

EKSTRAKSI DAN KARAKTERISASI PEKTIN DARI KULIT LABU KUNING

Nanan Nurdjanah dan Sri Usmiati

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian

Peningkatan pemanfaatan buah labu kuning akan berdampak terhadap limbah kulit labu kuning yang lebih banyak. Salah satu komponen yang terdapat pada kulit labu kuning adalah pektin. Oleh karena itu ada kemungkinan kulit labu kuning dapat diolah menjadi produk yang lebih bernilai berupa pektin. Metode yang digunakan untuk mengekstrak pektin dari jaringan tanaman sangat beragam. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui proses ekstraksi pektin yang optimal dari kulit labu kuning sehingga dihasilkan pektin yang bermutu. Penelitian dilakukan melalui dua tahap yaitu penelitian pendahuluan berupa analisis proksimat bahan baku kulit labu kuning dan penentuan rentang suhu dan waktu ekstraksi, dan penelitian utama berupa ekstraksi dan karakterisasi dari pektin yang dihasilkan. Penelitian utama menggunakan perlakuan kombinasi suhu dan waktu ekstraksi (sembilan kombinasi perlakuan) dengan 2 ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen pektin yang dihasilkan berkisar antara 6,31-8,70%, dengan kadar pektin sekitar 24,97-47,99%. Pektin yang dihasilkan termasuk jenis pektin bermetoksil rendah sekitar 2,93-4,09% (<7%). Dilihat dari nilai kadar air, kadar abu, dan kadar galakturonat, pektin yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi mutu pektin kering dari Kodeks Makanan Indonesia. Kondisi ekstraksi dan isolasi pektin dari kulit labu kuning yang optimum adalah perlakuan kombinasi suhu 80°C dengan waktu 80 menit.

Kata kunci : ekstraksi, pektin, kulit labu kuning

ABSTRACT. Nanan Nurdjannah and Sri Usmiati. 2006. Extraction and characterization of pectin derived from pumpkin shell. Increase of pumpkin diversification will produce more pumpkin shell as waste. One of compounds in pumpkin shell is pectin. For that reason, there is possibility that pumpkin shell can be processed to be a higher value product named pectin. There are several methods to extract pectin from plant tissue. The objective of this research is to find the optimum pectin extraction process from pumpkin shell to produce high quality pectin. The research was done in two steps, first was preliminary step which was done to analyze the physical and chemical characteristic of pumpkin shell as raw material and to determine the temperature and time of extraction to be applied on the main experiment as the second step of experiment. The second step were done to find out the optimum extraction time and temperature to produce pectin from pumpkin shell. The treatments was used combination of temperature and time of extraction (nine combination treatments) with two replications. The result showed that the yield of the pectin produced was between 6.31-8.70% with 24.97-47.99% pectin content. Pectin produced included to the low methoxyl pectin with methoxyl content about 2.93-4.09% (<7%). Based on the water, ash and galacturonate content, pectin produced met the dried pectin qualification from Indonesian Food Codex. The optimum temperature and time of pumpkin shell extraction was 80°C and 80 minutes respectively.

Keywords: extraction, pectin, pumpkin shell

PENDAHULUAN

Buah labu kuning di negara-negara maju sudah banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku industri makanan dan minuman. Di Indonesia pemanfaatan labu kuning mulai dikembangkan untuk berbagai produk baik setengah jadi seperti *puree* dan tepung, maupun produk jadi berupa es krim, makanan bayi, bubur untuk balita, kue kering, *cake*, ayam goreng tepung labu kuning dan lain-lain. Dengan peningkatan pemanfaatan buah labu kuning akan menghasilkan kulit labu kuning yang lebih banyak. Menurut Purwani *et al.* (2004), labu kuning terdiri atas 81% daging buah, 12,55% kulit dan 6,45% berupa biji dan jaring-jaring biji. Salah satu komponen yang terdapat pada kulit labu kuning adalah pektin. Oleh karena itu, ada kemungkinan kulit labu kuning dapat diolah menjadi produk yang lebih bernilai misalnya pektin.

Industri pektin di Indonesia cukup menjanjikan karena Indonesia merupakan negara pengimpor sekaligus pemakai pektin yang cukup besar. Menurut Muhidin (2003) pektin dalam industri makanan dan minuman dapat digunakan sebagai bahan pemberi tekstur yang baik pada roti dan keju, bahan pengental dan *stabilizer* pada minuman sari buah, serta bahan pokok pembuatan jeli, jem dan *marmalade*. Di bidang farmasi pektin digunakan sebagai *emulsifier* preparat cair dan sirup, obat diare pada bayi dan anak-anak, obat penawar racun logam, bahan penurun daya racun dan penaik daya larut obat-obatan sulfa, bahan penyusut kecepatan penyerapan bermacam-macam obat, bahan kombinasi untuk memperpanjang kerja hormon dan antibiotika, bahan pelapis perban (pembalut luka) untuk menyerap kotoran dan jaringan yang rusak atau hancur sehingga luka tetap bersih dan cepat sembuh, serta bahan injeksi untuk mencegah pendarahan.

Pektin mempunyai nilai ekonomi yang cukup tinggi. Harga eceran tepung pektin berkisar Rp 200.000/kg (Muhidin, 2003). Kebutuhan pektin Indonesia hingga saat ini mengandalkan impor dari Jerman dan Denmark. Jumlah pektin impor pada bulan Pebruari 2001 sebesar 2.790 kg dengan nilai sebesar US \$ 31.933 dan pada bulan Mei 2001 mengalami peningkatan menjadi 11.452 kg dengan nilai sebesar US \$ 98.666. Peningkatan impor pektin terjadi sebesar 24,36% (Biro Pusat Statistik, 2001).

Kodeks Makanan Indonesia (KMI) menyatakan bahwa pektin merupakan zat berbentuk serbuk kasar hingga halus, berwarna putih kekuningan, tidak berbau dan memiliki rasa seperti lendir (Anonymous, 1979). Sedangkan menurut Glicksman (1969) pektin kering yang telah dimurnikan merupakan kristal berwarna putih dengan kelarutan yang berbeda-beda sesuai kandungan metoksilnya.

Pektin secara umum terdapat dalam dinding sel primer tanaman khususnya di sela-sela antara selulosa dan hemiselulosa. Senyawa-senyawa pektin berfungsi sebagai perekat antara dinding sel yang satu dengan yang lain. Bagian antara dua dinding sel yang berdekatan tersebut dinamakan lamella tengah. Kandungan pektin dalam tanaman sangat bervariasi menurut jenis tanaman dan dari bagian-bagian jaringannya (Winarno, 1997). Komposisi kandungan protopektin, pektin dan asam pektat di dalam buah sangat bervariasi tergantung kepada derajat kematangan buah. Umumnya, protopektin yang tidak larut itu banyak terdapat pada buah-buahan yang belum matang.

Salah satu aspek yang membedakan pektin yang satu dengan yang lainnya adalah kandungan metil ester atau derajat esterifikasi (Fennema, 1985). Menurut Hoejgaard (2004), pektin merupakan asam poligalakturonat yang mengandung metil ester. Selanjutnya menurut Nussinovitch (1997), komponen utama pektin adalah asam D-galakturonat, juga terdapat D-galaktosa, L-arabinosa dan L-ramnosa dalam jumlah bervariasi sekitar 5-10 %.

Pektin yang dimanfaatkan untuk makanan merupakan polimer yang berisi unit asam galakturonik (sedikitnya

65%). Kelompok asam tersebut dalam bentuk asam bebas, metil ester, sodium, kalium, kalsium atau garam ammonium, dan dalam beberapa kelompok pektin amida (IPPA, 2002). Pektin berperan penting dalam industri makanan karena kemampuannya dalam membentuk gel (IFT, 1991; Walter, 1991). Pektin bermetoksil tinggi dapat digunakan untuk pembuatan selai dan jeli berkalori tinggi, pengental minuman dan sirup buah-buahan, pengemulsi, gel susu, puding, gel buah-buahan dan penstabil es krim. Pektin bermetoksil rendah dapat digunakan untuk pembuatan selai dan jeli berkalori rendah serta sebagai lapisan jeli pada produk-produk tertentu seperti untuk roti bakar (Glicksman, 1969).

Kualitas pektin komersial yang ditujukan untuk bahan makanan ditentukan oleh sifat-sifat fisik seperti warna dan cita rasa, kelarutan (untuk pektin padat), derajat jeli, kecepatan membeku, serta tidak mengandung bahan atau zat berbahaya bagi kesehatan. Pektin komersial sebagian besar terdiri atas polimer dan sebagian lagi metanol teresterifikasi yang terdapat pada rantai α -D-asam galakturonat. Molekul pektin dapat berisi 200-1000 rantai unit asam galakturonat. Beberapa pektin memiliki kelompok metil ester yang sebagian diganti oleh kelompok amida, maksimum 80% (Rolin dan De Vries, 1990).

Sifat fisik pektin yang berhubungan dengan penggunaannya dalam industri makanan, minuman dan obat seperti kelarutan, kekentalan dan kemampuan membentuk gel tergantung dari karakteristik kimia pektin seperti derajat esterifikasi (DE), berat molekul (BM), serta adanya senyawa-senyawa kimia yang secara alami terdapat bersama-sama dengan pektin, serta kondisi pelarut/larutan misalnya pH dan komponen-komponen terlarut seperti kation-kation (Guichard *et al.*, 1991). Umumnya pektin tidak larut dalam pelarut organik tetapi dapat dipisahkan dari larutannya oleh penambahan larutan metanol, etanol, isopropanol dan aseton (Nelson *et al.*, 1977).

Tahap-tahap pembuatan pektin meliputi ekstraksi, pengumpulan/pengendapan, pemurnian dan pengeringan. Metode ekstraksi pektin dari jaringan tanaman sangat beragam, tetapi umumnya menggunakan ekstraksi asam mineral atau asam organik, seperti asam natrium heksametafosfat (Sahari *et al.*, 2003), asam sulfat (Crues, 1958), asam klorida (Attri dan Maini, 1996), dan asam sitrat (Meilina, 2003). Pektin dari kulit buah jeruk dan apel diekstraksi dalam kondisi asam. Ekstraksi dengan menggunakan asam mineral menghasilkan rendemen yang lebih tinggi dibandingkan asam organik. Untuk menghasilkan pektin, asam mineral pada pH rendah lebih baik dibandingkan pH tinggi (Rouse dan Crandal, 1978).

Peranan asam dalam ekstraksi pektin adalah untuk melarutkan protopektin. Hal ini disebabkan pada kondisi asam, protopektin cenderung terhidrolisa menjadi asam

Tabel 1. Spesifikasi mutu pektin kering*)

Table 1. The Specification of dry pectin*)

Karakteristik / Characteristic	Nilai (maks)/ Value(max)
- Kadar air (%) Water content (%)	12
- Kadar abu (%) Ash content (%)	10
- Pektin bermetoksil tinggi (minimum) (%) High methoxyl pectine (minimum) (%)	7
- Pektin bermetoksil rendah (%) Low methoxyl pectine (%)	7
- Asam galakturonat (%) Galacturonic acid (%)	35
- Logam berat (mg/kg) Heavy metal (mg/kg)	40

*) Sumber/Source : Anonim (1979)

pektinat atau pektin yang larut. Proses pelarutan pektin menjadi asam pektinat dapat terjadi karena adanya substitusi ion polivalen protopektin oleh ion hidrogen ataupun karena putusannya ikatan antara asam pektinat dengan selulosa (Meilina, 2003). Menurut Kertesz (1951), peranan asam dalam ekstraksi pektin adalah untuk memisahkan ion polivalen, memutus ikatan antara asam pektinat dengan selulosa, menghidrolisis protopektin menjadi molekul yang lebih kecil dan menghidrolisis gugus metil ester pektin.

Efisiensi metode ekstraksi berkaitan dengan tiga faktor yaitu lama ekstraksi, suhu dan pH ekstraksi. Suhu ekstraksi yang tinggi dapat meningkatkan rendemen pektin (Towle dan Christensen, 1973). Namun, penggunaan suhu ekstraksi yang terlalu tinggi akan menghasilkan pektin yang tidak jernih, sehingga jeli yang diperoleh akan keruh dan kekuatan jeli berkurang (Kertesz, 1951). Ekstraksi pektin dari sayur-sayuran dan buah-buahan dilakukan pada kisaran pH 1,5-3,0 dengan suhu pemanasan 60°-100°C selama 0,5-1,5 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).

Tahap pengendapan pektin dapat dilakukan menggunakan alkohol, aseton, atau garam aluminium (Towle dan Christensen, 1973). Proses pengendapan pektin merupakan suatu proses pemisahan pektin dari larutannya. Pektin distabilkan terutama oleh hidrasi partikel, oleh sebab itu penambahan etanol dapat mendehidrasi pektin sehingga mengganggu stabilitas larutan koloid sehingga pektin terkoagulasi (Rouse, 1977). Untuk mengendapkan pektin, Rangana (1977) menggunakan alkohol 95% sebanyak dua kali volume filtrat, sedangkan Dewan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Industri Sumatra Barat (2004) menggunakan etanol 95% yang mengandung 2 ml asam klorida pekat setiap satu liter alkohol.

Pada tahap pemurnian pektin, Haryati dan Harjosuwito (1984) melakukan pencucian pektin dari ekstraksi limbah coklat dengan menggunakan alkohol 60% sampai bebas klorida. Pencucian dilanjutkan dengan alkohol 95% dan terakhir dengan aseton. Dewan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Industri Sumatra Barat (2004) melakukan pencucian pektin hanya dengan menggunakan alkohol 95% sampai pektin bebas klorida. Sedangkan Suradi (1984) melakukan pencucian pektin dari kulit jeruk dengan alkohol 80%, sampai bebas klorida.

Tahap pengeringan endapan pektin dapat dilakukan pada suhu kamar dengan sinar matahari atau oven. Menurut Dewan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Industri Sumatra Barat (2004), pektin kering markisa diperoleh

dengan mengeringkan endapan pektin yang telah dimurnikan dalam oven pada suhu 40°-60°C selama 6-10 jam. Rangana (1977) menganjurkan pengeringan dilakukan pada tekanan yang rendah agar pektin tidak terdegradasi. McCready (1965) menggunakan suhu 60°C di bawah tekanan selama 16 jam untuk pengeringan pektin kulit jeruk.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi optimum proses ekstraksi pektin dari kulit labu kuning serta mengetahui karakteristik pektin yang dihasilkan sebagai alternatif sumber pektin.

BAHATAN METODE

Bahan dan alat

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit labu kuning jenis *Cucurbita moschata* umur sekitar 4 bulan berasal dari Bogor dan Kuningan. Bahan-bahan kimia yang digunakan adalah air destilata, etanol 95%, indikator fenol merah, NaOH 0,1 N, HCl 0,25 N, NaOH 0,25 N, NaCl dan perak nitrat (AgNO_3).

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah panci *stainless steel*, timbangan, oven, pH meter, kain saring, *hot plate*, *magnetic stirrer*, *rheometer*, buret, dan alat-alat gelas (gelas piala, erlenmeyer, labu takar, dan lain-lain).

Metode penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Bogor dari bulan Oktober 2004 sampai dengan Februari 2005. Penelitian dilakukan melalui dua tahapan yaitu: (i) penelitian pendahuluan; dan (ii) penelitian utama. Penelitian pendahuluan berupa analisis proksimat bahan baku dan penentuan rentang suhu dan waktu ekstraksi. Penelitian utama berupa ekstraksi dan karakterisasi pektin yang dihasilkan.

1. Penelitian pendahuluan

a. Analisis proksimat bahan baku

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein dan kadar karbohidrat kulit labu kuning yang digunakan.

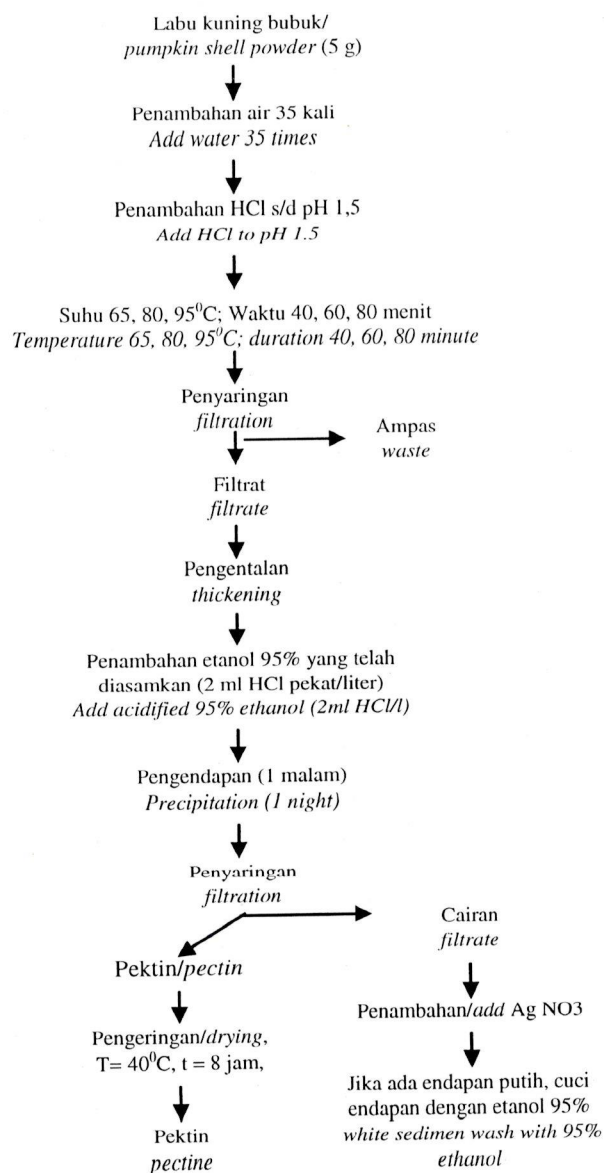
b. Penentuan rentang suhu dan waktu ekstraksi

Tahap ini dilakukan untuk menentukan suhu dan waktu ekstraksi yang akan dipakai pada penelitian utama. Penentuan ini dilakukan dengan mencoba beberapa perlakuan suhu dan waktu ekstraksi.

Persiapan bahan baku dilakukan dengan mengeringkan kulit labu kuning yang sudah bersih pada suhu 55°C selama 20 jam. Kulit labu kuning yang sudah kering diblender hingga menjadi bubuk. Bubuk kulit labu kuning ditimbang sebanyak 5 gram kemudian ditambahkan akuades sebanyak 35 kali bobot bahan baku dan HCl

sampai pH larutan menjadi 1,5. Campuran tersebut dipanaskan di atas *hot plate stirer* sambil diaduk dengan suhu dan waktu ekstraksi yang telah ditentukan yaitu: (1) Suhu ekstraksi 55; 65; 80; 95 dan 100°C; dan (2) Waktu ekstraksi 20; 40; 60; 80 dan 100 menit.

Selanjutnya campuran tersebut disaring, filtratnya didinginkan, kemudian ditambahkan etanol 95% yang telah diasamkan (satu liter etanol 95% diasamkan dengan 2 ml HCl pekat) sebanyak 1,5 kali filtrat dan diendapkan selama semalam. Endapan pektin disaring dan dicuci dengan etanol 95% sampai bebas klorida (klorida masih ada jika terdapat endapan putih pada etanol 95% bekas pencucian ketika ditambahkan perak nitrat). Endapan pektin bebas klorida dikeringkan kemudian ditimbang dan dihitung



Gambar 1. Diagram alir proses ekstraksi dan isolasi pektin dari labu kuning
Figure 1. The diagram of extraction and isolation of pectin from pumpkin shell

rendemennya. Diagram alir proses pembuatan pektin dapat dilihat pada Gambar 1.

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Endapan Pektin Kering} \times 100\%}{\text{Bahan Baku}}$$

2. Penelitian utama

Persiapan bahan dan ekstraksi yang dilakukan pada penelitian utama sama dengan pada penelitian pendahuluan, hanya jumlah bahan yang digunakan pada penelitian utama sebanyak 200 gram untuk setiap kombinasi perlakuan.

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan, maka perlakuan pada penelitian utama merupakan kombinasi suhu dan waktu ekstraksi yaitu sembilan kombinasi perlakuan: suhu 65°C waktu 30 menit (A1B1), suhu 80°C waktu 30 menit (A2B1), suhu 95°C 30 menit (A3B1), suhu 65°C waktu 60 menit (A1B2), suhu 80°C waktu 60 menit (A2B2), suhu 95°C waktu 60 menit (A3B2), suhu 65°C waktu 90 menit (A1B3), suhu 80°C waktu 90 menit (A2B3), dan suhu 95°C waktu 90 menit (A3B3), dengan dua ulangan.

Karakteristik pektin diketahui dengan mengamati jumlah rendemen pektin serta analisis terhadap parameter pengukuran yaitu kadar abu, kadar air, berat ekivalen, kadar metoksil, kadar galakturonat, derajat esterifikasi, kekentalan dan kadar pektin yang dihasilkan.

Kombinasi suhu dan waktu optimum untuk menghasilkan karakteristik pektin terbaik dilakukan dengan menggunakan metode peringkat berdasarkan nilai terbaik dari parameter pengukuran tersebut. Pemberian peringkat dilakukan dengan memberikan urutan terhadap sembilan kombinasi perlakuan untuk setiap parameter pengukuran yaitu dari angka 1 (satu) untuk peringkat pertama sampai angka 9 (sembilan) untuk peringkat kesembilan. Setelah membuat peringkat sembilan jenis parameter pengukuran, masing-masing dijumlahkan untuk tiap kombinasi perlakuan hingga didapat nilai akhir hasil penjumlahan. Jumlah nilai yang paling kecil merupakan kombinasi suhu dan waktu ekstraksi terbaik untuk menghasilkan karakteristik pektin dari kulit labu kuning yang terbaik. Pengambilan keputusan untuk membuat peringkat antara lain berdasarkan pertimbangan nilai ekonomis, efisiensi waktu, dan hasil pektin yang sesuai dengan Kodeks Makanan Indonesia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penelitian pendahuluan

1. Analisis proksimat

Hasil analisis proksimat terhadap kulit labu kuning segar disajikan pada Tabel 2. Kulit labu kuning mengandung kadar air yang tinggi (88,53%). Dalam penyimpanan, kadar air yang tinggi dapat mempercepat proses degradasi

senyawa pektin karena reaksi enzimatis menjadi asam pektat dan gula sederhana lainnya. Untuk keperluan ekstraksi pektin kulit labu dikeringkan dulu supaya komposisinya tidak berubah.

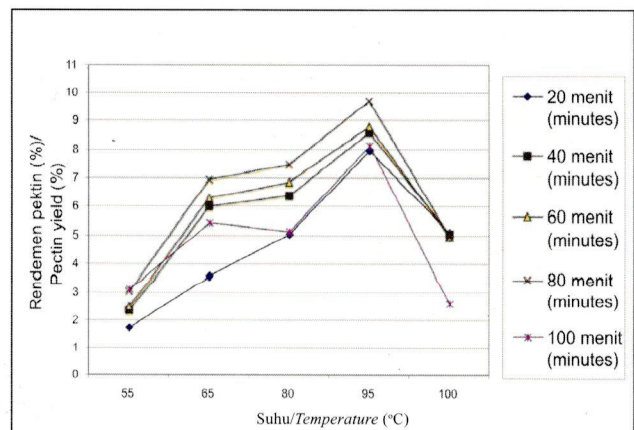
Menurut Fitriani (2003), pengeringan bahan baku sebelum proses ekstraksi pektin sangat berpengaruh terhadap hasil rendemen pektin. Bahan baku yang dikeringkan terlebih dahulu, menghasilkan rendemen pektin yang lebih besar dibandingkan dengan bahan baku yang masih segar. Hal ini dikarenakan pengeringan dapat lebih mempermudah difusi larutan pengeksrak ke dalam bahan baku, karena bahan baku yang masih dalam keadaan segar mengandung kadar air yang tinggi sehingga menutupi permukaan bahan yang menyulitkan difusi larutan asam ke dalam jaringan sel untuk mengekstrak pektinnya.

Tabel 2 menunjukkan bahwa kulit labu kuning masih mengandung kadar karbohidrat dan protein yang cukup tinggi dan kadar lemak yang rendah. Kadar pektin bervariasi pada selang yang besar disebabkan karena suhu dan waktu ekstraksi yang dipakai untuk ekstraksi berlainan.

2. Penentuan rentang suhu dan waktu ekstraksi

Tahap ini dilakukan untuk memperoleh suhu dan waktu ekstraksi yang optimum untuk proses ekstraksi pada penelitian utama. Grafik hubungan suhu dan waktu ekstraksi terhadap rendemen pada penelitian pendahuluan dapat dilihat pada Gambar 2. Rendemen yang dihasilkan pada penelitian pendahuluan berkisar antara 1,71-9,73%.

Ekstraksi sampai suhu 95°C dan kemudian turun kembali pada suhu ekstraksi 100°C, kemudian dapat dilihat pula bahwa rata-rata rendemen naik sampai waktu ekstraksi 60 menit dan kemudian turun kembali. Rendemen tertinggi diperoleh dari perlakuan suhu ekstraksi 95°C dengan waktu ekstraksi 60 menit. Peningkatan rendemen pada suhu ekstraksi 55, 65, 80 dan 95°C dengan waktu ekstraksi 20, 40, 60 dan 80 menit terjadi karena suhu ekstraksi yang lebih tinggi menyebabkan energi kinetik larutan pengeksrak meningkat sehingga semakin banyak larutan pengeksrak yang berdifusi ke dalam jaringan sel untuk mengekstrak pektin, sedangkan waktu ekstraksi yang



Gambar 2. Rendemen pektin yang dihasilkan dari setiap kombinasi perlakuan

Figure 2. The yield of pectin produced from every combination treatment

cukup lama memberikan peluang yang lebih banyak lagi bagi larutan pengeksrak untuk berdifusi ke dalam jaringan sel dan menghidrolisis protopektin menjadi pektin. Penurunan Rendemen pada suhu 100°C dengan bertambahnya waktu ekstraksi dikarenakan suhu yang terlalu tinggi dan waktu ekstraksi yang terlalu lama (100 menit) menyebabkan pektin yang sudah terekstrak mengalami degradasi kembali menjadi senyawa yang lebih sederhana.

Berdasarkan hasil tersebut diatas suhu ekstraksi yang digunakan pada penelitian lanjutan adalah 65, 80 dan 95°C dengan waktu ekstraksi 40, 60 dan 80 menit. Meskipun rendemen ekstraksi pada suhu 55°C meningkat dengan bertambahnya waktu ekstraksi, rendemen yang dihasilkan masih terlalu rendah.

B. Penelitian utama

Kulit labu kuning yang digunakan sebagai bahan baku dalam penelitian ini mengandung kadar gula dan protein yang cukup tinggi. Kandungan gula dan protein yang tinggi dapat memicu terjadinya proses *browning* atau karamelisasi yang berpengaruh pada warna tepung pektin yang dihasilkan.

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa tepung pektin yang dihasilkan berwarna coklat. Timbulnya warna coklat pada pektin tersebut kemungkinan disebabkan oleh reaksi antara gula dan asam amino dari protein yang dikenal sebagai reaksi pencoklatan non-enzimatis. Reaksi ini terjadi bila gula pereduksi bereaksi dengan senyawa yang memiliki gugus amina ($-NH_2$) seperti protein, asam amino, peptida dan amonia.

1. Rendemen

Hasil analisis statistik Kruskal-Wallis menunjukkan bahwa rendemen pektin kering seluruh kombinasi perlakuan tidak berbeda nyata pada taraf 5% (Tabel 3).

Tabel 2. Hasil analisis proksimat kulit labu kuning

Table 2. Proximate analyses of pumpkin shell

No.	Jenis Analisis	Hasil (%)
No	Analyses	Result (%)
1.	Kadar air Water content	88,53
2.	Kadar abu Ash content	0,76
3.	Kadar protein Protein	2,83
4.	Kadar lemak Fat	0,41
5.	Kadar karbohidrat Carbohydrate	7,47

Tabel 3. Rata-rata rendemen pektin perlakuan kombinasi suhu dan waktu ekstraksi

Table 3. The average of pectin yield on different temperature and time of extraction

Kombinasi perlakuan Combination of treatments	Rata-rata rendemen pektin (%) ± Simpangan baku Means of pectin yield (%) ± Standard Error
A1B1	6,31 ± 1,07
A1B2	6,54 ± 1,15
A1B3	7,04 ± 0,62
A2B1	7,19 ± 0,54
A2B2	7,69 ± 1,03
A2B3	7,96 ± 1,18
A3B1	8,31 ± 1,22
A3B2	8,56 ± 1,09
A3B3	8,70 ± 1,10

Keterangan/Remarks:

A1B1: suhu/temperature 65°C, waktu/time 30 menit/minute
 A2B1: suhu/temperature 80°C, waktu/time 30 menit/minute
 A3B1: suhu/temperature 95°C, waktu/time 30 menit/minute
 A1B2: suhu/temperature 65°C, waktu/time 60 menit/minute
 A2B2: suhu/temperature 80°C, waktu/time 60 menit/minute
 A3B2: suhu/temperature 95°C, waktu/time 60 menit/minute
 A1B3: suhu/temperature 65°C, waktu/time 90 menit/minute
 A2B3: suhu/temperature 80°C, waktu/time 90 menit/minute
 A3B3: suhu/temperature 95°C, waktu/time 90 menit/minute

Berdasarkan nilai rata-rata, suhu ekstraksi yang semakin tinggi semakin meningkatkan energi kinetik larutan pengeksrak sehingga difusi pelarut ke dalam sel jaringan semakin meningkat pula. Akibatnya pektin yang terlepas dari sel jaringan labu kuning meningkat. Semakin lama proses ekstraksi maka semakin banyak waktu untuk proses difusi pelarut ke dalam sel jaringan labu kuning, sehingga pektin yang dapat terekstrak semakin banyak. Akan tetapi waktu ekstraksi tetap harus diperhatikan dan diperhitungkan karena ekstraksi yang terlalu lama akan menyebabkan terdegradasinya pektin menjadi senyawa yang lebih sederhana karena terlalu lama kontak dengan asa yang akan menyebabkan rendemen pektin akan menurun.

2. Kadar air

Kadar air dalam bahan pangan penting diperhatikan mengingat banyaknya pengaruh yang dapat ditimbulkan oleh adanya air yang terikat. Kandungan air dalam bahan makanan mempengaruhi daya tahan bahan makanan dari serangan mikroba. Peningkatan daya tahan suatu bahan dapat dilakukan dengan pengeringan sehingga sebagian air dalam bahan dapat dihilangkan. Pengeringan pektin penelitian ini dilakukan pada suhu 40°C (untuk mencegah kerusakan pektin) selama 8 jam.

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa kadar air pektin akibat perlakuan tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% (Tabel 4).

Berdasarkan nilai rata-rata kadar air pektin pada suhu ekstraksi yang semakin tinggi relatif semakin meningkat, namun makin menurun seiring dengan lama waktu

Tabel 4. Rata-rata kadar air pektin perlakuan kombinasi suhu dan waktu ekstraksi

Table 4. The average of water content on different temperature and time of extraction

Kombinasi perlakuan Combination of treatments	Rata-rata kadar air pektin (%) ± Simpangan baku Means of water content (%) ± Standard Error
A1B1	8,62 ± 1,03
A1B2	8,02 ± 0,57
A1B3	7,78 ± 0,46
A2B1	8,54 ± 0,13
A2B2	8,05 ± 0,19
A2B3	7,60 ± 0,01
A3B1	9,90 ± 0,31
A3B2	9,63 ± 0,23
A3B3	9,40 ± 0,15

Keterangan/Remarks:

A1B1: suhu/temperature 65°C, waktu/time 30 menit/minute
 A2B1: suhu/temperature 80°C, waktu/time 30 menit/minute
 A3B1: suhu/temperature 95°C, waktu/time 30 menit/minute
 A1B2: suhu/temperature 65°C, waktu/time 60 menit/minute
 A2B2: suhu/temperature 80°C, waktu/time 60 menit/minute
 A3B2: suhu/temperature 95°C, waktu/time 60 menit/minute
 A1B3: suhu/temperature 65°C, waktu/time 90 menit/minute
 A2B3: suhu/temperature 80°C, waktu/time 90 menit/minute
 A3B3: suhu/temperature 95°C, waktu/time 90 menit/minute

ekstraksi. Proses pengeringan berkaitan dengan derajat keterikatan air dalam suatu bahan. Kandungan air yang masih tinggi dari suatu bahan setelah pengeringan disebabkan air dalam bahan tersebut berada dalam bentuk air terikat, sehingga sukar dihilangkan pada waktu pengeringan. Menurut Winarno (1997) sebagian air dalam suatu bahan sukar dihilangkan karena terikat pada molekul-molekul lain melalui ikatan hidrogen yang berenergi besar. Kadar air pektin yang diperoleh dari penelitian ini berkisar antara 7,60-9,90%. Kadar air ini masih berada dalam kisaran nilai kadar air yang dianjurkan oleh Kodeks Makanan Indonesia untuk makanan tambahan (Anonymous, 1979) yaitu tidak boleh lebih dari 12%.

3. Kadar abu

Kadar abu merupakan residu atau sisa bahan anorganik dari pembakaran bahan-bahan organik. Komponen anorganik yang sering terdapat dalam senyawa organik alami adalah kalium, natrium, magnesium, mangan dan besi. Kadar abu digunakan untuk menunjukkan tingkat kemurnian suatu bahan, dalam hal ini pektin hasil ekstraksi. Semakin rendah kadar abu pektin maka semakin tinggi tingkat kemurniannya. Kadar abu pektin yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 3,19-4,10%. Kadar abu yang diperbolehkan dalam Kodeks Makanan Indonesia untuk makanan tambahan adalah maksimum 10% (Anonymous, 1979). Hal ini berarti kadar abu pektin yang dihasilkan masih dalam jumlah yang diperbolehkan.

Hasil uji statistik Kruskal-Wallis menunjukkan bahwa perlakuan menghasilkan kadar abu pektin yang tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% (Tabel 5). Nilai rata-rata

Tabel 5. Rata-rata kadar abu pektin perlakuan kombinasi suhu dan waktu ekstraksi

Table 5. The average of ash content on different temperature and time of extraction

Kombinasi perlakuan Combination of treatments	Rata-rata kadar abu pektin (%) ± Simpangan baku Means of ash content (%) ± Standard Error
A1B1	3,19 ± 1,32
A1B2	3,75 ± 1,32
A1B3	4,33 ± 1,13
A2B1	3,35 ± 0,78
A2B2	3,65 ± 1,10
A2B3	3,97 ± 1,17
A3B1	3,63 ± 0,98
A3B2	3,65 ± 0,83
A3B3	4,10 ± 1,10

Keterangan/Remarks:

A1B1: suhu/temperature 65°C, waktu/time 30 menit/minute
 A2B1: suhu/temperature 80°C, waktu/time 30 menit/minute
 A3B1: suhu/temperature 95°C, waktu/time 30 menit/minute
 A1B2: suhu/temperature 65°C, waktu/time 60 menit/minute
 A2B2: suhu/temperature 80°C, waktu/time 60 menit/minute
 A3B2: suhu/temperature 95°C, waktu/time 60 menit/minute
 A1B3: suhu/temperature 65°C, waktu/time 90 menit/minute
 A2B3: suhu/temperature 80°C, waktu/time 90 menit/minute
 A3B3: suhu/temperature 95°C, waktu/time 90 menit/minute

kadar abu pada Tabel 5 menunjukkan bahwa terdapat kecenderungan kadar abu lebih tinggi pada waktu ekstraksi yang lebih lama. Hal ini kemungkinan waktu ekstraksi yang semakin lama akan semakin meningkatkan reaksi hidrolisis protopektin. Protopektin dalam buah-buahan dan sayuran berada dalam bentuk kalsium-magnesium-pektat sehingga dengan meningkatnya reaksi hidrolisis protopektin mengakibatkan bertambahnya komponen Ca dan Mg dalam larutan ekstrak. Meyer (1985) menyatakan bahwa protopektin tidak dapat larut dalam air karena terdapat dalam bentuk kalsium-magnesium-pektat.

4. Kadar pektin

Kadar pektin yang diperoleh berkisar antara 24,97–47,99%. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa seluruh kombinasi perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap kadar pektin pada taraf uji 5% (Tabel 6).

Tabel 6 menunjukkan bahwa berdasarkan nilai rata-rata, kadar pektin mengalami peningkatan sampai dengan suhu ekstraksi 80°C dan menurun kembali pada suhu 95°C namun pada suhu 95°C mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya waktu ekstraksi. Hal ini kemungkinan disebabkan pada kondisi tersebut energi kinetik larutan pengeksrak meningkat sehingga kemampuan berdifusi ke dalam kulit labu kuning pun meningkat. Semakin banyak larutan pengeksrak yang berdifusi ke dalam bahan baku maka semakin banyak pula protopektin yang terhidrolisis menjadi pektin. Pada suhu ini pektin belum mengalami degradasi menjadi senyawa yang lebih sederhana. Penurunan kadar pektin pada suhu 95°C seiring dengan bertambahnya waktu ekstraksi

Tabel 6. Rata-rata kadar pektin perlakuan kombinasi suhu dan waktu ekstraksi

Table 6. The average of pectin concentration on different temperature and time of extraction

Kombinasi perlakuan Combination of treatments	Rata-rata kadar pektin (%) ± Simpangan baku Means of pectin concentration (%) ± Standard Error
A1B1	24,97 ± 5,08
A1B2	36,95 ± 3,27
A1B3	39,22 ± 1,74
A2B1	45,67 ± 8,40
A2B2	47,61 ± 7,30
A2B3	47,99 ± 6,94
A3B1	41,19 ± 2,04
A3B2	39,76 ± 2,28
A3B3	37,66 ± 0,35

Keterangan/Remarks:

A1B1: suhu/temperature 65°C, waktu/time 30 menit/minute
 A2B1: suhu/temperature 80°C, waktu/time 30 menit/minute
 A3B1: suhu/temperature 95°C, waktu/time 30 menit/minute
 A1B2: suhu/temperature 65°C, waktu/time 60 menit/minute
 A2B2: suhu/temperature 80°C, waktu/time 60 menit/minute
 A3B2: suhu/temperature 95°C, waktu/time 60 menit/minute
 A1B3: suhu/temperature 65°C, waktu/time 90 menit/minute
 A2B3: suhu/temperature 80°C, waktu/time 90 menit/minute
 A3B3: suhu/temperature 95°C, waktu/time 90 menit/minute

disebabkan suhu yang terlalu tinggi dan waktu ekstraksi yang terlalu lama mengakibatkan pektin yang sudah terekstrak mengalami degradasi menjadi senyawa lainnya yang lebih sederhana. Selain itu, akibat pemanasan dengan suhu yang tinggi dan waktu yang lama menyebabkan viskositas larutan ekstrak turun sehingga kotoran-kotoran yang mungkin terdapat dalam larutan ikut tersaring.

Pektin mengandung asam galakturonat yang gugus karboksilnya bebas dan teresterifikasi. Banyaknya gugus karboksil bebas dapat diketahui melalui berat ekuivalen dan banyaknya gugus karboksil yang teresterifikasi dapat diketahui melalui kadar metoksil. Semakin rendah berat ekuivalen berarti semakin banyak gugus karboksil bebas. Hal ini menunjukkan metil ester yang terbentuk semakin banyak yang mengalami degradasi menjadi senyawa sederhana dan menyebabkan kadar metoksil semakin menurun.

5. Berat ekuivalen

Berat ekuivalen pektin merupakan ukuran terhadap kandungan gugus asam galakturonat bebas (tidak teresterifikasi) dalam rantai molekul pektin (Rangana, 1977). Berat ekuivalen pektin mempunyai hubungan dengan derajat esterifikasi dan kadar metoksil. Semakin tinggi derajat esterifikasi berarti semakin sedikit jumlah asam bebas, maka semakin tinggi berat ekuivalen (Rouse, 1977). Asam pektat murni mempunyai berat ekuivalen 176. Asam pektat murni merupakan asam pektat yang seluruhnya tersusun oleh asam poligalakturonat yang bebas dari gugus metil ester, jadi tidak mengalami esterifikasi. Berat ekuivalen pektin dari kulit labu kuning pada penelitian ini berkisar antara 251,79–707,89.

Tabel 7. Rata-rata berat ekivalen pektin perlakuan kombinasi suhu dan waktu ekstraksi

Table 7. The average of equivalent weight on different temperature and time of extraction

Kombinasi perlakuan Combination of treatments	Rata-rata berat ekivalen pektin ± Simpangan baku Means of equivalent weight ± Standard Error
A1B1	707,89± 201,13
A1B2	652,71± 140,22
A1B3	531,04 ± 77,54
A2B1	390,37 ± 34,15
A2B2	348,07 ± 0,11
A2B3	309,37 ± 19,55
A3B1	267,75 ± 14,66
A3B2	261,90 ± 19,30
A3B3	251,90 ± 7,45

Keterangan/Remarks:

A1B1: suhu/temperature 65°C, waktu/time 30 menit/minute
 A2B1: suhu/temperature 80°C, waktu/time 30 menit/minute
 A3B1: suhu/temperature 95°C, waktu/time 30 menit/minute
 A1B2: suhu/temperature 65°C, waktu/time 60 menit/minute
 A2B2: suhu/temperature 80°C, waktu/time 60 menit/minute
 A3B2: suhu/temperature 95°C, waktu/time 60 menit/minute
 A1B3: suhu/temperature 65°C, waktu/time 90 menit/minute
 A2B3: suhu/temperature 80°C, waktu/time 90 menit/minute
 A3B3: suhu/temperature 95°C, waktu/time 90 menit/minute

Hasil uji statistik Kruskal-Wallis memperlihatkan bahwa perlakuan kombinasi suhu dan waktu ekstraksi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap berat ekivalen pektin (Tabel 7).

Tabel 7 menunjukkan bahwa berat ekivalen semakin menurun seiring dengan semakin tingginya suhu ekstraksi dan semakin lamanya waktu ekstraksi. Berat ekivalen pada suhu ekstraksi 65°C lebih tinggi dibandingkan berat ekivalen pada suhu ekstraksi 80°C dan 95°C. Hal ini dikarenakan suhu yang tinggi menyebabkan terjadinya proses deesterifikasi pektin menjadi asam pektat. Perubahan berat ekivalen dipengaruhi oleh proses deesterifikasi. Peningkatan proses deesterifikasi berarti peningkatan jumlah gugus asam bebas. Semakin banyaknya gugus asam bebas berarti berat ekivalen semakin menurun.

Waktu ekstraksi 40 menit menghasilkan berat ekivalen lebih tinggi dibandingkan berat ekivalen pada waktu ekstraksi 60 dan 80 menit. Penurunan berat ekivalen ini disebabkan lamanya waktu ekstraksi akan menyebabkan depolimerisasi menjadi asam pektat. Semakin lama waktu ekstraksi maka semakin lama pula larutan asam mendegradasi metil ester, sehingga jumlah metil ester yang terdegradasi menjadi semakin banyak.

6. Kadar metoksil

Hasil uji statistik pada taraf uji 5% menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi suhu dan waktu ekstraksi tidak berpengaruh nyata terhadap kadar metoksil (Tabel 8). Kadar metoksil pektin kulit labu kuning berkisar antara 2,93-4,09%. Dalam Kodeks Makanan Indonesia untuk

Tabel 8. Rata-rata kadar metoksil pektin perlakuan kombinasi suhu dan waktu ekstraksi

Table 8. The average of methoxyl concentration on different temperature and time of extraction

Kombinasi perlakuan Combination of treatments	Rata-rata kadar metoksil pektin (%) ± Simpangan baku Means of methoxyl concentration (%) ± Standard Error
A1B1	2,93± 0,47
A1B2	3,07± 0,59
A1B3	3,35± 0,88
A2B1	3,70± 0,39
A2B2	3,78± 0,37
A2B3	3,92± 0,50
A3B1	4,09± 0,51
A3B2	4,06± 0,49
A3B3	3,99± 0,52

Keterangan/Remarks:

A1B1: suhu/temperature 65°C, waktu/time 30 menit/minute
 A2B1: suhu/temperature 80°C, waktu/time 30 menit/minute
 A3B1: suhu/temperature 95°C, waktu/time 30 menit/minute
 A1B2: suhu/temperature 65°C, waktu/time 60 menit/minute
 A2B2: suhu/temperature 80°C, waktu/time 60 menit/minute
 A3B2: suhu/temperature 95°C, waktu/time 60 menit/minute
 A1B3: suhu/temperature 65°C, waktu/time 90 menit/minute
 A2B3: suhu/temperature 80°C, waktu/time 90 menit/minute
 A3B3: suhu/temperature 95°C, waktu/time 90 menit/minute

makanan tambahan kisaran kadar metoksil tersebut termasuk ke dalam pektin berkadar metoksil rendah (dibawah 7%) (Anonymous, 1979). Berdasarkan nilai rata-rata pada Tabel 8 di atas dapat dilihat bahwa dengan bertambahnya suhu ekstraksi kadar metoksil pektin relatif mengalami peningkatan. Pada kondisi tersebut kadar pektin mengalami peningkatan sehingga kemungkinan gugus karboksil bebas yang dapat teresterifikasi semakin meningkat.

Kadar metoksil sangat berpengaruh terhadap pembentukan gel. Pektin berkadar metoksil tinggi memiliki kemampuan membentuk gel yang maksimum dengan gula dan pH tertentu. Pektin yang berkadar metoksil rendah tidak dapat membentuk gel dengan gula, tetapi dapat membentuk gel tanpa gula asalkan ada kation polivalen.

7. Kadar galakturonat

Kadar galakturonat yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 42,55-92,62%. Hasil analisis statistik Kruskal-Wallis menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan suhu dan waktu ekstraksi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar galakturonat pektin yang dihasilkan.

Berdasarkan Tabel 9 dapat dilihat bahwa semakin tinggi suhu dan waktu ekstraksi maka semakin tinggi kadar galakturonat pektin. Hal ini kemungkinan dikarenakan semakin tingginya suhu ekstraksi dan semakin lamanya waktu ekstraksi akan meningkatkan hidrolisis protopektin menjadi pektin yang komponen dasarnya merupakan unit asam D-galakturonat. Selain asam galakturonat, pektin juga mengandung senyawa lain seperti galaktosa, arabinosa, dan rhamnosa. Senyawa-senyawa inilah yang

Tabel 9. Rata-rata kadar galakturonat pektin perlakuan kombinasi suhu dan waktu ekstraksi

Table 9. The average of galacturonate concentration on different temperature and time of extraction

Kombinasi perlakuan Combination of treatments	Rata-rata kadar galakturonat pektin (%) $\pm$ Simpangan baku Means of galacturonate concentration (%) $\pm$ Standard Error
A1B1	42,55 $\pm$ 4,72
A1B2	45,26 $\pm$ 2,89
A1B3	52,50 $\pm$ 0,10
A2B1	66,25 $\pm$ 1,79
A2B2	72,00 $\pm$ 2,10
A2B3	79,31 $\pm$ 0,74
A3B1	89,03 $\pm$ 0,73
A3B2	90,43 $\pm$ 2,15
A3B3	92,62 $\pm$ 0,83

Keterangan/Remarks:

A1B1: suhu/temperature 65°C, waktu/time 30 menit/minute
 A2B1: suhu/temperature 80°C, waktu/time 30 menit/minute
 A3B1: suhu/temperature 95°C, waktu/time 30 menit/minute
 A1B2: suhu/temperature 65°C, waktu/time 60 menit/minute
 A2B2: suhu/temperature 80°C, waktu/time 60 menit/minute
 A3B2: suhu/temperature 95°C, waktu/time 60 menit/minute
 A1B3: suhu/temperature 65°C, waktu/time 90 menit/minute
 A2B3: suhu/temperature 80°C, waktu/time 90 menit/minute
 A3B3: suhu/temperature 95°C, waktu/time 90 menit/minute

mempengaruhi komposisi pektin. Pektin yang dihasilkan mempunyai kadar galakturonat sesuai dengan Spesifikasi mutu pektin kering dari Kodeks Makanan Indonesia untuk makanan tambahan (min. 35%) (Anonymous, 1979).

8. Derajat esterifikasi

Derajat esterifikasi merupakan persentase jumlah residu asam D-galakturonat yang gugus karboksilnya teresterifikasi dengan etanol terhadap jumlah residu asam D-galakturonat total (Whistler dan Daniel, 1985). Derajat esterifikasi pektin yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar 24,46–39,65%. Hasil analisis statistik Kruskal-Wallis pada taraf uji 5% menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi suhu dan waktu ekstraksi tidak berpengaruh nyata terhadap derajat esterifikasi pektin (Tabel 10).

Berdasarkan nilai rata-rata pada Tabel 10 tampak bahwa derajat esterifikasi relatif makin menurun seiring dengan suhu dan waktu ekstraksi. Hal ini kemungkinan karena suhu dan waktu yang tinggi dapat menyebabkan degradasi gugus metil ester pektin menjadi asam karboksil oleh adanya asam. Ikatan glikosidik gugus metil ester dari pektin cenderung terhidrolisis menghasilkan asam galakturonat. Bahkan jika proses ekstraksi terus dilanjutkan, pektin akan menjadi asam pektat yang asam galakturonatnya bebas dari gugus metil ester. Semakin sedikit gugus metil ester menunjukkan semakin banyak gugus karboksil yang tidak teresterifikasi. Hal ini berarti kadar metoksilnya pun semakin sedikit. Derajat esterifikasi berhubungan dengan berat ekuivalen. Semakin rendah derajat esterifikasi maka semakin rendah berat ekuivalennya.

Tabel 10. Rata-rata derajat esterifikasi pektin perlakuan kombinasi suhu dan waktu ekstraksi

Table 10. The average of esterification degree on different temperature and time of extraction

Kombinasi perlakuan Combination of treatments	Rata-rata derajat esterifikasi pektin $\pm$ Simpangan baku Means of esterification degree $\pm$ Standard Error
A1B1	39,65 $\pm$ 10,59
A1B2	38,75 $\pm$ 9,65
A1B3	36,19 $\pm$ 9,45
A2B1	31,74 $\pm$ 4,22
A2B2	29,73 $\pm$ 2,09
A2B3	28,26 $\pm$ 3,61
A3B1	26,08 $\pm$ 3,44
A3B2	25,47 $\pm$ 3,63
A3B3	24,46 $\pm$ 2,92

Keterangan/Remarks:

A1B1: suhu/temperature 65°C, waktu/time 30 menit/minute
 A2B1: suhu/temperature 80°C, waktu/time 30 menit/minute
 A3B1: suhu/temperature 95°C, waktu/time 30 menit/minute
 A1B2: suhu/temperature 65°C, waktu/time 60 menit/minute
 A2B2: suhu/temperature 80°C, waktu/time 60 menit/minute
 A3B2: suhu/temperature 95°C, waktu/time 60 menit/minute
 A1B3: suhu/temperature 65°C, waktu/time 90 menit/minute
 A2B3: suhu/temperature 80°C, waktu/time 90 menit/minute
 A3B3: suhu/temperature 95°C, waktu/time 90 menit/minute

9. Kekentalan

Kekentalan merupakan hambatan terhadap aliran suatu cairan yang didefinisikan sebagai rasio antara tegangan geser (*shear stress*) terhadap laju geser (*shear rate*). Laju geser adalah kecepatan terjadinya deformasi pada cairan. Pektin merupakan koloid reversibel yang apabila dilarutkan ke dalam air, dipisahkan, dikeringkan dan dilarutkan kembali tidak akan merubah sifat fisiknya. Penambahan air panas dan gula dapat mempercepat proses

Tabel 11. Rata-rata kekentalan pektin perlakuan kombinasi suhu dan waktu ekstraksi

Table 11. The average of viscosity on different temperature and time of extraction

Kombinasi perlakuan Combination of treatments	Rata-rata kekentalan pektin (cP) $\pm$ Simpangan baku Means of viscosity (cP) $\pm$ Standard Error
A1B1	37,35 $\pm$ 7,66
A1B2	254,65 $\pm$ 23,76
A1B3	92,41 $\pm$ 19,66
A2B1	72,32 $\pm$ 11,75
A2B2	197,48 $\pm$ 66,98
A2B3	124,24 $\pm$ 9,55
A3B1	27,53 $\pm$ 13,51
A3B2	58,95 $\pm$ 9,39
A3B3	27,24 $\pm$ 8,08

Keterangan/Remarks:

A1B1: suhu/temperature 65°C, waktu/time 30 menit/minute
 A2B1: suhu/temperature 80°C, waktu/time 30 menit/minute
 A3B1: suhu/temperature 95°C, waktu/time 30 menit/minute
 A1B2: suhu/temperature 65°C, waktu/time 60 menit/minute
 A2B2: suhu/temperature 80°C, waktu/time 60 menit/minute
 A3B2: suhu/temperature 95°C, waktu/time 60 menit/minute
 A1B3: suhu/temperature 65°C, waktu/time 90 menit/minute
 A2B3: suhu/temperature 80°C, waktu/time 90 menit/minute
 A3B3: suhu/temperature 95°C, waktu/time 90 menit/minute

Tabel 12. Hasil peringkat karakterisasi pektin dari kulit labu kuning

Table 12. Result of ranking method on pectine characterization from pumpkin shell

P	R	KA	KAb	BE	KM	KG	DE	Knt	KP	N	Peringkat
A1B1	9	6	1	1	9	9	1	7	9	52	8
A1B2	8	3	6	2	8	8	2	1	7	45	5
A1B3	7	2	9	3	7	7	3	4	4	48	7
A2B1	6	5	2	4	6	6	4	5	5	41	3
A2B2	5	4	4,5	5	5	5	5	2	2	37,5	2
A2B3	4	1	7	6	4	4	6	3	3	36	1
A3B1	3	9	3	7	3	3	7	8	8	45	4
A3B2	2	8	4,5	8	2	2	8	6	6	45,5	6
A3B3	1	7	8	9	1	1	9	9	9	55	9

Keterangan/remarks:

P = perlakuan/treatment

R = rendemen/yield

KA = kadar air/water content

KAb = kadar abu/ash content

BE = berat ekuivalen/equivalent weight

KM = kadar metoksil/methoxyl concentration

KG = kadar galakturonat/galacturonate concentration

DE = derajat esterifikasi/esterification degree

Knt = kekentalan/viscosity

KP=kadar pektin/pectin concentration

N = nilai/point

kelarutan pektin (Cruess, 1958). Kekentalan larutan pektin dipengaruhi antara lain oleh konsentrasi dan berat molekul (derajat polimerisasi) pektin, disamping itu juga dipengaruhi oleh pH, komposisi larutan dan temperatur.

Kekentalan pektin yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 27,24 – 254,65 cP. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi suhu dan waktu ekstraksi berpengaruh nyata terhadap kekentalan pektin ($P < 0,05$) (Tabel 11).

Berdasarkan data pada Tabel 11 tampak bahwa nilai kekentalan tertinggi diperoleh pada waktu ekstraksi selama 60 menit pada seluruh tingkatan suhu ekstraksi, dan kekentalan semakin rendah pada suhu ekstraksi 95°C. Hal ini kemungkinan terjadi karena komposisi pektin yang dihasilkan berbeda-beda dan memerlukan kondisi depolimerisasi komponennya yang berbeda. Depolimerisasi menyebabkan kekentalan menurun. Penurunan kekentalan pektin pada larutan pektin yang sama konsentrasinya menandakan berat molekul pektin yang dihasilkan lebih rendah. Menurut Rouse (1977), selain dikarenakan derajat depolimerisasi, dan komposisi pektin, kekentalan juga dipengaruhi oleh konsentrasi pektin, pH, derajat esterifikasi dan sejumlah kation yang membentuk garam dengan asam pektinat. Karena derajat esterifikasi pektin yang dihasilkan pada penelitian ini rendah maka pektin tersebut dapat dilarutkan dengan menggunakan air panas dan ion kalsium dengan kondisi pH antara 3,5 sampai 4,5.

10. Penentuan kondisi optimum ekstraksi pektin

Pemilihan kondisi optimum ekstraksi pektin dari labu kuning diperoleh dari hasil pembobotan secara subyektif. Pemilihan ini dilakukan dengan mempertimbangkan parameter-parameter yang berpengaruh terhadap kualitas dari pektin labu kuning yang dihasilkan.

Menurut Ma'arif dan Tandjung (2003), penentuan derajat kepentingan atau bobot dari setiap kriteria yang ditetapkan adalah hal yang penting dalam pengambilan keputusan, karena akan mempengaruhi nilai total akhir dari setiap pilihan konsumen. Salah satu metode dalam penentuan bobot adalah pemberian bobot secara langsung kepada setiap kriteria. Pemberian bobot seperti ini sangat subyektif, karena setiap penilaian kriteria adalah terpisah. Hasil pembobotan setiap perlakuan terhadap setiap parameter pengukuran disajikan pada Tabel 12.

Berdasarkan hasil pada Tabel 12 di atas maka kondisi ekstraksi yang optimum untuk menghasilkan karakter terbaik pektin dari kulit labu kuning adalah suhu 80°C selama 80 menit dengan karakter rendemen pektin 7,96%, kadar air 7,6%, Kadar abu 3,97%, kadar pektin 47,99%, berat ekuivalen 309,37, kadar metoksil 3,92%, kadar galakturonat 79,31%, derajat esterifikasi 28,26%, dan kekentalan 124,24cP.

KESIMPULAN

1. Kulit labu kuning kemungkinan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan pektin. Hasil penelitian pendahuluan menghasilkan pektin dengan rendemen sekitar 1,71 sampai 9,73% tergantung pada suhu dan waktu ekstraksi yang digunakan.
2. Spesifikasi mutu pektin kering berdasarkan Kodeks Makanan Indonesia untuk makanan tambahan, pektin yang dihasilkan termasuk pektin bermetoksil rendah (2,93–4,09%) dan menurut Kodeks Makanan Indonesia dibawah 7%. Kadar galakturonat dari pektin yang dihasilkan (42,55–92,62%) memenuhi syarat dari Kodeks Makanan Indonesia (minimal 35%), kadar air dan kadar abu dari pektin yang dihasilkan berturut-turut sekitar 7,6–9,9% dan 3,19 dan 4,10%, sedangkan menurut Kodeks Makanan Indonesia adalah berturut-turut 12% dan 10%.

3. Berdasarkan metode peringkat yang membandingkan karakteristik pektin hasil penelitian, kondisi ekstraksi dan isolasi pektin yang optimum adalah pada perlakuan kombinasi suhu ekstraksi 80°C waktu 80 menit dengan karakteristik rendemen 7,96%, kadar air 7,6%, kadar abu 3,97%, kadar pektin 47,99%, berat ekivalen 309,37, kadar metoksil 3,92%, kadar galakturonat 79,31%, derajat esterifikasi 28,26%, dan kekentalan 124,24cP. Penelitian ini merupakan penelitian rintisan sehingga kemungkinan pemanfaatan kulit labu kuning sebagai sumber pektin perlu dikaji lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 1979. Kodeks Makanan Indonesia tentang bahan makanan tambahan. Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- IPPA (International Pectins Procedures Association). 2002. What is pectin. http://www.ippa.info/history_of_pektin.htm.
- Attri, B.L. and Maini. 1996. Pectin from galgal (*Citrus pseudolimon Tan.*) Peel. *Bioresource Technology*, 55: 89 - 91.
- Biro Pusat Statistik. 2001. Statistik perdagangan ekspor impor Indonesia. Biro Pusat Statistik, Jakarta.
- Cruess, W.V. 1958. Commercially fruits and vegetable products. McGraw Hill Book Co, New York.
- Dewan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Industri Sumatra Barat. 2004. Pektin Markisa. http://www.iptek.net.id/ind/warintek/pengolahan_pangan_idx.php?doc=6d26.
- Fennema. 1985. Food chemistry. 2nd edition. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Fennema. 1996. Food chemistry. 3rd edition. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Fitriani, V. 2003. Ekstraksi dan karakterisasi pektin dari kulit jeruk lemon (*Citrus medica* var Lemon). Skripsi. FATETA-IPB, Bogor.
- Guichard, E. S., A. Issanchou., Descovieres dan P. Etievant. 1991. Pectin Concentration, Molecular Weight and Degree of Esterification. Influence on Volatile Composition and Sensory Characteristic of Strawberry Jam. *J. Food Science*, 56: 1621
- Glicksman. 1969. Gum Technology in The Food Industry. Academic Press, New York.
- Haryati T. dan B. Harjosuwito. 1983. Pemanfaatan limbah cokelat sebagai bahan dasar pembuatan pektin. Menara Perkebunan.
- Hoejgaard, S. 2004. Pectin chemistry, Functionality, and Applications. <http://www.epkelco.com/Ptalk/ptalk.htm>.
- IFT. 1991. Pectin's functionality find uses in fat replacer market. *Di dalam*. Sahari, M.A., A. Akbarian dan M. Hamed. 2002. Effect of variety and acid washing method on extraction yield and quality of sunflower head pektin. *J. Food Chemistry*, 83: 43 - 47.
- Kertesz, Z.I. 1951. The pectic substances. Interscience Pub. Inc., New York
- Maarif, M.S dan H. Tanjung. 2003. Teknik-teknik kuantitatif untuk manajemen. PT. Gramedia Widiasarana Indonesia, Jakarta.
- McCready, R.M. 1965. Extraction of the pectin from the citrus peels and preservation of pectin to pectic acid. *Method Carbohydrate Chem*, 8 :167-170.
- Meilina, H. 2003. Produksi pektin dari kulit jeruk lemon (*Citrus medica* var. Lemon). Tesis. Program Pasca Sarjana IPB, Bogor.
- Meyer, L.G. 1985. Food chemistry. AVI Publ. Co., Westport Connecticut.
- Muhidin, D. 2003. Agroindustri papain dan pektin. Cetakan ketiga. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Nelson, D.B., C.J.B., Smith and R.L Wiles. 1977. Commercially important pectic substances. *Di dalam* H.D. Graham (eds.). Food Colloids. AVI Publ. Inc., Westport, Connecticut.
- Nussinovitch, A. 1997. Hydrocolloid applications gum technology in the food and other industries. Blackie Academic and Professional, London.
- Pilknik, W. dan A.G.J. Voragen. 1970. Pectic substances and other urinides. *Di dalam* A.C. Hulme (eds). The Biochemistry of Fruits and Their Products. Vol. 1. P.53. Academic Press, New York.
- Purwani, E.Y., S. Yuliani., S. Usmiati, dan H. Setianto. 2004. Pedoman pembuatan minuman instan labu kuning dan analisa kelayakannya. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen Pertanian, Bogor.
- Rahim, A. 1991. Pengaruh suhu dan lama ekstraksi terhadap mutu pektin kering dari buah pepaya (*Carica papaya L.*) sisa sadap. Skripsi. FATETA-IPB, Bogor.
- Ranganna, S. 1977. Manual of analysis of fruit and vegetable products. McGraw Hill, New Delhi.
- Rolin and De Vries. 1990. Pectin in food gels. *Di dalam* Nussinovitch, A. 1997. Hydrocolloid applications gum technology in the food and other industries. Blackie Academic and Professional, London.
- Rouse, A.H. 1977. Pectin: distribution, significance. *Di dalam* Nagy, S., P. E. Shaw and M. K. Veldhuis (eds). Citrus Science and Technology Volume I. The AVI Publishing Company Inc, Westport, Connecticut.
- Rouse and Crandal. 1978. Pectin content of lime and lemon peel as extracted by nitric acid. *Di dalam* Attri, B.L. and Maini. 1996. Pectin from Galgal (*Citrus pseudolimon Tan.*) Peel. *Bioresource Technology*, 55:89-91.
- Sahari, M.A., A. Akbarian and M. Hamed. 2003. Effect of variety and acid washing method on extraction yield and quality of sunflower head pektin. *J. Food Chemistry*, 83: 43 - 47.
- Siregar, S.S.F. 1996. Ekstraksi dan karakterisasi pektin dari jerami nangka. Skripsi. FATETA-IPB, Bogor.
- Smith and Bryant. 1967. Properties of pectin fraction separated on diethylaminoethyl-cellulose columns. *Di dalam* Nelson, D.B., C.J.B. Smith and R.L Wiles. 1977. Commercially important pectic substances. AVI Publ. Inc., Westport, Connecticut.
- Suradi, K., 1984. Ekstraksi, isolasi dan karakterisasi pektin dari beberapa jenis kulit jeruk. Thesis Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Towle, G.A. and O. Christensen. 1973. Pectin. *Di dalam* R.L Whistler (ed.) Industrial Gum. Academic Press, New York.
- Walter. 1991. The Chemistry and technology of pectin. *Di dalam* Sahari, M.A., A. Akbarian., and M. Hamed. 2002. Effect of variety and acid washing method on extraction yield and quality of sunflower head pektin. *J. Food Chemistry*, 83: 43 - 47.
- Whistler, R.L. and J.R. Daniel. 1985. Carbohydrates. *Di dalam* O.R. Fennema (eds.). Food Chemistry, 2nd edition. Marcel Dekker, New York.
- Winarno, F. G. 1997. Kimia pangan dan gizi. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.