

PENGARUH SUHU DAN WAKTU EKSTRAKSI TERHADAP KARAKTER PEKTIN DARI AMPAS JERUK SIAM (*Citrus nobilis* L)

Agus Budiyanto dan Yulianingsih

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian,
Jl. Tentara Pelajar 12 A Bogor

e-mail :bb_pascapanen@litbang.deptan.go.id, bb_pascapanen@cbn.net.id

Produksi jeruk selama tiga tahun terakhir (2005 - 2007) cenderung meningkat. Jumlah produksi jeruk yang tinggi mengakibatkan harga jual menurun sehingga perlu dilakukan pengolahan. Pengolahan jeruk dalam bentuk konsentrat dan jus jeruk akan menghasilkan limbah berupa ampas jeruk. Salah satu komponen ampas jeruk adalah pektin yang merupakan komponen fungsional pada industri makanan dan obat-obatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui suhu dan waktu ekstraksi terhadap karakteristik pektin ampas jeruk Siam. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan dua faktor. Faktor A (suhu) dan B (waktu) terdiri atas tiga taraf, dengan masing-masing tiga ulangan. Faktor A adalah $A_1 = 65^\circ\text{C}$, $A_2 = 80^\circ\text{C}$, dan $A_3 = 95^\circ\text{C}$, sedangkan faktor B yaitu $B_1 = 40$ menit, $B_2 = 60$ menit dan $B_3 = 80$ menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pektin bermetoksil rendah yaitu 4,87 – 6,95% (kurang 7%) dengan rendemen pektin 13,67 – 16,32% dan kadar air 7,94-11,91% (kurang dari 12%). Kadar galakturonat pektin (minimal 65%) dihasilkan dari ekstraksi dengan suhu 95°C selama 40, 60 dan 80 menit serta pada suhu 80°C selama 80 menit. Berdasarkan hasil karakteristik pektin, kondisi optimum ekstraksi pektin adalah perlakuan pada suhu ekstraksi 95°C selama 40 menit.

Kata kunci : ekstraksi, pektin, ampas, jeruk Siam

ABSTRACT. Agus Budiyanto and Yulianingsih. 2007. Effect of temperature and time of extraction on characters of pectin extracted from Siam Citrus (*Citrus nobilis* L) pulp. Indonesian citrus production during the last three years (2005 - 2007) tends to increase. Amount of high citrus production result price, therefore requires processing. Simple citrus processing of citrus concentrated citrus juice and juice would produce waste, such as pulp. Pectin is one of compounds of citrus pulp which has a role components in food and pharmaceutical industries. The objective of this research was to study influence of extraction temperature and time toward Siam citrus pulp pectin characteristic. The research used factorial completely randomized design with two factors. A and B factors were consisted of three levels which each the factor used three replication. A factor were $A_1 = 65^\circ\text{C}$, $A_2 = 80^\circ\text{C}$, $A_3 = 95^\circ\text{C}$, while B factor were $B_1 = 40$ minutes, $B_2 = 60$ minutes and $B_3 = 80$ minutes. The result showed that the yield of pectin was around 13.67 – 16.32%, low methoxyl pectin with methoxyl content about 4.87 – 6.95% (<7%) and water content 7.94 – 11.91% (<12%). The galacturonat content (<65%) were produced from extraction at temperature 95°C during 40, 60 and 80 minutes and 80°C during 80 minutes. Based on pectin characteristic result, the optimum condition of pectin extraction is treatment of temperature 95°C during 40 minutes.

Keywords : extraction, pectin, pulp, Siam citrus

PENDAHULUAN

Jeruk Pontianak merupakan jenis jeruk Siam yang banyak diusahakan dan paling luas penyebarannya di Indonesia. Produksi jeruk Indonesia selama tiga tahun terakhir cenderung meningkat yaitu tahun 2005, 2006 dan 2007 berturut-turut 2,214 ; 2,565 dan 2,625 juta ton (Anonymous, 2008). Peningkatan produksi jeruk umumnya akan berpengaruh terhadap harga jual di pasaran. Untuk menghindari rendahnya harga jual jeruk maka diperlukan industri pengolahan seperti jus jeruk. Produk samping industri jus jeruk adalah ampas jeruk yang mengandung komponen berupa pektin.

Pektin adalah suatu komponen serat yang terdapat pada lapisan lamella tengah dan dinding sel primer pada tanaman (Sirotek *et al.*, 2004). Sedangkan menurut Hoejgaard (2004), pektin merupakan asam poligalakturonat yang mengandung metil ester. Pektin merupakan pangan

fungsional bernilai tinggi yang berguna secara luas dalam pembentukan gel dan bahan penstabil pada sari buah, bahan pembuatan jelly, jam dan marmalade (Willat *et al.*, 2006). Konsentrasi pektin berpengaruh terhadap pembentukan gel dengan tingkat kekenyalan dan kekuatan tertentu (Chang dan Miyamoto, 1992). Pektin secara luas berguna sebagai bahan tekstur dan pengental dalam makanan (Goycoolea dan Adriana, 2003), mampu membungkus logam berat (Khotimchenko *et al.* (2007) dan juga sebagai bahan tambahan produk susu terfermentasi (Canteri-Schemin *et al.*, 2005). Selain itu menurut Yamada *et al.* (2003), rantai sisi pektin yang kompleks mempunyai aktivitas anti kanker dan senyawa bioaktif lainnya.

Kondisi ekstraksi pektin berpengaruh terhadap karakteristik pektin (Kacem, *et al.* (2008) dan sifat fisik pektin tergantung dari karakteristik kimia pektin (Guichard *et al.*, 1991). Suhu yang tinggi selama ekstraksi dapat meningkatkan rendemen pektin. Suhu yang agak tinggi

akan membantu difusi pelarut ke dalam jaringan tanaman dan dapat meningkatkan aktivitas pelarut dalam menghidrolisis pektin yang umumnya terdapat di dalam sel primer tanaman, khususnya pada lamella tengah (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).

Nilai ekonomi yang dimiliki pektin cukup tinggi. Harga eceran tepung pektin berkisar antara Rp 200.000 – Rp 300.000/kg. Indonesia mengimpor pektin pada tahun 2000 sebanyak 75.193 kg dengan nilai sebesar US \$ 663.119 (Anonymous, 2001) dan terjadi peningkatan pada tahun 2004 sebanyak 114.149 kg dengan nilai sebesar US \$ 851.721 (Anonymous, 2005).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui suhu dan waktu optimum ekstraksi pektin dari ampas jeruk Siam.

BAHANDANMETODE

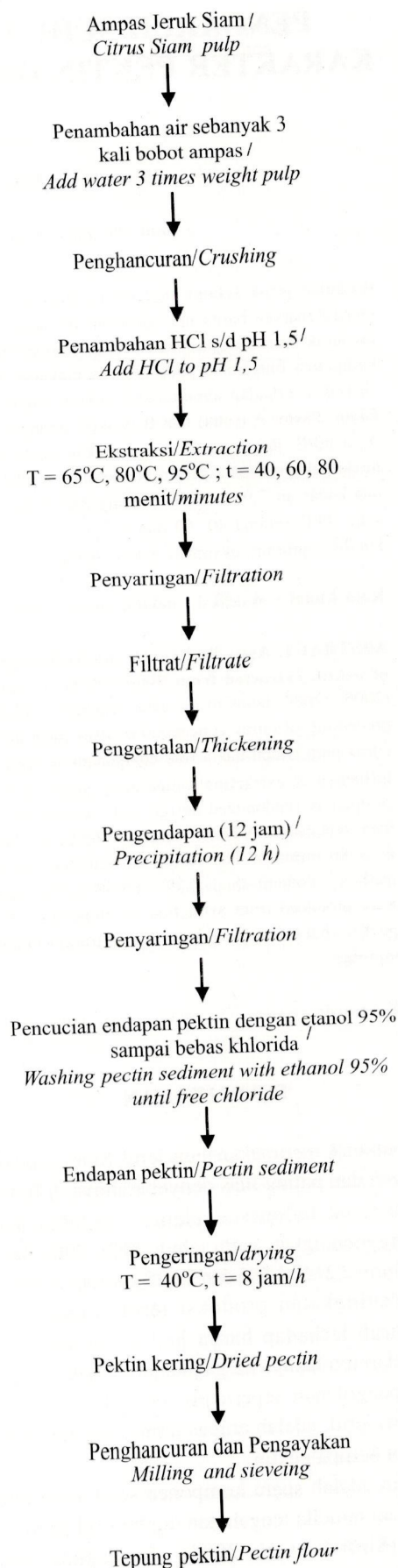
A. Bahan dan Alat

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Bogor pada bulan Februari sampai Mei tahun 2006. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah ampas jeruk (selaput bagian dalam) yang merupakan sisa perasan jeruk Siam (*Citrus nobilis* var *Microcarpa*) serta bahan untuk analisis kimia. Alat yang digunakan ialah timbangan, pH-meter, viskometer *Brookfield*, *blender*, *stopwatch*, serta alat-alat gelas.

B. Metode

Penelitian ini terdiri dari dua tahap yaitu analisis komposisi ampas jeruk dan penentuan suhu dan waktu optimum ekstraksi pektin ampas jeruk Siam. Analisis proksimat dikerjakan pada ampas jeruk Siam, dan analisis rendemen pektin hasil ekstraksi ampas jeruk kering (oven dan panas matahari) dan ampas jeruk yang masih basah. Secara rinci tahapan untuk mendapatkan pektin disajikan pada diagram alir Gambar 1.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan dua faktor. Faktor A adalah suhu yang terdiri dari 3 taraf ($A_1 = 65^\circ\text{C}$, $A_2 = 80^\circ\text{C}$, $A_3 = 95^\circ\text{C}$), sedangkan faktor B yaitu waktu yang terdiri dari 3 taraf ($B_1 = 40$ menit, $B_2 = 60$ menit, $B_3 = 80$ menit) dengan masing-masing faktor tiga ulangan. Karakterisasi pektin meliputi rendemen, kadar abu, kadar air, berat ekuivalen, kandungan metoksil, derajat esterifikasi (Ranganna, 1977), kadar galakturonat (Mc Cready, 1965) dan viskositas relatif (Goycoolea dan Andriana, 2003). Penentuan perlakuan terbaik dilakukan dengan



Gambar 1. Diagram alir ekstraksi pektin dari ampas jeruk Siam
Figure 1. Diagram of pectin extraction from Citrus Siam pulp

pembobotan terhadap parameter sesuai tingkat kepentingannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Komposisi Ampas jeruk Siam

Hasil analisis proksimat ampas jeruk Siam. Komposisi ampas jeruk Siam ditunjukkan pada Tabel 1. Ampas jeruk Siam mempunyai kadar karbohidrat dan kadar air yang tinggi. Kadar air yang tinggi menjadi dasar pemikiran dilakukannya pengeringan bahan agar bisa disimpan dalam jangka waktu yang cukup lama. Pengeringan dilakukan dengan oven (5 dan 10 jam) dan panas matahari (1, 2 dan 3 hari).

Ampas yang telah dikeringkan dan ampas segar dilakukan ekstraksi untuk mendapatkan rendemen pektin tertinggi. Ampas segar menghasilkan rendemen yang paling tinggi dibandingkan dengan ampas jeruk hasil pengeringan (Tabel 2). Kadar air yang tinggi dalam ampas jeruk segar menunjukkan bahwa belum mengalami degradasi pektin. Hal ini sesuai dengan pernyataan bahwa ekstraksi bahan segar akan menghasilkan rendemen pektin yang lebih tinggi daripada bahan yang dikeringkan (Rouse, 1977). Rendemen yang lebih rendah diperoleh pada proses pengeringan karena terjadi kerusakan molekul-molekul pada pektin.

B. Karakteristik Pektin Hasil Ekstraksi

Berdasarkan hasil analisis rendemen pektin, bahan yang digunakan dalam penelitian selanjutnya adalah ampas segar dengan kadar air 84,26%. Pektin hasil penelitian kemudian dibandingkan dengan mutu pektin komersial. Spesifikasi mutu pektin komersial adalah : kadar air maksimum 12%, kadar abu maksimum 1%, pektin bermetoksil tinggi minimum 7%, pektin bermetoksil rendah maksimum 7% dan kadar galakturonat minimum 65% (Food Chemical Codex, 1996).

Tabel 1. Hasil analisis proksimat ampas jeruk Siam
Table 1. Proximate analyses of Siam citrus pulp

Jenis Analisis/ Analyses	Hasil/ Result (%)
Kadar air/ Water content	82,48
Kadar abu/ Ash content	0,57
Kadar lemak/ Fat	0,84
Kadar protein/ Protein	4,50
Kadar karbohidrat/ Carbohydrate	11,61
Kadar serat kasar/ Crude fiber	4,15

Tabel 2. Pengaruh waktu pengeringan bahan terhadap rendemen pektin

Table 2. Effect of drying material on pectin yield

No	Perlakuan/ Treatment	Kadar air/ Water content (%)	Rendemen/ Yield(%)
1	A	84,26	14,68 ^f
2	B	58,01	14,30 ^{de}
3	C	15,89	13,91 ^{de}
4	D	13,21	12,13 ^{ab}
5	E	48,84	13,47 ^{cd}
6	F	15,29	12,84 ^{bc}
7	G	12,63	11,31 ^a

Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada uji beda Duncan ($p>0.05$) / Numbers followed by the same letters were not significantly different at 5% Duncan test.

Keterangan/Remarks :

A = ampas segar/fresh pulp

B = oven (50°C) 5 jam/oven 5 hours

C = oven (50°C) 10 jam/oven 10 hours

D = oven (50°C) 15 jam/oven 15 hours

E = jemur (45°C) 1 hari/sun drying 1 day

F = jemur (45°C) 2 hari/sun drying 2 days

G = jemur (45°C) 3 hari/sun drying 3 days

Karakteristik pektin pada penelitian meliputi rendemen, kadar air, kadar abu, berat ekivalen, kadar metoksil, kadar galakturonat, derajat esterifikasi, dan viskositas relatif.

1. Rendemen

Rendemen pektin merupakan kandungan pektin yang terdapat pada ampas jeruk Siam. Hasil statistik menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan waktu ekstraksi berpengaruh nyata terhadap rendemen pektin yang dihasilkan, sedangkan interaksi suhu dan waktu tidak berpengaruh nyata. Hasil rendemen pektin ampas jeruk dapat dilihat pada Tabel 3. Rendemen tertinggi diperoleh pada ekstraksi dengan suhu 95°C selama 80 menit dan ekstraksi suhu 65°C selama 40 menit, sedangkan menurut Kliemann *et al.* (2009), rendemen pektin kulit jeruk yang paling optimum dihasilkan pada ekstraksi suhu 80°C dalam waktu 10 menit.

Tabel 3. Pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap rendemen pektin (%)

Table 3. Effect of extraction temperature and time at pectin yield (%)

Suhu (A)/ Temperature (A)	Waktu (B)/ Time (B)		
	B ₁ (40 menit/ minutes)	B ₂ (60 menit/ minutes)	B ₃ (80 menit/ minutes)
A ₁ (65°C)	13,67 ^a	14,08 ^{ab}	14,37 ^{ab}
A ₂ (80°C)	14,49 ^{ab}	14,57 ^b	14,67 ^{bc}
A ₃ (95°C)	14,89 ^{bc}	15,47 ^c	16,32 ^d

Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada uji beda Duncan ($p>0.05$) / Numbers followed by the same letters were not significantly different at 5% Duncan test.

Tabel 4. Pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap kadar air pektin (%)

Table 4. Effect of extraction temperature and time at pectin water content (%)

Suhu (A) Temperature (A)	Waktu (B) Time (B)		
	B ₁ (40 menit/ minutes)	B ₂ (60 menit/ minutes)	B ₃ (80 menit/ minutes)
A ₁ (65°C)	11,91 ^f	11,74 ^{ef}	11,45 ^{de}
A ₂ (80°C)	11,18 ^{cd}	11,12 ^c	8,48 ^b
A ₃ (95°C)	8,44 ^b	8,29 ^b	7,94 ^a

Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada uji beda Duncan ($p>0.05$) / Numbers followed by the same letters were not significantly different at 5% Duncan test.

Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa semakin lama waktu dan semakin tinggi suhu ekstraksi, rendemen pektin yang dihasilkan semakin besar. Suhu ekstraksi yang tinggi menyebabkan peningkatan energi kinetik larutan sehingga difusi pelarut ke dalam sel jaringan semakin meningkat pula. Hal ini berakibat terlepasnya pektin dari sel jaringan sehingga pektin yang dihasilkan semakin banyak (Nurdjanah dan Usmiati, 2006). Namun, apabila suhu dan waktu ekstraksi terlalu tinggi menyebabkan kerusakan terhadap pektin (Yujaroen *et al.*, 2008). Hasil penelitian ini menunjukkan rendemen pektin yang paling banyak dihasilkan pada suhu 95°C.

2. Kadar Air

Kadar air bahan berpengaruh terhadap masa simpan. Kadar air yang tinggi menyebabkan kerentanan terhadap aktivitas mikroba. Dalam upaya memperpanjang masa simpan pektin, dilakukan pengeringan pada oven pengering suhu 40°C selama 8 jam. Pengeringan pada suhu rendah bertujuan meminimalkan degradasi pektin. Kadar air beberapa perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa suhu, waktu ekstraksi dan interaksi keduanya memberikan pengaruh

Tabel 5. Pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap kadar abu pektin (%)

Table 5. Effect of extraction temperature and time at pectin ash content (%)

Suhu (A) Temperature (A)	Waktu (B) Time (B)		
	B ₁ (40 menit/ minutes)	B ₂ (60 menit/ minutes)	B ₃ (80 menit/ minutes)
A ₁ (65°C)	0,64 ^a	0,89 ^b	1,03 ^c
A ₂ (80°C)	0,69 ^a	0,91 ^b	1,05 ^c
A ₃ (95°C)	0,87 ^b	0,99 ^c	1,22 ^d

Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada uji beda Duncan ($p>0.05$) / Numbers followed by the same letters were not significantly different at 5% Duncan test.

Tabel 6. Hubungan suhu dan waktu ekstraksi terhadap berat ekuivalen pektin

Table 6. Effect of extraction temperature and time at pectin equivalent weight

Suhu (A) Temperature (A)	Waktu (B) Time (B)		
	B ₁ (40 menit/ minutes)	B ₂ (60 menit/ minutes)	B ₃ (80 menit/ minutes)
A ₁ (65°C)	1334,11 ^g	1243,26 ^f	1036,45 ^e
A ₂ (80°C)	937,63 ^d	879,63 ^c	767,30 ^b
A ₃ (95°C)	739,78 ^b	565,40 ^a	548,07 ^a

Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada uji beda Duncan ($p>0.05$) / Numbers followed by the same letters were not significantly different at 5% Duncan test.

nyata terhadap kadar air. Kadar air pektin yang dihasilkan berkisar antara 7,94 - 11,91%. Batas maksimum nilai kadar air yang diizinkan yaitu 12% (Food Chemical Codex, 1996).

Kadar air pektin yang dihasilkan semakin rendah dengan meningkatnya suhu dan semakin lamanya waktu ekstraksi. Kadar air yang tinggi disebabkan suhu yang rendah tidak mampu menguapkan air pada pektin, sebaliknya semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu ekstraksi akan meningkatkan penguapan jumlah air selama proses ekstraksi sehingga mempermudah proses pengeringan. Berdasarkan standar Food Chemical Codex (1996), semua perlakuan masih memenuhi standar dengan kadar air pektin di bawah 12%.

Kadar air yang dihasilkan dapat dipengaruhi oleh rendemen pektin. Dengan menggunakan interpolasi, kadar air berbanding lurus terhadap rendemen pektin. Semakin tinggi rendemen pektin, kadar air yang dihasilkan semakin tinggi pula.

3. Kadar Abu

Abu merupakan residu atau sisa pembakaran bahan organik yang berupa bahan anorganik. Kadar abu berpengaruh pada tingkat kemurnian pektin. Kadar abu pektin dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil statistik

Tabel 7. Pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap kadar metoksil pektin (%)

Table 7. Effect of extraction temperature and time at pectin methoxyl concentration

Suhu (A) Temperature (A)	Waktu (B) Time (B)		
	B ₁ (40 menit/ minutes)	B ₂ (60 menit/ minutes)	B ₃ (80 menit/ minutes)
A ₁ (65°C)	4,87 ^a	5,03 ^a	5,73 ^b
A ₂ (80°C)	5,84 ^b	6,16 ^c	6,34 ^d
A ₃ (95°C)	6,47 ^d	6,78 ^e	6,95 ^f

Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada uji beda Duncan ($p>0.05$) / Numbers followed by the same letters were not significantly different at 5% Duncan test.

Tabel 8. Hubungan suhu dan waktu ekstraksi terhadap kadar galakturonat pektin (%)

Table 8. Effect of extraction temperature and time at pectin galacturonat concentration (%)

Suhu (A) Temperature (A)	Waktu (B) Time (B)		
	B ₁ (40 menit/ minutes)	B ₂ (60 menit/ minutes)	B ₃ (80 menit/ minutes)
A ₁ (65°C)	46,70 ^a	48,89 ^b	56,55 ^c
A ₂ (80°C)	58,97 ^d	62,49 ^e	65,18 ^f
A ₃ (95°C)	66,76 ^f	76,82 ^g	78,82 ^h

Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada uji beda Duncan ($p>0.05$) / Numbers followed by the same letters were not significantly different at 5% Duncan test.

menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan waktu ekstraksi berpengaruh nyata terhadap kadar abu yang dihasilkan. Sedangkan interaksi antara kedua faktor tersebut tidak berpengaruh nyata. Kadar abu tepung pektin yang diperoleh berkisar antara 0,64 - 1,22 %. Kadar abu pektin hasil ekstraksi selama 60 menit memiliki nilai lebih dari 1%, sedangkan pektin hasil ekstraksi selama 40 menit dan 60 menit memiliki kadar abu kurang atau sama dengan 1%.

Semakin tinggi tingkat kemurnian pektin, kadar abu dalam pektin semakin rendah. Pada Tabel 5 menunjukkan tingginya suhu dan lamanya ekstraksi mengakibatkan kadar abu pektin semakin tinggi. Hal ini terjadi karena adanya reaksi hidrolisis protopektin. Hidrolisis protopektin menyebabkan bertambahnya kandungan kalsium dan magnesium. Kalsium dan magnesium merupakan mineral sebagai komponen abu. Dengan demikian semakin banyaknya mineral berupa kalsium dan magnesium akan semakin banyak kadar abu pektin tersebut. Hasil penelitian menunjukkan pektin hasil ekstraksi 40 dan 60 menit memiliki nilai kadar abu yang masih berada pada kisaran yang diijinkan yaitu kurang dari 1% (*Food Chemical Codex*, 1996).

4. Berat Ekuivalen

Berat ekuivalen merupakan ukuran terhadap kandungan gugus asam galakturonat bebas (tidak teresterifikasi) dalam rantai molekul pektin (Ranganna, 1977). Asam pektat murni merupakan zat pektat yang seluruhnya tersusun dari asam poligalakturonat yang bebas dari gugus metil ester atau tidak mengalami esterifikasi. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa suhu, waktu ekstraksi dan interaksi keduanya memberikan pengaruh nyata terhadap berat ekuivalen pektin. Hasil penelitian (Tabel 6) menunjukkan ekstraksi pada suhu 65°C selama 40 menit menghasilkan pektin dengan berat ekuivalen tertinggi sedangkan terendah dimiliki oleh pektin yang diekstrak pada suhu 95°C selama 80 menit. Hal ini dapat disebabkan kadar air pektin yang dihasilkan. Semakin rendah kadar pektin akan menyebabkan berat ekuivalen semakin rendah.

Tabel 9. Pengaruh perlakuan suhu dan waktu ekstraksi terhadap derajat esterifikasi pektin (%)

Table 9. Effect of extraction temperature and time at pectin esterification degree (%)

Suhu (A) Temperature (A)	Waktu (B) Time (B)		
	B ₁ (40 menit/ minutes)	B ₂ (60 menit/ minutes)	B ₃ (80 menit/ minutes)
A ₁ (65°C)	67,68 ^e	66,85 ^{de}	65,68 ^d
A ₂ (80°C)	63,84 ^c	63,59 ^c	61,10 ^b
A ₃ (95°C)	60,71 ^b	55,26 ^a	55,13 ^a

Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada uji beda Duncan ($p>0.05$) / Numbers followed by the same letters were not significantly different at 5% Duncan test.

Tabel 6 menunjukkan adanya kecenderungan semakin tinggi suhu dan lamanya ekstraksi menghasilkan berat ekuivalen semakin rendah. Suhu yang tinggi dan semakin lama ekstraksi menyebabkan terjadinya depolimerisasi dan demetilasi (Kim *et al.*, 1978). Selain itu suhu tinggi dapat menyebabkan pula proses deesterifikasi pektin menjadi asam pektat. Proses deesterifikasi akan meningkatkan jumlah gugus asam bebas. Peningkatan jumlah gugus asam bebas akan menurunkan berat ekuivalen.

5. Kadar Metoksil

Kadar metoksil didefinisikan sebagai jumlah mol metanol yang terdapat di dalam 100 mol asam galakturonat (Constenla dan Lozano, 2003). Kadar metoksil pektin memiliki peranan penting dalam menentukan sifat fungsional larutan pektin dan dapat mempengaruhi struktur dan tekstur dari gel pektin (Constenla dan Lozano, 2003). Kadar metoksil pektin ampas jeruk dapat ditunjukkan pada Tabel 7. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa suhu, waktu ekstraksi dan interaksi keduanya memberikan pengaruh nyata terhadap kadar metoksil. Kadar metoksil pektin hasil ekstraksi berkisar antara 4,87 - 6,95%. Menurut Hoejgaard (2004) berdasarkan jumlah

Tabel 10. Pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap viskositas relative pektin (cP)

Table 10. Effect of extraction temperature and time at pectin viscosity relative (cP)

Suhu (A) Temperature (A)	Waktu (B) Time (B)		
	B ₁ (40 menit/ minutes)	B ₂ (60 menit/ minutes)	B ₃ (80 menit/ minutes)
A ₁ (65°C)	73,30 ^g	54,43 ^f	40,33 ^c
A ₂ (80°C)	35,00 ^d	33,90 ^d	26,13 ^c
A ₃ (95°C)	20,00 ^b	16,10 ^a	14,5 ^a

Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada uji beda Duncan ($p>0.05$) / Numbers followed by the same letters were not significantly different at 5% Duncan test.

Tabel 11. Penentuan bobot karakteristik mutu pektin
 Table 11. Determination of wight on pectin quality characterization

Karakteristik Characteristic	Rendemen Yield	Kadar abu Ash Content	Berat ekivalen Equivalent weight	Kadar metoksil Methoxyl concentration	Kadar galakturonat Galacturonate concentration	Derajat esterifikasi Esterefication degree	Viskositas relative Relative viscosity	Jumlah Total
Peringkat Ranking	5	4	4	3	4	3	2	25
Bobot Point	0,2	0,16	0,16	0,12	0,16	0,12	0,08	1

Keterangan/Remarks : 1. sangat tidak penting/not very important
 2. tidak penting/not important
 3. cukup penting/important enough
 4. penting/important
 5. sangat penting/very important

kelompok esternya, jenis pektin yang dihasilkan dalam penelitian bermetoksil rendah karena mempunyai kelompok ester kurang dari 50%. Hal ini lebih menguntungkan karena pektin bermetoksil rendah dapat langsung diproduksi tanpa melalui proses demetilasi.

Menurut Constenla dan Lozano (2003), kadar metoksil pektin akan semakin tinggi dengan meningkatnya suhu. Tabel 7 menunjukkan bahwa kadar metoksil pektin semakin tinggi dengan meningkatnya suhu dan semakin lamanya waktu ekstraksi. Hal ini dapat disebabkan gugus karboksil bebas yang teresterifikasi semakin meningkat.

6. Kadar Galakturonat

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 (Constenla dan Lozano, 2003). Kadar galakturonat hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 8. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa suhu, waktu ekstraksi dan interaksi keduanya memberikan

pengaruh nyata terhadap kadar galakturonat. Pada Tabel 8 dapat dilihat bahwa kadar asam galakturonat pektin hasil ekstraksi berkisar antara 46,70-78,82 %. Kadar asam galakturonat yang memenuhi standar minimal 65% diperoleh dari ekstraksi suhu 95°C selama 40, 60 dan 80 menit serta pada suhu 80°C selama 80 menit.

Kecenderungan kadar galakturonat semakin tinggi dengan meningkatnya suhu dan bertambahnya waktu karena reaksi hidrolisis protopektin menjadi pektin yang komponen dasarnya asam D-galakturonat.

7. Derajat Esterifikasi (DE)

Derajat esterifikasi merupakan persentase jumlah residu asam D-galakturonat yang gugus karboksilnya teresterifikasi dengan etanol (Whistler dan Daniel, 1985). Derajat esterifikasi pektin hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 9. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa suhu, waktu ekstraksi dan interaksi keduanya memberikan pengaruh nyata terhadap derajat esterifikasi. Tabel 9 menunjukkan bahwa derajat esterifikasi tertinggi

Tabel 12. Hasil karakteristik pektin
 Table 12. Result of pectin characterization

Perlakuan Treatment	Rendemen Yield	Kadar abu Ash Content	Berat ekivalen Equivalent weight	Kadar metoksil Methoxyl concentration	Kadar galakturonat Galacturonate concentration	Derajat esterifikasi Esterefication degree	Viskositas relative Relative viscosity	Nilai Point	Peringkat Ranking
A1B1	1	9	9	1	1	9	9	5,16	4
A1B2	2	6	8	2	2	8	8	4,80	7
A1B3	3	3	7	3	3	7	7	4,44	9
A2B1	4	8	6	4	4	6	6	5,36	2
A2B2	5	5	5	5	5	5	5	5,00	5
A2B3	6	2	4	6	6	4	4	4,64	8
A3B1	7	7	3	7	7	3	3	5,56	1
A3B2	8	4	2	8	8	2	2	5,20	3
A3B3	9	1	1	9	9	1	1	4,84	6

Keterangan/Remarks :

- A1B1 = suhu/temperature 65°C, waktu/time 40 menit/minute
 A1B2 = suhu/temperature 65°C, waktu/time 60 menit/minute
 A1B3 = suhu/temperature 65°C, waktu/time 80 menit/minute
 A2B1 = suhu/temperature 80°C, waktu/time 40 menit/minute
 A2B2 = suhu/temperature 80°C, waktu/time 60 menit/minute
 A2B3 = suhu/temperature 80°C, waktu/time 80 menit/minute
 A3B1 = suhu/temperature 95°C, waktu/time 40 menit/minute
 A3B2 = suhu/temperature 95°C, waktu/time 60 menit/minute
 A3B3 = suhu/temperature 95°C, waktu/time 80 menit/minute

diperoleh dari ekstraksi pektin suhu 65°C selama 40 menit yaitu sebesar 67,68% dan terendah pada ekstraksi suhu 95°C selama 80 menit sebesar 55,13%. Menurut Ptichkina *et al.* (2008), hanya pektin dengan DE > 60% yang umumnya digunakan dalam industri makanan.

Pada Tabel 9 menunjukkan 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.

8. Viskositas Relatif

Viskositas adalah karakteristik dari makromolekul yang berhubungan langsung dengan kemampuan untuk mengalir tetapi tidak langsung berhubungan dengan ukuran dan bentuk molekul. Viskositas relatif larutan pektin dapat dilihat pada Tabel 10. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa suhu, waktu ekstraksi dan interaksi keduanya memberikan pengaruh nyata terhadap viskositas relatif. Viskositas tertinggi diperoleh pada larutan pektin hasil ekstraksi suhu 65°C selama 40 menit yaitu 73,3 cP dan terendah pada ekstraksi suhu 95°C selama 80 menit yaitu 14,50 cP.

Pada Tabel 10 menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu ekstraksi maka viskositas larutan pektin semakin rendah. Hal ini disebabkan pektin mengalami depolimerisasi. Adanya depolimerisasi menyebabkan terjadinya pemecahan polimer-polimer sehingga menghasilkan bobot molekul yang lebih rendah. Bobot molekul menurun dengan meningkatnya suhu. Penurunan viskositas relatif pada penelitian ini menandakan berat molekul yang dihasilkan lebih rendah.

9. Penentuan Perlakuan Ekstraksi Terbaik

Penentuan perlakuan terbaik dilakukan terhadap semua parameter dengan bobot sesuai kepentingan mutu pektin komersial. Pemberian bobot dilakukan berdasarkan penilaian dari ahli yang banyak mengetahui tentang pektin dan aplikasinya. Bobot karakteristik mutu pektin dapat dilihat pada tabel 11.

Berdasarkan penentuan bobot karakteristik pada tabel 11 dapat dilakukan peringkat perlakuan terbaik terhadap mutu pektin yang dihasilkan (Tabel 12).

Tabel 12 menunjukkan bahwa berdasarkan hasil karakteristik pektin dengan pembobotan diperoleh hasil terbaik pada suhu ekstraksi 95°C selama 40 menit. Pada perlakuan tersebut diperoleh rendemen pektin 14,96%,

kadar air 8,44%, kadar abu 0,87%, berat ekivalen 739,78%, kadar metoksil 6,47%, kadar galakturonat 66,47%, derajat esterifikasi 60,71% dan viskositas relatif 20%.

KESIMPULAN

1. Perlakuan suhu, waktu ekstraksi pektin dan interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap kadar air, kadar abu, berat ekivalen, metoksil, galakturonat, derajat esterifikasi dan viskositas relatif
2. Rendemen, derajat esterifikasi, berat ekivalen dan viskositas relatif pektin masing-masing adalah 13,67-16,32% ; 55,13% -67,68% ; 548,07-1.334,11 ; 14 dan 50 cP – 73,3 cP.
3. Hasil sesuai dengan standar *Food Chemical Codex* yaitu kadar air pektin kurang dari 12% dan bermetoksil rendah (kurang dari 7%) untuk semua perlakuan, kadar abu pektin kurang dari 1% selama ekstraksi 40 dan 60 menit, dan kadar galakturonat (minimal 65%) adalah ekstraksi dengan suhu 95°C selama 40, 60 dan 80 menit serta pada suhu 80°C selama 80 menit .
4. Hasil pembobotan menunjukkan bahwa ekstraksi pekti dari ampas jeruk Siam pada suhu 95°C selama 40 menit merupakan perlakuan yang optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2001. Statistik Perdagangan Ekspor Impor Indonesia. Biro Pusat Statistik, Jakarta.
- Anonymous. 2005. Statistik Perdagangan Ekspor Impor Indonesia. Biro Pusat Statistik, Jakarta.
- Anonymous. 2008. www.bps.go.id/sector/agri/horti/tables.shtml. Tanggal akses 8 April 2009.
- Chang, K.C. and A. Miyamoto. 1992. Gelling characteristics of pektin from sunflower head residue. 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.
- Canteri-Schemin, M.H., H.R. Fertonani, N. Waszczyasky and G. Wosiacki. 2005. Extraction of Pektin from Apple. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. Vol. 48 n.2:pp.259– 266.
- Constenla, D. and J.E. Lozano. 2003. Kinetic Model of Pektin Demethylation. *Latin American Applied Research* 33:91– 96.
- Food Chemical Codex. 1996. Pektins. <http://arjournals.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.bi.20.070151.000435>.
- Goycoolea, F.M. and Adriana Cardenas. 2003. Pectins from Opuntia Spp.: A Short Review. *J. PACD* 17-29.
- Guichard, E. S., A. Issanchou., Descovieres and P. Etievant. 1991. Pektin concentration, molekular weight and degree of esterification. Influence on volatile composition and sensory characteristic of strawberry jam. *J. Food Science* 56:1621
- Hoejgaard, S. 2004. Pektin Chemistry, Funcionality, and Applications. <http://www.cpkelco.com/Ptalk/ptalk.htm>. Tanggal Akses 10 Mei 2006.

- Kacem, I., H. Majdoub and S. Roudesli. 2008. Physicochemical properties of pectin from *retama raetam* obtained using sequential extraction. *Journal of Applied Sciences* 8(9):1713-1719.
- Khotimchenko, M., Kovalev, V. and Y. Khotimchenko. 2007. Equilibrium studies of sorption of lead (II) ions by different pectin compounds. *Journal of Hazardous Materials* 149 (3): 693- 699.
- Kim, W.J., C.J.B. Smit and V.N.M. Rao. 1978. Demethylation of pectin using acid and ammonia, *J. Food Science* 43,74-78.
- Kliemann, E., K.N. de Limas, E.R. Amante, E.S. Prudencio, R.F. Teofilo, M.M.C. Ferriera and R.D.M.C. Amboni. 2009. Optimisation of pectin acid extraction from passion fruit peel (*Passiflora edulis flavicarpa*) using response surface methodology. *International Journal of Food Science and Technology* 44 : 476 - 483.
- McCready, R.M. 1965. Extraction of the pectin from the citrus peels and preservation of pectin acid. *Method Carbohydrate Chem* 8:167-170.
- Nurdjanah, N. dan S. Usmiati. 2006. Ekstraksi dan karakterisasi pektin dari kulit labu kuning. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*. Volume 3(1):13-23.
- Ptichkina, N.M., O.A. Markina and G.N. Rumyanseva. 2008. Pectin extraction from pumpkin with the aid of microbial enzymes. *Journal of Food Hydrocolloids* 22:192-195.
- Ranganna, S. 1977. *Manual Analysis and Vegetable Products*. New Delhi, Mc Graw Hill.
- Rouse, A.H. 1977. Pectin: distribution, significance. *Dalam Nagy, S., P. E. Shaw and M.K. Veldhuis (eds). Citrus Science and Technology* Volume 1. The AVI Publishing Company Inc, Westport, Connecticut.
- Sirotek, K., L. Slovakova, J. Kopečný and M. Marounek. 2004. Fermentation of pectin and glucose, and activity of pectin-degrading enzymes in the rabbit caecal bacterium *Bacteroides caccae*. *Letters in Applied Microbiology* 38:327-332.
- Smith and Bryant. 1968. Properties of Pectin Fraction Separated on Diethylleaminoethyl-Cellulose Columns. *Dalam Nelson, D.B., C.J.B. Smith and R.L. Wiles. 1977. Commercially Important Pectic Substances*. AVI Publ. Inc., Westport, Connecticut.
- Towle, G.A. and O. Christensen. 1973. Pectin. *Dalam R.L. Whistler (ed.) Industrial Gum*. Academic Press, New York.
- Whistler, R.L. and J.R. Daniel. 1985. Carbohydrates. *Dalam O.R. Fennema (eds). Food Chemistry*, 2nd edition. Marcel Dekker, New York.
- Willat, W.G.T., J. Paul Knox and J.D. Mikkelsen. 2006. Pectin : new insights into on old polymer are starting to gel. *Trends in Food Science and Technology* 17:97-1004.
- Yamada, H. Kiyohara, H. and Matsumoto, T. 2003. Recent Studies on Possible Function of Bioactive Pektins and Pectic Polysaccharides from Medical Herbs. In F. Voragen, H. Schols dan R. Visser (Eds), *Advances in pektin and pektinase research* (pp. 481- 490). Kluwer Academic Publisher, Dordrecht.
- Yujaroen, P., U. Supjaroenkul and S. Rungronmitchai. 2008. Extraction of pectin from sugar palm meat. *Thammasat International Journal Science Technology* Vol. 13 (44-47).