

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pati

Polisakarida seperti pati dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan plastik *biodegradable* dan *Biodegradable foam*. Pati sering digunakan dalam industri pangan sebagai *biodegradable film* untuk menggantikan polimer plastik karena ekonomis, dapat diperbaharui, dan memberikan karakteristik fisik yang baik (Bourtoom, 2007). Ubi-ubian, sereal, dan biji polong-polongan merupakan sumber pati yang paling penting. Ubi-ubian yang sering dijadikan sumber pati antara lain ubi jalar, kentang, dan singkong (Liu, 2005 dalam Cui, 2005).

Pati yang berasal dari singkong dapat diperoleh baik dari daging ataupun kulit arinya. Pati kulit singkong sering digunakan sebagai bahan tambahan dalam industri makanan dan industri yang berbasis pati karena kandungan patinya yang cukup tinggi yaitu 44-59 % pati (Niba, 2006 dalam Hui, 2006). Kandungan pati pada beberapa bahan pangan disajikan pada Tabel 2.1.

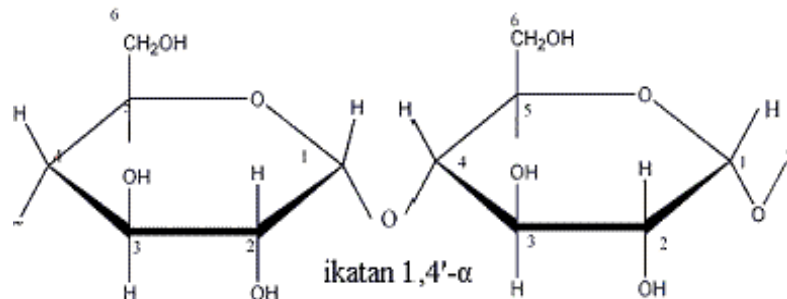
Tabel 2.1 Kandungan Pati pada Beberapa Bahan Pangan

Bahan pangan	Pati (% dalam basis kering)
Biji gandum	67 %
Beras	89 %
Jagung	57 %
Biji sorghum	72 %
Ubi jalar	90 %
Singkong	90 %
Kentang	75 %

Sumber : Liu (2005) dalam Cui (2005)

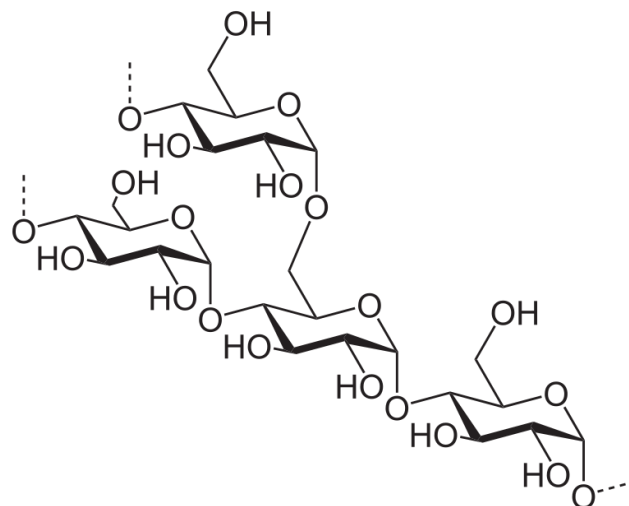
Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak larut disebut amilopektin (Winarno, 1982). Struktur amilosa merupakan struktur lurus dengan ikatan α -(1,4)-D-glukosa. Amilopektin terdiri dari struktur bercabang dengan ikatan α -(1,4)-D-glukosa dan titik percabangan amilopektin merupakan ikatan α -(1,6). Berat molekul amilosa dari beberapa ribu hingga 500.000, begitu pula dengan amilopektin (Lehninger, 1982). Pati dapat diekstrak dengan berbagai cara, berdasarkan bahan baku dan

penggunaan dari pati itu sendiri. Untuk pati dari ubi-ubian, proses utama dari ekstraksi terdiri perendaman, disintegrasi dan sentrifugasi. Perendaman dilakukan dalam larutan natrium bisulfit pada pH yang diatur untuk menghambat reaksi biokimia seperti perubahan warna dari ubi. Disintegrasi dan sentrifugasi dilakukan untuk memisahkan pati dari komponen lainnya (Liu, 2005 dalam Cui, 2005).



Sumber: Boediono, 2012: 3

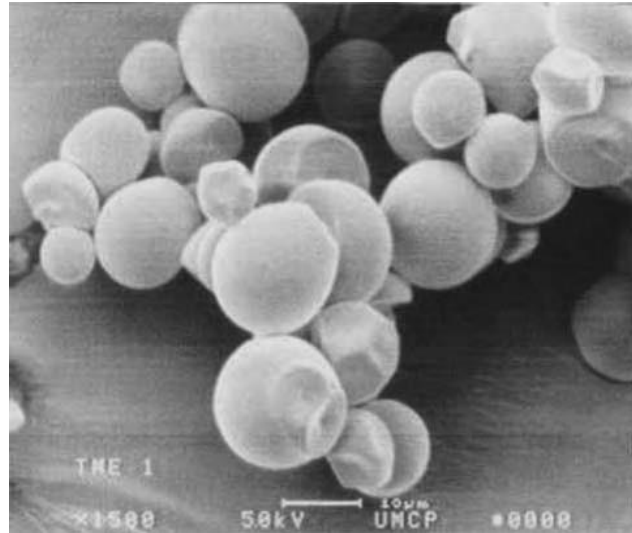
Gambar 1. Struktur Amilosa



Sumber: Boediono, 2012: 2

Gambar 2. Struktur Amilopektin

Pati singkong mengandung 83% amilopektin yang mengakibatkan pasta yang terbentuk menjadi bening dan kecil kemungkinan untuk terjadi retrogradasi (Friedman, dalam Chan, 1983). Menurut Murphy (2000) dalam Phillips dan Williams (2000), ukuran granula pati singkong 4-35 μm , berbentuk oval, kerucut dengan bagian atas terpotong dan seperti *kettle drum*. Suhu gelatinisasi pada 62 - 73 $^{\circ}\text{C}$, sedangkan suhu pembentukan pasta pada 63 $^{\circ}\text{C}$. Menurut Santoso (2005), pati singkong relatif mudah didapat dan harganya yang murah. Bentuk granula pati singkong dapat dilihat pada Gambar 3.



Sumber : (Hui, 2006)

Gambar 3. Granula Pati Singkong

2.2 Kulit singkong

Kulit singkong sering kali dianggap limbah yang tidak berguna oleh sebagian industri berbahan baku singkong. Oleh karena itu, bahan ini masih belum banyak dimanfaatkan dan dibuang begitu saja dan umumnya hanya digunakan sebagai pakan ternak. Kulit singkong dapat menjadi produk yang bernilai ekonomis tinggi, antara lain diolah menjadi tepung mocaf.



Gambar 4. Kulit singkong

Kulit singkong memiliki kandungan HCN yang sangat tinggi yaitu sebesar 18,0 – 309,4 ppm untuk per 100 gram kulit singkong (Nur Richana, 2013). HCN atau asam sianida merupakan zat yang bersifat racun baik dalam bentuk bebas maupun kimia, yaitu glikosida, sianogen phaseulonathin, linamarin dan

metillinamarin/lotaustrain (Coursey, 1973). Jumlah asam sianida (HCN) sangat bervariasi mulai dari dosis yang tidak berbahaya (<50 ppm) sampai yang mematikan (>250 ppm). Asam sianida ini mempunyai dosis ambang batas 0,5-3 mg/kg berat badan. Jika dikonsumsi terus-menerus dengan dosis ambang batas ini maka akan menimbulkan penyakit *tropical ataxic neuropathy* dengan gejala timbulnya lesi pada saraf mata dan pendengaran, meningkatkan kadar tiosianat dalam darah serta menyebabkan penyakit gondok. Namun, asam sianida ini mudah hilang selama kulit singkong diproses terlebih dahulu dengan cara perendaman, pengeringan, perebusan, dan fermentasi.

Di dalam pembuatan *biodegradable foam*, kulit singkong digunakan sebagai bahan baku yang akan dimanfaatkan kandungan patinya. Kandungan pati di dalam kulit singkong berkisar 44-59 %. Komposisi kimia kulit singkong ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 2.2 Persentase Kandungan Kimia Kulit Singkong

Komposisi Kimia	Kulit Singkong
Air	7,9 – 10,32 %
Pati (starch)	44 – 59 %
Protein	1,5 – 3,7 %
Lemak	0,8 – 2,1 %
Abu	0,2 – 2,3 %
Serat	17,5 – 27,4 %
Ca	0,42 – 0,77 %
Mg	0,12 – 0,24 %
P	0,02 – 0,10 %
HCN (ppm)	18,0 – 309,4 ppm

Sumber : Nur Richana (2013)

2.2.1 Pati Kulit Singkong

Kulit singkong dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan pati kulit singkong, bagian kulit singkong yang digunakan adalah bagian dalam. Pati kulit singkong merupakan hasil olahan kulit singkong yang pembuatannya sangat sederhana. Dengan menghaluskan kulit singkong lalu mengambil hasil perasan dari kulit singkong yang telah halus, kemudian disaring dan dikeringkan. Selain itu dapat dijadikan tepung kulit singkong dengan cara dibersihkan kulit luarnya, setelah itu diiris tipis-tipis dengan ketebalan 2mm dan dikeringkan dibawah sinar matahari selama 2-3 hari hingga beratnya berkurang sekitar 70% dari berat basah.

Selanjutnya digiling dengan mesin penggiling untuk dijadikan tepung dan diayak dengan saringan sengan ukuran 200mesh (Turyoni, 2007).

Tahapan – tahapan dalam pembuatan tepung kulit singkong sebagai berikut :

1. Sortasi atau pemilihan yaitu dengan memilih kulit singkong yang baik dan membuang kulit singkong yang tidak baik, kemudian dipisahkan.
2. Pencucian dan perendaman, dalam pencucian menggunakan air yang mengalir dan dalam perendaman menggunakan air yang setiap 15 menit diganti. Tujuan pencucian dan perendaman untuk menghilangkan kotoran yang melekat pada kulit singkong. selain itu juga bertujuan untuk mengurangi kadar HCN yang ada dikulit singkong, untuk mengurangi getah yang melekat dan mengurangi rasa getar pada kulit singkong. setelah itu dipotong tipis-tipis.
3. Penjemuran, bertujuan untuk mematikan segala macam kuman dan bakteri yang menempel pada singkong, mengurangi kadar air pada kulit singkong seta mengurangi kadar HCN pada kulit singkong, mempercepat proses pengeringan baik dilakukan secara langsung (penjemuran dengan sinar matahari langsung) atau tidak langsung
4. Penggilingan, pada saat proses penggilingan semua bahan dihancurkan hingga menjadi halus.
5. Penyaringan, penyaringan tepung dilakukan dengan ayakan berukuran 200 mesh. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan tepung kulit singkong yang halus dan baik.

2.2.2 Tapioka

Tapioka adalah tepung pati yang diesktrak dari umbi singkong. Tepung tapioka juga mempunyai beberapa sebutan lain, seperti tepung singkong atau tepung kanji. Tapioka memiliki sifat-sifat yang serupa dengan tepung sagu. Kandungan utama tapioka adalah karbohidrat dengan kadar rendah, protein, lemak jenuh dan mineral di dalamnya tidaklah signifikan. Komposisi kimia tepung tapioka dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Komposisi Kimia Tepung Tapioka

Komponen	Jumlah
Energi (kalori/100 gr)	363
Karbohidrat (%)	88,2
Air (%)	9
Protein (%)	1,1
Lemak (%)	0,5

Sumber: *Auliah (2012)*

Analisis terhadap akar ubi kayu yang khas mengidentifikasi kadar air 70%, pati 24%, serat 2%, protein 1% serta komponen lain (mineral, lemak, gula) 3%. Tahapan proses yang digunakan untuk menghasilkan pati tapioka dalam industri adalah pencucian, pengupasan, pamarutan, ekstraksi, penyaringan halus, separasi, pembasahan, dan pengering. Kualitas tapioka sangat ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu:

- a) Warna tepung; tepung tapioka yang baik berwarna putih.
- b) Kandungan air; tepung harus dijemur sampai kering benar sehingga kandungan airnya rendah.
- c) Banyaknya serat dan kotoran; usahakan agar banyaknya serat dan kayu yang digunakan harus yang umurnya kurang dari 1 tahun karena serat dan zat kayunya masih sedikit dan zat patinya masih banyak.
- d) Tingkat kekentalan; usahakan daya rekat tapioka tetap tinggi. (Whister dkk, 1984).

Tepung tapioka yang dibuat dari ubi kayu mempunyai banyak kegunaan, antara lain sebagai bahan pembantu dalam berbagai industri. Dibandingkan dengan tepung jagung, kentang, dan gandum atau terigu, komposisi zat gizi tepung tapioka cukup baik sehingga mengurangi kerusakan tenun, juga digunakan sebagai bahan bantu pewarna putih (Whister dkk, 1984).

2.3 Ampas Tebu (*SaccharumOfficinarum*)

Tebu (*Saccharum officinarum*) merupakan tanaman yang ditanam untuk bahan baku gula. Tanaman ini hanya dapat tumbuh di daerah beriklim tropis. Tanaman ini termasuk jenis rumput-rumputan. Ampas tebu atau lazimnya disebut

bagasse, adalah hasil samping dari proses ekstraksi (pemerahan) cairan tebu. Dari satu pabrik dihasilkan ampas tebu sekitar 35 – 40% dari berat tebu yang digiling (Indriani dan Sumiarsih, 1992). Ampas merupakan hasil samping dari proses ekstraksi tebu, dengan komposisi : 46-52% air, 43-52% sabut dan 2-6% padatan terlarut. Komposisi kimia ampas tebu dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Komposisi Kimia Ampas Tebu (% berat)

Komponen	% Kadar
Abu	0,79
Lignin	12,70
Pentosa	27,90
Sari (Alkohol, Benzena)	2,00
Selulosa	44,70

Sumber: Balai Besar Penelitian & Pengembangan Industri Selulosa, 1986

Ampas tebu sebagian besar mengandung *ligno-cellulose*. Panjang seratnya antara 1,7 sampai 2 mm dengan diameter sekitar 20 mikro, sehingga ampas tebu ini dapat memenuhi persyaratan untuk diolah menjadi papan-papan buatan. Selain itu ampas tebu ini juga berpotensi untuk dijadikan sebagai sumber serat pada pembuatan *Biodegradable foam*. Bagase mengandung air 48 - 52%, gula rata-rata 3,3% dan serat rata-rata 47,7%. Serat bagase tidak dapat larut dalam air dan sebagian besar terdiri dari selulosa, pentosan dan lignin (Husin, 2007). Berdasarkan bahan kering, ampas tebu adalah terdiri dari unsur C (carbon) 47%, H (Hydrogen) 6,5%, O (oxygen) 44% dan abu (Ash) 2,5%. Menurut rumus Pritzelitz (Hugot, 1986) tiap kilogram ampas dengan kandungan gula sekitar 2,5% akan memiliki kalor sebesar 1825 kkal/kg.



Sumber: www.suara.com

Gambar 5. Ampas Tebu

Berikut karakteristik biomassa ampas tebu berupa analisa proximate dan ultimate yang diambil dari jurnal “*2nd International Conference on Sustainable Energy Engineering and Application, ICSEEA*”.

Tabel 2.5 Analisa Proximate dan Ultimate Ampas Tebu

Komponen	Bagasse
Bulk density, kg/m ³	580
Nilai kalor, kkal/kg	1825
A. Proximate Analysis	
1. Moisture content (% weight)	49
2. Fixed Carbon (% weight)	7
3. Volatile matter (% weight)	42,5
4. Ash content (% weight)	1,5
B. Ultimate Analysis	
1. Carbon (% weight)	23,7
2. Hydrogen (% weight)	3,0
3. Oxygen (% weight)	22,8
4. H ₂ O (% weight)	49,0
5. Ash	1,5

Sumber: ICSEEA, 2014

Selama ini pemanfaatan ampas tebu (sugar cane bagasse) yang dihasilkan masih terbatas untuk makanan ternak, bahan baku pembuatan pupuk, *pulp*, *particle board* dan untuk bahan bakar boiler di pabrik gula. Di samping terbatas, nilai ekonomi yang diperoleh juga belum tinggi.

2.4 Poli Vinil Alkohol (PVA)

Poli vinil alkohol (PVA) merupakan polimer yang sangat menarik, karena banyak karakter dari PVA yang sesuai dengan karakter polimer yang banyak diinginkan khususnya dalam bidang farmasi dan biomedis. Kristalinitas alami dari PVA merupakan sifat yang menarik terutama dalam preparasi hidrogel. PVA memiliki struktur kimia yang sederhana dengan gugus hidroksil yang tidak beraturan. Monomernya, yaitu vinil alkohol tidak berada dalam bentuk stabil, tetapi berada dalam keadaan tautomer dengan asetaldehida (Hassan and Peppas, 2000).

PVA dihasilkan dari polimerisasi vinil asetat menjadi polivinil asetat (PVAc), kemudian diikuti dengan hidrolisis PVAc menjadi PVA. Kualitas PVA yang baik secara komersial ditentukan oleh derajat hidrolisis yang tinggi, yaitu di atas 98.5%. Derajat hidrolisis dan kandungan asetat dalam polimer sangat

berpengaruh terhadap sifat-sifat kimianya, seperti kelarutan dan kristalinitas PVA. Derajat hidrolisis berpengaruh terhadap kelarutan PVA dalam air, semakin tinggi derajat hidrolisisnya maka kelarutannya akan semakin rendah (Hassan and Peppas, 2000).

PVA merupakan polimer yang banyak digunakan karena memiliki sifat lentur dan dapat membentuk ikatan hidrogen dengan molekul kitosan, selain itu PVA juga mudah diuraikan secara alami (*biodegradable*) pada kondisi yang sesuai. PVA komersial biasanya merupakan campuran dari beberapa tipe *stereoregular* yang berbeda (isotaktik, ataktik, dan sindiotaktik). PVA dengan derajat hidrolisis 98.5% atau lebih dapat dilarutkan dalam air pada suhu 70 °C (Wang dkk., 2004).

2.5 Plasticizer

Plasticizer adalah bahan organik dengan berat molekul rendah yang ditambahkan untuk memperlemah kekakuan dari polimer (Ward dan Hadley, 1993), sekaligus meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas polimer (Ferry, 1980). Mekanisme proses plastisasi polimer sebagai akibat penambahan plasticizer berdasarkan Sears dan Darby (1982) melalui urutan sebagai berikut :

1. Pembasahan dan adsorpsi
2. Pemecahan dan atau penetrasi pada permukaan
3. Absorpsi, difusi
4. Pemutusan pada bagian amorf
5. Pemotongan struktur

Beberapa jenis *plasticizer* yang dapat digunakan dalam pembuatan plastik adalah gliserin, sorbitol, polivinil alkohol dan lainnya.

2.6 Gliserol

Gliserol merupakan senyawa poliol sederhana. Gliserol tidak berwarna, tidak berbau, cairan kental yang banyak di gunakan dalam formulasi farmasi. Gliserol memiliki tiga gugus hidroksil hidrofilik yang bertanggung jawab untuk dalam air dan sifat higroskopiknya. Tulang punggung gliserol adalah penting untuk seluruh lipid dikenal sebagai trigliserida. Gliserol memiliki rasa manis dan toksisitas rendah.

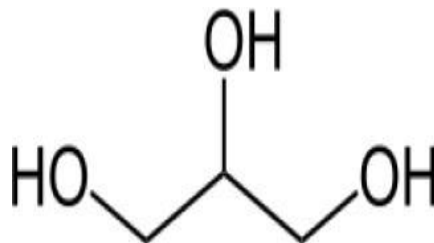
Gliserol dengan rantai HO-CH-CH-(OH)-CH-OH adalah produk samping dari reaksi hidrolisis antara minyak nabati dengan air untuk menghasilkan asam lemak. Gliserol berbentuk cairan jernih, tidak berbau dan memiliki rasa manis. Gliserol merupakan produk samping proses pembuatan biodisel yang bernilai ekonomis tinggi yang dapat dijual dalam keadaan mentah (*crude glycerin*) atau gliserol yang telah dimurnikan.

Gliserol dapat dihasilkan dari berbagai hasil proses, seperti :

1. *Fat splitting*, yaitu reaksi hidrolisa antara air dan minyak menghasilkan gliserol dan asam lemak.
2. Safonifikasi lemak dengan NaOH, menghasilkan gliserol dan sabun.
3. Transesterifikasi lemak dengan metanol menggunakan katalis NaOCH₃ (sodium methoxide), menghasilkan gliserol dan metil ester.

Plasticizer seperti gliserin selalu digunakan untuk memodifikasikan sifat mekanik dari *film*. Pada kelarutan didalam alkohol polihidrik dapat membuat *coating* dengan cepat dan *barrier* yang bagus serta sifat fleksibilitas pada temperatur pada rendah, dan *plasticizer* dapat mengurangi tekanan yang mengikat antar rantai protein (Aritonang, 2009).

Kegunaan gliserol antara lain sebagai bahan kosmetika (*body agent*, *emollient*, *humectant*, *lubricant*, *solven*, *skin cream*, *shampoo* dan *conditioner*, serta *detergen*), bahan peledak digunakan untuk membuat nitrogliserin, bahan dasar di industri makanan dan minuman (*emulsifier*, *freeze*, *preventer*, dan *coating* pada industri minuman anggur), pada industri kertas (*softening agent*), pada industri farmasi (antibiotik dan kapsul), pada industri fotografi (Mahani, 2008).



Gambar 6. Struktur Gliserol

Gliserol yang dihasilkan dari hidrolisa lemak atau minyak pada unit *fat splitting* ini masih terkandung dalam air manis (*sweet water*). Kandungan gliserol

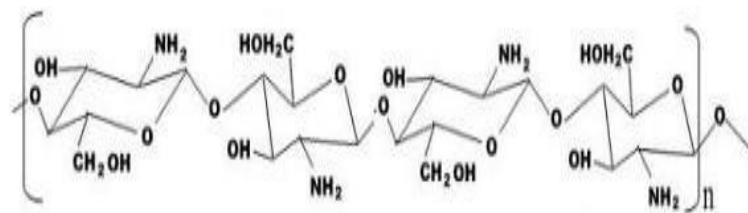
dalam air manis biasanya diuapkan untuk mendapatkan gliserol murni (gliserin). Biasanya untuk pemurnian gliserol ini memerlukan beberapa tahap proses, seperti:

1. Pemurnian dengan sentrifuse
2. Evaporasi
3. Filtrasi

Dalam pembuatan plastik *biodegradable*, gliserol berfungsi sebagai *plasticizer*. *Plasticizer* berfungsi untuk meningkatkan elastisitas dengan mengurangi derajat ikatan hidrogen dan meningkatkan jarak antar molekul dari polimer. Syarat *plasticizer* yang digunakan sebagai zat pelembut adalah stabil (*inert*), yaitu tidak terdegradasi oleh panas dan cahaya, tidak merubah warna polimer dan tidak menyebabkan korosi.

2.7 Kitosan

Kitosan adalah turunan kitin yang diisolasi dari kulit udang, rajungan, kepiting dan kulit serangga lainnya. Kitosan merupakan kopolimer alam berbentuk lembaran tipis, tidak berbau dan berwarna putih (Rismana, 2004). Sumber utama pembuatan serbuk kitosan adalah kitin. Nama kitin (*chitin*) berasal dari bahasa Yunani yang artinya jubah atau amplop, kitin diisolasi dari eksoskeleton berbagai crustacean, terutama kepiting dan udang. Kitin merupakan komponen utama dari struktur tubuh hewan golongan Crustacea, Antropoda, Annelida, Mollusca dan Nematoda (Neely, 1969).



Sumber: (Joseph dkk, 2009: 17)

Gambar 7. Struktur Kitosan

Kitosan merupakan padatan amorf yang berwarna putih kekuningan. Kelarutan kitosan yang paling baik ialah dalam larutan asam asetat (Sugita, 2009). Kitosan mudah mengalami degradasi secara biologis dan tidak beracun, kationik kuat, flokulan dan koagulan yang baik, mudah membentuk membran

atau film serta membentuk gel dengan anion bervalensi ganda. Kitosan tidak larut dalam air, pelarutpelarut organik, alkali atau asam-asam mineral pada pH diatas 6,5. Kitosan larut dengan cepat dalam asam organic seperti asam formiat, asam sitrat dan asam asetat (Mat, 1995).

Tabel 2.6 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
Sedang	200-799
Tinggi	800-2000
Paling tinggi	>2000

Sumber: (Sagita, 2009)

Pemanfaatan kitosan yang meluas kini memodifikasi zat kitin yang bersifat sedikit larut dalam air. Beberapa dekade terakhir, pemanfaatan kitosan secara komersial banyak digunakan untuk penambahan zat aditif pada produk pangan sebagai pengawet alami. Kemampuan kitosan yang mampu meningkatkan daya tahan makanan ini sangat menguntungkan dalam penggunaannya.

Kitosan memiliki beberapa sifat yang menguntungkan yakni *biocompatibility*, *biodegradability*, *hydrophilicity*, dan, *anti bacterial*. *Biocompatibility* adalah kemampuan suatu bahan dalam merespon memberi respon biologis baik. *Biodegradability* yakni kemampuan dalam *downgrade* sifat kimia fisik suatu bahan baik itu demineralisasi, deproteinasi, dan dipigmentasi. Fungsi *anti bacterial* dari kitosan membuat saat pendegradasian bahan menjadi *non toxic*. Kitosan juga mempunyai sifat komponen reaktif, pengikat, pengkelat, pengabsorpsi, penstabil, pembentuk film, dan penjernih (Shahidi, 1999 ; Pipih, 2006).

2.8 Biodegradable Foam

Biodegradable foam merupakan bahan kemasan nabati yang ditujukan sebagai pengganti styrofoam. *Biodegradable foam* dibentuk dari *biopolymer* yaitu polimer yang dihasilkan dari alam dan sumber daya terbarukan (*renewable*) dan

juga dari minyak mentah (Siang, 2012). Pada proses pembuatan *biodegradable foam* tidak digunakan bahan kimia berbahaya seperti benzene dan styrene yang bersifat karsinogenik. Pembuatan *biodegradable foam* memanfaatkan kemampuan pati untuk mengembang akibat adanya proses panas dan tekanan. *Biodegradable foam* juga dapat dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran sesuai kebutuhan.

Salah satu sumber daya terbarukan adalah pati. Pati memiliki polimer yang potensial karena murah, dan mudah tergedradasi oleh mikroorganisme tanah. Kelemahan dari pati yaitu bersifat hidrofilik (mudah rapuh bila terkena air), sehingga membuat produk pati sangat sensitif terhadap kelembaban relatif pada tempat penyimpanannya (Mansor, 2011). Kemasan plastik berbahan dasar pati aman bagi lingkungan. Kemasan plastik dengan bahan baku berupa polimer sintesis membutuhkan waktu sekitar 50 tahun agar dapat terdekomposisi secara alamiah, sementara *biodegradable foam* dapat terdekomposisi 10 hingga 20 kali lebih cepat (Huda, 2007). Kemasan plastik yang terbuat dari pati bersifat isotropik, tidak berbau, tidak berasa, tidak beracun dan *biodegradable* (Flores dkk., 2007).

Biofoam dapat terurai secara alami, serta aman bagi kesehatan karena tidak mengandung bahan beracun. Pemakaian produk dapat mengurangi pencemaran lingkungan serta inovasi biomaterial mampu menggantikan material sintesis, *styrofoam*. Bukan hanya itu, bahan inovatif ini lebih baik bagi kesehatan dan bagi alam lingkungan (Inovasi Biofoam Sebagai Alternatif Kemasan *Styrofoam*, 2015: 30).

2.8.1 Karakteristik *Biodegradable Foam*

Karakterisasi bahan dilakukan untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik dari *biodegradable foam* yang dihasilkan. Karakteristik *biofoam* dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti komposisi bahan baku, terutama sumber pati serta kondisi proses pembuatannya. Komposisi bahan baku terdiri atas komposisi kimia, rasio amilosa/amilopektin dan ukuran partikel. Semua faktor tersebut akan berpengaruh terhadap sifat fungsional dari pati, yang pada akhirnya berpengaruh terhadap karakteristik biofoam. Kondisi proses, baik suhu, tekanan dan waktu proses *Baking process* juga akan berpengaruh terhadap kemampuan ekspansi dari bahan baku.

Sifat-sifat *biodegradable foam* sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) ditunjukkan pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Standar SNI *Biodegradable Foam*

Karakteristik	Nilai
Daya Serap Air (%)	26,12%
Kuat Tarik (MPa)	29,16 MPa
Tingkat Biodegradasi (%)	100% selama 60 hari

Sumber : (Irma, 2018)

Meski sudah banyak penelitian yang dilakukan untuk menghasilkan produk biofoam, namun yang sudah komersial dan dipasarkan masih terbatas. Hal ini disebabkan karena produk biofoam masih memiliki beberapa kelemahan seperti tidak kedap air, serta sifat mekanik yang rendah. Untuk itu penelitian ini masih terus dilanjutkan dengan menggunakan berbagai sumber pati, serat, polimer serta melakukan modifikasi pati agar dapat menghasilkan produk biofoam yang dapat bersaing dengan styrofoam.

2.8.2 Ketebalan (cm)

Ketebalan adalah salah satu parameter penting yang berpengaruh terhadap kualitas *biodegradable foam* yang dihasilkan. Ketebalan berkaitan dengan kemampuan *biodegradable foam* untuk melindungi seperti produk pangan. Nilai ketebalan yang berbeda disebabkan oleh banyaknya padatan terlarut yang merupakan komponen penyusun. Ketebalan *biodegradable foam* dipengaruhi oleh luas cetakan, volume larutan dan banyaknya total padatan terlarut (Park dkk, 1996). Ketebalan ini diukur menggunakan mikrometer sekrup.

2.8.3 Ketahanan Terhadap Air (*Swelling*)

Uji ketahanan air ini diperlukan untuk mengetahui sifat *biodegradable foam* yang dibuat sudah mendekati sifat *styrofoam* atau belum, karena konsumen *styrofoam* memilih *styrofoam* dengan sifat yang sesuai keinginan, salah satunya adalah tahan terhadap air (Anggarini, 2013: 18). Pengujian ini dilakukan dengan cara memotong sampel dengan ukuran 5cm × 2,5 cm, kemudian di oven selama 5 menit pada temperatur 80° C lalu di dinginkan di dalam desikator selama 20 menit. Selanjutnya menimbang berat awal sampel yang akan diuji (W_0) dan

dimasukkan kedalam cawan petri yang berisi 15 ml aquadest selama 1 menit. Sampel yang telah direndam kemudian diangkat dan air yang terdapat pada permukaan *Biodegradable foam* dihilangkan dengan tisu, setelah itu dilakukan penimbangan sampel sebagai berat akhir (W_1). Sehingga diperoleh persentase air yang diserap dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Air yang diserap}(\%) = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

A = Penyerapan air (%)

W_0 = Berat sampel mula-mula (gr)

W_1 = Berat sampel setelah perendaman (gr)

2.8.4 Tingkat 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).

Metode yang digunakan adalah metode *soil burial* test yaitu dengan metode penanaman sampel dalam tanah yang ditempatkan didalam pot polibek secara aerobik dengan bantuan bakteri dan jamur yang terdapat ditanah. Sampel berupa *biodegradable foam* dipotong dengan ukuran 5cm × 2,5 cm, kemudian di timbang sebagai berat awal (W_0) lalu sampel ditanamkan di tanah selama 14 hari. Setelah ditanam selama 14 hari sampel diambil dan ditimbang sebagai berat akhir (W_1). Berdasarkan Standar SNI tentang biodegradasi *Biodegradable Foam*, kemasan *biodegradable* harus terdekomposisi sempurna menjadi karbondioksida, air dan substansi humus dalam waktu maksimal 60 hari. Sehingga diperoleh persentase biodegradasi dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Biodegradabilitas} (\%) = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

A = Biodegradabilitas (%)

W₀ = Berat sampel mula-mula (gr)

W₁ = Berat sampel setelah di tanam 14 hari (gr)

2.8.5 Kuat Tarik (*Tensile Strength*)

Dalam istilah umum, *strength* atau kekuatan adalah tegangan maksimum yang bisa ditahan oleh sebuah bahan ketika diregangkan atau ditarik, sebelum bahan tersebut patah. Kemampuan suatu struktur untuk menahan beban tanpa mengalami kerusakan. Kerusakan dapat terjadi oleh perpecahan karena tekanan yang berlebihan atau kemungkinan juga disebabkan oleh deformasi struktur. *Tensile* termasuk juga ketahanan material terhadap kuat tekan atau tegangan. Jumlah kekuatan yang dibutuhkan untuk memecah material.

Hasil pengukuran ini berhubungan erat dengan jumlah *plasticizer* yang ditambahkan pada proses pembuatan *biodegradable foam* (Gedeney, 2005). Pada penelitian sebelumnya Sanjaya (2012), semakin besar konsentrasi kitosan, maka nilai *tensile strength* juga akan semakin besar. Hal ini dikarenakan semakin besar konsentrasi kitosan maka semakin banyak ikatan hidrogen yang terdapat dalam *biodegradable foam* sehingga ikatan kimianya akan semakin kuat dan sulit untuk diputus karena memerlukan energi yang besar untuk memutuskan ikatan tersebut. Sehingga diperoleh nilai kuat Tarik dari *biodegradable foam* dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Tensile\ Strength = \frac{F_{max}}{A_0} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

TS = *Tensile Strength* (Kgf/cm²)

F_{max} = Gaya maksimum (Kgf)

A₀ = Luas penampang awal sampel (cm²)