

EKSTRAKSI PEKTIN KULIT BUAH NAGA (*Hylocereus costaricensis*) SECARA BASAH MENGGUNAKAN BERBAGAI KONSENTRASI LARUTAN NATRIUM HIDROKSIDA

Pectin Extraction of Dragon Fruit with The Wet Method using Different Natrium Hydroxides Concentrations

Moh. Mualimin¹⁾, Syahraeni Kadir²⁾, Gatot S. Hutomo²⁾

¹⁾ Mahasiswa Program Studi Agroteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Tadulako. Palu.

²⁾ Staf Dosen Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu

Jl. Soekarno-Hatta Km 9, Tondo-Palu 94118, Sulawesi Tengah Telp. 0451-429738

E-mail : Mualimin_moh@yahoo.com

ABSTRACT

The aim of this research is to find out the optimum concentration Dragon fruit extraction by wet method using different Natrium Hydroxides (NaOH) concentrations. The physical quality of pectin is rendement and clarity, while the chemical quality is metoxyl and galakturonat levels. The research used Simple Complete Random Design with one factor which consists of five treatments of : 0.5 M ; 1 M ; 1.5 M ; 2 M each of them replicated 3 times means the whole research has been 12 trial units. The treatment had a significantly effect and then tested continued using a Honesty Difference Test (HDT) of 1%. The results showed that the concentration of NaOH 0,5M was the optimum concentration gave the best at physical and quality, concentration 2M NaOH gave the best at of chemical quality.

Key Words: Pectin, fruit dragon, Concentration of Natrium Hodroxides, Wet Method.

ABSTRAK

Tujuan penelitian untuk menentukan konsentrasi optimum ekstraksi pektin kulit buah naga secara basah menggunakan larutan Natrium hidroksida yang memberikan mutu fisik dan kimia pektin terbaik. Adapun mutu fisik pektin yakni rendemen dan kejernihan, sedangkan mutu kimia yaitu kadar metoksil dan galakturonat. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan satu faktor yang terdiri atas 4 taraf perlakuan, yaitu 0,5 M , 1 M, 1,5 M, dan 2 M larutan Natrium hidroksida yang diulang sebanyak 3 kali ulangan sehingga diperoleh 12 unit percobaan. Perlakuan berpengaruh sangat nyata kemudian diuji lanjut menggunakan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) taraf 1%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi NaOH 0,5M yang memberikan hasil pektin terbaik mutu fisik, tetapi konsentrasi NaOH 2M yang menghasilkan mutu kimia terbaik.

Kata kunci : Pektin, Kulit Buah Naga, Konsentrasi Nartium hidroksida, Cara Basah.

PENDAHULUAN

Indonesia termasuk salah satu wilayah yang kaya akan buah-buahan, salah satunya adalah buah naga yang saat ini sedang populer di masyarakat terdapat dua variasi buah naga yang sedang populer di

budidayaan di indonesia yaitu buah naga merah dan buah naga putih.

Sulawesi Tengah merupakan provinsi penghasil buah naga, hingga saat ini masih belum di ketahui pemanfaatannya terutama pada kulit buah naga. Kulit buah naga memiliki kandungan antosianin, pektin, dan serat yang tinggi. Selain itu kulit buah

naga juga memiliki kapasitas antioksidan, dan efek *antiproliferatif*, sebagai sumber potensi pewarna alami dan *thickening agent* (Harivaindaram *et al.*, 2008) serta sebagai pelembab dalam produk-produk kosmetik. Saat ini, produk-produk kosmetika seperti lipstik, *eyeshadow*, dan *blush on* yang berada di pasaran hampir seluruhnya menggunakan pewarna sintetis dan tidak jarang beberapa diantaranya menggunakan pewarna terlarang. (Madhav *et.al*, 2002).

Pektin merupakan komponen tambahan penting dalam industri pangan, kosmetik dan obat-obatan, karena kemampuannya dalam mengubah sifat fungsional produk pangan seperti kekentalan, emulsi dan gel. Selain digunakan sebagai *gelling agent*, senyawa pektin juga berfungsi sebagai *dehydrating agent*, *emulsifying agent*, dan *protective colloids* sehingga penggunaan pektin semakin meningkat baik sebagai bahan baku industri pangan maupun industri non pangan. Salah satu bahan kimia yang berpotensi untuk digunakan sebagai pengekstraksi pektin adalah Natrium hidroksida karena terbentuk dari oksida basa dan mudah dilarutkan dalam air.

Berdasarkan kandungan pektin yang cukup tinggi (6-12%) dan kandungan lignin yang rendah kulit buah naga sangat berpotensi untuk diolah menjadi produk pektin basah atau kering yang bermanfaat untuk pangan. Berdasarkan hal tersebut di atas maka telah dilakukan penelitian untuk mengekstraksi pektin kulit buah naga secara basah menggunakan natrium hidroksida (NaOH).

Tujuan penelitian ini untuk menentukan konsentrasi optimum ekstraksi pektin kulit buah naga secara basah menggunakan larutan NaOH, yang memberikan mutu fisik dan kimia pektin terbaik.

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai salah satu sumber informasi dalam upaya meningkatkan potensi olahan kulit buah naga dan diharapkan pula untuk pengembangan ilmu pengetahuan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Agroindustri, Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu, Sulawesi Tengah pada bulan Juli hingga Oktober 2017.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit buah naga yang di peroleh dari Desa Maku, Kecamatan. Dolo, Kabupaten Sigi etanol 99%, kain kasa, plastik kemas, aluminium foil, tissue, kertas label, dan larutan NaOH, kertas saring, sampel pektin, indikator PP, NaOH, dan akuades.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas parang, wadah kemas, timbangan digital (Dj 3001A Max 3Kg d=1g), nampan plastik, sendok plastik, batang pengaduk, gelas kimia 1000 ml, gelas ukur 800 ml, labu ukur 2000 ml, tabung reaksi, *sentrifuge* (Clements GS 150), neraca analitik (Pgw 254 Max 250g d = 0,0001g), water bath (SUB Aqua 18 Plus), thermometer, freezer (Sharp FRV 300), stop watch, kamera (Asus Toof 8Mp) alat tulis menulis, tabung reaksi, cawan petri, batang pengaduk, Spektrofotometer UV-2100PC (pembaca gelombang 570 nm), alat titrasi, erlenmeyer 250 ml dan gelas kimia 250 ml.

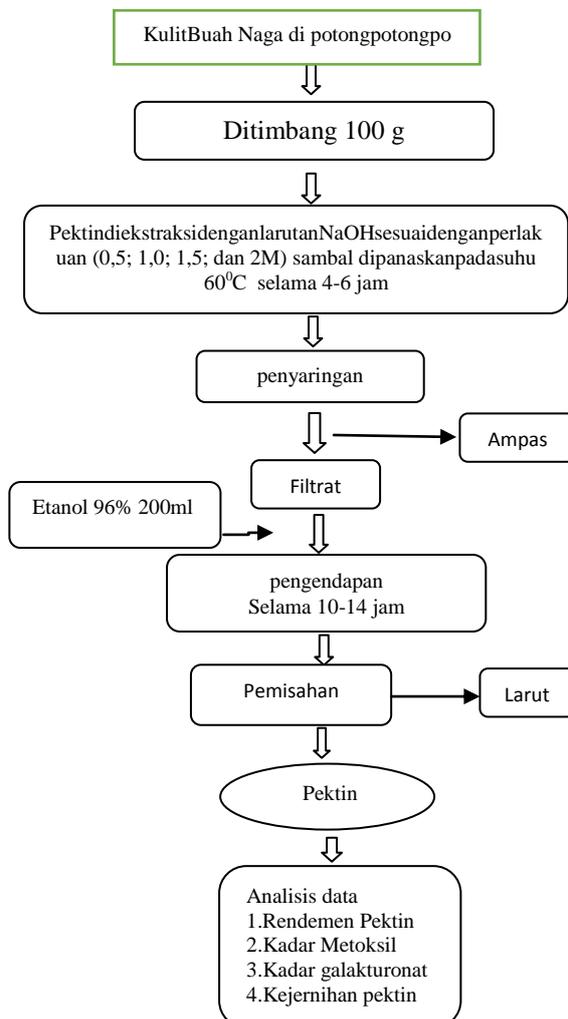
Desain penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana satu faktor dengan 4 taraf perlakuan konsentrasi NaOH yaitu 0,5 ; 1,0 ; 1,5 dan 2 M. Setiap perlakuan diulang 3 kali sehingga terdapat 12 unit percobaan. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan ANOVA. Jika hasil analisis keragaman menunjukkan pengaruh nyata atau sangat nyata diuji lanjut menggunakan Beda Nyata Jujur (BNJ) 0,05 dan 0,01

Ekstraksi pektin kulit buah naga menggunakan metode Gatot *et al.*, (2016). Dengan sedikit modifikasi Kulit buah naga diambil dari buah naga yang telah matang dan berwarna merah. Kulit buah naga kemudian dirajang atau dipotong dengan ukuran yang relative sama atau seragam. Kemudian hasil potongan kulit buah naga ditimbang seberat 100 g dan ditambahkan larutan (NaOH) sesuai perlakuan sebanyak 200 ml. Setelah itu dipanaskan menggunakan *water bath*. Hasil yang diperoleh disebut

dengan filtrat pekat. Filtrat pekat ini disaring lalu didinginkan.

Pengendapan pektin dilakukan dengan menambahkan 200 ml etanol 96% kedalam filtrat. Pengendapan dilakukan selama 10-14 jam, endapan pektin dipisahkan dari filtrate dengan cara penyulingan, Hasil yang diperoleh disebut dengan pektin masam.

Pencucian pektin masam ditambah dengan alkohol absolut kemudiandiaduk. Kemudian dilakukan penyaringan dengan saringan penghisap, Hal ini dilakukan beberapa kali sampai pektin tidak bereaksi dengan asam lagi. Pektin yang tidak beraksi asam ialah pektin yang tidak berwarna merah bila ditambah dengan indikator phenol phtalein (indikator PP). Pengeringan Pektin basah dikeringkan pada suhu 30-40°C selama 6-10 jam Hasil yang diperoleh disebut dengan pektin kering. Berikut adalah diagram alir proses penelitian Ekstraksi Pektin dari kulit buah naga Basah disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Ekstraksi Pektin dari Kulit Buah Naga secara Basah.

Variabel Penelitian

Rendemen Pektin (Abdillah, 2006). Untuk mengetahui rendemen pektin yang diperoleh yaitu dengan cara menimbang pektin kering kemudian melakukan perbandingan dengan berat sampel. Banyaknya rendemen pektin hasil ekstraksi kulit Buah Naga menggunakan natrium hidroksida dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{berat pektin kering (g)}}{\text{berat sampel (g)}} \times 100 \%$$

Kadar metoksil (Ranganna, 1977). Kadar metoksil didefinisikan sebagai jumlah mol etanol yang terdapat di dalam 100 mol asam galakturonat. Penentuan kadar metoksil dilakukan dengan menimbang sebanyak 0,5 g pektin yang diperoleh lalu dimasukkan ke dalam enlenmeyer 250 ml dan dilembabkan dengan 5 ml etanol 99%. Sebanyak 1 g NaCl ditambahkan ke dalamnya guna mempertajam titik akhir titrasi. Air suling bebas CO₂ sebanyak 100 ml dan 6 tetes indikator phenolptalein ditambahkan. Campuran tersebut diaduk cepat guna memastikan bahwa semua substansi pektin telah terlarut dan tidak ada gumpalan yang menempel pada dinding enlenmeyer. Titrasi dilakukan secara perlahan-lahan dengan titrasi standar 0,1 N NaOH sampai warna campuran berubah menjadi merah muda (pH 7,5) dan tetap bertahan selama kurang lebih 30 detik. Larutan tersebut dinetralkan kemudian ditambahkan 25 ml 0,5 N NaOH ke dalam larutan yang dititrasi kemudian dikocok secara perlahan, lalu didiamkan selama 30 menit pada suhu kamar dalam enlenmeyer tertutup. Sebanyak 25 ml 0,25 N HCl dan phenolptalein ditambahkan kedalamnya kemudian dilakukan titrasi hingga larutan berubah menjadi merah muda. Kadar metoksil dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Kadar Metoksil (\%)} = \frac{\text{ml NaOH} \times 31 \times \text{N NaOH}}{\text{Bobot contoh (mg)}} \times 100\%$$

Keterangan : Nilai 31 didapatkan dari berat molekul metoksil.

Kadar Galakturonat (Cready, 1970). Kadar galakturonat menunjukkan kemurnian pektin terhadap bahan organik netral lainnya, yaitu polisakarida seperti arabinosa, galaktosa dan gula lainnya. kadar galakturonat dihitung dari mek (miliekivalen) NaOH yang diperoleh dari penentuan berat ekuivalen dan kadar metoksil.

Kadar galakturonat dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Kadar galakturonat(\%)} = \frac{\text{mek (berat ekuivalen +metoksil)} \times 176}{\text{bobot conto h (mg)}} \times 100\%$$

Keterangan : Nilai 176 diperoleh dari berat molekul galakturonat.

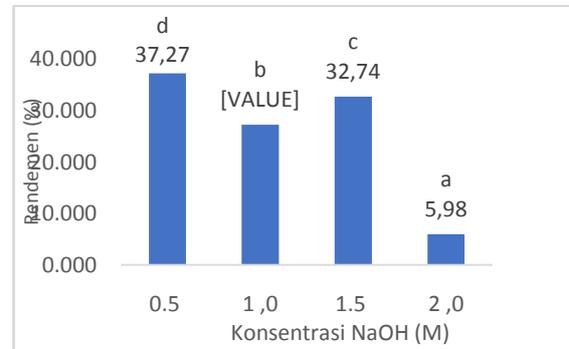
Kejernihan Pektin (Handayani, 1987). Dalam metode ini yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat kejernihan pektin yaitu menggunakan alat spektrofotometer dengan panjang gelombang 570 nm. Langkah pertama menyiapkan larutan sampel dengan beberapa konsentrasi dan alat spektrofotometer, kemudian dihubungkan dengan stop kontak yang sudah dinyalakan, menunggu sampai muncul istilah “initialization” dan semua fungsi alat sudah dicek secara otomatis, tunggu sampai muncul tampilan pilihan menu, pilih nomor 1 (*photometric*). Kemudian menentukan panjang gelombang yang akan digunakan untuk absorbansi atau transmitansi.

Selanjutnya menyiapkan tabung kuvet yang bersih diisi dengan aquades atau larutan sampel sampai tanda tera pada bagian atas kuvet. Kemudian memasukkan kuvet yang berisi larutan sampel ke dalam ruang kuvet secara bedar dan tutup ruang kuvet tersebut. Menunggu sampai muncul besarnya absorbansi atau transmitansi dari larutan sampel dan mencatatnya. Kemudian kuvet yang sudah digunakan dicuci untuk menera larutan sampel dengan aquades. Hasil pengukuran dari setiap sampel dikali 100%, sehingga tingkat kejernihan pektin dinyatakan dalam persentase (%).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mutu Fisik Pektin Kulit Buah Naga.

Rendemen Pektin. Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi larutan NaOH berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen pektin. Rerata rendemen pektin disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Rendemen Pektin Kulit Buah Naga pada Berbagai Konsentrasi Larutan NaOH

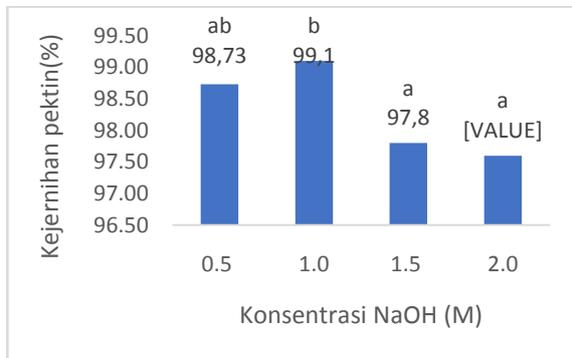
Gambar 2 menunjukkan bahwa rendemen pektin tertinggi (37,27%) diperoleh pada perlakuan konsentrasi NaOH 0,5, pengaruhnya berbeda sangat nyata dengan perlakuan lainnya, sebaliknya perlakuan konsentrasi NaOH 2M memberikan rendemen pektin sangat nyata rendah dari pada perlakuan lainnya. Berdasarkan hasil analisis lanjut menggunakan BNJ 1% terdapat pada konsentrasi 0,5M 37,27%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi NaOH terendah (0,5M) mempunyai kemampuan ekstraksi pektin dari kulit buah naga tertinggi dibanding kemampuan ekstraksi pada konsentrasi NaOH tertinggi (2M).

Menurunnya kemampuan ekstraksi larutan NaOH diduga karena terjadi reaksi hidrolisis berlanjut dari senyawa protopektin menjadi asam pektat yang lebih sederhana yang diakibatkan oleh meningkatkan kemampuan hidrolisis NaOH selama ekstraksi berlangsung. Menurut Nurhikmat (2003) bahwa senyawa pektin mudah larut dalam air, senyawa organik, senyawa alkalis dan asam.

Hall (1998) mengemukakan bahwa tinggi rendahnya rendemen lebih dipengaruhi oleh jumlah air yang hilang pada saat pemanasan, jenis bahan yang digunakan dan metode ekstrasinya. Rendemen pektin

merupakan presentase pektin yang dihasilkan setelah proses pengeringan pektin basah hasil pengendapan. Kandungan pektin tergantung pada jenis bahan yang digunakan dan metode ekstraksinya.



Gambar 3. Kadar Kejernihan Pektin Kulit Buah Naga pada Berbagai Konsentrasi Larutan NaOH.

Kejernihan Pektin. Hasil analisis menunjukkan bahwa berbagai konsentrasi NaOH berpengaruh sangat nyata terhadap kejernihan pektin. Rerata kejernihan pektin disajikan pada Gambar 3.

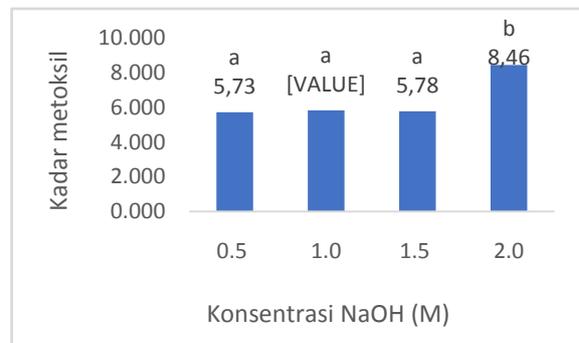
Gambar 3 menunjukkan bahwa derajat kejernihan pektin tertinggi 99,1% diperoleh pada konsentrasi NaOH 1M, pengaruhnya berbeda nyata dengan konsentrasi NaOH 1,5 dan 2,0M. Sebaliknya derajat kejernihan pektin terendah 97,6% ditemukan pada perlakuan NaOH 2M, pengaruhnya tidak berbeda nyata dengan NaOH 1,5M.

Kejernihan pektin kulit buah naga terbaik berdasarkan hasil ekstraksi menggunakan natrium hidroksida terdapat pada konsentrasi 1M (99,1%). Hal ini karena larutan NaOH yang digunakan dalam proses ekstraksi tidak mempengaruhi warna pektin kulit buah naga karena bersifat asam.

Peningkatan konsentrasi larutan NaOH lebih dari 1M menyebabkan penurunan tingkat kejernihan pektin kulit buah naga, mungkin disebabkan meningkatkan jenis dan jumlah zat organik yang terlarut selain pektin sehingga pencucian dengan etanol setelah ekstraksi menjadi tidak efektif karena volume dan konsentrasinya sama untuk seluruh pektin dan ekstraksi pada

larutan NaOH yang konsentrasinya berbeda (Adomako, 2002).

Menurut Handayani (1987) ekstraksi pektin pada konsentrasi NaOH yang tinggi akan menghasilkan pektin yang tidak jernih, jelly yang diperoleh akan keruh dan kekuatannya jelly berkurang.



Gambar 4. Kadar Metoksil Pektin Kulit Buah Naga pada Berbagai Konsentrasi Larutan NaOH.

Mutu Kimia Pektin Kulit Buah Naga.

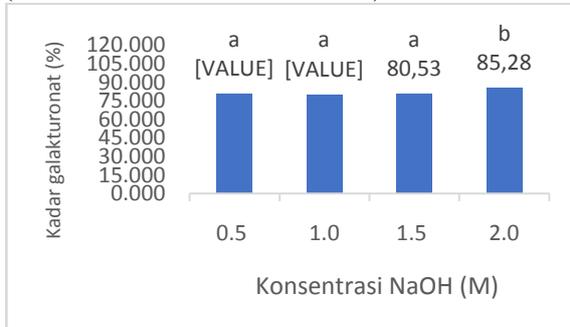
Kadar Metoksil. Hasil analisis menunjukkan bahwa berbagai konsentrasi NaOH berpengaruh sangat nyata terhadap kadar metoksil. Rerata kadar metoksil disajikan pada Gambar 4.

Gambar 4 menunjukkan bahwa kadar metoksil tertinggi (8,46%) didapatkan pada perlakuan NaOH 2,0M pengaruhnya berbeda nyata dengan perlakuan NaOH 0,5;1,0 dan 1,5 M. Sebaliknya kadar metoksil terendah (5,73%) ditemukan pada perlakuan NaOH 0,5 M, tidak berbeda nyata dengan perlakuan NaOH 1,0 dan 1,5 M.

Konsentrasi larutan NaOH tertinggi menghasilkan pektin dengan kadar metoksil tertinggi disebabkan meningkatkan kemampuan NaOH dalam ekstraksi senyawa pektin dimana NaOH memiliki sifat sebagai larutan alkalin yang kuat ketika larut dalam air. Menurut (Shaha *et al.*, 2013) bahwa peningkatan kadar metoksil dikarenakan semakin meningkatnya gugus karboksil bebas yang teresterifikasi selama ekstraksi.

Kadar metoksil didefinisikan jumlah methanol yang terdapat di dalam pektin. Pektin bermetoksil tinggi jika memiliki nilai kadar metoksil sama dengan 7% atau lebih.

Jika kadar metoksil kurang dari 7% maka pektin disebut bermetoksil rendah (Goycoolea dan Adriana, 2003). Kadar metoksil pektin memiliki peranan penting dalam menentukan sifat fungsional pektin dan dapat mempengaruhi struktur maupun tekstur dari gel pektin (Constenla dan Lozano 2006).



Gambar 5. Kadar Galakturonat Pektin Kulit Buah Naga pada Berbagai Konsentrasi Larutan NaOH.

Kadar metoksil pektin memiliki peranan penting dalam menentukan sifat fungsional larutan pektin dan dapat mempengaruhi struktur dan tekstur gel pektin (Constenla dan Lozano 2006).

Kadar Galakturonat. Hasil analisis menunjukkan bahwa berbagai konsentrasi NaOH berpengaruh sangat nyata terhadap kadar galakturonat. Rerata kadar metoksil disajikan pada Gambar 5.

Gambar 5 menunjukkan bahwa kadar Galakturonat pektin tertinggi yaitu 85,28% pada konsentrasi 2M dan berbeda sangat nyata dengan perlakuan 0,5 hingga 1,5M. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar galakturonat yang diperoleh berada di atas nilai minimum 30% yang diperbolehkan. Tingginya kadar galakturonat hal ini disebabkan karena adanya senyawa non uronat yang ikut terekstrak ke dalam pektin. Asampoligalakturonat merupakan kerangka dasar senyawa pektin yang menggambarkan kemurnian pektin. Semakin besar kandungan asam poli galakturonat maka semakin tinggi kemurnian pektin karena semakin kecil kandungan organik seperti arabinosa, galaktosa, rhamnosa dan jenis gula lainnya. tingginya poli galakturonat ini juga berpengaruh dalam

pembentukan gel, karena semakin banyak kandungan asam galakturonat maka jaringan tiga dimensi akan semakin kokoh terbentuk sehingga semakin mampu menjebak seluruh cairan di dalamnya dan berakibat semakin kuatnya gel yang terbentuk. Kandungan asam galakturonat bervariasi yaitu antara 30% – 95% (Kertes, 1991).

Willats *et al.*, (2006) menyatakan bahwa selain asam D-galakturonat sebagai komponen utama, pektin juga mempunyai D-galaktosa, L-arabinosa dan L-rhamnosa dalam jumlah yang bervariasi. Komposisi kimia pektin sangat bervariasi tergantung pada sumber dan kondisi yang dipakai dalam isolasinya. Semakin tinggi kadar galakturonat maka semakin banyak ikatan yang terbentuk sehingga menyebabkan gel yang terbentuk juga semakin kuat (Wachida dan Yuanita, 2005).

Peningkatan asam galakturonat terjadi karena putusnya ikatan antara komponen hemiselulosa dengan komponen asam poligalakturonat pektin karena adanya pemanasan dengan larutan asam (Wachida dan Yuniarta 2005).

Kadar galakturonat yang cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya suhu dikarenakan meningkatnya reaksi hidrolisis protopektin menjadi pektin yang komponen dasarnya adalah asam D-galakturonat (Shaha *et al.*, 2013). 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, 2006).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Konsentrasi NaOH 0,5 M merupakan konsentrasi optimum yang memberikan hasil pektin terbaik secara fisik, namun sebaliknya konsentrasi NaOH 2M memberikan mutu kimia terbaik khususnya kadar metoksil dan galakturonat pada pektin.

Saran

Perlu penelitian lanjutan mengenai variasi suhu dan lama ekstraksi dalam upaya meningkatkan mutu fisik dan kimia Kulit Buah Naga.

Serat Pangan pada Naget Ikan Nila (Oreochromis sp.). Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.

Adomako, D. 2002. *Cocoa Pod Husk Pectin*. *Phytochemistry*. 11: 1145-1148. Ghana.

Constenla, D. and J.E Lozano, 2006. *Effect of Pomace Drying on Apple Pectin*. *Lebensmittel Wissenschaft und Technology*. 35(3): 216-221.

Cready, R.M. 1970. Starch and Dextrin. *In Method in Food Analysis (M.A Joslyn, ed)*. Academic Press. New York. Dalam : Muchtadi, T.R. Purwiyatno, dan Basuki, A. 1988. *Teknologi Pemasakan Ekstrusi*. IPB. Bogor.

Gatot, S H., A. Rahim, S. Kadir. 2016. *Pectin Isolations from Dry Pod Husk Cocoa with Hydrochloride Acid*. Departement of Food Science. Faculty of Agricultural. Tadulako University. Palu.

Goycoolea, F.M dan C. Adriana, 2003. *Pectins from Opuntia Spp. : A Short Review*. J. PACD. 17-29. Sumatra Barat.

Hall, R.L., 1998. *Keuntungan dan Masalah Rasa Makanan*. *Teknologi Makanan*. 022. 1388-1392. Medan.

Handayani, AM. 1987. *Ekstraksi Pektin dari Kulit Buah Jeruk Besar (Citrus grandis Osbeck)*. (Skripsi), FATETA. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

DAFTAR PUSTAKA

Abdillah, F. 2006. *Penambahan Tepung Wortel dan Karagenan untuk Meningkatkan Kadar*

Harivaindaram, K. V., Rebecca, O. P. S., & Chandran, S., 2008. *Study of Optimal Temperature, pH and Stability of Dragon Fruit (Hylocereus polyrhizus) Peel for use as Potential Natural Colorant*, Pakistan. *Journal of Biological Sciences*. 11(18), 2259–2263.

Kertez, Z.I. 1991. *The Pectin Substances*. Interscience Pub. Inc., New York.

Madhav, A. dan P. B. Pushpalatha, 2002. *Characterization of Pectin Extracted from Different Fruits Wastes*. *Journal of Tropical Agric*. 40:53-55.

Nurhikmat, A. 2003. *Ekstraksi Pektin dari Apel Lokal: Optimalisasi pH dan waktu Hidrolisis*. J. Balai Pengembangan Proses dan Teknologi Kimia. Vol. 4. Bogor. 23-29 hlm.

Shaha, K. Ranajit, A.P. Nayagi, Punichelvana, A. Asrul, 2013. *Optimized Extraction Condition and Characterization of Pectin from kaffir Lime*. *Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences*. Vol. 1(2), 1-11.

Wachida dan Yunianta. 2005. *Ekstraksi Pektin dari Kulit Jeruk Manis Kajian Tingkat Kematangan dan Jenis Pengendap*. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Brawijaya.