

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Ekstraksi**

Ekstraksi adalah jenis pemisahan satu atau beberapa bahan dari suatu padatan atau cairan. Proses ekstraksi bermula dari penggumpalan ekstrak dengan pelarut kemudian terjadi kontak antar bahan dan pelarut sehingga pada bidang antar muka bahan ekstraksi dan pelarut terjadi pengendapan masaa dengan cara difusi (Sudjadi.1988).

Faktor-faktor yang mempengaruhi ekstraksi anatar lain yaitu ukuran bahan baku, pemilihan pelarut, waktu proses ekatrasi suhu ekstrasi. Ukuran bahan baku yang kecil akan menghasilkam hasil yang rendah. Pemilihan pelarut akan mempengaruhi suhu ekstraksi dan waktu proses ekstraksi. Jika suhu tinggi, maka akan menghasilkan sisa pelarut yang tinggi pula (Anam.2010:74).

Ekstraksi padat cair adalah proses ekstraksi suatu konstituen yang dapat larut (solute) pada suatu campuran solid dengan menggunakan pelarut. Proses ini sering disebut Leaching. Proses ini biasanya digunakan untuk mengolah suatu larutan pekat dari suatu solute (konstituen) dalam solid (leaching) atau untuk membersihkan suatu solute inert dari kontaminannya dengan bahan (konstituen) yang dapat larut (washing).

Metode yang diperlukan untuk leaching biasanya ditentukan oleh jumlah konstituen yang akan dilarutkan, distribusi konstituen di dalam solid, sifat solid, dan ukuran partikelnya. Bila konstituen yang akan larut ke dalam solvent lebih dahulu, akibatnya sisa solid akan berpori-pori. Selanjutnya pelarut harus menembus lapisan larutan dipermukaan solid untuk mencapai konstituen yang ada dibawahnya, akibatnya kecepatan eekstraksi akan menurun dengan tajam karena sulitnya lapisan larutan tersebut ditembus. Tetapi bila konstituen yang akan dilarutkan merupakan sebagian besar dari solid, maka sisa solid yang berpori-pori akan segera pecah menjadi solid halus dan tidak akan menghalangi perembesan pelarut ke lapisan yang lebih dalam.

Umumnya mekanisme proses ekstraksi dibagi menjadi 3 bagian : Perubahan fase konstituen (solute) untuk larut ke dalam pelarut, misalnya dari bentuk padat menjadi liquid. Diffusi melalui pelarut di dalam pori-pori untuk selanjutnya dikeluarkan dari partikel. Akhirnya perpindahan solute (konstituen) ini dari sekitar partikel ke dalam lapisan keseluruhannya (bulk).

Pemisahan zat-zat terlarut antara dua cairan yang tidak saling mencampur antara lain menggunakan alat corong pisah. Ada suatu jenis pemisahan lainnya dimana pada satu fase dapat berulang-ulang dikontakkan dengan fase yang lain, misalnya ekstraksi berulang-ulang suatu larutan dalam pelarut air dan pelarut organik, dalam hal ini digunakan suatu alat yaitu ekstraktor sokshlet. Metode sokshlet merupakan metode ekstraksi dari padatan dengan solvent (pelarut) cair secara kontinu. Alatnya dinamakan sokshlet (ekstraktor sokshlet) yang digunakan untuk ekstraksi kontinu dari sejumlah kecil bahan. Istilah-istilah berikut ini umumnya digunakan dalam teknik ekstraksi:

1. Bahan ekstraksi: Campuran bahan yang akan diekstraksi
2. Pelarut (media ekstraksi): Cairan yang digunakan untuk melangsungkan ekstraksi
3. Ekstrak: Bahan yang dipisahkan dari bahan ekstraksi
4. Larutan ekstrak: Pelarut setelah proses pengambilan ekstrak
5. Rafinat (residu ekstraksi): Bahan ekstraksi setelah diambil ekstraknya
6. Ekstraktor: Alat ekstraksi
7. Ekstraksi padat-cair: Ekstraksi dari bahan yang padat
8. Ekstraksi cair-cair (ekstraksi dengan pelarut = solvent extraction): Ekstraksi dari bahan ekstraksi yang cair.

Pada ekstraksi tidak terjadi pemisahan segera dari bahan-bahan yang akan diperoleh (ekstrak), melainkan mula-mula hanya terjadi pengumpulan ekstrak dalam pelarut. Ekstraksi akan lebih menguntungkan jika dilaksanakan dalam jumlah tahap yang banyak. Setiap tahap menggunakan pelarut yang sedikit. Kerugiannya adalah konsentrasi larutan ekstrak makin lama makin rendah, dan jumlah total pelarut yang dibutuhkan menjadi besar, sehingga untuk mendapatkan pelarut kembali biayanya menjadi mahal. Semakin kecil partikel dari bahan ekstraksi, semakin pendek jalan yang harus ditempuh pada perpindahan massa dengan cara difusi, sehingga semakin rendah tahanannya. Pada ekstraksi bahan padat, tahanan semakin besar jika kapiler-kapiler bahan padat semakin halus dan jika ekstrak semakin terbungkus di dalam sel (misalnya pada bahan-bahan alami).

Pertimbangan pemakaian proses ekstraksi sebagai proses pemisahan antara lain:

- (1) Komponen larutan sensitif terhadap pemanasan jika digunakan distilasi meskipun pada kondisi vakum
- (2) Titik didih komponen-komponen dalam campuran berdekatan
- (3) Kemudahan menguap (volatility) komponen-komponen hampir sama.

Berdasarkan sifat diluen dan solven, sistem ekstraksi dibagi menjadi 2 sistem :

- a. immiscible extraction, solven (S) dan diluen (D) tidak saling larut.
- b. partially miscible, solven (S) sedikit larut dalam diluen (D) dan sebaliknya ,  
meskipun demikian, campuran ini heterogen, jika dipisahkan akan terdapat fase diluen dan fase solven.

### **2.1.1 Ekstraksi Padat Cair**

Proses pemisahan pektin yang terkandung dalam kulit buah pisang dapat dilakukan dengan metode ekstraksi dengan pelarut. Ekstraksi padat cair atau leaching merupakan metode pemisahan satu atau beberapa komponen (solute) dari campurannya dalam padatan yang tidak dapat larut (inert) dengan menggunakan pelarut (solvent) berupa cairan (Treybal, R. E., 1981). Pemisahan dapat terjadi karena adanya driving force yaitu perbedaan konsentrasi solute di padatan dengan pelarut dan adanya perbedaan kemampuan melarut komponen dalam campuran.

Pada bahan alami, solute biasanya terkurung di dalam sel sehingga pada proses pengontakan langsung antara pelarut dengan solute mengakibatkan terjadinya pemecahan dinding sel karena adanya perbedaan tekanan antara di dalam dengan di luar dinding sel. Apabila salah satu berlangsung relatif lebih cepat, maka kecepatan ekstraksi ditentukan oleh proses yang lambat, tetapi bila kedua proses berlangsung dengan kecepatan yang tidak jauh berbeda, maka kecepatan ekstraksi ditentukan oleh kedua proses tersebut (Sediawan dan Prasetya, 1997).

### **2.1.2. Ekstraksi Cair-cair**

Pada ekstraksi cair-cair, satu komponen bahan atau lebih dari suatu campuran dipisahkan dengan bantuan pelarut. Ekstraksi cair-cair terutama digunakan, bila pemisahan campuran dengan cara destilasi tidak mungkin dilakukan (misalnya karena pembentukan azeotrop atau karena kepekaannya terhadap panas) atau tidak ekonomis. Seperti ekstraksi padat-cair, ekstraksi cair-cair selalu terdiri dari sedikitnya dua tahap, yaitu pencampuran secara intensif bahan ekstraksi dengan pelarut dan pemisahan kedua fase cair itu sesempurna mungkin.

Ekstraksi cair-cair (liquid extraction, solvent extraction): solute dipisahkan dari cairan pembawa (diluen) menggunakan solven cair. Campuran diluen dan solven ini adalah heterogen (immiscible, tidak saling campur), jika dipisahkan terdapat 2 fase, yaitu fase

diluen (rafinat) dan fase solven (ekstrak). Perbedaan konsentrasi solute di dalam suatu fasadengan konsentrasi pada keadaan setimbang merupakan pendorong terjadinya pelarutan (pelepasan) solute dari larutanyang ada. Gaya dorong (driving force) yang menyebabkan terjadinya proses ekstraksi dapatditentukan dengan mengukur jarak system dari kondisi setimbang.

### **2.1.3 Metode ekstraksi**

Metode ekstraksi berdasarkan ada tidaknya proses pemanasan dapat dibagi menjadi dua macam yaitu ekstraksi cara dingin dan ekstrasi cara panas (Hamdani)

#### **a. Ekstraksi cara dingin**

Pada metode ini tidak dilakukan pemanasan selama proses ekstraksi berlangsung dengan tujuan agar senyawa yang diinginkan tidak menjadi rusak. Beberapa jenis metode ekstraksi cara dingin, yaitu:

##### **1. Maserasi atau dispersi**

Maserasi merupakan metode ekstraksi dengan menggunakan pelarut diam atau dengan adanya pengadukan beberapa kali pada suhu ruangan. Metoda ini dapat dilakukandengan cara merendam bahan dengan sekali-sekali dilakukan pengadukan.

##### **2. Perkolasi**

Perkolasi merupakan metode ekstraksi dengan bahan yang disusun secara unggun dengan menggunakan pelarut yang selalu baru sampai prosesnya sempurna dan umumnya dilakukan pada suhu ruangan. Prosedur metode ini yaitu bahan direndam dengan pelarut, kemudian pelarut baru dialirkan secara terus menerus sampai warna pelarut tidak lagi berwarna atau tetap bening yang artinya sudah tidak ada lagi senyawa yang terlarut.

#### **b. Ekstraksi cara panas**

Pada metode ini melibatkan pemanasan selama proses ekstraksi berlangsung. Adanya panas secara otomatis akan mempercepat proses ekstraksi dibandingkan dengan cara dingin. Beberapa jenis metode ekstraksi cara panas, yaitu:

##### **1. Ekstraksi refluks**

Ekstraksi refluks merupakan metode ekstraksi yang dilakukan pada titik didih pelarut tersebut, selama waktu dan sejumlah pelarut tertentu dengan adanya pendingin balik (kondensor).Kelebihan metode refluks adalah padatan yang memiliki tekstur kasar dan tahan terhadap pemanasan langsung dapat diekstrak dengan metode ini.Kelemahan

metode ini adalah membutuhkan jumlah pelarut yang banyak ( Irawan, B.,2010).

## 2. Ekstraksi dengan alat soxhlet

Ekstraksi dengan alat soxhlet merupakan ekstraksi dengan pelarut yang selalu baru, umumnya dilakukan menggunakan alat khusus sehingga terjadi ekstraksi konstandengan adanya pendingin balik (kondensor).

### 2.1.4 Faktor-faktor yang mempengaruhi ekstraksi

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses ekstraksi yaitu (Kirk-Othmer, 1998; Perry, R., et al, 1984):

#### a. Perlakuan pendahuluan

Perlakuan pendahuluan dapat berpengaruh terhadap rendeman dan mutu ekstrak yang dihasilkan. Perlakuan pendahuluan meliputi pengecilan ukuran dan pengeringan bahan. Semakin kecil ukuran partikel, maka semakin besar luas kontak antara padatan dengan pelarut, tahanan menjadi semakin berkurang, dan lintasan kapiler dalam padatan menjadi semakin pendek (laju difusi berbanding lurus dengan luas permukaan padatan dan berbanding terbalik dengan ketebalan padatan), sehingga proses ekstraksi menjadi lebih cepat dan optimal. Teknik pengecilan ukuran dapat dilakukan dengan cara pemotongan, penggilingan, maupun penghancuran.

#### b. Temperatur

Kelarutan bahan yang diekstraksi dan difusivitas akan meningkat dengan meningkatnya temperatur. Namun temperatur yang terlalu tinggi dapat merusak bahan yang diekstrak, sehingga perlu menentukan temperatur optimum.

#### c. Faktor pengadukan

Pengadukan dapat mempercepat pelarutan dan meningkatkan laju difusi solute. Pergerakan pelarut di sekitar bahan akibat pengadukan dapat mempercepat kontak bahan dengan pelarut dan memindahkan komponen dari permukaan bahan ke dalam larutan dengan jalan membentuk suspensi serta melarutkan komponen tersebut ke dalam media pelarut (Larian, 1959). Pengadukan dapat dilakukan dengan cara mekanis, pengaliran udara atau dengan kombinasi keduanya.

### 2.1.5 Koefisien Transfer Masa pada Ekstraksi

Perpindahan massa pada ekstraksi padat cair merupakan fungsi dari dua fase yang berkontak atas dasar perbedaan konsentrasi zat terlarut diantara kedua fase tersebut. Sistem yang digunakan untuk proses ekstraksi padat cair adalah batch.

Neraca massa solut dalam cairan (Treybal, 1981) :

$$R_{\text{input}} - R_{\text{output}} + R_{\text{reaction}} = R_{\text{accumulation}} \dots \dots \dots (1)$$

$$0 - 0 + k_L \cdot A_s (C_s - C_L) = \frac{d(C_L \cdot V_L)}{dt} \dots \dots \dots (2)$$

$$K_L \cdot A_s (C_s - C_L) = C_L \frac{dV_L}{dt} + V_L \frac{dC_L}{dt} \dots \dots \dots (3)$$

Asumsi tidak ada perubahan volum terhadap waktu,  $dV_L/dt = 0$ . Konsentrasi pektin dalam padatan akan berkesetimbangan dengan konsentrasi pektin dalam larutan pada waktu tak berhingga,

$$K_L \cdot \frac{A_s}{V_L} (C_s - C_L) = \frac{dC_L}{dt} \dots \dots \dots (4)$$

$$\frac{A_s}{V_L} = a \dots \dots \dots (5)$$

$$K_L a (C_s - C_L) = \frac{dC_L}{dt} \dots \dots \dots (6)$$

Dengan mengetahui hubungan CL dengan waktu (t) maka dapat dicari harga kLa yang diasumsikan konstan dalam kisaran waktu yang ditinjau, sehingga persamaan di atas dapat diintegrasikan.

$$\frac{dC_L}{(C_s - C_L)} = K_L a \cdot dt \dots \dots \dots (7)$$

$$-\ln(C_s - C_L) = K_L a \cdot dt \dots \dots \dots (8)$$

Harga koefisien transfer massa (kLa) untuk proses ekstraksi pektin dari kulit pepaya ini dapat dicari dengan program linierisasi dari persamaan (9).

## 2.2 Pelarut

Pelarut adalah benda cair atau gas yang melarutkan benda padat, cair atau gas, yang menghasilkan sebuah larutan. Pelarut paling umum digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah air. Pelarut lain yang juga umum digunakan adalah bahan kimia organik (mengandung karbon) yang juga disebut pelarut organik. Pelarut biasanya memiliki titik didih rendah dan lebih mudah menguap, meninggalkan substansi terlarut yang didapatkan. Untuk membedakan antara pelarut dengan zat yang dilarutkan, pelarut biasanya terdapat dalam jumlah yang lebih besar.

Sebagian besar reaksi kimia secara luas dilakukan di dalam larutan. Larutan terdiri dari pelarut (*solvent*) dan zat terlarut (*solute*). Pelarut (*solvent*) pada umumnya adalah zat yang berada pada larutan dalam jumlah yang besar, sedangkan zat lainnya dianggap sebagai zat terlarut (*solute*). Pelarut memenuhi beberapa fungsi dalam reaksi kimia, dimana pelarut

melarutkan reaktan dan reagen agar keduanya bercampur, sehingga hal ini akan memudahkan penggabungan antara reaktan dan reagen yang seharusnya terjadi agar dapat merubah reaktan menjadi produk. Pelarut juga bertindak sebagai kontrol suhu, salah satunya untuk meningkatkan energi dari tumbukan partikel sehingga partikel-partikel tersebut dapat bereaksi lebih cepat, atau untuk menyerap panas yang dihasilkan selama reaksi eksotermik.

Untuk mencapai proses ekstraksi yang baik, pelarut yang digunakan harus memenuhi kriteria sebagai berikut (Martunus & Helwani, 2004;2005):

1. kemampuan tinggi melarutkan komponen zat terlarut di dalam campuran.
2. kemampuan tinggi untuk diambil kembali.
3. perbedaan berat jenis antara ekstrak dan rafinat lebih besar.
4. pelarut dan larutan yang akan diekstraksi harus tidak mudah campur.
5. tidak mudah bereaksi dengan zat yang akan diekstraksi.
6. tidak merusak alat secara korosi.
7. tidak mudah terbakar, tidak beracun dan harganya relatif murah.

### 2.2.1 Klasifikasi Pelarut

Berdasarkan kepolaran pelarut, maka para ahli kimia mengklasifikasikan pelarut ke dalam tiga kategori yaitu :

#### a. Pelarut Protik Polar

Protik menunjukkan atom hidrogen yang menyerang atom elektronegatif yang dalam hal ini adalah oksigen. Dengan kata lain pelarut protik polar adalah senyawa yang memiliki rumus umum ROH. Contoh dari pelarut protik polar ini adalah air H<sub>2</sub>O, metanol CH<sub>3</sub>OH, dan asam asetat (CH<sub>3</sub>COOH).

#### b. Pelarut Aprotik Dipolar

Aprotik menunjukkan molekul yang tidak mengandung ikatan O-H. Pelarut dalam kategori ini, semuanya memiliki ikatan yang memiliki ikatan dipol besar. Biasanya ikatannya merupakan ikatan ganda antara karbon dengan oksigen atau nitrogen. Contoh dari pelarut yang termasuk kategori ini adalah aseton [(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>C=O] dan etil asetat (CH<sub>3</sub>CO<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>).

#### c. Pelarut Nonpolar

Pelarut nonpolar merupakan senyawa yang memiliki konstanta dielektrik yang rendah dan tidak larut dalam air. Contoh pelarut dari kategori ini adalah benzena (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), karbon tetraklorida (CCl<sub>4</sub>) dan dietil eter (CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>).

### 2.3. Asam Klorida ( HCl)

Asam klorida adalah asam kuat, dan terbuat dari atom hidrogen dan klorin. Atom Hidrogen dan klorin berpartisipasi dalam ikatan kovalen, yang berarti bahwa hidrogen akan berbagi sepasang elektron dengan klorin. Ini ikatan kovalen hadir sampai air ditambahkan ke HCl. Setelah ditambahkan ke dalam air, HCl akan terpisah menjadi ion hidrogen (yang positif dan akan melakat pada molekul air) dan ion klorida (yang negatif). HCl bening dan tidak berwarna ketika ditambahkan ke air. Namun, asam klorida memiliki bau yang kuat, dan mengandung rasa asam yang khas dari kebanyakan asam. Asam klorida mudah larut dalam air pada semua konsentrasi, dan memiliki titik didih sekitar 110 derajat Celcius.

Asam klorida bersifat korosif, yang berarti akan merusak dan mengikis jaringan biologis bila tersentuh. Selanjutnya, HCl dapat menyebabkan kerusakan besar internal jika terhirup atau tertelan. Untuk alasan ini, disarankan bahwa seseorang yang menangani HCl harus menggunakan sarung tangan, kacamata, dan masker saat bekerja dengan asam ini.

#### 2.3.1 Sifat – sifat fisika

Titik leleh	: - 144,5 ( gas) dan – 25,4 ( 39,17% )
Titik didih	: - 85 ( gas ) dan 109 ( azeotrope,20,22 % )
Berat jenis	: 105 ( 15 ,10,17 % )
Berat jenis uap	: 1,268 ( udara = 1 )
Batas bau	: 1 – 35 ppm
Kelarutan dalam air	: 82,3 g / 100 ml ( 0 )
Berat molekul	: 36,46

(Sumber : ScienceLab,2009)

#### 2.3.2 Sifat Kimia

- HCl akan berasap tebal di udara lembab.
- Gasnya berwarna kuning kehijauan dan berbau merangsang.
- Dapat larut dalam alkali hidroksida, kloroform, dan eter.
- Merupakan oksidator kuat.
- Beracun besar sekali terhadap unsur-unsur lainnya, sehingga dapat
- Racun bagi pernapasan.

#### 2.3.3 Fungsi dan Manfaat Asam Klorida

- Asam klorida berfungsi sebagai Pelarut dalam isolasi pektin

- Asam klorida digunakan pada industri logam untuk menghilangkan karat atau kerak besi oksida dari besi atau baja.
- Sebagai bahan baku pembuatan vinyl klorida, yaitu monomer untuk pembuatan plastik polyvinyl chloride atau PVC.
- Asam klorida dimanfaatkan pula untuk mengatur pH (keasaman) air limbah cair industri, sebelum dibuang ke badan air penerima.
- HCl digunakan pula dalam proses regenerasi resin penukar kation (cation exchange resin).
- Di laboratorium, asam klorida biasa digunakan untuk titrasi penentuan kadar basa dalam sebuah larutan.
- Asam klorida juga berguna sebagai bahan pembuatan cairan pembersih porselen.
- HCl digunakan pada proses produksi gelatin dan bahan aditif pada makanan.
- Pada skala industri, HCl juga digunakan dalam proses pengolahan kulit.
- Campuran asam klorida dan asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) atau biasa disebut dengan aqua regia, adalah campuran untuk melarutkan emas.
- Kegunaan-kegunaan lain dari asam klorida diantaranya adalah pada proses produksi baterai, kembang api dan lampu blitz kamera.
- kemudian di bidang budidaya HCl digunakan sifat korosifnya untuk proses desinfeksi baik alat atau lokasi, yang jelas hanya sifat korosifnya yang lebih dimanfaatkan.

## 2.4 Pepaya

### 2.4.1 Deskripsi papaya



Gambar 1. Buah pepaya

Pepaya (*Carica papaya L*) merupakan tanaman buah, berupa herba dari famili caricaceae yang berasal dari Amerika Tengah dan Hindia Barat, bahkan kawasan sekitar Meksiko dan Costa Rica. Tanaman papaya banyak ditanam baik di daerah tropis maupun subtropis, di daerah basah dan kering, atau di daerah dataran rendah dan pegunungan (Soedarya, 2009).

Dalam pengembangan pepaya terdapat permasalahan antara lain adalah produktivitasnya saat ini yang masih rendah yaitu antara 30 kg dan 40 kg per pohon (RUSNAS, 2002).

Pohon Pepaya Callina lebih pendek dibanding jenis pepaya lain, paling tinggi lebih kurang 2 meter. Daunnya berjari banyak dan memiliki kuncung di permukaan pangkalnya. Buahnya berkulit tebal dan permukaannya rata, dagingnya kenyal, tebal, dan manis rasanya. Bobotnya berkisar antara 600 g sampai dengan 2 kg (Agro Kates Mandiri, 2010).

Selama ini kita hanya mengenal pepaya sebagai penghasil buah dan daun serta bunganya lazim untuk disayur. Padahal buah ini sebenarnya merupakan komoditas penting. Pektin terkandung dalam seluruh bagian tanaman pepaya seperti akar, batang, daun, bunga, dan buah. Namun kandungan pektin terbesar terdapat pada bagian buahnya. Pada buah muda perekat sel disebut protopektin atau bakal pektin. Sementara pada buah matang protopektin tersebut berubah menjadi pektin. Kandungan pektin yang ada pada kulit buah pepaya yaitu sekitar 7 gram.

#### 2.4.2. Klasifikasi Pepaya

Klasifikasi pepaya menurut Anonim (2011b) sebagai berikut :

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Subkingdom	: <i>Tracheobionta</i>
Superdivisi	: <i>Spermatophyta</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Subkelas	: <i>Dilleniidae</i>
Ordo	: <i>Violales</i>
Famili	: <i>Caricaceae</i>
Genus	: <i>Carica</i>
Spesies	: <i>Carica papaya</i> L.

#### 2.4.3. Karakteristik Pepaya

*Carica papaya* L. adalah semak berbentuk pohon dengan batang yang lurus dan bulat. Bagian atas bercabang atau tidak, sebelah dalam berupa spons dan berongga, sebelah luar banyak tanda bekas daun. Tinggi pohon 2,5-10 m, tangkai daun bulat berongga, panjang 2,5-10 m, daun bulat atau bulat telur, bertulang daun menjari, tepi bercangap, berbagi menjari, ujung

runcing garis tengah 25-75 cm, sebelah atas berwarna hijau tua, sebelah bawah hijau agak muda daun licin dan suram, pada tiap tiga lingkaran batang terdapat 8 daun. Bunga hampir selalu berkelamin satu atau berumah dua, tetapi kebanyakan dengan beberapa bunga berkelamin dua pada karangan bunga yang jantan. Bunga jantan pada tandan yang serupa malai dan bertangkai panjang, berkelopak sangat kecil mahkota berbentuk terompet berwarna putih kekuningan, dengan tepi yang bertaju lima, dan tabung yang panjang, langsing, taju berputar dalam kuncup, kepala sari bertangkai pendek, dan duduk bunga betina kebanyakan berdiri sendiri, daun mahkota lepas dan hampir lepas, putih kekuningan, bakal buah beruncing satu, kepala putik lima duduk,. Buah buni bulat telur memanjang, biji banyak, dibungkus oleh selaput yang berisi cairan, didalamnya berduri. Berasal dari Amerika, ditanam sebagai pohon buah ([Steenis, 1992](#)).

#### **2.4.4. Manfaat Tanaman Pepaya**

Tanaman pepaya ini mempunyai banyak sekali manfaat dan kegunaan dan telah digunakan secara tradisional untuk: arthiris dan reumatik di Indonesia dan Hati; asma dan infeksi pernapasan di Mauritius, Meksiko dan Filipina; kanker di Australia dan Meksiko; konstipasi dan laksatif di Honduras, Panama dan Trinidad; meningkatkan produksi susu di Indonesia dan Malaysia; tumor (Uterus) di Ghana, Indochina, dan Nigeria; dan sifilis di Afrika.

Papain adalah enzim yang terkandung dalam pepaya dan telah banyak diteliti manfaatnya. Dalam industri, papain mempunyai banyak kegunaan antara lain dalam proses penggumpalan susu (rennet), proses penguraian protein, pembuatan bir, mengempukkan daging, proses ekstraksi minyak hati ikan tuna, dan membersihkan sutra dan wool sebelum pewarnaan ([Duke, 1983](#)). Kandungan pektin yang ada di Pepaya baik pada bagian daun, bunga, kulit dan buah berfungsi sebagai perekat, pembentuk tekstur dan membran sel. Selain itu pektin juga dapat meningkatkan viskositas dan menstabilkan sistem emulsi. Fungsi utamanya sebagai bahan pengental dan pembentuk gel. Pada industri makanan pektin digunakan sebagai bahan pembentuk gel (gelling agent), pengental, dan stabilizer pada berbagai produk seperti selai, jeli, produk-produk susu, permen, produk buah-buahan kemasan, juice, dan es krim sebagai penstabil. Disamping untuk memperbaiki tekstur makanan olahan, pektin juga mempunyai peranan penting dalam menurunkan kadar kolesterol total.

#### **2.4.5. Kandungan kimia**

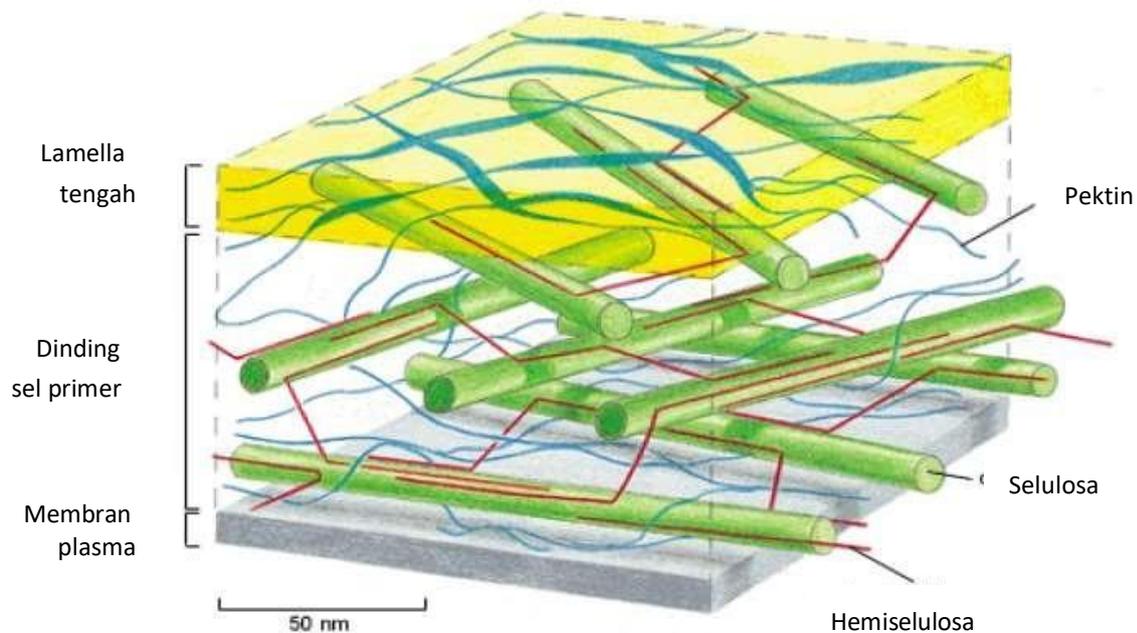
Tanaman pepaya mempunyai kandungan kimia yang berbeda-beda pada buah, daun, akar

maupun biji. Pada buah terkandung asam butanorat, metal butanoat, benzilglukosinolat, linalool, papain, asam alfa linoleat, alfa filandren, alfa terpinen, gamma terpinen, 4-terpineol, dan terpinolen. Pada daun terkandung alkaloid, dehidrokarpain, pesedokarpain, flavonol, pektin, benzilglukosinolat, papain dan tannin. Seratus gram buah papaya dilaporkan mengandung 74 kalori, 77.5 g H<sub>2</sub>O, 7 g protein, 2 g lemak, 11.3 g karbohidrat total, 1.8 g serat, 2.2 g abu, 344 mg kalsium, 142 mg fosfor, 0.8 mg besi, 18 g natrium, 7 gram pektin, 652 mg kalium, 11.565 µg beta karoten, 0.09 mg thiamin, 0.48 mg riboflavin, 2.1 mg niasin, 140 mg asam askorbat dan 136 mg vitamin E (Duke, 1983).

## 2.5. Pektin

### 2.5.1 Pengertian dan Sumber Pektin

Pektin adalah substansi alami yang terdapat pada sebagian besar tanaman pangan. Selain sebagai elemen struktural pada pertumbuhan jaringan dan komponen utama dari lamella tengah pada tanaman, pektin juga berperan sebagai perekat dan menjaga stabilitas jaringan dan sel (Herbstreith dan Fox, 2005). Kata pektin berasal dari bahasa Latin “pectos” yang berarti pengental atau yang membuat sesuatu menjadi keras/padat. Pektin ditemukan oleh Vauquelin dalam jus buah sekitar 200 tahun yang lalu. Gambar 2. menunjukkan senyawa pektin pada dinding sel tanaman (IPPA, 2002).



Gambar 2. Struktur Dinding Sel Tanaman

Pektin tersusun atas asam pektat, asam pektinat dan protopektin (Hanum dkk., 2012) yang dijelaskan sebagai berikut:

1) Asam Pektinat

Asam pektinat adalah asam poligalakturonat yang bersifat koloid dan mengandung sejumlah metil ester (Hanum dkk., 2012). Pektin memiliki derajat netralisasi yang berbeda-beda. Pektinat yang mengandung metil ester yang cukup yaitu lebih dari 50% dari seluruh karboksil disebut pektin. Pektin ini terdispersi dalam air dan dapat membentuk garam yang disebut garam pektinat. Dalam bentuk garam ini, pektin berfungsi dalam pembuatan jeli dengan keberadaan gula dan asam (Perina, 2007).

2) Protopektin

Protopektin merupakan senyawa-senyawa pektin yang terdapat pada tanaman yang masih muda atau pada buah-buahan yang belum matang. Protopektin tidak larut dalam air. Namun, jika dipanaskan dalam air yang mengandung asam, maka protopektin dapat diubah menjadi pektin dan terdispersi dalam air. Protopektin akan menjadi pektin yang larut dengan adanya hidrolisis asam, secara enzimatik dan secara fisis oleh pemanasan. Hasil dari hidrolisis adalah asam pektinat (Perina, 2007).

Pektin yang dimanfaatkan untuk makanan merupakan suatu polimer yang berisi unit asam galakturonat (sedikitnya 65%). Kelompok asam tersebut bisa dalam bentuk asam bebas, metil ester, garam sodium, kalium, kalsium atau ammonium, dan dalam beberapa kelompok pektin amida (IPPA, 2002).

Kandungan pektin dalam tanaman sangat bervariasi, baik berdasarkan jenis tanamannya maupun dari bagian-bagian jaringannya. Bagian kulit dan albedo buah jeruk lebih banyak mengandung pektin daripada jaringan parenkimnya (Winarno, 1997).

Menurut Kertesz (1951) dalam Tuhuloula (2013) menyatakan bahwa pektin dijumpai pada buah-buahan dan sayur-sayuran serta dalam jumlah kecil ditemukan pada serelia. Kandungan pektin dari beberapa sayuran dan buah-buahan dapat dilihat pada Tabel 1. dan standar mutu pektin berdasarkan standar mutu *International Pectin Producers Association* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Komposisi Pektin Pada Berbagai Sayuran an Buah-buahan

Jenis Bahan	Kandungan Pektin (% berat)
Apel:	
Kulit	17,44
Daging	17,63
Jeruk ( <i>Grape Fruit</i> )	
Albedo	16,4
Flavedo	14,2
Jambu biji	3,4
Terong	11
Bawang Bombay	4,8
Tomat:	
Hijau	3,43
Kuning	4,65
Merah	4,63
Kubis	4,57
Wortel	7,14
Bayam	11,58
Pisang	22,4

(Sumber: Tuhuloula, 2013)

Tabel 2. Standar Mutu Pektin Berdasarkan Standar Mutu *International Pectin*

*Producers Association*

Faktor Mutu	Kandungan
Kekuatan gel, <i>grade min</i>	150
Kandungan metoksil	
Pektin metoksil tinggi, %	>7, 12
Pektin metoksil rendah, %	2,5 – 7,12
Kadar asam galakturonat, % min	35
Kadar air, % maks.	12
Kadar abu, % maks.	10
Derajat esterifikasi untuk	
Pektin ester tinggi, % min.	50
Pektin ester rendah, % maks.	50
Bilangan asetil, %	0,15 – 0,45
Berat Ekuivalen	600 – 800

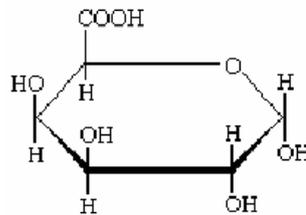
(Sumber: Tarigan dkk., 2012 dalam Tuhuloula, 2013)



## 2.5.2 Struktur dan Komposisi Kimia Pektin

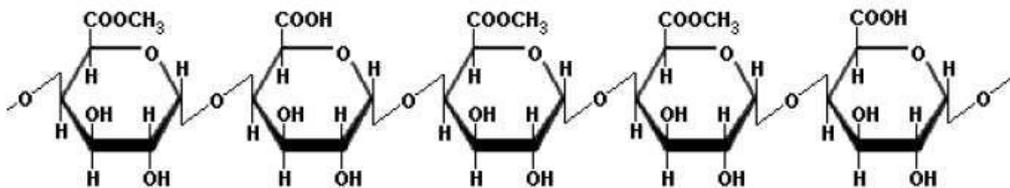
Pada tahun 1924, Smolenski adalah yang pertama kali berasumsi bahwa pektin merupakan polimer asam galakturonat. Pada tahun 1930, Meyer dan Mark menemukan formasi rantai dari molekul pektin dan Schneider dan Bock pada tahun 1937 membentuk formula tersebut (Herbstreith dan Fox, 2005).

Pektin tersusun atas molekul asam galakturonat yang berikatan dengan ikatan  $\alpha$ - (1-4)-glikosida sehingga membentuk asam poligalakturonat. Gugus karboksil sebagian teresterifikasi dengan metanol dan sebagian gugus alkohol sekunder terasetilasi (Herbstreith dan Fox, 2005). Gambar 3. di bawah ini menunjukkan struktur kimia unit asam  $\alpha$ -galakturonat.



Gambar 3. Struktur Kimia Asam  $\alpha$ -Galakturonat

Menurut Hoejgaard (2004)), pektin merupakan asam poligalakturonat yang mengandung metil ester. Pektin diekstraksi secara komersial dari kulit buah jeruk dan apel dalam kondisi asam. Masing-masing cincin merupakan suatu molekul dari asam poligalakturonat, dan ada 300–1000 cincin seperti itu dalam suatu tipikal molekul pektin, yang dihubungkan dengan suatu rantai linier. Gambar 4. di bawah ini menunjukkan struktur kimia asam poligalakturonat.



Gambar 4. Struktur Kimia Asam Poligalakturonat

Berdasarkan kandungan metoksilnya, pektin dapat dibagi menjadi dua golongan yaitu pektin berkadar metoksil tinggi (HMP), dan pektin berkadar metoksil rendah (LMP). Pektin bermetoksil tinggi mempunyai kandungan metoksil minimal 7%, sedangkan pektin bermetoksil rendah mempunyai kandungan pektin maksimal 7% (Guichard dkk., 1991)

Pektin terdiri dari monomer asam galakturonat yang berbentuk suatu rantai molekul panjang. Rantai utama ini diselingi oleh kelompok ramnosa dengan rantai cabang menyusun gula netral (arabinosa, galaktosa). Kelompok karboksil (kelompok asam) dari asam galakturonat dapat diesterifikasi atau diamidasi (IPPA, 2002). Selain asam D-galakturonat sebagai komponen utama, pektin juga memiliki D-galaktosa, L-arabinosa, dan L-ramnosa dalam jumlah yang bervariasi. Komposisi kimia pektin sangat bervariasi tergantung pada sumber dan kondisi yang dipakai dalam isolasinya (Willats dkk., 2006).

### 2.5.3 Sifat-sifat Pektin

*Commite on Food Chemical Codex* (1996), menyatakan bahwa pektin sebagian besar tersusun atas metil ester dari asam poligalakturonat dan sodium, potasium, kalsium dan garam ammonium. Pektin merupakan zat berbentuk serbuk kasar hingga halus yang berwarna putih, kekuningan, kelabu atau kecoklatan dan banyak terdapat pada buah-buahan dan sayuran matang. Gliksman (1969) menyatakan bahwa pektin kering yang telah dimurnikan berupa kristal yang berwarna putih dengan kelarutan yang berbeda-beda sesuai dengan kandungan metoksilnya.

Sifat paling penting dari pektin adalah membentuk jeli apabila dicampur dengan air dan gula dan dipanaskan dalam keadaan asam. Viskositas pektin tergantung pada berat molekul pektin, pH, derajat esterifikasi, yang normalnya sekitar 70%. Penambahan gula juga akan mempengaruhi kesetimbangan pektin dan air serta kemantapan molekul-molekul pektin sehingga pektin akan menggumpal dan membentuk serabut-serabut halus. Serabut-serabut halus tersebut yang selanjutnya dapat menahan cairan. Karakteristik kandungan metoksil dalam pektin disajikan pada Tabel 3. Besarnya kadar pektin menentukan kepadatan struktur tersebut. Semakin tinggi kadar pektin, semakin padat struktur tersebut. Kepadatan dari serabut-serabut dalam struktur jeli dikendalikan oleh keasaman. Kondisi sangat asam akan menghasilkan struktur jeli yang padat atau bahkan merusak struktur karena adanya hidrolisis pektin. Kualitas pektin dikatakan tinggi jika mampu membentuk gel yang kuat, yang didapat dari semakin tinggi kadar metoksil dan semakin panjangnya rantai galakturonat.

Tabel 3. Tabel Karakteristik Kandungan Metoksil

Kandungan Metoksil	Karakteristik
Tinggi	Derajat esterifikasi >50% Kadar metoksil >7% Dapat membentuk gel pada rentang pH=1 hingga 3,5 dan penambahan gula 55-85% Suhu pembentukan gel sekitar 88°C
Rendah	Derajat esterifikasi <50% Kadar metoksil <7% Dapat membentuk gel pada rentang pH=1 hingga 7 atau lebih, terdapat ion kalsium dan penambahan gula 0-85% Suhu pembentukan gel sekitar 54°C

(Sumber: Perina, 2007)

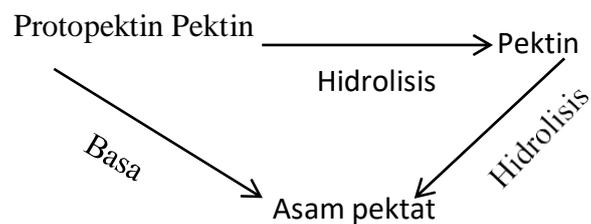
Sifat fisik pektin tergantung dari karakteristik kimia pektin (Guichard dkk., 1991 dalam Hariyati, 2006). Faktor yang mempengaruhi pembentukan gel dengan tingkat kekenyalan dan kekuatan tertentu meliputi pH, konsentrasi pektin, suhu, ion kalsium, dan gula (Chang dan Miyamoto, 1992). Kekentalan larutan pektin mempunyai kisaran yang cukup lebar tergantung pada konsentrasi pektin, garam, dan ukuran rantai asam poligalakturonat (Rouse, 1977 dalam Hariyati, 2006).

Menurut May (1990), pektin merupakan asam poligalakturonat yang bermuatan negatif. Pektin bereaksi dengan makromolekul bermuatan positif. Pembentukan gel dapat terjadi dengan cepat pada pH rendah, tetapi reaksi ini dapat dihambat dengan penambahan garam. Menurut Rouse (1977), degradasi dan dekomposisi pektin dapat disebabkan oleh adanya reaksi oksidasi. Kecepatan degradasi tergantung pada suhu, pH, dan konsentrasi agen pengoksidasi.

#### 2.5.4 Proses Isolasi Pektin

Pemisahan pektin dari jaringan tanaman dapat dilakukan dengan cara ekstraksi. Ekstraksi adalah proses perpindahan suatu zat atau solut dari larutan asal atau padatan ke dalam pelarut tertentu (Muhidin, 1995). Ekstraksi merupakan proses pemisahan berdasarkan perbedaan kemampuan melarutnya komponen-komponen yang ada dalam campuran. Secara garis besar ekstraksi dibedakan menjadi dua macam, yaitu ekstraksi padat-cair (*leaching*) dan ekstraksi cair-cair. Ekstraksi padat-cair atau *leaching* adalah proses pemisahan solut dari padatan yang tidak dapat larut yang disebut inert (Perina, 2007).

Pektin dapat larut dalam beberapa macam pelarut seperti air, beberapa senyawa organik, senyawa alkalis dan asam. Dalam ekstraksi pektin terjadi perubahan senyawa pektin yang disebabkan oleh proses hidrolisis protopektin. Proses tersebut menyebabkan protopektin berubah menjadi pektinat (pektin) dengan adanya pemanasan dalam asam pada suhu dan lama ekstraksi tertentu. Apabila proses hidrolisis dilanjutkan senyawa pektin akan berubah menjadi asam pektat (Muhidin, 1995). Gambar 5. di bawah ini menunjukkan skema perubahan protopektin menjadi pektin dan asam pektat.



Gambar 5. Skema Perubahan Protopektin

Dua langkah utama dalam proses ekstraksi padat-cair yaitu kontak antara padatan dan pelarut serta pemisahan larutan dari padatan inert. Pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi memiliki syarat utama yaitu dapat melarutkan solut yang terkandung dalam padatan inert. Mekanisme yang berlangsung selama proses ekstraksi padat-cair adalah:

- a. Pelarut bercampur dengan padatan inert sehingga permukaan padatan dilapisi oleh pelarut,
- b. Terjadi difusi massa pelarut pada permukaan padatan inert ke dalam pori padatan inert tersebut. Laju difusi ini lambat karena pelarut harus menembus dinding sel padatan,
- c. Solut yang terdapat dalam padatan melarut dalam pelarut,
- d. Campuran solut dalam pelarut berdifusi keluar dari permukaan padatan inert dan bercampur dengan pelarut sisa.

Seperti ekstraksi lainnya, ekstraksi pektin dari buah juga dipengaruhi oleh faktor-faktor yang dapat mempengaruhi ekstraksi. Faktor-faktor tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) Ukuran partikel

Semakin kecil ukuran partikel berarti semakin besar luas permukaan kontak antara padatan dan pelarut dan semakin pendek jarak difusi solut sehingga kecepatan ekstraksi lebih besar.

## 2) Pelarut

Pelarut yang digunakan dalam ekstraksi sebaiknya memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

- a. Mampu memberikan kemurnian solut yang tinggi (selektivitas tinggi),
- b. Dapat didaur ulang,
- c. Stabil tetapi inert,
- d. Mempunyai viskositas, tekanan uap, dan titik beku yang rendah untuk memudahkan operasi dan keamanan penyimpanan,
- e. Tidak beracun dan tidak mudah terbakar,
- f. Tidak merugikan dari segi ekonomis dan tetap memberikan hasil yang baik.

## 3) pH

Pengontrolan pH dalam ekstraksi pektin memiliki peranan penting karena dapat mempengaruhi yield pektin. Rentang pH untuk ekstraksi pektin bervariasi tergantung kepada bahan yang akan diekstraksi. Misalnya, ekstraksi pektin dari kulit lemon dilakukan pada pH 1,5 – 3, dan ekstraksi pektin dari ampas apel berkisar antara 1,2 – 3. Dari kondisi-kondisi tersebut dapat dilihat bahwa ekstraksi pektin umumnya dilakukan pada pH = 1 - 3.

## 4) Suhu

Kelarutan akan meningkat seiring dengan kenaikan suhu untuk menghasilkan laju ekstraksi yang tinggi. Koefisien difusi juga akan bertambah tinggi seiring dengan kenaikan suhu sehingga meningkatkan laju ekstraksi. Batas suhu ditentukan untuk mencegah kerusakan pada bahan. Secara umum, suhu ekstraksi untuk pektin adalah 60 – 90°C. Penggunaan suhu yang terlalu tinggi juga dapat mengakibatkan degradasi pektin.

## 5) Pengaruh pengadukan

Pengadukan dalam ekstraksi penting karena meningkatkan perpindahan solut dari permukaan partikel (padatan) ke cairan pelarut. Mekanisme yang terjadi pada proses *leaching* adalah sebagai berikut solven berdifusi ke dalam padatan sehingga solut akan larut ke dalam solven. Kemudian solut yang terlarut dalam solven tersebut akan berdifusi ke luar menuju ke permukaan

partikel, akhirnya solut akan berpindah ke larutan. Selain itu, pengadukan suspensi partikel halus mencegah pengendapan padatan dan kegunaan yang lebih efektif adalah membuat luas kontakannya semakin besar.

#### 6) Waktu ekstraksi

Semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk ekstraksi dalam pelarut, perolehan (yield) yang diperoleh semakin tinggi. Tetapi, penambahan waktu ekstraksi tidak sebanding dengan yield yang diperoleh. Oleh karena itu, ekstraksi dilakukan pada waktu optimum. Ekstraksi dilakukan selama pelarut yang digunakan belum jenuh. Pelarut yang telah jenuh tidak dapat mengekstraksi lagi atau kurang baik kemampuan untuk mengekstraksinya karena gaya pendorong (*driving force*) semakin lama semakin kecil. Akibatnya waktu ekstraksi semakin lama dan yield yang dihasilkan tidak bertambah lagi secara signifikan (Perina, 2007).

Tahapan-tahapan dalam pembuatan pektin yaitu persiapan bahan, ekstraksi, dehidrasi, pencucian, dan pengeringan. Metode yang digunakan untuk mengekstrak pektin dari jaringan tanaman sangat beragam. Akan tetapi pada umumnya ekstraksi pektin dilakukan dengan menggunakan ekstraksi asam. Beberapa jenis asam dapat digunakan dalam ekstraksi pektin. Menurut Kertesz (1951), asam yang digunakan dalam ekstraksi pektin adalah asam tartrat, asam malat, asam sitrat, asam laktat, asam asetat, asam fosfat tetapi ada kecenderungan untuk menggunakan asam mineral yang murah seperti asam sulfat, asam klorida, dan asam nitrat. Beberapa artikel saat ini menyarankan untuk menggunakan asam klorida (Kalapathy dan Proctor, 2001; Hwang dkk., 1998; Dinu, 2001) dan asam nitrat (Pagán dkk., 2001).

Ekstraksi dengan menggunakan asam mineral menghasilkan rendemen yang lebih tinggi dibandingkan asam organik. Asam mineral pada pH rendah lebih baik dari pada pH tinggi untuk menghasilkan pektin (Rouse dan Crandal, 1978 dalam Hariyati, 2006). Peranan asam dalam ekstraksi pektin adalah untuk memisahkan ion polivalen, memutus ikatan antara asam pektinat dengan selulosa, menghidrolisa protopektin menjadi molekul yang lebih kecil dan menghidrolisa gugus metil ester pektin (Kertesz, 1951). Suhu yang tinggi selama ekstraksi dapat meningkatkan rendemen pektin. Suhu yang agak tinggi akan membantu difusi pelarut ke dalam jaringan tanaman dan dapat meningkatkan aktivitas pelarut dalam menghidrolisis pektin yang umumnya terdapat di dalam sel primer tanaman, khususnya pada lamela tengah

(Towle dan Christensen, 1973). Penggunaan suhu ekstraksi yang terlalu tinggi akan menghasilkan pektin yang tidak jernih, sehingga gel yang diperoleh akan keruh dan kekutan gel berkurang (Kertesz, 1951).

Pektin dalam jaringan tanaman banyak dalam bentuk protopektin yang tidak larut dalam air. Dengan adanya asam, kondisi larutan dengan pH rendah akan menghidrolisa protopektin menjadi pektin yang lebih mudah larut. Ekstraksi pektin sayur-sayuran dan buah-buahan dilakukan pada kisaran pH 1,5 sampai 3 dengan suhu pemanasan 60 – 100°C selama setengah jam sampai satu setengah jam (Towle dan Christensen, 1973). Waktu ekstraksi yang terlalu lama akan mengakibatkan terjadinya hidrolisis pektin menjadi asam galakturonat. Pada kondisi asam, ikatan glikosidik gugus metil ester dari pektin cenderung terhidrolisis menghasilkan asam galakturonat (Smith dan Bryant, 1968).

Proses dehidrasi pektin merupakan suatu proses pemisahan pektin dari larutannya. Pektin adalah koloid hidrofilik yang bermuatan negatif (dari gugus karboksil bebas yang terionisasi) dan tidak mempunyai titik isoelektrik seperti kebanyakan koloidal hidrofilik. Pektin lebih utama distabilkan oleh hidrasi partikelnya daripada oleh muatannya. Penambahan etanol dapat mendehidrasi pektin sehingga mengganggu stabilitas larutan koloidalnya, dan akibatnya pektin akan terkoagulasi (Rouse, 1977). Ranganna (1977) menggunakan etanol 95% sebanyak dua kali volum filtrat untuk mengendapkan pektin kulit jeruk. Dewan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Industri Sumatra Barat (2004) mengendapkan pektin dengan menggunakan etanol 95% yang mengandung 2 mL asam klorida pekat setiap satu liter etanol sebanyak 1,5 kali volum filtrat.

Pada tahap pemurnian pektin, Dewan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Industri Sumatra Barat (2004) melakukan pencucian pektin markisa dengan menggunakan alkohol 95% sampai pektin bebas klorida. Suradi (1984) melakukan pencucian pektin dari kulit jeruk dengan alkohol 80% sampai bebas klorida. Salah satu tujuan pencucian pektin adalah untuk menghilangkan klorida yang ada pada pektin.

Tahap akhir dari ekstraksi pektin adalah pengeringan endapan pektin. Ranganna (1977) menganjurkan pengeringan dilakukan pada tekanan yang rendah agar pektin tidak terdegradasi. Menurut Dewan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Industri Sumatra Barat (2004), pengeringan pektin markisa dapat dilakukan dengan

menggunakan oven pada suhu 40 - 60°C selama 6 - 10 jam. Mc Cready (1965) menggunakan suhu 60°C dalam oven keadaan vakum selama 16 jam untuk pengeringan pektin kulit jeruk

### 2.5.5 Aplikasi Pektin

Pektin digunakan secara luas sebagai komponen fungsional pada industri makanan karena kemampuannya membentuk gel encer dan menstabilkan protein (May, 1990). Pektin merupakan suatu zat yang banyak digunakan dalam berbagai industri, baik makanan, minuman, farmasi dan industri lain.

#### a. Industri Makanan dan Minuman

Pada industri makanan dan minuman, pektin sering digunakan sebagai:

- 1) Bahan pemberi tekstur yang baik pada roti dan keju,
- 2) Bahan pengental dan stabilizer pada minuman sari buah, serta
- 3) Bahan pokok pembuatan jeli, *jam* dan *marmalade*.

Penambahan pektin pada makanan akan mempengaruhi proses metabolisme dan pencernaan khususnya pada adsorpsi glukosa dan kolesterol (Baker, 1994).

#### b. Industri Farmasi

Pada industri farmasi, pektin sering digunakan sebagai:

- 1) Emulsifier bagi preparat cair dan sirup,
- 2) Obat diare pada bayi dan anak-anak seperti maltose, kaopec, nipectin, intestisan,
- 3) Obat penawar racun logam,
- 4) Bahan penurun daya racun dan penambah daya larut obat-obatan sulfa,
- 5) Bahan penyusut kecepatan penyerapan bermacam-macam obat,
- 6) Bahan kombinasi untuk memperpanjang kerja hormon dan antibiotik,
- 7) Bahan pelapis perban (pembalut luka) untuk menyerap kotoran dan jaringan yang rusak atau hancur sehingga luka tetap bersih dan cepat sembuh, serta
- 8) Bahan hemostatik, oral, atau injeksi untuk mencegah pendarahan.

#### c. Industri Lain

Pektin sering juga digunakan pada berbagai industri seperti industri kosmetik (pasta gigi, sabun, lotion dan krim), baja dan perunggu (*quenching*), karet (*creaming and thickening agent*), plastik, tekstil, bahan sintesis serta film nitropektin.

Dalam pemanfaatannya pektin digolongkan sebagai *food additive* dan ditemukan secara alami pada tanaman maka *Food and Drug Administration* (FDA) menerimanya sebagai bahan tambahan makanan yang aman. Adapun pektin sendiri, memiliki manfaat yang lebih banyak dalam industri pengolahan bahan pangan misalnya dalam pembuatan jeli, *jam* dan juga dalam industri permen (Perina, 2007)

Kualitas pektin komersial ditentukan oleh sifat-sifat fisik pektin. Sifat fisik tersebut di antaranya warna dan cita rasa yang cocok, kelarutan (untuk pektin padat), derajat gel, kecepatan membeku, serta tidak mengandung bahan atau zat berbahaya bagi kesehatan. Sifat fisik tersebut dipengaruhi oleh sifat kimia pektin (IPPA, 2002).

Pektin komersial umumnya diperoleh dengan cara ekstraksi larutan asam dari bagian albedo buah jeruk atau *apple pomace* dengan cara pemurnian dan isolasi yang berbeda-beda. Pektin komersial untuk aplikasi pada makanan harus disetujui secara internasional dengan mengikuti daftar publikasi yang dikeluarkan oleh FAO *Food and Nutrition Paper, Food Chemicals Codex* dan EEC *Council Directive* pada tanggal 25 Juli 1978 (Glicksman, 1969). Bender (1959) di dalam Meilina, (2003) menggolongkan pektin komersial menjadi 4 golongan berdasarkan derajat metilasi (DM) yaitu:

- 1) Pektin DM 30 untuk gel-gel gula rendah.
- 2) Pektin DM 45 (*pektin rapid setting*) yang dapat diendapkan oleh kalsium, untuk gel-gel gula tinggi dan emulsi-emulsi.
- 3) Pektin DM 60 (*pektin slow set*) untuk gel-gel gula tinggi dan jeli.
- 4) Pektin DM 74 (*pektin rapid set*) untuk *jam* dan jeli.

*Grade* dari pektin merupakan indikasi penting yang menggambarkan mutu pektin. *Grade* pektin didefinisikan sebagai jumlah gula yang dibutuhkan oleh satu bagian pektin untuk membentuk gel yang diinginkan pada kondisi yang sesuai. Pektin yang mempunyai *grade* pektin 100 berarti dapat membentuk gel yang baik dengan 100 g gula. Penentuan *grade* pektin biasanya menggunakan metode *International Food Technologist* (IFT) yaitu dengan membuat gel dengan konsentrasi gula 65% pada pH 2,2 - pH 2,4. Gel kemudian disimpan selama 18 - 24 jam dan kemudian diuji dengan alat Ridgelimeter. Untuk HM-Pektin standar yang biasa digunakan 150 *Grade* USA-SAG yang artinya bahwa 1 kg pektin dapat mengubah 150 kg gula menjadi standar gel (SS = 65%, pH = 2,2 - 2,4 dan kekuatan gel 23,5% SAG) . Sedangkan untuk LM-

Pektin standarnya adalah SS = 31%, pH = 3 dan konsentrasi kalsium 250 mg/kg tes jeli atau 25 mg Ca per g 100 grade LM-Pektin. Selain *grade* pektin, dalam standarisasi pektin sering digunakan istilah *setting time*. *Setting time* adalah waktu yang diperlukan untuk terbentuknya gel sejak bahan-bahan pembentuk gel ditambahkan. Kecepatan pembentukan gel ditentukan oleh mutu gel.

## 2.5.6 Karakterisasi Pektin

### 1. Kadar Air

Kadar air bahan akan berpengaruh terhadap masa simpan bahan. Tingginya kadar air dalam bahan menyebabkan kerentanan terhadap aktivitas mikroba. Dalam upaya memperpanjang masa simpan, dilakukan pengeringan sampai batas kadar air tertentu. Pengeringan pada suhu rendah bertujuan untuk meminimalisir terjadinya degradasi pektin (Hariyati, 2006)

### 2. Kadar Abu

Abu merupakan residu atau sisa pembakaran bahan organik yang berupa bahan anorganik. Kadar abu berpengaruh pada tingkat kemurnian pektin. Semakin tinggi tingkat kemurnian pektin, kadar abu dalam pektin semakin rendah (Budiyanti et.al., 2008) Prinsip penetapan kadar abu adalah bahan dipanaskan pada temperatur dimana senyawa organik dan turunannya terdestruksi dan menguap, sehingga yang tertinggal hanya unsur mineral dan unsur anorganik (DepKes, 2000)

### 3. Berat Ekuivalen

Berat ekuivalen merupakan ukuran terhadap kandungan gugus asam galakturonat bebas (tidak teresterifikasi) dalam rantai molekul pektin. Asam pektat murni merupakan zat pektat yang seluruhnya tersusun atas asam poligalakturonat yang terbebas dari gugus metil ester atau tidak mengalami esterifikasi. Semakin rendah kadar pektin akan menyebabkan berat ekuivalen semakin rendah (Ranggana, 2000)

### 4. Kadar Metoksil

Kadar metoksil didefinisikan sebagai jumlah mol etanol yang terdapat di dalam 100 mol asam galakturonat. Kadar metoksil pektin memiliki peranan penting dalam menentukan sifat fungsional larutan pektin dan dapat mempengaruhi struktur dan tekstur dari gel pektin (Constenla et al, 2003). Berdasarkan kandungan metoksilnya, pektin dapat dibagi menjadi dua golongan, yaitu pektin berkadar metoksil tinggi (HMP), dan pektin berkadar metoksil rendah (LMP). Pektin bermetoksil tinggi memiliki

kandungan metoksil minimal 7%, sedangkan pektin bermetoksil rendah memiliki kandungan pektin maksimal 7% (Guichard et.al., 1991)

## 5. Kadar Galakturonat

Kadar Galakturonat menunjukkan kemurnian pektin terhadap bahan organik netral lainnya, yaitu polisakarida seperti arabinosa, galaktosa dan gula lain (Mohamed, 1995). Kadar galakturonat menunjukkan kemurnian pektin dan disarankan untuk tidak kurang dari 65% (Food Chemical Codex, 1996). Estimasi kandungan asam galakturonat sangat penting untuk menentukan kemurnian dan derajat esterifikasi, serta untuk mengevaluasi sifat fisik dari pektin (Ranggana, 1997)

## 6. Derajat Esterifikasi

Derajat esterifikasi didefinisikan sebagai presentase kelompok karboksil yang teresterifikasi. Pektin dengan derajat esterifikasi di atas 50% dinamakan pektin tinggi metoksil, sedangkan derajat esterifikasi di bawah 50% dinamakan pektin rendah metoksil (Siamornsak, 2003). Menurut Whistler dan Daniel (1985), derajat esterifikasi merupakan persentase jumlah residu asam D-galakturonat yang gugus karboksilnya teresterifikasi dengan etanol. Nilai derajat esterifikasi pektin diperoleh dari nilai kadar metoksil dan kadar asam galakturonat. Persentase dari kelompok karboksil teresterifikasi oleh methanol dinamakan derajat esterifikasi (Fennema, 1996)

## 2.6. Pengendalian Proses Statistik (*Statistical Process Control*)

### 2.6.1 Diagram sebab akibat atau *fishbone*

Diagram sebab akibat atau *fishbone* pertama kali diperkenalkan oleh seorang Profesor, yaitu Prof. Kaoru Ishikawa dari Universitas Tokyo, oleh karena itu diagram sebab akibat disebut juga dengan diagram ishikawa atau diagram tulang ikan (*fish bone*). Pembuatan diagram sebab akibat ini bertujuan agar dapat memperlihatkan faktor-faktor penyebab (*root cause*) dan karakteristik kualitas yang (*effect*) disebabkan oleh faktor-faktor penyebab itu.

Umumnya diagram sebab akibat menunjukkan 5 faktor yang disebut sebagai sebab (*cause*) dari suatu akibat (*effect*). Kelima faktor tersebut adalah *man* (manusia, tenaga kerja), *method* (metode), *material* (bahan), *machine* (mesin), dan *environment* (lingkungan). Diagram ini biasanya disusun berdasarkan informasi yang didapatkan dari sumbang saran. Menurut Ariani (2003), diagram sebab akibat dipergunakan untuk kebutuhan-kebutuhan sebagai berikut:

1. Membantu mengidentifikasi akar penyebab dari suatu masalah,

2. Membantu membangkitkan ide-ide untuk solusi suatu masalah, dan
3. Membantu dalam penyelidikan atau pencarian fakta-fakta lebih lanjut.

### **2.6.2 Diagram Pengendalian ( *Shewhart Diagram* )**

Peta kendali atau biasa dikenal dengan istilah control chart pertamakali ditemukan oleh Dr. Walter A. Andrew Shewar Di Amerika serikat pada tahun 1924. Ketika Walter A. Andrew Shewar bekerja untuk Bell Labs pada tahun 1920. Dr. A.W.Shewhart dan rekan-rekannya terus mengembangkan diagram-diagram pengendalian mutu sejak tahun 1920-1930. Dengan teknik-teknik ini, proses penyediaan barang-barang produksi dan jasa dapat lebih mudah diperkirakan dan lebih konsisten.

Diagram Pengendalian adalah suatu alat yang secara grafis digunakan untuk memonitor dan mengevaluasi apakah suatu aktivitas/proses berada dalam pengendalian kualitas, menjelaskan nilai-nilai statistik dari cacat keluaran yang dilengkapi batas atas, garis tengah dan batas bawah.

Tujuan dari diagram pengendalian ini adalah untuk menetapkan apakah setiap titik pada grafik normal atau tidak normal dan dapat mengetahui perubahan dalam proses dari mana data dikumpulkan, sehingga setiap titik pada grafik harus mengindikasikan dengan cepat dari proses mana data diambil.

### **2.6.3 Analisis varians (*analysis of variance, ANOVA*)**

ANOVA adalah suatu metode analisis statistika yang termasuk ke dalam cabang statistika inferensi. Dalam literatur Indonesia metode ini dikenal dengan berbagai nama lain, seperti analisis ragam, sidik ragam, dan analisis variansi. Ia merupakan pengembangan dari masalah Behrens-Fisher, sehingga uji-F juga dipakai dalam pengambilan keputusan. Analisis varians pertama kali diperkenalkan oleh Sir Ronald Fisher, bapak statistika modern. Dalam praktik, analisis varians dapat merupakan uji hipotesis (lebih sering dipakai) maupun pendugaan (*estimation*, khususnya di bidang genetika terapan).

