

Kualitas pektin dapat dilihat dari efektivitas proses ekstraksi dan kemampuannya membentuk gel pada saat direhidrasi. Pektin dapat membentuk gel dengan baik apabila pektin tersebut memiliki berat molekul, kadar metoksil, dan kadar poligalakturonat yang relatif tinggi. Pektin yang mempunyai kandungan metoksil tinggi dapat membentuk gel dengan gula dan asam. Sedangkan pektin yang memiliki kadar metoksil rendah membentuk gel diperlukan keberadaan ion-ion polivalen. Semakin rendah kadar metoksil pada pektin maka pektin akan sukar larut dalam air, demikian pula sebaliknya semakin tinggi kadar metoksil pada pektin, pektin akan mudah larut dalam air. Pektin teresterifikasi sempurna mengandung gugus metoksil sebesar 16%. Kelarutan pektin akan menurun jika molekulnya dengan adanya perlakuan pemanasan, penambahan gula, atau penambahan alkohol sebelum pektin ditambahkan dengan air (Kertesz,1951).

Pada proses ekstraksi pektin dari albedo jeruk bali, dilakukan ekstraksi dengan menggunakan 2 pelarut, yaitu amonium oksalat ($(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$) dan asam nitrat (HNO_3). Pemakaian pelarut ini disebabkan karena amonium oksalat merupakan senyawa garam yang terbuat dari asam organik yang dapat lebih efektif untuk memecah protopektin dari selulosa. Sedangkan penggunaan asam nitrat dikarenakan asam nitrat mempunyai kekuatan asam yang tinggi karena asam nitrat tergolong asam yang kuat, sehingga lebih efektif untuk menurunkan pH larutan. Pada proses ekstraksi, kondisi ekstraksi sangat berpengaruh pada hasil akhir ekstraksi. Kondisi ekstraksi yang bersifat asam akan lebih efektif untuk memecah protopektin menjadi pektin daripada kondisi ekstraksi yang bersifat basa. Hal ini sesuai dengan teori Taylor (1991), yang mengatakan bahwa pada kondisi asam, hidrolisa protopektin menjadi pektin yang larut air meningkat. Proses pelarutan protopektin menjadi asam pektinat dapat terjadi karena adanya substitusi ion polivalen (ion kalsium dan ion magnesium) protopektin oleh ion hidrogen atau karena putusannya ikatan antara asam pektinat dengan selulosa. Rasio pelarut yang digunakan pada ekstraksi bahan basah dan bahan kering memiliki perbedaan yaitu untuk bahan basah 1: 3, dan bahan kering 1: 12 (Muhji, 1991).

4.1. Kadar Air

Pada penelitian kadar air pektin kering, didapatkan bahwa pektin kering yang dilakukan pada proses ekstraksi pada pH 2,2 memiliki kadar air yang paling rendah daripada pektin kering dengan perlakuan pH 3 dan 3,3 yaitu $8,61 \pm 0,295\%$ (Tabel 2). Tinggi rendahnya kadar air pada pektin kering dipengaruhi oleh keefektifan proses ekstraksi yang terjadi, semakin rendah kadar metoksil pektin kering yang dihasilkan maka akan semakin tinggi kadar air yang ada dalam pektin kering (Tabel 2). Hal ini sesuai dengan teori Kertes (1951), bahwa senyawa pektin yang memiliki kadar metoksil rendah memiliki sifat sukar larut di dalam air daripada pektin dengan kadar metoksil lebih tinggi. Sifat pektin yang sukar larut dalam air tersebut akan mempengaruhi proses pelepasan kandungan air pektin selama proses pengeringan pektin. Pektin yang sukar larut dalam air cenderung sukar dalam menerima air dari luar pektin dikarenakan molekul pektin akan membentuk jaringan tiga dimensi yang kokoh sehingga dapat merangkap cairan. Pada saat pengeringan terjadi pelepasan molekul air dari pektin, hal ini dipengaruhi oleh sifat pektin tersebut dalam mempertahankan molekul air agar tidak cepat terlepas dari pektin, hal ini terjadi pada pektin yang memiliki kandungan metoksil yang rendah (Meyer, 1973). Kadar air akan berpengaruh terhadap kualitas pektin jika diproduksi secara komersial, hal ini akan berpengaruh terhadap umur simpan dari pektin tersebut (Kirk & Othmer, 1952). Secara keseluruhan, kadar air pektin kering yang dihasilkan berkisar antara 8-10%. Hal ini berarti pektin kering yang dihasilkan masih memenuhi SNI pektin untuk komersial yaitu 7-14%.

Kadar air pektin pada perlakuan suhu ekstraksi 100°C terdapat perbedaan profil hubungan antara kadar metoksil dan kadar air pektin yang dihasilkan. Pada suhu ekstraksi 100°C , didapatkan semakin tinggi pH ekstraksi maka kadar air dan kadar metoksil pektin yang dihasilkan semakin tinggi, tetapi pada perlakuan dengan pH ekstraksi yang lain menunjukkan bahwa semakin tinggi pH yang digunakan, maka kadar air pektin kering akan semakin rendah dan kadar metoksil pektin kering yang dihasilkan akan semakin tinggi. Perbedaan profil tersebut disebabkan adanya kemungkinan kurang maksimalnya proses pengeringan hasil ekstraksi pektin. Proses penguapan kandungan air pada hasil ekstraksi tersebut kurang maksimal, hal ini disebabkan karena kurang luasnya permukaan dari pektin pada waktu proses pengeringan berlangsung. Kurangnya luas permukaan pada pektin menyebabkan penguapan air yang terjadi hanya di sebagian

permukaan pektin saja, hal ini membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mengeringkan pektin sampai pada kadar air yang diinginkan. Hal ini sesuai dengan teori Winarno (1993) yang mengatakan bahwa pengeringan dapat berlangsung dengan baik jika pemanasan terjadi pada setiap tempat dari bahan, dan uap air yang diambil berasal dari semua permukaan bahan tersebut. Faktor-faktor utama yang mempengaruhi pengeringan adalah luas permukaan benda, suhu pengeringan, aliran udara, tekanan uap di udara dan waktu pengeringan.

4.2. Kadar Abu

Selain analisa kadar air, juga dilakukan analisa kadar abu pektin kering. Dari hasil pengamatan, didapatkan bahwa pada semua perlakuan proses ekstraksi pektin kering tidak berpengaruh secara nyata terhadap kadar abu pektin. Hal ini disebabkan karena perlakuan perbedaan pelarut, pH ekstraksi dan suhu ekstraksi pada proses ekstraksi pektin tidak memberikan efek yang sangat besar terhadap kadar abu karena proses pemisahan senyawa pektin dari kulit buah jeruk melalui beberapa tahap yang berfungsi untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang tidak diinginkan dalam pektin kering. Senyawa yang tidak diinginkan dalam pektin adalah adanya selulosa, kotoran fisik, dan juga logam berat (Considine, 1977). Kadar abu yang dihasilkan dari ekstraksi pektin dari albedo jeruk bali paling tinggi adalah $8,22 \pm 0,979\%$ (Tabel 3.), dengan demikian pektin yang dihasilkan memiliki kadar abu yang tidak melebihi SNI dari kadar abu pektin komersial yaitu sebesar 10%.

4.3. Kadar Metoksil dan Poligalakturonat

Kualitas pektin yang baik adalah pektin yang dapat membentuk gel yang kuat dan tingkat kelarutan dalam air yang tinggi, sehingga proses pembentukan gel memerlukan waktu yang singkat dan gel yang dihasilkan kokoh. Parameter utama dari kualitas pektin adalah kadar metoksil dan kadar poligalakturonat. Dari hasil pengamatan, didapatkan bahwa pektin kering dengan perlakuan pH ekstraksi 2,2 dan suhu ekstraksi 80°C menghasilkan kadar metoksil dan poligalakturonat yang paling tinggi (Tabel 4). Hal ini sesuai dengan teori Kertesz (1951) yang mengatakan bahwa sifat-sifat kelarutan pektin

akan meningkat jika berat molekulnya semakin besar dan makin tinggi tingkat esterifikasinya (banyaknya gugus karboksil yang mengalami proses metilasi). Semakin tinggi kadar metoksilnya, pektin akan semakin mudah larut dalam air. Pektin dengan kandungan metoksil tinggi dapat larut dalam air dingin apabila dilakukan pengadukan yang cukup, sedangkan pektin metoksil rendah membutuhkan panas untuk dapat larut dalam air.

Berat molekul pektin juga mempengaruhi kualitas pektin dalam pembentukan gel. Pektin yang memiliki berat molekul tinggi akan membentuk gel yang baik. Semakin tinggi berat molekul pektin maka viskositas larutan yang dihasilkan akan semakin tinggi pula. Berat molekul pektin memiliki hubungan berbanding lurus dengan derajat polimerisasi, semakin tinggi derajat polimerisasi maka akan semakin tinggi berat molekul pektin (Kirk & Othmer, 1952). Derajat polimerisasi pada pektin merupakan panjangnya rantai polimer yang ada didalam molekul pektin, hal ini dapat dilihat bahwa kadar poligalakturonat merupakan salah satu faktor yang dapat dijadikan indikator besarnya derajat polimerisasi dalam pektin. Semakin besar kadar poligalakturonat dalam pektin, maka rantai polimer asam galakturonat dalam pektin semakin banyak sehingga berat molekul pektin akan meningkat (Kertesz, 1951).

Kadar metoksil dalam pektin adalah banyaknya gugus karboksil di dalam rantai panjang asam galakturonat yang mengalami proses esterifikasi dengan metil alkohol menghasilkan 1,4-metilgalakturonat (Pilnik & Voragen, 1970). Pada proses ekstraksi yang dilakukan pada pH ekstraksi 2,2 dan suhu ekstraksi 80°C menghasilkan kadar metoksil yang paling tinggi yaitu $7,658 \pm 0,489\%$ (Tabel 4), tetapi pada proses ekstraksi dengan pH 2,2 dan suhu ekstraksi 100°C menghasilkan kadar metoksil yang paling rendah karena suhu ekstraksi yang terlalu tinggi menyebabkan proses ekstraksi kurang maksimal. Hal ini sesuai dengan teori Kertesz (1951) yang mengatakan bahwa untuk mendapatkan hasil ekstraksi yang maksimal kesesuaian antara pH, suhu, waktu dan pelarut ekstraksi perlu diperhatikan. Penggunaan pH yang rendah tidak boleh dikombinasikan dengan suhu yang tinggi karena akan terjadi reaksi hidrolisa pektin yang sudah terdispersi. Penggunaan pelarut amonium oksalat akan lebih mempercepat proses pemisahan selulosa terhadap protopektin yang ada dalam albedo jeruk bali,

semakin rendah pH yang digunakan dalam proses ekstraksi maka reaksi pelarutan selulosa dari protopektin terjadi lebih cepat jika dilakukan pada suhu yang optimum pula.

Dalam hasil pengamatan juga dapat dilihat bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan dalam proses ekstraksi, maka akan semakin rendah kadar metoksil yang dihasilkan. Kadar metoksil pektin kering yang dilakukan pada suhu ekstraksi 100°C paling rendah diantara perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan karena pada suhu tinggi kontak antara senyawa pektin dengan asam akan semakin tinggi sehingga akan terjadi reaksi pembebasan gugus metil ester oleh asam yang berkelanjutan menghasilkan asam pektat yang memiliki kandungan metoksil sangat rendah bahkan tidak mempunyai sama sekali gugus karboksil (Braverman, 1963 dalam Endah, 1990).

Proses ekstraksi pektin dilakukan pada berbagai kondisi ekstraksi, hal ini menyebabkan perbedaan jumlah pektin yang dihasilkan dan juga kualitas pektin yang dihasilkan. Pada proses ekstraksi yang dilakukan, proses ekstraksi yang paling banyak menghasilkan pektin adalah proses ekstraksi pada pH 2,2 dan suhu ekstraksi 80°C menggunakan pelarut amonium oksalat yaitu $7,658 \pm 0,489\%$ (Tabel 4). Pada proses ekstraksi yang dilakukan pada kondisi tersebut, didapatkan juga kadar metoksil dan poligalakturonat yang paling tinggi, ini menandakan bahwa pada kondisi tersebut pektin yang dihasilkan paling banyak dan memiliki kualitas yang paling baik. Hal ini dikarenakan kelarutan amonium oksalat lebih besar daripada asam nitrat, sehingga waktu dan efektifitas pemisahan selulosa dengan protopektin akan semakin baik Hal ini sesuai dengan teori Kertesz (1951), yang mengatakan bahwa ekstraksi yang menggunakan larutan asam organik yang memperpendek waktu ekstraksi dengan rentang pH optimal 1,8-3, waktu 0,5-3 jam dan suhu ekstraksi berkisar 60-100°C.

Pada proses ekstraksi pektin menggunakan suhu ekstraksi 60°C, kadar metoksil yang dihasilkan juga tidak maksimal. Hal ini disebabkan karena suhu ekstraksi yang digunakan terlalu rendah sehingga menyebabkan kontak antara senyawa pektin dengan asam akan semakin sedikit sehingga reaksi pembebasan gugus metil ester oleh asam yang berkelanjutan menghasilkan asam pektat memakan waktu yang lebih lama. Dalam

waktu yang sama, penggunaan suhu ekstraksi yang terlalu rendah akan menyebabkan proses pemecahan protopektin menjadi pektin relatif tidak efektif dibandingkan penggunaan suhu ekstraksi yang lebih tinggi (Braverman, 1949).

Proses ekstraksi pektin albedo jeruk bali menghasilkan kadar metoksil antara 4,3-7,6%. Dengan kandungan metoksil yang dimilikinya, pektin kering yang dihasilkan dapat digolongkan menjadi pektin dengan metoksil tinggi. Dapat dilihat dari 18 macam kondisi ekstraksi, hanya 1 perlakuan saja yang mampu menghasilkan pektin kering dengan kadar metoksil lebih dari 7% yaitu perlakuan ekstraksi dengan pelarut amonium oksalat, suhu ekstraksi 80°C, dan pH ekstraksi 2,2 (Tabel 4). Kandungan metoksil yang ada dalam pektin albedo jeruk bali memang tinggi, hanya saja dengan kondisi ekstraksi yang kurang optimal menyebabkan proses pemisahan senyawa pektin menjadi tidak maksimal.

Senyawa poligarakturonat merupakan senyawa rantai panjang asam galakturonat bagian dari pektin yang terekstraksi sempurna melalui penghilangan selulosa dan kotoran-kotoran lainnya. Semakin tinggi efisiensi proses ekstraksi, maka semakin banyak asam poligarakturonat yang didapatkan dari ekstraksi tersebut. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa kadar poligarakturonat yang paling tinggi dari pektin kering yang dihasilkan adalah pektin dengan proses ekstraksi menggunakan pelarut amonium oksalat, dengan pH 2,2 dan suhu ekstraksi 80°C yaitu sebesar $43,185 \pm 0,005\%$ (Tabel 4). Hal ini dikarenakan pada kondisi pH 2,2 proses pelepasan selulosa dari protopektin akan semakin tinggi, dan juga pada kondisi asam akan menyebabkan proses degradasi pektin akan semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan teori Cruess (1958), yang mengatakan bahwa selama periode pemasakan protopektin pada jaringan tanaman atau buah, protopektin akan terhidrolisis oleh enzim atau asam menjadi pektin, pada waktu pektin dalam keadaan lewat masak pektin akan terhidrolisis lebih lanjut menjadi metil alkohol dan asam pektat yang tidak larut.

Pada proses ekstraksi menggunakan pelarut asam HNO₃, pH 2,2 dan suhu ekstraksi 100°C, didapatkan hasil kadar poligalakturonat yang paling rendah yaitu sebesar $24,053 \pm 1,012\%$ (Tabel 4). Hal ini dikarenakan pelarut HNO₃ memiliki sifat melarutkan yang

lebih rendah daripada amonium oksalat, sehingga proses pelepasan protopektin tidak berlangsung secara maksimal. Sebab lainnya yang menyebabkan proses ekstraksi tidak berjalan secara maksimal karena suhu ekstraksi yang digunakan terlalu tinggi. Hal ini sesuai dengan teori Kertesz (1951) yang mengatakan bahwa untuk mendapatkan hasil ekstraksi yang maksimal kesesuaian antara pH, suhu, waktu dan pelarut ekstraksi perlu diperhatikan. Penggunaan pH yang rendah tidak boleh dikombinasikan dengan suhu yang tinggi karena akan terjadi reaksi hidrolisa pektin yang sudah terdispersi. Penggunaan pelarut asam kuat seperti amonium oksalat akan lebih mempercepat proses pemisahan selulosa terhadap protopektin yang ada dalam albedo jeruk bali, penurunan pH akan mempercepat proses ekstraksi jika dilakukan penurunan suhu yang seimbang.

Dari hasil penelitian, didapatkan hasil kadar poligarakturonat berkisar antara 24-43%. Hal ini menunjukkan bahwa kadar poligarakturonat dalam pektin yang dihasilkan merupakan hasil pektin kasar. Hal ini sesuai dengan teori Kertesz (1951), yang mengatakan bahwa pektin kasar mengandung asam galakturonat sebesar 20-60%. Dalam senyawa pektin, kadar poligarakturonat memiliki hubungan berbanding lurus dengan kadar metoksil. Hal ini dikarenakan senyawa metoksil merupakan bagian dari poligarakturonat, sehingga semakin tinggi gugus karboksil dalam pektin yang teresterifikasi maka akan semakin tinggi pula kadar poligarakturonat. Tinggi rendahnya senyawa poligarakturonat dalam pektin dipengaruhi proses ekstraksi pektin dan juga proses esterifikasi yang terjadi pada rantai panjang asam galakturonat. Hal ini sesuai dengan teori Kirk & Othmer (1952) dalam Endah (1995), yang mengatakan bahwa kualitas substansi pektin dipengaruhi oleh berat molekul pektin, kadar metoksil, dan juga persentase polimerisasi yang terjadi pada pektin. Semakin tinggi polimerisasi yang terjadi maka pektin yang dihasilkan akan semakin baik, dan juga kemampuan membentuk gel nya akan meningkat seiring peningkatan jumlah polimerisasi dalam pektin.

4.4. Rendemen

Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan bahwa proses ekstraksi yang memiliki rendemen akhir paling tinggi adalah proses ekstraksi pada pH 2,2 dan suhu ekstraksi 80°C menggunakan pelarut amonium oksalat yaitu $10,545 \pm 0,841\%$ (Tabel 6). Hal ini disebabkan karena proses ekstraksi pada kondisi tersebut mampu menghidrolisis protopektin dari dan selulosa secara maksimal. Tabel 6 menunjukkan bahwa rendemen proses ekstraksi dengan menggunakan pelarut amonium oksalat cenderung lebih tinggi daripada proses ekstraksi dengan menggunakan pelarut asam HNO₃, hal ini disebabkan karena senyawa garam amonium oksalat memiliki kelarutan yang lebih tinggi daripada asam HNO₃ sehingga akan lebih cepat terhidrolisis daripada senyawa asam HNO₃ (Kertes 1951)

Pada penggunaan suhu ekstraksi 80°C menghasilkan pektin kering dengan rendemen yang paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan suhu lainnya. Hal ini dikarenakan pada suhu ekstraksi 60°C, proses pelepasan protopektin dari selulosa yang terjadi karena reaksi hidrolisis pelarut tidak mencapai maksimal karena pada suhu tersebut kontak antara senyawa pektin dengan asam tidak mencapai maksimal sehingga reaksi pembebasan gugus metil ester oleh asam yang berkelanjutan menghasilkan asam pektat pun berjalan tidak maksimal (Braverman, 1949).

Sedangkan pada penggunaan suhu ekstraksi 100°C menghasilkan pektin kering dengan rendemen yang paling rendah dibandingkan dengan perlakuan suhu lainnya. Hal ini dikarenakan suhu ekstraksi yang digunakan terlalu tinggi sehingga reaksi dekomposisi senyawa pektin menjadi asam galakturonat semakin meningkat dan rendemen yang dihasilkan akan menurun seiring dengan lamanya waktu ekstraksi. Pada proses ekstraksi yang berjalan dalam pH dan satuan waktu yang sama, semakin tinggi suhu ekstraksi maka semakin rendah rendemen akhir dari pektin kering yang dihasilkan (Taylor, 1991)

Berdasarkan hasil penelitian, terhadap hubungan antara rendemen pektin, kadar air pektin, dan kadar metoksil pektin dalam proses pembuatan pektin kering. Rendemen pektin kering paling tinggi didapatkan pada sampel pektin kering dengan proses ekstraksi yaitu pada suhu 80°C, pH ekstraksi 2,2 dan menggunakan pelarut amonium

oksalat yaitu sebesar $10,545 \pm 0,841\%$ (Tabel 4). Kadar metoksil pada pektin dengan perlakuan yang sama memiliki kadar metoksil yang paling tinggi yaitu $7,658 \pm 0,489\%$, sedangkan kadar air pada perlakuan yang sama memiliki kadar air yang paling rendah yaitu $8,61 \pm 0,295\%$. Kadar air dan kadar metoksil dari pektin kering mempunyai pengaruh yang besar pada proses pembuatan pektin kering. Kadar metoksil pektin yang tinggi menyebabkan pektin yang dihasilkan akan lebih mudah larut dalam air, sehingga pada akhir proses pengeringan akan menghasilkan pektin kering dengan kadar air yang paling rendah karena dengan meningkatnya kadar metoksil pektin maka kemampuan penahanan air pektin semakin lemah sehingga air yang berada dalam pektin akan lebih mudah teruapkan (Meyer, 1963).

Faktor utama dalam pembentukan gel dari pektin adalah adanya 3 senyawa utama yaitu pektin, asam dan gula. Untuk mendapatkan gel yang baik kadar ketiganya harus diatur. Jumlah pektin yang diperlukan tergantung dari kualitas pektin yang dihasilkan. Berdasarkan hasil penelitian ini pektin yang menghasilkan kadar metoksil dan poligalakturonat paling tinggi adalah pektin dengan perlakuan ekstraksi pelarut amonium Oksalat, pH 2,2 dan suhu 80°C . Hal ini sesuai dengan teori Meyer (1973), yang menyatakan bahwa kemampuan pektin membentuk gel tergantung kualitas pektin yang ditentukan oleh berat molekul pektin, kadar pektin, kadar metoksil dan kadar poligalakturonat.

5. KESIMPULAN dan SARAN

5.1. Kesimpulan

- Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan ada pengaruh nyata pada pH, suhu, dan pelarut yang digunakan terhadap jumlah dan kualitas pektin yang dihasilkan. Pektin albedo kulit jeruk Bali yang dihasilkan optimum pada kondisi ekstraksi menggunakan pelarut ammonium oksalat, pH 2,2, suhu 80°C dalam waktu 120 menit.