dan membentuk koloid dalam air. DP amilopektin berkisar antara 10^5sampai $3x10^6$ unit glukosa. DP amilosa dan amilopektin ini dipengaruhi oleh jenis-jenis pati (anonim, 2010b).



Gambar I.2. Stuktur Amilosa



Gambar I.3. Stuktur Amilopektin

I.2.3. Protein

Protein merupakan senyawa organik komplek berbobot molekul tinggi yang merupakan polimer asam-asam amino yang dihubungkan oleh ikataan peptida. Protein ini merupakan zat gizi yang sangat penting bagi tubuh, karena selain sebagai sumber energi, protein berfungsi juga sebagai zat pembangun tubuh dan zat pengatur. Sebagai zat pembangun fungsi utama protein adalah membentuk jaringan baru disamping memelihara jaringan yang telah ada.

Protein merupakan polimer asam amino. Asam amino merupakan senyawa organik yang mengandung gugus amino (NH_2) dan gugus karboksil (COOH). Di dalam tubuh manusia terdapat 20 jenis asam amino yang dikelompokkan menjadi dua, yaitu asam amino esensial dan asam amino non esensial. Di dalam protein, selain mengandung unsur karbon, hidrogen, nitrogen dan oksigen, juga terdapat sulfur dan posfor dengan persentase yang lebih kecil (anonim, 2010b).

I.2.4. Gliserol

Gliserol juga disebut gliserin, merupakan salah satu senyawa alkohol trihidrat. Gliserol berbentuk cairan manis seperti sirup karena tidak beracun, gliserol merupakan hasil dari hidrolisa lemak dan minyak gliserol digunakan secara luas dalam bidang industri meliputi:

1. Pembuatan lotion tangan dan kosmetik.
2. Bahan tambahan dalam tinta.
3. Penganti pencahar gliserol.
4. Bahan pemanis dan pelarut pada obat-obatan.
5. Pelumas.
6. Bahan dasar dalam produksi plasik, pelapis permukaan dan fiber sintetik.
7. Bahan baku nitrogliserin. (Hidayanti, 2011)

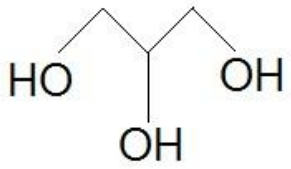
Gliserol (1,2,3-propanatriol) atau disebut juga gliserin merupakan senyawa alkohol trihidrat dengan rumus bangun $CH_2OHCHOHCH_2OH$. Gliserol berwujud cairan jernih, higroskopis, kental, dan terasa manis. Sifat fisik gliserol terdapat pada Tabel I.2.

Tabel I.2 Sifat Fisik Gliserol

Sifat	Nilai
Bobot molekul	92,09382 g/mol
Viskositas pada suhu 20°C	1499 cP
Panas spesifik pada suhu 26°C	0,5795 kal/g
Densitas	1,261 g/cm³
Titik leleh	18°C
Titik didih	290°C

Sumber (Kem,1966)

Gliserol memiliki banyak kegunaaan, diantaranya sebagai emulsifier,agen pelembut, plasticizer, stabilizer es krim, pelembab kulit, pasta gigi, obat batuk , sebagai media pencegah reaksi pembekuan darah merah, sebagai tinta *printing*, sbagai bahan aditif pada industri pelapis , cat, sebagai bahan antibeku, sumber nutrisi dalam proses fermentasi, dan bahan baku untuk nitrogliserin. Rumus struktur gliserol dapat dilihat pada gambar 1.2.

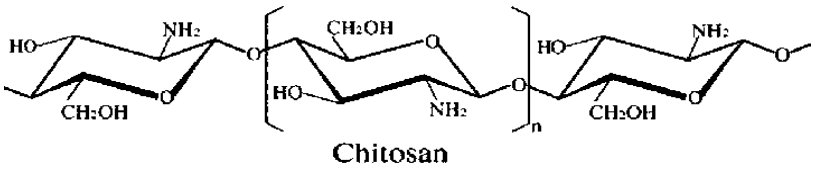


Gambar 1.2. Struktur Gliserol (Dewangga, 2012)

Plasticizer adalah material yang ditambahkan untuk meningkatkan beberapa sifat / properties dari polymer, misalnya kemampuan kerja (*workability),* ketahanan terhadap panas (*heat resistance*), ketahanan terhadap temperatur rendah (*low-temperature resistance*), ketahanan terhadap cuaca (*weathering resistance*), sifat insulasi (*insulation properties*), ketahanan terhadap minyak (*oil resistance*) (Yusriati, 2008). Penambahan *plasticizer* akan menurunkan nilai kekuatan tarik dari film disebabkan karena *plasticizer* menempati ruang intermolekul dalam rantai polimer, sehingga molekul-molekul zat pemlastis dapat mengurangi energi yang dibutuhkan molekul untuk melakukan suatu pergerakan (mudah bergerak) sehingga kekakuannya menurun yang menyebabkan menurunnya kekuatan tarik. Pada penambahan konsentrasi *plasticizer* yang semakin tinggi akan meningkatkan sifat *adhesive* antar molekul sehingga jumlah air yang terikat dengan senyawa polisakarida akan mengalami penurunan yang menyebabkan kadar airnya semakin rendah (Pradipta and Mawarani, 2012). Ketersediaan gliserol di Indonesia berkisar 400.000-600.000 ton/tahun (Rivai, 2013).

I.2.5. Khitosan (anonim, 2010b)

Khitosan merupakan produk terdeasetilasi dari kitin yang merupakan biopolimer alami kedua terbanyak di alam setelah selulosa. Khitosan merupakan senyawa tidak larut dalam air, larutan basa kuat, sedikit larut dalam HCl dan HNO_3, 0,5% H_3PO_4 sedangkan dalam H_2SO_4 tidak larut. Khitosan juga tidak larut dalam beberapa pelarut organik seperti alkohol, aseton, dometil formamida dan dimetilsulfoksida tetapi khitosan larut baik dalam asam format berkosentrasi (0,2-100)% dalam air. Khitosan tidak beracun dan mudah terbiodegradasi. Berat molekul khitosan adalah sekitar $1,2 \times 10^5$, bergantung pada degradasi yang terjadi selama proses deasetilasi. Khitosan pada umumnya berbentuk serat dan merupakan kopolimer berbentuk lembaran tipis, berwarna putih atau kuning dan tidak berbau. Ciri-ciri khitosan bergantung pada sumber (asal) bahan baku, derajat deasetilasi (DD), distribusi gugus asetil, gugus amino, panjang rantai dan distribusi bobot molekul.



Chitosan

Gambar I.3. Struktur Khitosan

Sifat-sifat khitosan dihubungkan dengan adanya gugus-gugus amino dan hidroksil yang terikat. Adanya gugus tersebut menyebabkan khitosan mempunyai reaktifitas kimia yang tinggi dan penyumbang sifat polielektrolit kation, sehingga dapat berperan sebagai amino pengganti (*amino exchanger*). Khitosan memiliki kemampuan mengikat logam yang baik (lebih efektif dibandingkan selulosa). Produksi khitosan di Indonesia masih tergolong rendah, dari data statistik diperoleh kapasitas produksi khitosan di Indonesia mencapai 2-4ton/bulan (Hosnan, 2013). Pada industri, khitosan dimanfaatkan sebagai perekat pada berbagai produk seperti alat-alat gelas, plastik, karet dan selulosa sehingga sering disebut *Speciality Adhesif Formulations* (anonim, 2010b).

I.3. Kegunaan dan Keunggulan Produk

I.3.1. Sifat Produk

Bioplastik yang dihasilkan dapat digunakan untuk keperluan *packaging* atau kebutuhan lain industri. Kemampuan bertahan biji bioplastik yang dihasilkan sebelum proses selanjutnya sampai dengan 8 bulan (Sanjaya, 2012). Biji bioplastik yang sudah diolah dapat bertahan selama 1 tahun dengan penambahan pengawet organik seperti kitosan, setelah itu produk akan terdegradasi secara bertahap. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, sifat mekanik dari bioplastik yang dihasilkan menyerupai jenis polimer sintesis HDPE dimana sifat mekaniknya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel I.3. Perbandingan Sifat Mekanik Polietilen (LDPE dan HDPE) dengan Bioplastik (Darni and Utami, 2010)

Sifat Mekanik	LDPE	HDPE	Bioplastik
Tensile Strength (MPa)	12,4-15,2	31,72	31,5
Modulus Young (MPa)	166	800	792,5

Uji ketahanan air yaitu uji yang dilakukan untuk mengetahui seberapa besar daya serap bioplastik tersebut terhadap air. Pada bioplastik diharapkan air yang terserap pada bahan sangat sedikit atau dengan kata lain daya serap bahan tersebut terhadap air harus rendah. (Manalu and Darni, 2013).

I.3.2. Aplikasi

Produk yang dihasilkan berupa biji plastik yang kemudian di distribusikan ke perusahaan yang membutuhkan. Produk dari biji plastik dapat digunakan untuk membuat produk yang sekali pakai misalnya sendok garpu plastik, gelas plastik, sedotan, kantong belanja, tempat bolpoint, dan lain-lain.

I.4. Ketersediaan Bahan Baku dan Analisa Pasar

Penggunaan plastik telah meluas hampir ke seluruh bidang kehidupan. Berbagai produk dan peralatan dihasilkan dari bahan ini karena dinilai lebih ekonomis, tidak mudah pecah, fleksibel, dan ringan. Permintaan bioplastik yang meningkat menyebabkan bioplastik berkembang cepat dalam produk termoplastik global, baik yang bersifat *biodegradable* atau *non- biodegradable*.

Kebutuhan plastik di Indonesia pada tahun 2009 sebesar 1,3 ton (Tempo.CO, 2013). Kebutuhan tersebut merupakan total dari plastik yang dikonsumsi sehari-hari oleh masyarakat Indonesia. Total Kebutuhan biji plastik di Indonesia disajikan pada tabel I.4 .

Tabel I.4. Total Kebutuhan Biji Plastik di Indonesia

Tahun	Kebutuhan Biji Plastik (juta ton)
2009	1,3
2010	2,4
2011	2,6
2012	2,9
2013	3,2

Dari Tabel I.4 diatas setiap tahunnya kebutuhan plastik mengalami kenaikan rata-rat sebasar 10% sehingga pada tahun 2016 kebutuhan biji plastik

konvensional total mencapai 4,44 juta ton. Kapasitas produksi yang ditentukan dari analisa pasar kebutuhan total biji plastik yang diambil hanya memenuhi 0,02% dari kebutuhan total biji plastik di Indonesia pada tahun 2016, yaitu 0,02 % x 4.440.000 ton/tahun = 888 ton/tahun.