

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Alpukat

Tanaman alpukat merupakan tanaman buah berupa pohon dengan nama alpuket (Jawa Barat), alpokat (Jawa Timur/Jawa Tengah), boah pokat, jamboo pokat (Batak), advokat, jamboo mentega, jamboo pooan, pookat (Lampung) dan lain-lain. Tanaman alpukat berasal dari dataran rendah /tinggi Amerika Tengah dan diperkirakan masuk ke Indonesia pada abad ke-18. Indonesia mempunyai topografi yang bergunung-gunung dan yang membuat Indonesia mempunyai iklim tropis.



*Sumber : Yulianingsih, 2018*

Gambar 2.1 Alpukat

Alpukat (Gambar 2.1) adalah tanaman diploid ( $2n=12$ ), berbiji tunggal yang besar sekali. Kulit luar agak tebal, kulit tengah berdaging lunak, dengan lapisan kulit dalam tipis berbatasan dengan kulit biji. Berat buah rata-rata antara 200-400 gram, tetapi kadang-kadang ada yang mencapai 600-700 gram, tergantung pada varietasnya.

Buah alpukat termasuk buah bumi, berbentuk bola atau buah peer, panjang 5-20 cm, berbiji 1, tanpa sisa bunga yang tinggal, berwarna hijau atau hijau kuning, keungu-unguan atau berbintik-bintik, gundul. Biji pada buah alpukat ini berbentuk bola dengan garis tengah 2,5-5 cm.

Susunan kimiawi buah-buahan tergantung pada jenis buah itu sendiri. Kesuburan tanah, banyaknya sinar matahari, dan curah hujan dapat mempengaruhi tinggi rendahnya kadar karbohidrat maupun kadar airnya. Setiap 100 g daging buah alpukat mengandung kalori sebanyak 239 unit, kelembapan 68%, protein 1,9 g, lemak 23,5 g, karbohidrat 3,3 g, serat 1,8 g, kalsium 10 mg, fosfor 38 mg, dan

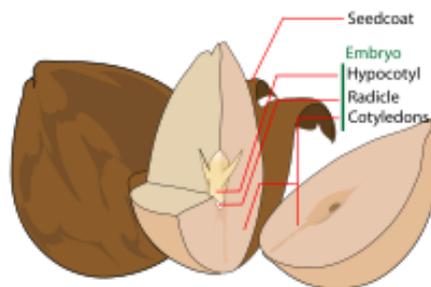
besi 0,6 mg. Kandungan vitaminnya antara lain B<sub>1</sub> 0,08 mg, B<sub>2</sub> 0,15 mg, dan niacin sekitar 13 mg.

Kedudukan tanaman alpukat dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan diklasifikasikan sebagai berikut:

Divisi : Spermatohyta  
 Anak divisi : Angiospermae  
 Kelas : Dicotyledoneae  
 Bangsa : Ranales  
 Keluarga : Lauraceae  
 Marga : Persea  
 Jenis : *Persea americana Mill.*

## 2.2 Biji Alpukat (*Persea Americana Mill.*)

Tanaman alpukat (*Persea americana Mill.*) merupakan tanaman yang berasal dari daratan tinggi Amerika Tengah dan memiliki banyak varietas yang tersebar di seluruh dunia. Alpukat secara umum terbagi atas tiga tipe : tipe *West Indian*, tipe Guatemalan dan tipe Mexican. Daging buah berwarna hijau dan warna kulit bervariasi karena kandungan klorofil karena pigmen antosianin (Andi, 2013).



Sumber : Budisma, 2015  
 Gambar 2.2 Biji Alpukat

Biji alpukat (Gambar 2.2) memiliki biji yang berkeping dua, sehingga termasuk dalam kelas *Dicotyledoneae*. Alpukat memiliki biji yang tergolong besar dan menjadi limbah karena belum banyak dimanfaatkan. Biji alpukat berbentuk bulat atau lonjong dengan diameter 2,5-5 cm (Benget, 2016). Biji alpukat (*Persea americana Mill.*) mengandung 59,87% pati, 12,67% abu dan 0,54% mineral serta

mengandung campuran polifenolik seperti katekin dan epikatin (Atsuhendra, 2007). Beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa biji alpukat (*Persea americana Mill.*) memiliki kandungan berbagai senyawa berkhasiat diantaranya mengandung flavonoid, alkaloid, saponin dan tanin (Zuhrotun, 2007).

Biji alpukat tersusun oleh jaringan parenchyma yang mengandung sel-sel minyak dan butir tepung sebagai bahan cadangan makanan (Bagakalie, 2007), biji alpukat dapat dijadikan sebagai sumber minyak nabati karena mengandung minyak yang cukup tinggi (Prasetyowati dkk., 2010). Biji alpukat yang diolah menjadi pati, selain bermanfaat mengurangi pencemaran lingkungan, juga dapat menciptakan peluang usaha baru. Kandungan pati biji alpukat sebesar 80,1% (Winarti dan Purnomo, 2006). Kandungan biji alpukat dapat disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komposisi Biji Alpukat

Komponen	Jumlah (%)
Kadar air	10,2
Kadar pati	80,1
Amilosa	43,3
Amilopektin	37,7
Serat kasar	1,21
Warna	Putih coklat
Kehalusan granula	Halus
Rendemen pati	21,3

Sumber : Winarti dan Purnomo 2006

### 2.3 Plastik

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, namun ada beberapa polimer alami yang termasuk plastik. Plastik terbentuk dari kondensasi organik atau penambahan polimer dan bisa juga terbentuk dengan menggunakan zat lain untuk menghasilkan plastik yang ekonomis. Polimer berasal dari kata *poly* (banyak) dan *meros* (bagian-bagian).

Plastik adalah senyawa polimer dengan struktur yang terbentuk dari polimerisasi monomer hidrokarbon yang membentuk rantai panjang. Plastik mempunyai titik didih dan titik leleh yang beragam, hal ini berdasarkan 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* ( $C_8H_8$ ).

Plastik dibagi menjadi dua klasifikasi utama berdasarkan pertimbangan-pertimbangan ekonomis dan kegunaannya yaitu, plastik komoditi dan plastik teknik. Plastik-plastik komoditi dicirikan oleh volumenya yang tinggi dan harganya yang murah. Plastik jenis ini biasanya dipakai dalam bentuk barang yang bersifat pakai-buang (*disposable*) seperti lapisan pengemas, namun ditemukan juga pemakaiannya dalam barang-barang yang tahan lama. Plastik komoditi termasuk jenis polimer termoplastik.

Berdasarkan ketahanan plastik terhadap perubahan suhu, maka dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Termoplastik, bila plastik meleleh pada suhu tertentu, melekat mengikuti perubahan suhu, bersifat *reversible* (dapat kembali ke bentuk semula atau mengeras bila didinginkan).
2. Termoset atau termodursisable, jenis plastik ini tidak dapat mengikuti perubahan suhu (*non-reversible*). Sehingga bila pengerasan telah terjadi maka bahan tidak dapat dilunakkan kembali. Pemanasan dengan suhu tinggi akan melunakkan jenis plastik ini melainkan akan membentuk arang dan terurai.

Plastik tidak hanya dipakai untuk kemasan pangan (*food grade*), tetapi juga banyak diaplikasikan sebagai bahan pelindung, pewadahan produk elektronika, komponen atau suku cadang dan zat kimia untuk industri. Bahan kemasan ini memiliki berbagai keunggulan yakni, fleksibel (dapat mengikuti bentuk produk), transparan (tembus pandang), tidak mudah pecah, bentuk laminasi (dapat dikombinasi dengan bahan kemasan lain), dan harganya relatif murah.

Disamping memiliki berbagai kelebihan yang tidak dimiliki oleh bahan kemasan lainnya, plastik juga mempunyai kelemahan yakni : tidak tahan panas, dapat mencemari produk (migrasi komponen monomer), sehingga mengandung resiko

keamanan dan kesehatan konsumen dan plasti termasuk bahan yang tidak dapat dihancurkan dengan cepat dan secara alami (*non-biodegradable*).

Pengembangan plastik biodegradable merupakan salah satu alternatif untuk mengatasi masalah pencemaran lingkungan akibat sampah plastik sintetik atau konvensional. Pengembangan bahan plastik *biodegradable* menggunakan bahan alam yang dapat diperbaharui (*renewable resources*) seperti pati.

## **2.4 Plastik *Biodegradable***

Plastik *biodegradable* merupakan plastik yang dibuat dari bahan-bahan alami yang dapat diuraikan menggunakan mikroorganisme, sehingga lebih ramah lingkungan bila dibandingkan dengan plastik komersial bioplastik merupakan plastik dengan bahan dasar yang berasal dari alam sehingga dapat menghasilkan plastik yang mudah terdegradasi. Bioplastik memiliki sifat *biodegradable* dan dapat terurai hingga 67% dalam waktu 2-3 minggu pada media sludge aktif pengolahan limbah (Andabera 2019).

Industri plastik biodegradable akan berkembang menjadi industri besar di masa yang akan datang (Pranamuda H, 2009). 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 (Worldcentric, 2009; Pranamuda H, 2009).

Plastik biodegradable atau bioplastik terbuat dari material yang dapat diperbaharui, yaitu dari senyawa yang terdapat dalam tanaman seperti pati maupun yang terdapat dalam hewan seperti kitosan. Salah satu bahan untuk membuat bioplastik adalah pati dan selulosa yang mudah terurai di alam dan juga dapat diperbaharui. Selain itu, biaya untuk pati ataupun selulosa relatif murah dikarenakan ketersediaannya yang banyak di alam (Saputro dan Ovita, 2017).

Plastik biodegradable dapat dihasilkan melalui beberapa cara, salah satunya adalah biosintesis menggunakan bahan berpati atau berselulosa. Cara pembuatan biodegradable plastik berpasiskan pati antara lain :

1. Mencampur pati dengan plastik yang konvensional (PE atau PP) dalam jumlah kecil
2. Mencampur pati dengan turunan hasil samping minyak bumi, seperti PCL, dalam komposisi yang sama (50%)
3. Menggunakan proses ekstraksi untuk mencampur pati dengan bahan-bahan seperti protein kedelai, gliserol, alginat, lignin, dan sebagainya sebagai bahan plasticizer.

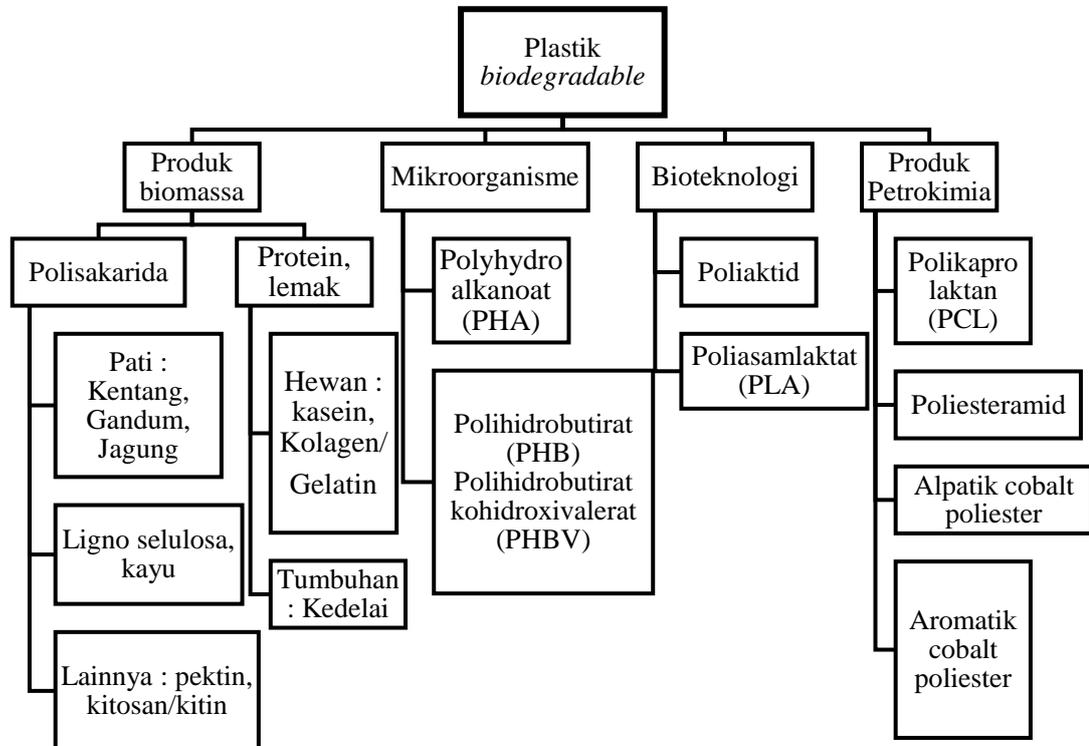
Teknologi kemasan plastik *biodegradable* adalah salah satu upaya yang dilakukan untuk keluar dari permasalahan penggunaan kemasan plastik yang non degradable (plastik konvensional), karena semakin berkurangnya cadangan minyak bumi, kesadaran dan kepedulian terhadap lingkungan serta resiko kesehatan. 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.

#### 2.4.1 Penggolongan Plastik *Biodegradable*

Menurut Averous (2006) menyatakan bahwa, plastik *biodegradable* dikelompokkan menjadi dua kelompok dan empat keluarga yang berbeda. Kelompok utama ialah *agropolymer* yang terdiri dari polisakarida, protein dan lain sebagainya. Kedua yaitu biopoliester (*biodegradable polyesters*) seperti poli asam laktat (PLA), polyhydroxyalkanoate (PHA), aromatik dan alifatik kopoliester. Biopolimer yang tergolong agro polimer adalah produk-produk biomassa yang diperoleh dari bahan-bahan pertanian seperti polisakarida, protein dan lemak. Biopoliester dibagi lagi berdasarkan sumbernya, kelompok *polyhydrox-alkanoate* (PHA) didapatkan dari aktivitas mikroorganisme yang didapatkan dengan cara ekstraksi. Contoh PHA diantaranya *Poly (hydroxybutyrate)* (PHB) dan *poly (hydroxybutyrate co-hydroxyvalerate)*.

Kelompok lain adalah biopoliester yang diperoleh dari aplikasi bioteknologi, yaitu dengan sintesis secara konvensional monomer-monomer yang diperoleh secara biologi yang disebut kelompok polilaktida. Contoh polilaktida ialah poli asam laktat. Kelompok terakhir diperoleh dari produk-produk petrokimia yang disintesis secara konvensional dari monomer-monomer sintesis.

Kelompok ini terdiri dari *polycaprolactones* (PCL), *polyesteramides*, *aliphatic co-polyester* dan *aromatic co-polyester*.



Sumber : Averous, 2006

Gambar 2.3 Klasifikasi Plastik *Biodegradable*

Plastik biodegradable (Gambar 2.3) dapat dihasilkan melalui beberapa cara, salah satunya adalah biosintesis menggunakan bahan berpati atau berselulosa. Vilpoux dan Averous (2006) melaporkan potensi penggunaan pati sebagai bahan baku pembuatan plastik *biodegradable* berkisar 80-95% dari pasar plastik *biodegradable* yang ada, perbedaan antara plastik konvensional, plastik campuran dan plastik *biodegradable* dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Perbandingan Plastik Konvensional, Plastik Campuran dan Plastik Biodegradable

<b>pengamatan</b>	<b>Plastik Konvensional</b>	<b>Plastik Campuran</b>	<b>Plastik Biodegradable</b>
komposisi	Polimer Sintetik	Polimer sintetik dan polimer alam	Polimer alam
Sifat dan Bahan Baku	- Tidak dapat diperbaharui (unrenewable) - sangat baik dan bervariasi	Sebagian dapat diperbaharui	Dapat diperbaharui (Renewable)
Sifat Mekanik dan Fisik	Sangat baik dan bervariasi	Bervariasi	Baik dan bervariasi tapi penggunaannya terbatas
biodegradabilitas	Tidak ada	Rendah	Tinggi
Kompostabilitas	Tidak ada	Rendah	Tinggi
Hasil pembakaran	Stabil	Agak stabil	Kurang stabil
Contoh	PP PE Polistirena	Pe + Pati Pe + Selulosa	PLA PHA

*Sumber : Averous, 2006*

Berdasarkan Tabel 2.2 dapat diketahui bahwa plastik *biodegradable* mengandung polimer alam dan tingkat biodegradabilitasnya tinggi dibandingkan dengan jenis plastik lain.

#### 2.4.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pembuatan Plastik *Biodegradable*

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

##### 1. Temperatur

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 (Mc Hugh dan Krochta, 1994).

##### 2. Konsentrasi Polimer

Konsentrasi Polimer Konsentrasi pati ini sangat berpengaruh terutama pada sifat fisik plastik yang dihasilkan dan juga menentukan sifat pasta yang dihasilkan Menurut Krochta dan Johnson (1997), semakin besar konsentrasi maka jumlah polimer penyusun matriks plastik semakin besar sehingga menghasilkan plastik yang tebal.

##### 3. Plasticizer

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 (Gotard, dkk 1993) Menurut Krocht dan Jonhson (1997), plasticizer polyol yang sering digunakan yakni gliserol dan sorbitol.

### 2.4.3 Karakteristik Plastik *Biodegradable*

Terdapat persyaratan terhadap mutu bioplastik, sebagaimana yang tertera pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Standar Mutu Bioplastik

Karakterisasi	SNI	ASTM	JIS
Kuat Tarik (Mpa)	1-10 Mpa	1-10 Mpa	0,35 Mpa
Perpanjangan putus (eolongasi) (%)	10-20%	9%	9%
Biodegradabilitas	>60% dalam satu minggu	>60% ( <i>homopolymer</i> ) 90% ( <i>copolymer</i> ) dalam 180 hari	>60% dalam 180 hari

Sumber : Handayani, 2020

Keberhasilan suatu proses pembuatan plastik *biodegradable* dapat dilihat dari karakteristik film yang dihasilkan. Karakteristik film yang dapat diuji adalah karakteristik mekanik, ketahanan terhadap air dan nilai *biodegradabilitas*nya. Adapun pengertian masing-masing karakteristik tersebut adalah :

#### 1. Karakterisasi 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/ *Tensile-Strength* (Mpa)

Kuat tarik atau kuat renggang (*tensile-strength*) merupakan tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai film dapat tetap bertahan sebelum putus. Adapun persen pemanjangan merupakan perubahan panjang maksimum film sebelum putus. Pengukuran *tensile-strength* dimaksudkan untuk mengetahui besarnya gaya yang dicapai untuk mencapai tarikan maksimum pada setiap satuan luas area film untuk merenggang atau memanjang. Hasil

pengukuran ini berhubungan erat dengan jumlah plasticizer yang ditambahkan pada proses pembuatan film.

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.

$$\text{Kuat tarik} = \frac{F}{A}$$

Dimana :

F = gaya yang bekerja/beban (kg)

A = luas alas sampel (cm<sup>2</sup>)

- Pemanjangan (*Elongation*)

Persen pemanjangan merupakan keadaan dimana plastik biodegradable patah setelah mengalami perubahan panjang dari ukuran yang sebenarnya pada saat mengalami peregangan. Sifat tersebut sangat penting dan mengindikasikan kemampuan plastik biodegradable dalam menahan sejumlah beban sebelum plastik biodegradable tersebut putus. Persen pemanjangan dapat dihitung dengan membandingkan panjang plastik saat putus dan panjang plastik sebelum ditarik oleh *Tensile Strength and Elongation Tester*. Adapun secara matematis persen pemanjangan (elongasi) dapat dihitung dengan menggunakan rumus persentase pemanjangan

$$\% \text{ elongasi} = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\%$$

Dimana :

L<sub>1</sub> = panjang setelah putus (cm)

L<sub>0</sub> = panjang awal (cm)

## 2. Ketahanan Terhadap Air

Ketahanan air dilakukan untuk mengetahui terjadinya ikatan dalam polimer Serta tingkatan atau keteraturan ikatan dalam polimer yang ditentukan melalui presentase penambahan berat polimer setelah mengalami pengembangan. Proses terdifusinya molekul pelarut kedalam polimer akan menghasilkan gel yang mengembang. Sifat ketahanan bioplastik terhadap

air ditentukan dengan uji swelling, yaitu presentase pengembangan film oleh adanya air (Sanjaya. 2010).

$$\text{Penyerapan air (\%)} = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100\%$$

Dimana :

$W_0$  = berat sampel kering

$W$  = berat sampel setelah direndam air

### 3. Biodegradabilitas

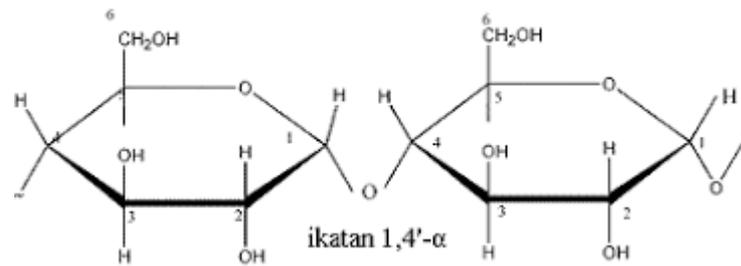
Biodegradabilitas merupakan salah satu parameter pengamatan yang dapat memunjukkan bahwa bioplastik ramah lingkungan ataupun tidak, uji biodegradasi dilakukan untuk mengetahui seberapa cepat plastik biodegradable terdegradasi oleh mikroorganisme di suatu lingkungan. Media yang digunakan adalah tanah karena di dalam tanah terdapat banyak jenis mikroorganisme (jamur, bakteri maupun alga) dan dalam jumlah yang banyak pula, sehingga akan menunjang proses degradasi yang akan dilakukan (Apriani dan Sedyadi, 2015).

Penentuan morfologi plastik yang dihasilkan dengan menggunakan tanah. Dimana sampel dengan ukuran 3cm x 3cm diletakkan didalam tanah yang telah disiapkan, kemudian diamati perubahan struktur dari plastik. Kemudian mencatat berapa lama waktu yang dibutuhkan sample untuk terdegradasi didalam tanah.

### 2.5 Pati

Pati merupakan polimer yang tersimpan dalam granul, dan berfungsi sebagai cadangan makanan bagi sejumlah tanaman (Ren, 2009). Pati bukan merupakan senyawa homogen. Pati merupakan campuran dua komponen polimer glukosa utama, yakni molekul rantai linier amilosa serta molekul polimer glukosa bercabang amilopektin (Ren dkk, 2009). Molekul pati umumnya terdiri dari 20% amilosa dan 80% amilopektin. Namun, ada juga jenis pati yang hanya terdiri dari

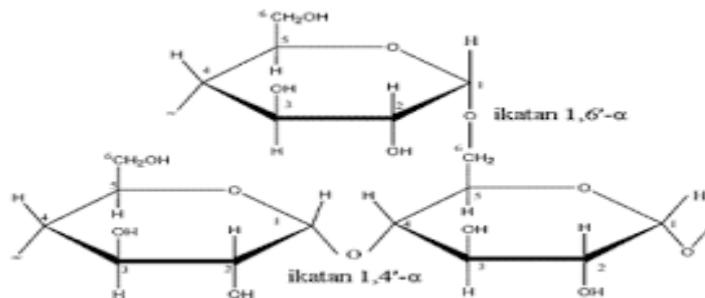
amilosa saja atau amilopektin saja. Struktur amilosa dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Struktur Amilosa

Molekul amilosa (Gambar 2.4) terdiri dari ratusan monomer -glukopiranos, berbentuk spiral (heliks), serta mempunyai massa molar 60.000-600.000 g/mol. Amilosa dan amilopektin dapat dipisahkan dengan macam-macam pelarut dan teknik pengendapan.

Struktur amilopektin dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Struktur Amilopektin

Amylopectin (Gambar 2.5) berbentuk rantai cabang, dimana cabangnya dengan pita polimer yang lain terletak pada atom C-6. Setiap 20 hingga 25 satuan  $\alpha$ -D-glukopiranos baru terdapat percabangan. Massa molar amylopectin adalah 200.000 hingga 2.000.000 g/mol.

Bioplastik dibuat dari berbagai jenis polimer alam, salah satunya yaitu pati. Pati merupakan polimer yang banyak digunakan sebagai matriks dalam pembuatan bioplastik (Kamsiati, dkk. 2017) Bioplastik dari pati banyak dilakukan penelitian karena sifat pati yang ramah lingkungan, mudah diuraikan oleh mikroorganisme, banyak tersedia di alam, dan harganya yang relatif murah (González, dkk 2011) Di Indonesia, pati mudah ditemukan dan melimpah Bioplastik yang terbuat dari pati akan menghasilkan plastik biodegradable yang

bisa terurai dengan mikroorganisme. Hal ini sangat berpengaruh baik untuk lingkungan (Intandiana, dkk 2019).

Pati memiliki tingkat kristalinitas 15-45%. Pemanfaatan pati dalam pembuatan plastik dikarenakan keunggulan-keunggulan yang dimiliki pati, yakni sifatnya yang dapat diperbaharui, penahan yang baik untuk oksigen, ketersediaan yang melimpah, harga murah dan mampu terdegradasi. Pati memiliki stabilitas termal dan minimum interfase dengan sifat pencairan yang cukup untuk membentuk produk dengan kualitas yang baik. Campuran biopolimer hidrokarbon dan pati sering digunakan untuk menghasilkan lembaran dan film berkualitas tinggi untuk kemasan.

Komposit atau campuran plastik berbasis pati memiliki sifat mekanis yang lemah seperti kekuatan tarik, kekakuan, perpanjangan putus, stabilitas kelembapan yang rendah serta melepaskan molekul pemlastis dalam jumlah kecil dari matriks pati. Mikroorganisme yang mengonsumsi pati akan membentuk pori-pori dalam matrik polimer dan memberikan gugus-gugus yang rentan untuk terdegradasi. Pati termoplastis dapat terdegradasi dengan adanya air, energi mekanis, peningkatan suhu dan enzim.

Reaksi antara pati dengan air berlangsung sangat lambat, maka untuk memperbesar kecepatan reaksinya diperlukan penambahan katalisator. Penambahan katalisator ini berfungsi untuk memperbesar keaktifan air, sehingga reaksi hidrolisis tersebut berjalan lebih cepat. Katalisator yang sering digunakan adalah asam sulfat, asam nitrat dan asam klorida.

## 2.6. Ekstraksi

Ekstraksi merupakan proses memisahkan senyawa terlarut (solut) ke dalam pelarut (solvent). Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengolah biji alpukat adalah dengan mengekstrak pati dari biji alpukat. Ekstraksi pati merupakan suatu proses untuk mendapatkan pati dari suatu tanaman dengan cara memisahkan pati dari komponen lainnya yang terdapat pada tanaman tersebut.



*Sumber : Devi, 2021*

Gambar 2.6 Pati Biji Alpukat

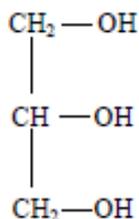
Warna pati biji alpukat (Gambar 2.6) adalah putih kecoklatan (Brownish White). Adapun penyebab warna coklat dari biji alpukat, yaitu karena adanya reaksi browning pada biji alpukat yang merupakan ciri hilangnya kompartementasi dan fungsi membran sel menimbulkan terjadinya oksidasi senyawa fenolik.

Tahapan proses dalam pembuatan pati biji alpukat adalah yang pertama pengupasan kulit biji alpukat. Kemudian sortasi atau pemisahan biji dari biji yang baik dan rusak/busuk. Selanjutnya dilakukan pencucian dengan menggunakan air bersih dan sebaiknya dengan air mengalir. Kemudian pengecilan ukuran dilakukan dengan pisau atau dengan mesin pengahancur kasar. Untuk penghancuran dilakukan menggunakan blender hingga halus terbentuk seperti bubur. Kemudian ekstraksi atau pemerasan dengan ditambahkan air kira-kira 1:1 (1 kg biji ditambah 1 liter air). Tahap ini dilakukan dengan penambahan air ke dalam bubur biji dari tahap sebelumnya, kemudian diremas-remas dan selanjutnya disaring dengan kain saring seperti saringan tahu dan diperas. Ampas dipisahkan, sedangkan cairan yang diperoleh diendapkan. Kemudian dilakukan pengendapan dan pencucian. Air bening di atasnya dibuang secara perlahan-lahan agar tidak ada pati ikut terbang. Endapan pati ditambah air bersih dan diaduk, selanjutnya diendapkan lagi. Selanjutnya dilakukan pengeringan, endapan pati yang diperoleh secepatnya dikeringkan untuk menghindari terbentuknya bau asam. Pengeringan

dengan alat pengering seperti oven atau pun menggunakan sinar matahari dengan dijemur. Kemudian dilanjutkan penggilingan dan pengayakan, pati kering biasanya menggumpal dengan gumpalan besar maupun kecil. Oleh karena itu haru digiling dan selanjutnya diayak dan dikemas dalam wadah kedap udara.

## 2.7 Gliserol

Gliserol adalah senyawa gliserida yang paling sederhana, dengan hidroksil yang bersifat hidrofilik dan hidroskopik. Gliserol merupakan komponen yang menyusun berbagai macam lipid, termasuk trigliserida. Struktur gliserol dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.7 Struktur Gliserol

Gliserol berperan untuk meningkatkan sifat plastisitasnya yaitu sifat mekanis yang lunak atau lentur. Gliserol dalam bentuk murni adalah bening, tidak berwarna, tidak berbau, cairan kental manis. Dapat larut dalam air dan alkohol, sedikit larut dalam banyak pelarut umum seperti eter dan dioksan, dan tidak larut dalam hidrokarbon. Pada suhu rendah, gliserol kadang-kadang membentuk kristal yang cenderung meleleh pada 18°C. Gliserol cair mendidih pada 290°C di bawah tekanan atmosfer normal. Pada pembuatan plastik biodegradable, gliserol berperan sebagai plasticizer (Ismawati, heni, 2013).

Jenis dan konsentrasi gliserol akan berpengaruh terhadap kelarutan dari film berbasis pati. Semakin banyak penggunaan plasticizer maka akan meningkatkan kelarutan. Begitu pula dengan penggunaan plasticizer yang bersifat hidrofilik juga akan meningkatkan kelarutannya dalam air.

### Sifat Fisika Gliserol

1. Rumus Kimia : C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O<sub>3</sub>
2. Rumus IUPAC : Propana-1,2,3-triol
3. Berat Molekul : 92,09382 gr/mol
4. Viskositas : 1499 cp

5. Densitas : 1,261 g/cm<sup>3</sup>
6. Titik didih : 18°C
7. Titik leleh : 290°C

#### Sifat Kimia Gliserol

1. Berwarna bening dan berasa manis
2. Larut dalam air dan alkohol
3. Sedikit larut dalam eter dan dioksan
4. Tidak larut dalam hidrokarbon

## 2.8 Kitosan

Kitosan merupakan bahan yang ramah lingkungan, dan berfungsi menambah sifat mekanik bioplastik serta ketahanan terhadap air semakin baik. Kitosan mudah terdegradasi, mudah digabungkan dengan material lainnya, dan bersifat antimikrobakterial (Dutta. 2009). Berdasarkan hasil penelitian Coniwanti, dick (2015). Penambahan konsentrasi kitosan yang semakin tinggi akan meningkatkan nilai kuat tarik bioplastik, sedangkan nilai elongasi semakin Pemberian kitosan yang semakin banyak akan memperlambat kerusakan bioplastik (Hartatik dkk. 2014).

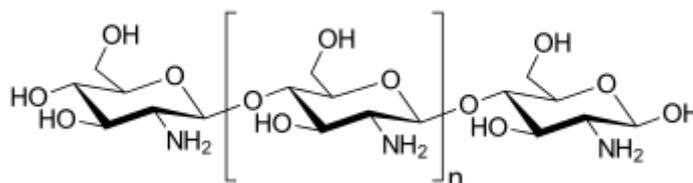
Kitosan diisolasi dari kerangka hewan invertebrata kelompok Arthropoda sp. Molusca sp, Coelenterata sp, Annelida sp, Nematoda sp, dan beberapa dari kelompok jamur. Selain dari kerangka hewan invertebrate, juga banyak ditemukan pada bagian insang ikan, trachea, dinding usus dan pada kulit cumi-cumi. Sebagai sumber utamanya ialah cangkang Crustaceae sp, yaitu udang, lobster, kepiting dan hewan yang bercangkang lainnya, terutama asal hewan laut.

Kitosan telah menarik perhatian sebagai bahan tambahan makanan alami karena sifatnya yang tidak beracun, antibakten, antioksidan, pembentuk film, biokompatibilitas dan biodegradabilitas. Banyak penelitian yang menggabungkan antara kitosan dengan bahan baku lain untuk membuat plastik, misalnya menggabungkan antara kitosan dengan pati. Kitosan mempunyai aktivitas antimikroba karena sifat-sifat yang dimilikinya yaitu dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme perusak dan sekaligus melapisi produk yang

diawetkan sehingga terjadi interaksi yang minimal antara produk dan lingkungannya.

### 2.8.1 Struktur Kitosan

Kitosan adalah polisakarida alam yang diperoleh dari deasetilasi kitin. Jika sebagian besar gugus asetil pada kitin disubstitusikan oleh atom hidrogen menjadi gugus amino dengan penambahan larutan basa kuat berkonsentrasi tinggi, hasilnya dinamakan kitosan atau kitin terseasetilasi.



Gambar 2.8 Struktur Kitosan

Berdasarkan gambar 2.6 dapat diketahui bahwa kitosan disebut sebagai poli ( $\beta$ -1,4-2 amino-2-deoksi-D-Glukosa), yang mempunyai rumus umum  $[C_6H_{11}NO_4]_n$ . Kitosan bukan merupakan senyawa tunggal tetapi merupakan kelompok yang terseasetilasi sebagian dengan derajat polimerisasi yang berbeda.

### 2.8.2 Sifat-sifat Kitosan

Kitosan (Gambar 2. adalah produk deasetilasi kitin yang merupakan polimer rantai panjang glukosamin ( $\beta$ -1,4-2 amino-2-deoksi-D-Glukosa), memiliki rumus molekul  $[C_6H_{11}NO_4]_n$  dengan bobot molekul  $2,5 \times 10^5$  Dalton. Kitosan berbentuk serpihan putih kekuningan, tidak berbau dan tidak berasa.

Kitosan (Gambar 2. larut dengan cepat dalam asam organik seperti asam formiat, asam sitrat dan asam asetat. Kelarutan kitosan yang paling baik ialah dalam larutan asam asetat 2%. 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 juga sedikit larut dalam HCl dan HNO<sub>3</sub> 0,5% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Sedangkan dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> tidak larut. Kitosan tidak larut dalam air, dalam larutan basa kuat, dalam asam sulfat, dalam pelarut-pelarut organik seperti dalam alkohol, aseton, dimetilformamida dan dalam dimetilsulfoksida tetapi kitosan larut dengan baik dengan asam formiat berkonsentrasi 0,2-100% dalam air.

Kitosan larut pada kebanyakan larutan asam organik pada pH sekitar 4,0 tetapi tidak larut pada pH lebih besar dari 6,5 juga tidak larut dalam pelarut air, alkohol, dan aseton. Dalam asam mineral pekat seperti HCl dan HNO<sub>3</sub>, kitosan larut pada konsentrasi 0,15-1,1% tetapi tidak larut pada konsentrasi 10%. Kitosan tidak larut dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pada berbagai konsentrasi, sedangkan di dalam H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> tidak larut pada konsentrasi 1% sementara pada konsentrasi 0,1% sedikit larut.

Kitosan memiliki sifat unik yang dapat digunakan dalam berbagai cara serta memiliki kegunaan yang beragam, antara lain sebagai bahan perekat, aditif untuk kertas dan tekstil, penjernih air minum, serta untuk mempercepat penyembuhan luka, dan memperbaiki sifat pengikatan warna. Kitosan merupakan pengkelat yang kuat untuk ion logam transisi.

### 2.8.3 Sumber Kitosan

Kitosan merupakan senyawa kimia yang berasal dari bahan hayati kitin, suatu senyawa organik yang melimpah di alam ini setelah selulosa. Kitin ini umumnya diperoleh dari kerangka hewan invertebrata dari kelompok Arthropoda sp, Molusca sp, Coelenterata sp, Annelida sp, Nematoda sp, dan beberapa dari kelompok jamur. Selain dari kerangka hewan invertebrate, juga banyak ditemukan pada bagian insang ikan, trachea, dinding usus dan pada kulit cumi-cumi. Sebagai sumber utamanya ialah cangkang Crustaceae sp, yaitu udang, lobster, kepiting, dan hewan yang bercangkang lainnya, terutama asal laut. Sumber-sumber kitosan dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Sumber Kitosan

<b>Jenis</b>	<b>Kadar Kitosan</b>
Jamur / Cendawan	5-20%
Cumi-cumi	3-20%
Kalajengking	30%
Laba-laba	38%
Kumbang	35%
Ulat sutra	44%
Kepiting	69%
Udang	70%

Sumber : Peniston dan Johnson, 1980

Dari tabel 2.4 dapat dilihat bahwa sumber kitosan yang banyak adalah terdapat pada udang-udangan yaitu 70%.

#### 2.8.4 Kegunaan Kitosan

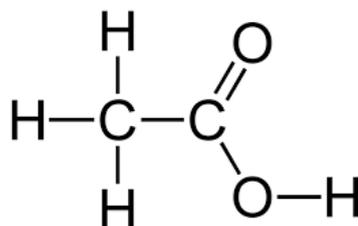
Kitosan telah digunakan secara luas dalam bidang medis terutama sebagai biopolimer yang biasanya digabungkan dengan material pengganti tulang dan gigi karena bersifat biokompatibel, *biodegradable* dan nontoksik. Kitosan juga banyak digunakan dalam berbagai industri sebagai koagulan polielektrolit pengolahan limbah cair, pengikat serta penyerap ion logam, mikroorganisme, pewarna, residu peptisida, lemak, mineral, asam organik, gel, pertukaran ion, pembentuk film membran yang mudah terurai, meningkatkan kualitas kertas, pulp dan produk tekstil.

Kitosan dapat diterapkan di bidang industri maupun bidang kesehatan, diantaranya: industri tekstil, bidang fotografi, bidang kedokteran/kesehatan, industri fungisida, industri kosmetika, industri pengolahan pangan, serta penanganan limbah.

### 2.9 Asam Asetat

Asam asetat atau asam cuka adalah senyawa kimia asam organik yang dikenal sebagai pemberi rasa asam atau aroma dalam makanan. Asam cuka memiliki rumus empiris  $C_2H_4O_2$ . Rumus ini sering ditulis dalam bentuk  $CH_3CO_2H$  atau  $CH_3-COOH$ ,  $CH_3COOH$ . Asam asetat murni (disebut asam asetat glasial) adalah cairan higroskopis tak berwarna, dan memiliki titik beku  $16,7^\circ C$ .

Asam asetat merupakan salah satu asam karboksilat paling sederhana. Setelah asam format. Larutan asam asetat dalam air merupakan sebuah asam lemah, artinya hanya terdisosiasi sebagian menjadi ion  $H^+$  dan  $CH_3COO^-$ . Asam asetat merupakan pereaksi kimia dan bahan baku industri yang penting. Asam asetat dipakai dalam produksi polimer seperti polietilena tereftalat, selulosa asetat, maupun berbagai macam serat dan kain. Dalam industri makanan. Asam asetat digunakan sebagai pengatur keasaman. Dirumah tangga, asam asetat encer juga sering digunakan sebagai pelunak air. Struktur asam asetat dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.9 Struktur Asam Asetat

Asam asetat cair merupakan pelarut yang protik hidrofilik atau polar, ini sama atau mirip seperti air dan etanol. Asam asetat mempunyai konstanta dielektrik yang sedang yaitu 6,2 sehingga ia bisa melarutkan baik senyawa polar seperti garam anorganik serta gula maupun senyawa non-polar seperti minyak dan unsur-unsur seperti sulfur dan iodin. Asam asetat dapat bercampur dengan mudah dengan pelarut polar atau nonpolar lainnya seperti air, kloroform serta heksana.

#### Sifat-sifat Fisika Asam Asetat

1. Rumus kimia :  $\text{CH}_3\text{COOH}$
2. Penampilan : Cairan tak berwarna
3. Bau : Menyegat / seperti cuka
4. Densitas :  $1,049 \text{ g/cm}^3$
5. Titik didih :  $118 \text{ }^\circ\text{C}$
6. Spesifik gravity : 1,049

#### Sifat-Sifat Kimia Asam Asetat

1. Mudah Terbukar
2. Mudah menguap diudara terbuka
3. Menyebabkan korosif pada logam
4. Jika diencerkan tetap bereaksi asam