

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekstraksi

Ekstraksi adalah proses pemisahan suatu zat dari campurannya dengan menggunakan pelarut. Pelarut yang digunakan harus dapat mengekstrak substansi yang diinginkan tanpa melarutkan material lainnya. Secara garis besar, proses pemisahan secara ekstraksi terdiri dari tiga langkah dasar yaitu :

1. Penambahan sejumlah massa pelarut untuk dikontakkan dengan sampel, biasanya melalui proses difusi.
2. Zat terlarut akan terpisah dari sampel dan larut oleh pelarut membentuk fase ekstrak.
3. Pemisahan fase ekstrak dengan sampel

(Wilson, et al., 2000).

Ekstraksi merupakan suatu proses pemisahan kandungan senyawa kimia dari jaringan tumbuhan ataupun hewan dengan menggunakan penyari tertentu. Ekstrak adalah sediaan pekat yang diperoleh dengan cara mengekstraksi zat aktif dengan menggunakan pelarut yang sesuai, kemudian semua atau hampir semua pelarut diuapkan dan massa atau serbuk yang tersisa diperlakukan sedemikian, hingga memenuhi baku yang ditetapkan (Depkes RI 1995).

Ekstraksi adalah proses pemisahan suatu zat berdasarkan perbedaan sifat tertentu, terutama kelarutannya terhadap dua cairan tidak saling larut yang berbeda. Pada umumnya ekstraksi dilakukan dengan menggunakan pelarut yang didasarkan pada kelarutan komponen terhadap komponen lain dalam campuran, biasanya air dan yang lainnya pelarut organik. Bahan yang akan diekstrak biasanya berupa bahan kering yang telah dihancurkan, biasanya berbentuk bubuk atau simplisia (Sembiring, 2007).

Tujuan ekstraksi bahan alam adalah untuk menarik komponen kimia yang terdapat pada bahan alam. Bahan-bahan aktif seperti senyawa antimikroba dan antioksidan yang terdapat pada tumbuhan pada umumnya diekstrak dengan pelarut. Pada proses ekstraksi dengan pelarut, jumlah dan jenis senyawa yang

masuk kedalam cairan pelarut sangat ditentukan oleh jenis pelarut yang digunakan dan meliputi dua fase yaitu fase pembilasan dan fase ekstraksi. Pada fase pembilasan, pelarut membilas komponen-komponen isi sel yang telah pecah pada proses penghancuran sebelumnya. Pada fase ekstraksi, mula-mula terjadi pembengkakan dinding sel dan pelonggaran kerangka selulosa dinding sel sehingga pori-pori dinding sel menjadi melebar yang menyebabkan pelarut dapat dengan mudah masuk kedalam sel. Bahan isi sel kemudian terlarut ke dalam pelarut sesuai dengan tingkat kelarutannya lalu berdifusi keluar akibat adanya gaya yang ditimbulkan karena perbedaan konsentrasi bahan terlarut yang terdapat di dalam dan di luar sel (Voigt, 1995).

Ekstraksi secara umum dapat digolongkan menjadi dua yaitu ekstraksi padat cair dan ekstraksi cair-cair. Pada ekstraksi cair-cair, senyawa yang dipisahkan terdapat dalam campuran yang berupa cairan, sedangkan ekstraksi padat-cair adalah suatu metode pemisahan senyawa dari campuran yang berupa padatan (Anonim, 2012).

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., 1980). Pemisahan dapat terjadi karena adanya driving force yaitu perbedaan konsentrasi solute di padatan dengan pelarut dan adanya perbedaan kemampuan melarut komponen dalam campuran. Proses ekstraksi padat cair secara umum terdiri dari lima tahap yaitu (Geankoplis, 1993):

1. Pelarut berpindah dari bulk solution ke seluruh permukaan padatan (terjadi pengontakan antara pelarut dengan padatan). Proses perpindahan pelarut dari bulk solution ke permukaan padatan berlangsung seketika saat pelarut dikontakkan dengan padatan. Proses pengontakan ini dapat berlangsung dengan dua cara yaitu perkolasi atau maserasi.

2. Pelarut berdifusi ke dalam padatan. Proses difusi pelarut ke padatan dapat terjadi karena adanya perbedaan konsentrasi (driving force) antara solute di pelarut dengan solute di padatan.
3. Solute yang ada dalam padatan larut ke dalam pelarut. Solute dapat larut dalam pelarut karena adanya gaya elektostatik antar molekul, yaitu disebut gaya dipol-dipol, sehingga senyawa yang bersifat polar-polar atau nonpolar-nonpolar dapat saling berikatan. Selain itu juga terdapat gaya dipol-dipol induksi atau gaya London yang menyebabkan senyawa polar dapat larut atau sedikit larut dengan senyawa nonpolar.
4. Solute berdifusi dari padatan menuju permukaan padatan; Proses difusi ini disebabkan oleh konsentrasi solute dalam pelarut yang berada di dalam pori-pori padatan lebih besar daripada permukaan padatan.
5. Solute berpindah dari permukaan padatan menuju bulk solution. Pada tahap ini, tahanan perpindahan massa solute ke bulk solution lebih kecil daripada di dalam padatan. Proses ekstraksi berlangsung hingga kesetimbangan tercapai yang ditunjukkan oleh konsentrasi solute dalam bulk solution menjadi konstan atau tidak ada perbedaan konsentrasi solute dalam bulk solution dengan padatan (driving force bernilai nol atau mendekati nol).

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. Proses difusi solute dari padatan menuju permukaan padatan dan solute berpindah dari permukaan padatan menuju cairan berlangsung secara seri. 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).

Laju perpindahan massa solute A antara fasa padat dengan fasa cairan pada sistem batch dapat dirumuskan dengan persamaan berikut (Geankoplis, 1993):

$$\frac{N_A}{A} = k_L(C_{AS} - C_A) \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

\bar{N}_A = kg mol solute A terlarut dalam larutan per satuan waktu (kgmol/s)

A = luas permukaan partikel (m^2)

K_L = koefisien perpindahan massa (m/s)

C_{AS} = kelarutan jenuh solute A dalam larutan (kgmol/ m^3)

C_A = konsentrasi solute A dalam larutan pada waktu t (kgmol/ m^3)

a. Metode Ekstraksi Padat Cair

Metode ekstraksi berdasarkan ada tidaknya proses pemanasan dapat dibagi menjadi dua macam yaitu ekstraksi cara dingin dan ekstraksi cara panas (Hamdani, 2009):

- 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 dilakukan dengan cara merendam bahan dengan sekali-sekali dilakukan pengadukan. Pada umumnya perendaman dilakukan selama 24 jam, kemudian pelarut diganti dengan pelarut baru. Maserasi juga dapat dilakukan dengan pengadukan secara sinambung (maserasi kinetik). Kelebihan dari metode ini yaitu efektif untuk senyawa yang tidak tahan panas (terdegradasi karena panas), peralatan yang digunakan relatif sederhana, murah, dan mudah didapat. Namun metode ini juga memiliki beberapa kelemahan yaitu waktu ekstraksi yang lama, membutuhkan pelarut dalam jumlah yang banyak, dan adanya kemungkinan bahwa senyawa tertentu tidak dapat diekstrak karena kelarutannya yang rendah pada suhu ruang (Sarker, S.D., et al, 2006).

2. Perkolasi

Perkolasi merupakan metode ekstraksi dengan bahan yang disusun secara unggul 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. Kelebihan dari metode ini yaitu tidak diperlukan proses tambahan untuk memisahkan padatan dengan ekstrak, sedangkan kelemahan metode ini adalah jumlah pelarut yang dibutuhkan cukup banyak dan proses juga memerlukan waktu yang cukup lama, serta tidak meratanya kontak antara padatan dengan pelarut (Sarker, S.D., et al, 2006).

- 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). Pada umumnya dilakukan tiga sampai lima kali pengulangan proses pada rafinat pertama. 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 konstan dengan adanya pendingin balik (kondensor). Pada metode ini, padatan disimpan dalam alat soxhlet dan dipanaskan, sedangkan yang dipanaskan hanyalah pelarutnya. Pelarut terdinginkan dalam kondensor, kemudian mengekstraksi padatan. Kelebihan metode soxhlet adalah proses ekstraksi berlangsung secara kontinu, memerlukan waktu ekstraksi yang lebih sebentar

dan jumlah pelarut yang lebih sedikit bila dibandingkan dengan metode maserasi atau perkolasi. Kelemahan dari metode ini adalah dapat menyebabkan rusaknya solute atau komponen lainnya yang tidak tahan panas karena pemanasan ekstrak yang dilakukan secara terus menerus (Sarker, S. D., et al., 2006; Prashant Tiwari, et al., 2011).

b. Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Ekstraksi

Berikut faktor – faktor yang mempengaruhi ekstraksi (Ubay, 2011).

1. Jenis pelarut

Jenis pelarut mempengaruhi senyawa yang tersari, jumlah zat terlarut yang terekstrak dan kecepatan ekstraksi.

2. Suhu

Secara umum, kenaikan suhu akan meningkatkan jumlah zat terlarut ke dalam pelarut.

3. Rasio pelarut dan bahan baku

Jika rasio pelarut-bahan baku besar maka akan memperbesar pula jumlah senyawa yang terlarut. Akibatnya laju ekstraksi akan semakin meningkat.

4. Ukuran partikel

Laju ekstraksi juga meningkat apabila ukuran partikel bahan baku semakin kecil. Dalam arti lain, rendemen ekstrak akan semakin besar bila ukuran partikel semakin kecil.

5. Pengadukan

Fungsi pengadukan adalah untuk mempercepat terjadinya reaksi antara pelarut dengan zat terlarut.

6. Lama waktu

Lamanya waktu ekstraksi akan menghasilkan ekstrak yang lebih banyak, karena kontak antara zat terlarut dengan pelarut lebih lama.

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 apabila pemisahan campuran dengan cara destilasi tidak mungkin dilakukan (misalnya karena pembentukan azeotrop atau karena kepekaannya terhadap panas) atau tidak ekonomis. 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. Pada ekstraksi cair-cair, zat terlarut dipisahkan dari cairan pembawa (diluen) menggunakan pelarut cair. Campuran cairan pembawa dan pelarut ini adalah heterogen, jika dipisahkan terdapat 2 fase yaitu fase diluen (rafinat) dan fase pelarut (ekstrak). Perbedaan konsentrasi zat terlarut di dalam suatu fasa dengan konsentrasi pada keadaan setimbang merupakan pendorong terjadinya pelarutan (pelepasan) zat terlarut dari larutan yang ada. Gaya dorong (driving force) yang menyebabkan terjadinya proses ekstraksi dapat ditentukan dengan mengukur jarak sistem dari kondisi setimbang (Indra Wibawa, 2012).

Untuk mencapai proses ekstraksi cair-cair yang baik, pelarut yang digunakan harus memenuhi kriteria yaitu kemampuan tinggi melarutkan komponen zat terlarut di dalam campuran, kemampuan tinggi untuk diambil kembali, perbedaan berat jenis antara ekstrak dan rafinat lebih besar, pelarut dan larutan yang akan diekstraksi harus tidak mudah campur, tidak mudah bereaksi dengan zat yang akan diekstraksi, tidak merusak alat secara korosi, tidak mudah terbakar, tidak beracun dan harganya relatif murah (Martunus & Helwani, 2004;2005).

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 (documents.tips).

2.2.1 Klasifikasi Pelarut

Beberapa klasifikasi pelarut telah diusulkan. (Laitinen, 1960) mengusulkan empat jenis pelarut. Pelarut *Amfiprotik* mempunyai baik sifat asam maupun basa seperti halnya air. Sebagian, seperti metanol dan etanol, memiliki sifat asam-basa yang mirip dengan air dan bersama dengan air, disebut pelarut netral. Lainnya, yang disebut pelarut asam, seperti asam asetat, asam format, asam sulfat, dan asam klorida adalah asam – asam yang jauh lebih kuat dan basa – basa yang jauh lebih lemah daripada air. Pelarut basa seperti amonia cair dan etilendiamina mempunyai kebasaaan yang lebih besar dan keasamaan yang lebih kecil daripada air.

2.2.2 Pemilihan Pelarut

Pemilihan pelarut merupakan salah satu faktor yang penting dalam proses ekstraksi. Jenis pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi mempengaruhi jenis komponen aktif bahan yang terekstrak karena masing-masing pelarut mempunyai selektifitas yang berbeda untuk melarutkan komponen aktif dalam bahan. Menurut Perry (1984), berbagai syarat pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi, yaitu sebagai berikut:

- a. Memiliki daya larut dan selektivitas terhadap solute yang tinggi. Pelarut harus dapat melarutkan komponen yang diinginkan sebanyak mungkin dan sesedikit mungkin melarutkan bahan pengotor.
- b. Bersifat inert terhadap bahan baku, sehingga tidak bereaksi dengan komponen yang akan diekstrak.
- c. Reaktivitas. Pelarut tidak menyebabkan perubahan secara kimia pada komponen bahan ekstraksi.
- d. Tidak menyebabkan terbentuknya emulsi.
- e. Tidak korosif.

- f. Tidak beracun.
- g. Tidak mudah terbakar.
- h. Stabil secara kimia dan termal.
- i. Tidak berbahaya bagi lingkungan.
- j. Memiliki viskositas yang rendah, sehingga mudah untuk dialirkan.
- k. Murah dan mudah didapat, serta tersedia dalam jumlah yang besar.
- l. Memiliki titik didih yang cukup rendah agar mudah diuapkan.
- m. Memiliki tegangan permukaan yang cukup rendah.

Pada umumnya ekstraksi pektin dilakukan dengan ekstraksi asam yang menggunakan beberapa jenis asam seperti asam tartrat, asam malat, asam sitrat, asam laktat, asam asetat, asam fosfat tetapi terdapat kecenderungan untuk menggunakan asam mineral yang murah seperti asam sulfat, asam klorida, dan asam nitrat (Kertesz, 1951). Beberapa artikel saat ini, menyarankan untuk menggunakan asam klorida (Kalapathy dan Proctor, 2001; Hwang, et. al., 1998; Dinu, 2001) dan asam nitrat (Pagán, et. al., 2001).

- **Asam Klorida (HCl)**

Asam Klorida (HCl) memiliki *sinonim acidum hydrochloridum concentratum; chlorohydric acid; concentrated hydrochloric acid; E507*. Asam klorida berfungsi sebagai acidifying agent atau agen pengasam berupa larutan jernih, tidak berwarna, yang berasap dengan bau yang menyengat, memiliki titik didih sebesar 110⁰C pada pemanasan konstan dari 20,24% b/b HCl, dapat bercampur dengan air, larut dalam dietil eter, etanol 95%, dan metanol (Rowe, et. al., 2009).

Asam klorida sebaiknya disimpan dalam wadah yang tertutup dengan baik, dalam wadah gelas atau wadah inert lainnya pada temperatur di bawah 30⁰C dan harus terhindar dari senyawa alkali, logam, dan sianida karena dapat bereaksi dengan senyawa tersebut dengan menimbulkan sejumlah panas (Rowe, et. al., 2009).

a. Sifat Fisik

Ciri-ciri fisika asam klorida, seperti titik didih, titik leleh, massa jenis, dan pH tergantung pada konsentrasi atau molaritas HCl dalam larutan asam tersebut. Sifat-sifat ini berkisar dari larutan dengan konsentrasi HCl mendekati 0% sampai dengan asam klorida berasap 40% HCl. Asam klorida memiliki bau yang kuat, dan mengandung rasa asam yang khas dari kebanyakan asam. Asam klorida mudah larut dalam air pada semua konsentrasi.

Tabel 1. Sifat Fisik Asam Klorida

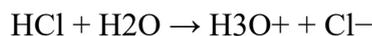
Konsentrasi		Massa Jenis	Molaritas	pH	Viskositas	Kapasitas Kalor Jenis	Tekanan Uap	Titik Didih	Titik Leleh
Kg HCl/kg	Kg HCl/m ³	Kg/l	Mol/dm ³		Mpa·s	Kj/(Kg·K)	Pa	°C	°C
10%	104,80	1,048	2,87	-0,5	1,16	3,47	0,527	103	-18
20%	219,60	1,098	6,02	-0,8	1,37	2,99	27,2	108	-59
30%	344,70	1,149	9,45	-1,0	1,70	2,60	1,410	90	-52
32%	370,88	1,159	10,17	-1,0	1,80	2,55	3,130	84	-43
34%	397,46	1,169	10,90	-1,0	1,90	2,50	6,733	71	-36
36%	424,44	1,179	11,64	-1,1	1,99	2,46	14,100	61	-30
38%	451,82	1,189	12,39	-1,1	2,10	2,43	28,000	48	-26

Suhu dan tekanan referensi untuk tabel diatas adalah 20⁰C dan 1 atm (101,325 kPa)

Sumber : wikipedia.org

b. Sifat Kimia

Hidrogen klorida (HCl) adalah asam monoprotik, yang berarti bahwa ia dapat terdisosiasi (terionisasi) melepaskan satu H⁺ (sebuah proton tunggal). Dalam larutan asam klorida, H⁺ ini bergabung dengan molekul air membentuk ion hidronium, H₃O⁺.



Asam Klorida dapat larut dalam alkali hidroksida, kloroform, dan eter. Merupakan oksidator kuat. Berainitas besar sekali terhadap unsur-unsur lainnya, sehingga dapat racun bagi pernapasan.

(wikipedia.org)

c. Kegunaan Asam Klorida

Asam klorida digunakan untuk sejumlah besar aplikasi skala kecil, seperti pengolahan kulit, pemurnian garam dapur, pembersih rumah tangga, dan konstruksi bangunan. Produksi minyak dapat dirangsang dengan menyuntikkan asam klorida ke dalam formasi batuan sumur minyak, melarutkan sebagian dari batu, dan menciptakan struktur berpori besar. Pengasaman sumur minyak adalah proses umum dalam industri produksi minyak Laut Utara.

Asam klorida telah digunakan untuk melarutkan kalsium karbonat, yaitu hal-hal seperti membersihkan kerak pada ketel dan untuk membersihkan lumpang pada pembuatan bata. Namun, ini merupakan cairan berbahaya yang harus digunakan dengan hati-hati. Ketika digunakan pada pembuatan bata reaksi dengan mortar hanya berlangsung sampai semua asam habis dikonversi, menghasilkan kalsium klorida, karbon dioksida, dan air:

Banyak reaksi kimia yang melibatkan asam klorida diterapkan dalam produksi makanan, bahan makanan, dan aditif makanan. Produk khusus termasuk aspartam, fruktosa, asam sitrat, lisin, protein nabati terhidrolisis sebagai pengaya makanan, dan dalam produksi gelatin. Asam klorida food grade (ekstra-murni) dapat ditambahkan pada produk akhir bila diperlukan.

(wikipedia.org)

2.3 Koefisien Transfer Masa pada Ekstraksi

Perpindahan massa terjadi ketika suatu komponen dalam suatu campuran berpindah dari satu fase ke fase lainnya oleh karena adanya perbedaan konsentrasi atau tekanan diantara dua titik. Perpindahan ini terjadi dari bagian berkonsentrasi tinggi ke bagian berkonsentrasi rendah, sehingga diperoleh beda konsentrasi yang minimal. Dari tiga fase yaitu fase padat, gas dan cair disini bisa terjadi beberapa kemungkinan terjadi kontak fase yaitu halnya gas dengan gas, gas-padat, gas-cair, cair-cair dan cair-padat. Dalam hal untuk mencapai kesetimbangan maka secara perlahan fase yang berkonsentrasi tinggi akan mendiffusi ke fase yang berkonsentrasi rendah (Mc Cabe dkk , 2005).

Nilai koefisien transfer massa ($k_L a$) pada ekstraksi padat-cair pada umumnya ditentukan berdasarkan persamaan kecepatan perpindahan massa zat terlarut (solute) dari permukaan padatan ke cairan (pelarut) yang dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut (Treyball, 1980):

$$R_{\text{input}} - R_{\text{output}} + R_{\text{reaction}} = R_{\text{accumulation}} \dots\dots\dots (2)$$

$$0 - 0 + k_L \cdot A_s (C_s - C_L) = \frac{d(C_L \cdot V_L)}{dt} \dots\dots\dots (3)$$

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

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,

$$K_L \cdot \frac{A_s}{V_L} (C_s - C_L) = \frac{dC_L}{dt} \dots\dots\dots (5)$$

$$\frac{A_s}{V_L} = a \dots\dots\dots (6)$$

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

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

$$\frac{dC_L}{(C_s - C_L)} = K_L a \cdot dt \dots\dots\dots (8)$$

$$-\ln(C_s - C_L) = K_L a \cdot dt \dots\dots\dots (9)$$

Dengan menggunakan data konsentrasi larutan setiap saat (yang diperoleh dari pengamatan), berdasar persamaan (9) dapat dibuat grafik hubungan antara waktu (t) dan $-\ln(C_s - C_L)$. Grafik yang diperoleh merupakan grafik yang berupa garis lurus dengan besarnya tangen arah (kemiringan garis) sama dengan nilai koefisien transfer massa ($k_L a$).

2.4 Pisang Kepok (*Musa balbisiana*)

2.4.1 Uraian Umum Pisang

Pisang adalah tanaman herba yang berasal dari kawasan Asia Tenggara (termasuk Indonesia). Tanaman buah ini kemudian menyebar luas ke kawasan Afrika (Madagaskar), Amerika Selatan dan Amerika Tengah. Penyebaran tanaman ini selanjutnya hampir merata ke seluruh dunia, yakni meliputi daerah tropik dan subtropik, dimulai dari Asia Tenggara ke timur melalui Lautan Teduh sampai ke Hawaii. Selain itu tanaman pisang menyebar ke barat melalui Samudera Atlantik, Kepulauan Kenari sampai Benua Amerika (Suyanti dan Supriyadi, 2008).

Produksi pisang dunia dalam 120 negara diperkirakan mencapai 68 juta setiap tahunnya. Negara-negara Asia Tenggara penghasil pisang yang terkenal diantaranya adalah Filipina, Thailand, Malaysia dan Indonesia. Indonesia, Filipina dan Thailand merupakan negara penghasil pisang nomor satu di kawasan Asia Tenggara (Verheij dan Coronel, 1992).

Pemanfaatan pisang telah meluas di kalangan masyarakat, baik dari mulai daun, batang, bunga, buah hingga kulitnya. Buah pisang memiliki kandungan kalium yang tinggi, tingginya kandungan kalium dalam pisang membantu mengatasi stress yang memacu gangguan sulit tidur dengan cara menurunkan tekanan darah dan menyingkirkan rintangan berupa penyumbatan dalam pembuluh darah (Apriadji, 2007). Mencegah stroke, memberikan tenaga untuk berfikir dan menghindari kepikunan atau mudah lupa (Suyanti dan Supriyadi, 2008). Kulit buah pisang selain untuk pakan ternak juga dapat dijadikan sebagai bahan campuran krim anti nyamuk. Kulit buah pisang juga dapat diekstrak untuk dibuat pektin. Bagian dalam kulit pisang matang yang dikerok dan dihancurkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan nata pisang. Sementara tepung kulit pisang yang dicampur dengan ampas tahu dapat digunakan sebagai pakan ayam buras untuk meningkatkan pertumbuhannya. Manfaat lainnya dapat dijadikan sebagai pembunuh larva serangga, yakni dengan menambahkan sedikit urea dan pemberian bakteri. Berdasarkan hasil temuan dari Taiwan diketahui

bahwa kulit pisang yang mengandung vitamin B6 dan serotonin dapat diekstrak dan dimanfaatkan untuk kesehatan mata (Suyanti dan Supriyadi, 2008).

2.4.2 Klasifikasi Pisang Kepok

Berikut adalah klasifikasi dari pisang kepok berdasarkan *Herbarium Bogoriense*:

Jenis : *Musa balbisiana* (grup ABB) Suku : *Musaceae*

Sehingga taksonomi dari *Musa balbisiana* berdasarkan United States Department of Agriculture (USDA) adalah:

Kerajaan	: <i>Plantae</i>	Subkelas	: <i>Zingiberidae</i>
Subkerajaan	: <i>Tracheobionta</i>	Ordo	: <i>Zingiberales</i>
Superdivisi	: <i>Spermatophyta</i>	Famili	: <i>Musaceae</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>	Genus	: <i>Musa L.</i>
Kelas	: <i>Liliopsida</i>	Spesies	: <i>Musa balbisiana</i>



Sumber: Koleksi Pribadi

Gambar 1. Pisang Kepok

Pisang kepok (*Musa balbisiana*) merupakan jenis triploid diberi simbol ABB (Nasir, 2003). Hibridisasi beragam *Musa balbisiana* menghasilkan keturunan hibrida yang sebagian besar steril terutama genom AB (*dessert bananas*), AAB (*plantains*) dan ABB (*cooking bananas*) (OECD, 2010). *Musa balbisiana* tersebar dari India termasuk Kepulauan Andam hingga Myanmar utara (Burma), Thailand dan Indocina ke Cina Selatan dan Filipina. *Musa balbisiana* merupakan salah satu spesies yang berasal dari Indocina (OECD, 2010).

Menurut Cahyono (2009) pisang kepok memiliki banyak jenis, namun yang terkenal adalah pisang kepok kuning dan kepok putih. Daging buah pisang kepok kuning berwarna putih sedangkan kepok putih berwarna putih. Daging buahnya

bertekstur agak keras. Pisang kepok kuning memiliki rasa yang lebih manis dan enak dibandingkan kepok putih. Buah pisang kepok tidak beraroma harum. Kulit buah pisang kepok sangat tebal, pada buah yang sudah masak berwarna hijau kekuningan. Dalam satu tandan bisa terdapat hingga 16 sisir dan pada setiap sisirnya terdapat hingga 20 pisang, berat setiap tandannya sekitar 14-22 kg. Buah pisang kepok cocok untuk disantap dalam bentuk olahan.

2.4.3 Kandungan Kimia Kulit Pisang

Kulit pisang merupakan sumber yang kaya pati (3%), protein kasar (6-9%), lemak kasar (3,8-11%), serat makanan total (43,2-49,7%), dan asam lemak ganda tak jenuh (PUFA), terutama asam linoleat dan α -linolenat, pektin, asam amino esensial (leusin, valin, fenilalanin dan treonin) dan mikronutrien (K, P, Ca, Mg).

Kulit pisang juga merupakan sumber yang baik dari lignin (6-12%), pektin (10-21%), selulosa (7,6-9,6%), hemiselulosa (6,4-9,4%) dan asam galaktouronat. Pektin yang diekstrak dari kulit pisang juga mengandung glukosa, galaktosa, arabinosa, rhamnosa, dan xilosa. Mikronutrien (Fe dan Zn) ditemukan dalam konsentrasi tinggi pada kulit dibandingkan pada pulp. Sehingga, kulit bisa menjadi bahan pakan yang baik untuk ternak dan unggas. Kulit pisang juga dapat digunakan dalam minuman anggur, produksi etanol, sebagai substrat untuk produksi biogas dan sebagai bahan dasar untuk ekstraksi pektin. Ekstrak etanol kulit *Musa sapientum* dapat digunakan penghambat korosi untuk baja ringan. Kulit pisang juga dapat digunakan di pabrik pengolahan air limbah (Mohapatra, et al., 2010).

2.4.4 Kegunaan Kulit Pisang

Kulit pisang memiliki beberapa manfaat, diantaranya dapat dijadikan makanan ternak dan sebagai bahan pakan pelengkap alternatif ketika terjadi krisis pangan. Kulit pisang memiliki kandungan kelembapan yang tinggi, yaitu sekitar 15% DM (FAO, 2012) sehingga tetap menjaga cairan tubuh hewan. Menurut Tan Pei Tee dan Halijah Hasan (2011) dalam penelitiannya yang mengenai aktivitas mirip antidepresan dari ekstrak kulit pisang terhadap mencit didapatkan hasil

bahwa ekstrak kulit pisang kuning dan hijau yang diberikan secara oral dengan dosis 200 dan 400 mg/ dapat berperan sebagai antidepresan dengan dilakukan test FST dan TST. Kulit pisang juga memiliki kemampuan sebagai adsorben yang mampu menyerap arsenic (Saima et.al.,2008), Cu(II) dan Pb(II) (Renata et.al.,2011) yang terkandung dalam air tanah yang tercemar.

2.5 Pektin

2.5.1 Pengertian, Sumber dan Struktur Pektin

Berdasarkan Herbstreith dan Fox (2005) kata pektin berasal dari bahasa Latin “pectos” yang berarti pengental atau yang membuat sesuatu menjadi keras atau padat. Pektin ditemukan oleh Vauquelin dalam jus buah sekitar 200 tahun yang lalu. Pada tahun 1790, pektin belum diberi nama. Nama pektin pertama kali digunakan pada tahun 1824, yaitu ketika Braconnot melanjutkan penelitian yang dirintis oleh Vauquelin. Braconnot menyebut substansi pembentuk gel tersebut sebagai asam pektat.

Menurut Hasbullah (2001) yang dijelaskan dalam Tarigan, et al., (2012) pektin merupakan polisakarida kompleks yang bersifat asam yang terdapat dalam jumlah bervariasi, terdistribusi secara luas dalam jaringan tanaman. Umumnya pektin terdapat di dalam dinding sel primer. Khususnya di sela-sela antara selulosa dan hemiselulosa. Pektin juga berfungsi sebagai bahan perekat antara dinding sel yang satu dengan yang lainnya. Substansi pektin tersusun dari asam poligalakturonat, dimana gugus karboksil dari unit asam poligalakturonat dapat teresterifikasi sebagian dengan metanol.

Winarno (2002) mengemukakan komposisi kandungan protopektin, pektin, dan asam pektat dalam buah sangat bervariasi dan tergantung pada derajat kematangan buah. Pada umumnya protopektin yang bersifat tidak larut dalam air dan lebih banyak terdapat pada buah-buahan yang belum matang. Dwidjoseputro (1983) menjelaskan bahwa di dalam buah-buahan yang masih muda, sel-sel yang satu dengan sel-sel yang lain masih dipersatukan dengan kuat oleh protopektin tersebut. Akan tetapi jika buah menjadi dewasa, maka sebagian dari protopektin mengalami penguraian menjadi pektin karena pertolongan enzim protopektinase.

Hal ini mengakibatkan terlepasnya sel-sel satu dari yang lain, sehingga buah menjadi lunak. Selanjutnya enzim pektinase meneruskan pengubahan pektin menjadi asam-pektat, hal mana menyebabkan buah menjadi matang.

Adapun Rowe, et al., (2006) menjelaskan bahwa pektin merupakan molekul dengan bobot molekul tinggi, konstituen dalam tanaman yang menyerupai karbohidrat, terutama terdiri dari unit rantai asam galakturonat terikat dengan ikatan 1,4- α -glukosida, dengan berat molekul 30.000-100.000. Pektin merupakan kompleks polisakarida yang terutama terdiri dari residu asam D-galakturonat yang teresterifikasi dalam rantai α -(1-4). Gugus asam sepanjang rantai sebagian besar teresterifikasi membentuk kelompok metoksil. Kadar metoksil pektin bervariasi tergantung pada derajat metilasi (Madhav dan Pushpalatha, 2002).

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).

Senyawa pektin adalah asam pektat, asam pektinat, dan protopektin yaitu sebagai berikut :

1. Asam Pektat

Asam pektat adalah senyawa asam galakturonat yang bersifat koloid dan pada dasarnya bebas dari kandungan metil ester (Winarno dan Aman, 2002).

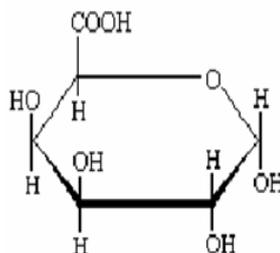
2. Asam Pektinat

Asam pektinat adalah asam poligalakturonat yang bersifat koloid dan mengandung sejumlah metil ester. Pektin merupakan asam pektinat dengan kandungan metil ester dan derajat netralisasi yang berbeda-beda (Winarno dan Aman, 2002).

3. Protopektin

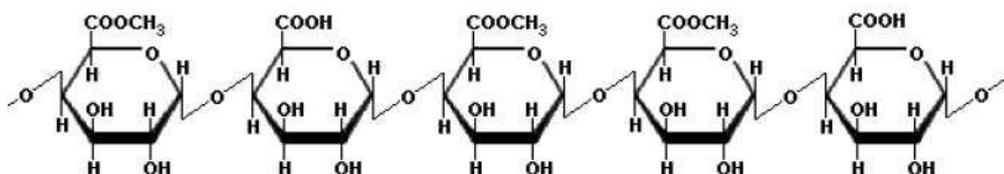
Protopektin adalah substansi pektat yang tidak larut dalam air, terdapat dalam tanaman, jika dipisahkan secara hidrolisis akan menghasilkan asam pektinat (Klavons, et. al., 1995).

Pektin tersusun atas molekul asam galakturonat yang berikatan dengan ikatan α - (1-4)-glikosida sehingga membentuk asam poligalakturonat. Gugus karboksil sebagian teresterifikasi dengan metanol dan sebagian gugus alkohol sekunder terasetilasi (Herbstreith dan Fox, 2005 dalam Hariyati, 2006). Gambar 2 di bawah ini menunjukkan struktur kimia unit asam α -galakturonat.



Gambar 2. Struktur Kimia Asam α -Galakturonat

Menurut Hoejgaard (2004) dalam Hariyati (2006), 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 3 di bawah ini menunjukkan struktur kimia asam poligalakturonat.



Gambar 3. 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 dalam Hariyati, 2006).

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 dalam Hariyati, 2006). Selain asam D-galakturonat sebagai komponen utama, pektin juga memiliki D-galaktosa, L-arabinosa, dan L-ranosa dalam jumlah yang bervariasi. Komposisi kimia pektin sangat bervariasi tergantung pada sumber dan kondisi yang dipakai dalam isolasinya (Willats dkk., 2006 dalam Hariyati, 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.

Berdasarkan Farmakope Indonesia Edisi IV (1995) pektin berupa serbuk kasar atau halus, berwarna putih kekuningan, hampir tidak berbau dan mempunyai rasa musilago. Pektin hampir larut sempurna dalam 20 bagian air, membentuk cairan kental, opalesen, larutan koloidal mudah dituang dan bersifat asam terhadap lakmus, praktis tidak larut dalam etanol atau pelarut organik lain. Pektin larut dalam air lebih cepat jika, permukaan dibasahi dengan etanol, dengan gliserin, atau dengan sirup simplek atau jika permukaan dicampur dengan 3 bagian atau lebih sukrosa.

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.

Gliksman (1969) di dalam Hariyati (2006) memaparkan pembentukan gel pektin metoksil tinggi terjadi melalui ikatan hidrogen diantara gugus karboksil bebas dan antara gugus hidroksil. Pada pektin metoksil rendah, kemampuan membentuk gel dengan gula dan asam hilang. Sebaliknya pektin ini mampu membentuk gel dengan adanya ion kalsium.

Rouse (1977) serta Chang dan Miyamoto (1992) menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan gel dengan tingkat kekenyalan dan kekuatan tertentu meliputi pH, konsentrasi pektin, suhu, ion kalsium, dan gula (Hariyati, 2006). Kekentalan larutan pektin mempunyai kisaran yang cukup lebar tergantung pada konsentrasi pektin, garam, dan ukuran rantai asam poligalakturonat.

Meskipun pektin umumnya terkandung di sebagian besar jaringan tanaman, namun sumber yang dapat digunakan untuk pembuatan pektin komersial sangat terbatas. Hal demikian dikarenakan kemampuan pektin untuk membentuk gel tergantung pada ukuran molekul dan derajat esterifikasi (DE). Pektin dari sumber yang berbeda tidak memiliki kemampuan membentuk gel yang sama karena adanya variasi dalam parameter ini (Sriamornsak, 2003).

2.5.4 Isolasi Pektin

a. Ekstraksi Pektin

Ekstraksi pektin dari buah-buahan didasarkan pada sifat pektin yang dapat larut dalam air, sedangkan sebagian besar polisakarida lain, seperti selulosa dan hemiselulosa yang bersama-sama pektin menyusun dinding sel tanaman, bersifat tidak larut air (Prasetyowati, 2009). Faktor-faktor yang berpengaruh dalam ekstraksi pektin antara lain sebagai berikut :

1. Derajat keasaman larutan ekstraksi (pH)

Kandungan ion hidrogen berpengaruh karena dapat mensubstitusi kalsium dan magnesium dari molekul protopektin sehingga menyebabkan protopektin terhidrolisis menghasilkan pektin yang larut dalam air (Prasetyowati, 2009).

2. Waktu kontak antara bahan baku dengan pelarut

Waktu kontak atau lama ekstraksi berpengaruh terhadap banyaknya ion hidrogen yang berhasil mensubstitusi kalsium dan magnesium dari protopektin sehingga akan menentukan jumlah pektin yang dapat terlarut dalam air (Prasetyowati, 2009).

3. Ukuran partikel yang diekstraksi

Ukuran partikel akan berpengaruh terhadap luas permukaan sentuhan antara

solvent dan solute sehingga akan mempengaruhi jumlah pektin yang terlarut dalam air (Prasetyowati, 2009).

4. Suhu ekstraksi

Suhu ekstraksi akan mempengaruhi ikatan antar molekul protopektin, di mana suhu yang tinggi menyebabkan ikatan antara molekul-molekul protopektin tersebut mudah terlepas dan larut dalam air (Prasetyowati, 2009).

5. Rasio pelarut dan bahan ekstraksi

Rasio antara pelarut dan bahan ekstraksi berpengaruh terhadap jumlah pektin karena umumnya pelarut memiliki keterbatasan untuk mengikat molekul-molekul pektin (Prasetyowati, 2009).

6. Jenis pelarut

Keberhasilan proses ekstraksi juga dipengaruhi oleh pemilihan pelarut yang tepat dengan kriteria seperti selektivitas, kelarutan, kemampuan tidak saling bercampur, reaktivitas, titik didih, dan kriteria-kriteria pendukung lainnya, seperti murah, tersedia dalam jumlah besar, tidak beracun, tidak dapat terbakar, tidak eksplosif bila bercampur dengan udara, tidak korosif, memiliki viskositas yang rendah, serta stabil secara kimia dan termis (Prasetyowati, 2009).

7. Jenis bahan yang diekstraksi

Jika bahan yang diekstraksi memiliki struktur yang lunak maka ekstraksi dapat berlangsung lebih cepat dan banyak molekul yang akan terlarut, tetapi jika bahan yang diekstraksi memiliki struktur yang keras maka diperlukan perlakuan khusus agar bahan tersebut mudah diekstraksi (Prasetyowati, 2009).

b. Pengendapan Pektin

Proses pengendapan 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 koloid hidrofilik, lebih utama distabilkan oleh hidrasi partikelnya

daripada oleh muatannya, sehingga dengan penambahan alkohol dapat mendehidrasi pektin sehingga mengganggu stabilitas larutan koloidalnya sehingga pektin akan terkoagulasi (Rouse, 1977 dalam Hariyati, 2006). Menurut Prasetyowati (2009), pengendapan pektin dilakukan dengan penambahan alkohol yang bersifat sebagai pendehidroksi dengan bobot molekul yang rendah, sehingga akan bercampur sempurna dengan air melalui ikatan hidrogen dan akan mengurangi jumlah ion atau molekul air yang mengelilingi pektin, sehingga keseimbangan antara pektin dengan air akan terganggu dan pektin akan mengendap.

Pengendapan pektin dapat dilakukan dengan alkohol 95% yang mengandung 2 mL asam klorida setiap satu liter. Pengendapan secara komersial biasa digunakan alkohol dan garam metal seperti alumunium hidroksida, kalium sulfat, atau alumunium sulfat (Ranganna, 1977 dalam Hariyati, 2006).

c. Pencucian Pektin

Koh, et. al. (2014) melakukan pencucian pektin dengan etanol 70% sebanyak dua kali dilanjutkan dengan etanol 95% hingga filtrat bekas pencucian tidak berwarna. Maulidiyah, et. al. (2014) melakukan pencucian pektin dengan menambahkan etanol 96% sambil diaduk yang dilakukan beberapa kali hingga pektin tidak bereaksi dengan asam. Susilowati, et. al. (2013) juga melakukan pencucian pektin menggunakan alkohol hingga pH netral dan menghasilkan pektin dengan warna yang lebih bersih dan putih.

d. Pengeringan Pektin

Tahap akhir dari produksi pektin adalah pengeringan endapan pektin, di mana dianjurkan dilakukan pada tekanan yang rendah agar pektin tidak terdegradasi. Hanum, et. al. (2012) melakukan pengeringan pektin dalam oven pada suhu 40°C selama 8 jam. Azad, et. al. (2014) menggunakan cabinet drier untuk mengeringkan pektin dengan suhu 40⁰C selama 24 jam. Koubala, et. al. (2008) mengeringkan pektin dengan vacuum-drying pada suhu 50⁰C selama satu malam.

2.5.5 Karakterisasi Pektin

Pektin komersial harus memenuhi syarat mutu International Pectin Producers Association (IPPA) dan Food Chemicals Codex serta spesifikasi seperti dalam farmakope. Karakteristik pektin tergantung dari kondisi ekstraksi pektin, di mana hasil ekstraksi terbaik biasanya diperbandingkan dengan pektin komersial. Hal ini dilakukan karena jika diaplikasikan pada industri, kebutuhan energi untuk peningkatan suhu dan lama ekstraksi akan meningkatkan biaya produksi. Apabila perlakuan suhu terendah dan waktu paling cepat dapat memberikan hasil yang masih dapat diperbolehkan oleh IPPA, Food Chemicals Codex, dan Farmakope, maka hal ini akan sangat menguntungkan jika diaplikasikan (Fitriani, 2003).

Berikut adalah standar mutu dan spesifikasi pektin berdasarkan IPPA (2003), Food Chemicals Codex (2004), dan Handbook of Pharmaceutical Excipients, 6th Edition (2009) :

Tabel 2. Spesifikasi Standar Mutu Pektin

Karakteristik	Nilai
Kadar air (maksimum)	12%
Kadar abu (maksimum)	10%
Berat ekuivalen	600-800
Kandungan metoksil:	
• Pektin bermetoksil tinggi	>7,12%
• Pektin bermetoksil rendah	2,5-7,12%
Kandungan asam galakturonat (minimum)	65%
Derajat esterifikasi untuk	
• Pektin ester tinggi (minimum)	50%
• Pektin ester rendah (maksimal)	50%

Pektin komersial harus memenuhi syarat mutu International Pectin Producers Association (IPPA) dan Food Chemical Codex serta spesifikasi dalam Farmakope di atas. Karakteristik pektin tergantung dari kondisi ekstraksi pektin, dan sifat fisik pektin tergantung dari karakteristik kimia pektin. Pektin hasil ekstraksi terbaik biasanya diperbandingkan dengan pektin komersial. Hal ini dilakukan karena jika diaplikasikan pada industri kebutuhan energi untuk peningkatan suhu dan lama ekstraksi akan meningkatkan biaya produksi. Apabila perlakuan suhu terendah dan waktu paling cepat dapat memberi hasil yang masih diperbolehkan oleh International Pectin Producers Association, Food Chemical

Codex dan Farmakope maka hal ini akan sangat menguntungkan jika diaplikasikan (Fitriani, 2003).

a. Kadar Air

Pengukuran kandungan air yang berada di dalam bahan (Departemen Kesehatan, 2000). Kadar air suatu bahan berpengaruh terhadap masa simpan. Kadar air yang tinggi menyebabkan kerentanan terhadap aktivitas mikroba (Budiyanto dan Yulianingsih, 2008).

b. 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 (Budiyanto dan Yulianingsih, 2008). Prinsip penetapan kadar abu adalah bahan dipanaskan pada temperatur dimana senyawa organik dan turunannya terdestruksi dan menguap, sehingga tinggal unsur mineral dan anorganik (Departemen Kesehatan, 2000).

c. Berat Ekivalen

Berat ekivalen merupakan ukuran terhadap kandungan gugus asam galakturonat bebas (tidak teresterifikasi) dalam rantai molekul pektin. Asam pektat murni merupakan zat pektat yang seluruhnya tersusun dari asam poligalakturonat yang bebas dari gugus metil ester atau tidak mengalami esterifikasi. Semakin rendah kadar pektin akan menyebabkan berat ekivalen semakin rendah (Ranganna, 1977).

d. Kadar Metoksil

Constenla dan Lozano (2003) mendefinisikan kadar metoksil 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. 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, 1991 di dalam Hariyati, 2006).

e. Kadar Asam Galakturonat

Perhitungan kandungan asam galakturonat sangat penting untuk mengetahui kemurnian pektin. Kadar galakturonat dan muatan molekul pektin memiliki peranan penting dalam menentukan sifat fungsional larutan pektin. Kadar galakturonat dapat mempengaruhi struktur dan tekstur dari gel pektin (Sofiana, et al., 2012).

f. Derajat Esterifikasi (DE)

Derajat esterifikasi didefinisikan sebagai persentase grup karboksil yang teresterifikasi. Pektin dengan derajat esterifikasi di atas 50% dinamakan pektin tinggi metoksi dan derajat esterifikasi di bawah 50% dinamakan pektin rendah metoksi (Siamornsak, 2003). Derajat esterifikasi merupakan persentase jumlah residu asam galakturonat yang gugus karboksilnya teresterifikasi dengan etanol. Semakin tinggi suhu dan lama proses ekstraksi dapat menyebabkan degradasi gugus metil ester pada pektin menjadi asam karboksil oleh adanya asam. Ikatan glikosidik gugus metil ester dari pektin cenderung terhidrolisis menghasilkan asam galakturonat. Jika ekstraksi dilakukan terlalu lama, pektin akan berubah menjadi asam pektat yang asam galakturonatnya bebas dari gugus metil ester. Jumlah gugus metil ester menunjukkan jumlah gugus karboksil yang tidak teresterifikasi atau derajat esterifikasi (Budiyanto dan Yulianingsih, 2008).

2.5.6 Aplikasi Pektin

Pektin adalah produk alami yang dapat ditemukan dalam dinding sel dari semua tanaman tingkat tinggi, umumnya digunakan sebagai agen pembentuk gel, pengental, dan penstabil. Saat ini pektin merupakan komponen yang tidak terpisahkan dari berbagai macam produk baik dalam industri makanan, seperti untuk produksi selai, gula-gula, pasta, dan produk susu. Pektin juga dapat dimanfaatkan dalam industri non-pangan, seperti dalam farmasi dan kosmetik. Beberapa tahun terakhir manfaat pektin semakin penting dan dibutuhkan oleh konsumen (IPPA, 2003).

Pektin digunakan secara luas sebagai komponen fungsional pada industri makanan karena kemampuannya membentuk gel encer dan menstabilkan protein (May, 1990). Penambahan pektin pada makanan akan mempengaruhi proses metabolisme dan pencernaan khususnya pada adsorpsi glukosa dan kolesterol (Baker, 1994). Dalam industri makanan dan minuman, pektin dapat digunakan sebagai bahan pemberi tekstur yang baik pada roti dan keju, bahan pengental, dan stabilizer pada minuman sari buah.

Selain itu, pektin juga berperan sebagai bahan pokok pembuatan jelly, jam, dan marmalades (Herbstreith dan Fox, 2005). Pektin dengan sendirinya atau dengan sifat pembentuk gelnya memiliki potensi yang baik dalam bidang farmasi. Pektin digunakan untuk mengatasi konstipasi, sebagai salah satu bahan utama yang digunakan dalam kaopektat bersama dengan kaolinit, pelega tenggorokan (demulcent), sumber serat, dan komponen propilaktik alami untuk melawan keracunan kation toksik (Malviya, 2011). Pektin melalui pembuluh darah dapat memperpendek waktu koagulasi darah yang berguna untuk mengendalikan pendarahan. Pada industri farmasi, pektin digunakan sebagai polimer mukoadhesif, gelling agent, pengental, pengikat air, stabilator, emulsifier bagi preparat cair dan sirup, obat diare pada bayi dan anak-anak, obat penawar racun logam, dan bahan penyusut kecepatan absorpsi berbagai macam obat. Selain itu, pektin juga berfungsi sebagai bahan kombinasi untuk memperpanjang kerja hormon dan antibiotik, bahan pelapis perban (pembalut luka) untuk menyerap kotoran dan jaringan rusak, serta bahan injeksi untuk mencegah pendarahan (Towle dan Christensen, 1973, 2006; Malviya, 2011).

Pektin merupakan salah satu tipe serat pangan yang bersifat larut dalam air karena merupakan serat yang berbentuk gel, dapat memperbaiki otot pencernaan, dan mendorong sisa makanan pada saluran pembuangan. Dalam usus besar, mikroorganisme mendegradasi pektin dan membebaskan rantai pendek asam lemak yang memiliki pengaruh positif pada kesehatan atau dikenal sebagai efek prebiotik. Pektin juga dikenal sebagai antikolesterol karena dapat mengikat asam empedu yang merupakan hasil akhir metabolisme kolesterol. Semakin banyak asam empedu yang berikatan dengan pektin dan terbuang ke luar tubuh, semakin

banyak kolesterol yang dimetabolisme sehingga menurunkan jumlah kolesterol tubuh. Selain itu, pektin juga dapat menyerap kelebihan air dalam usus, memperlunak feses, serta mengikat dan menghilangkan racun dari usus (Ide, 2009; Malviya, 2011).

Pektin merupakan senyawa yang menarik dalam bidang farmasi karena berpotensi sebagai carrier atau pembawa obat dalam formulasi pelepasan terkontrol dan dalam penargetan situs spesifik misalnya untuk penghantaran obat ke saluran pencernaan seperti matriks tablet, gel beads, dan film coated. Banyak teknik yang telah digunakan untuk memproduksi pektin berbasis sistem penghantaran, terutama ionotropik gelasi atau gel coating. Dengan teknik sederhana dan dengan profil toksisitas yang sangat aman, membuat pektin sebagai eksipien menarik dan menjanjikan dalam industri farmasi untuk aplikasi masa kini dan masa mendatang (Sriamornsak, 2003; Malviya, 2011).