

EKSTRAKSI PEKTIN *POD HUSK* KAKAO SECARA BASAH MENGUNAKAN LARUTAN NATRIUM HIDROKSIDA PADA BERBAGAI KONSENTRASI

Pectin Extraction of Pod Husk Cacao With the Wet Method Using Different Sodium Hydroxides Concentrations

Muh. Misbahul Munir¹⁾, Abdul Rahim²⁾, Rostiati Rahmatu²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu,
E-mail : Bahulasmoredjo@gmail.com

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 : a_pahira@yahoo.com
E-mail : Rostiatiarahmatu@yahoo.com

ABSTRACT

The aim of this research is to find out the optimum concentration of Pod Husk Cacao extraction by wet method using different Sodium Hydroxides (NaOH) concentrations. The research used Simple Complete Random Design with one factor which consists of five levels of treatment : 0.5 M ; 1 M ; 1.5 M ; 2.0 M and 2.5 M, the treatments were replicated 4 times so there were 20 experimental units. If the treatment has significant effect then it tested using Tukey's Honestly Significant Different level 5% or 1%. The results showed that the most optimum extraction was obtained using NaOH 1.59 M, which the number of rendement was 11,15%, methoxil content was 50.22 %, galacturonat content was 46.62%, and pectin purity was 9.19%. Pectin of pod husk cocoa could be extracted using NaOH concentration between 1 – 2 M with wet method.

Key Words: Concentration of Sodium hydroxides, Pectin, Pod husk cacao, Wet method.

ABSTRAK

Tujuan penelitian untuk mengetahui konsentrasi optimum ekstraksi pektin *pod husk* kakao secara basah menggunakan larutan Natrium hidroksida. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana dengan satu faktor yang terdiri dari 5 taraf perlakuan, yaitu 0,5 M , 1 M, 1,5 M, 2 M dan 2,5 M larutan Natrium hidroksida yang diulang sebanyak 4 kali ulangan sehingga diperoleh 20 unit percobaan. Perlakuan berpengaruh nyata atau sangat nyata kemudian diuji lanjut menggunakan uji beda nyata jujur (BNJ) taraf 5% atau 1%. Hasil penelitian menunjukkan ekstraksi terbaik pektin didapatkan pada konsentrasi NaOH 1,59M dengan nilai randemen 11,15%, nilai kadar metoksil 50,22%, nilai kadar galakturonat 46,62% dan kejernihan pektin 9,19%. Pektin dari *pod husk* kakao dapat diekstraksi dengan Natrium hidroksida pada konsentrasi antara 1 M sampai 2 M dengan cara basah.

Kata kunci : Cara Basah, Konsentrasi Natrium hidroksida, Pektin, *Pod husk* kakao.

PENDAHULUAN

Sulawesi Tengah merupakan provinsi penghasil kakao kedua terbesar di Indonesia setelah Sulawesi Selatan. Menurut Direktorat Jendral Perkebunan (2014) selama lima tahun terakhir produksi

buah kakao Provinsi Sulawesi Tengah terus mengalami peningkatan yaitu 138.306 ton pada tahun 2010 meningkat menjadi 144.358 ton pada tahun 2012 dan 146.844 ton pada tahun 2014, produksi biji kakao yang meningkat ini juga mengakibatkan semakin meningkatnya *pod husk* kakao

yang dapat dimanfaatkan, dan memberikan sumbangan devisa ketiga terbesar setelah kelapa sawit dan karet (Goenadidkk.2007).

Pod husk kakao adalah salah satu hasil akhir dari proses pemanenan buah kakao, sekitar 73 % dari berat buah kakao yang di panen adalah *pod husk* kakao yang terkadang hanya dijadikan pakan ternak ataupun dijadikan bahan sebagai pembuatan pupuk dan bahkan tidak dimanfaatkan oleh para petani. Selain menghasilkan biji, dalam proses penanganannya juga menghasilkan produk ikutan (limbah) berupa *pod husk* kakao sebesar kurang lebih 73,77% dari berat buah secara keseluruhan. Ada beberapa penelitian yang telah dilakukan dengan pemanfaatan *pod husk* kakao dalam bidang pangan, diantaranya yaitu pembuatan *edible film*, sumber zat pewarna, farmasi (obat dan kosmetik) dan suplemen makanan. Komponen kimia yang terdapat dalam *pod husk* kakao terdiri dari polifenol (tannin dan flavonoid), theobromin, pektin, lemak kakao dan lignin karbohidrat kompleks.

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 (Madhav, 2002). Salah satu bahan kimia yang berpotensi untuk digunakan sebagai pengekstraksi pektin adalah Natrium hidroksida.

Natrium Hidroksida (NaOH) juga dikenal sebagai soda kaustik atau sodium hidroksida merupakan jenis basa logam kaustik. *Natrium Hidroksida* terbentuk dari oksida basa *natrium oksida* yang dilarutkan dalam air. *Natrium Hidroksida* membentuk larutan alkalin yang kuat ketika larutan dalam air. *Natrium Hidroksida* digunakan di dalam berbagai macam bidang industri. Kebanyakan digunakan sebagai basa dalam

proses industri bubur kayu, kertas, tekstil, air minum, sabun dan deterjen. Selain itu *Natrium Hidroksida* juga merupakan basa yang paling umum digunakan dalam laboratorium kimia.

Natrium Hidroksida murni berbentuk putih padat dan tersedia dalam bentuk pelet, serpihan, butiran dan larutan jenuh 50 %. NaOH bersifat lembab cair dan secara spontan menyerap *karbon dioksida* dari udara bebas. NaOH juga sangat larut dalam air dan akan melepas kalor ketika dilarutkan dalam air. Larutan NaOH meninggalkan noda kuning pada kain dan kertas. Pada konsentrasi 0,5 M sampai 2 M dapat digunakan untuk industri pangan.

Berdasarkan kandungan pektin yang cukup tinggi (6-12%) dan kandungan lignin yang rendah *pod husk* kakao sangat berpotensi untuk diolah menjadi produk pektin basah atau kering yang lebih bermanfaat untuk pangan. Dari hal tersebut diatas maka telah dilakukan suatu penelitian untuk mengekstraksi pektin *pod husk* kakao secara basah menggunakan Natrium hidroksida sebagai alternatif terbaik untuk bahan produk industri pangan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi optimum ekstraksi pektin *pod husk* kakao secara basah menggunakan larutan Natrium hidroksida.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas *pod husk* kakao, alkohol 96%, aquades, larutan NaOH. Bahan analisis terdiri atas sampel, etanol larutan DPPH, larutan Folin Ciocalteu, FeCl₃, asam askorbat, asam gallat dan aquades, serta bahan kimia lainnya.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas parang, pisau, tepat penjemuran, mesin penggiling *pod husk* kakao, wadah kemas, timbangan analitik, ayakan 80 mesh, talang plastik, ember, sendok, mangkok kaca, batang pengaduk, gelas ukur 1000 ml, labu ukur 1000 ml, tabung reaksi, hot plate 240 V, kamera, spektrofotometer (pembaca gelombang 517 nm), kertas saring dan alat tulis menulis.

Sedangkan alat analisis terdiri atas tabung reaksi, batang pengaduk, hot plate 240V, spektrofotometer (pembaca gelombang 517 nm), kertas saring dan gelas ukur.

Ekstraksi pektin *pod husk* kakao menggunakan metode (Gatot dkk, 2016). *Pod husk* kakao yang diambil dari buah kakao yang telah matang dan berwarna kuning. *Pod husk* kakao kemudian dirajang atau dipotong dengan ukuran $\pm 0,5-1,5$ cm. Kemudian hasil potongan *pod husk* kakao ditimbang seberat 100 g dan ditambahkan larutan Natrium hidroksida sebanyak 500 ml. Setelah itu dipanaskan menggunakan alat yang bernama water bath. Hasil yang diperoleh disebut dengan filtrat pekat. Filtrat pekat ini didinginkan.

Pengendapan pektin Penyiapan larutan pengendap. Larutan alkohol absolut diasamkan dengan menambahkan 2 ml NaOH pekat. Larutan ini disebut dengan alkohol asam. Filtrat pekat ditambah dengan alkohol asam dan diaduk sampai rata. Setiap 1 liter filtrate pekat ditambah dengan 1,5 liter alcohol asam. Filtrat didiamkan selama 10 – 14 jam (semalam) Endapan pektin dipisahkan dari filtratnya dengan cara diperas dan disaring. Hasil yang diperoleh disebut dengan pektin masam.

Pencucian pektin masam ditambah dengan alkohol absolut kemudian diaduk 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 $30-40^{\circ}\text{C}$ selama 6-10 jam Hasil yang diperoleh disebut dengan pektin kering.

Variabel Pengamatan

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 *pod husk* kakao 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 CO_2 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 jumlah molekul metoksil

Kadar Galakturonat (Cready, 1970). Kadar galak turonat 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 ekivalen dan kadar metoksil. Kadar galakturonat dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Galakturonat} = \frac{\text{mek (berat ekivalen+metoksil)} \times 176}{\text{bobot contoh (mg)}} \times 100\%$$

Keterangan: Nilai 176 diperoleh dari berat molekul galakturonat

Kejernihan pektin (Slamet dkk., 1984). Metode 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 dan nyalakan, menunggu sampai muncul istilah "initialization" dan semua fungsi alat sudah dicek secara otomatis, tunggu sampai muncul tampilan pilihan menu, pilih menu nomor 1 (*photometric*). Kemudian menentukan panjang gelombang yang akan digunakan dan absorbansi atau transmitansi.

Kemudian 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 (%).

Analisis Data. Data pengamatan dianalisis dengan menggunakan analisis of varians (ANOVA) dan jika terdapat perbedaan nyata diantara perlakuan maka dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf $\alpha = 5\%$. Sedangkan untuk mengetahui hubungan antara variabel bebas dan variabel tidak bebas dilakukan interpretasi sederhana regresi dan korelasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

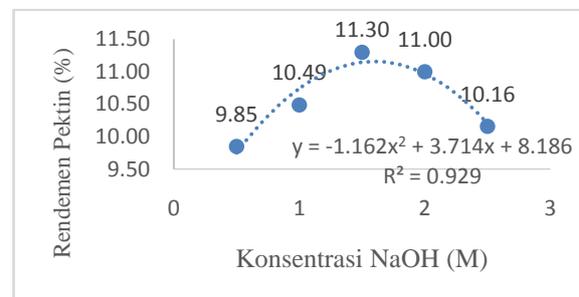
Rendemen Pektin. Hasil analisis Rendemen pektin yang dilakukan di laboratorium disajikan dalam Gambar 1.

Ekstraksi pektin dari jenis bahan, konsentrasi larutan dan metode yang berbeda akan mempengaruhi rendemen

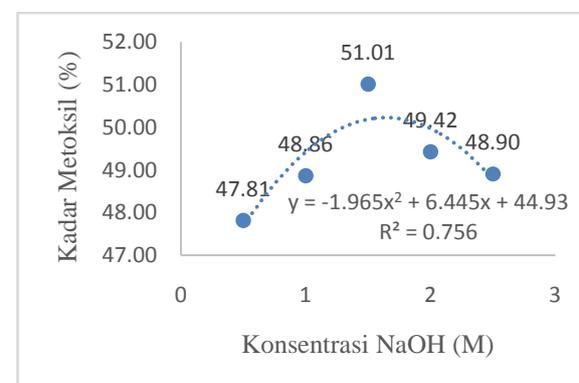
pektin yang terekstrak. Rendemen pektin pod husk kakao berkisar antara 9,85% sampai dengan 11,30%. Konsentrasi optimum terdapat pada konsentrasi larutan NaOH 1,59 M dengan nilai rendemen yaitu 11,15%. Nilai tersebut diperoleh dari uji korelasi dengan rumus fungsi $y = -1,1629x^2 + 3,7146x + 8,186$.

Rendemen pektin yang diekstraksi menggunakan NaOH pada konsentrasi 0,5 M sampai 1,5 M mengalami kenaikan, tetapi saat konsentrasi di naikkan menjadi 2 M sampai 2,5 M rendemen pektin menjadi menurun, hal ini disebabkan pada konsentrasi NaOH 2 M sampai 2,5 M pektin kembali terhidrolisis sehingga rendemen pektin mulai menurun.

Rendemen pektin adalah presentase pektin yang dihasilkan setelah proses pengeringan pektin basah hasil pengendapan. Kandungan pektin tergantung pada jenis bahan yang digunakan dan metode ekstraksinya. Menurut Hall (1998) menyatakan bahwa tinggi rendahnya rendemen yang dihasilkan lebih dipengaruhi jumlah air yang hilang pada saat pemanasan.



Gambar 1. Kurva Rendemen Pektin



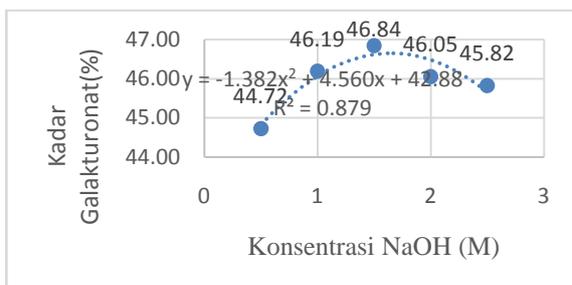
Gambar 2. Kurva Kadar Metoksil

Kadar Metoksil. Hasil analisis Kadar Metoksil yang dilakukan di laboratorium disajikan dalam Gambar 2.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kadar metoksil pektin pada konsentrasi NaOH 0,5M adalah 47,81% kemudian pada konsentrasi NaOH 1 M mengalami kenaikan menjadi 48,86%, begitu pula pada konsentrasi NaOH 1,5 M juga mengalami kenaikan menjadi 51,01%. Tetapi pada konsentrasi NaOH 2 M dan 2,5 M rendemen pektin mengalami penurunan menjadi 49,42% dan 48,90%. Kadar metoksil berkisar antara 47,81% sampai dengan 51,01%. Jika berdasarkan konsentrasi NaOH dengan rendemen terbaik yaitu 1,59 M, apabila diaplikasikan pada fungsi $y = -1,9657x^2 + 6,4451x + 44,938$, maka diperoleh kadar metoksil 50,22%.

Hal ini kemungkinan disebabkan bahwa semakin banyak volume NaOH yang digunakan maka semakin kecil berat ekuivalen yang akan didapat, sehingga gugus karboksil yang tak tereserifikasi semakin banyak. Semakin kecil berat ekuivalen maka akan semakin besar kadar metoksil pektin.

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 3. Kurva Kadar Galakturonat

Kadar Galakturonat. Hasil analisis Kadar Galakturonat yang dilakukan di laboratorium disajikan dalam Gambar 3.

Berdasarkan hasil penelitian pada gambar 3 menunjukkan bahwa kadar galakturonat berkisar antara 44,72% sampai dengan 46,84%. Jika berdasarkan konsentrasi NaOH dengan rendemen terbaik yaitu 1,59 M, apabila diaplikasikan pada fungsi $(y = -1,3829x^2 + 4,5606x + 42,886)$ maka diperoleh kadar galakturonat 46,62%.

Asam poligalakturonat merupakan kerangka dasar senyawa pektin yang menggambarkan kemurnian pektin. Semakin besar kandungan asam poligalakturonat maka semakin tinggi kemurnian pektin karena semakin kecil kandungan organik seperti arabinosa, galaktosa, rhamnosa dan jenis gula lainnya. Banyaknya kandungan poligalakturonat 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% (Kertesz, 1991).

Willats dkk., (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).

Kadar galakturonat yang cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya suhu dikarenakan meningkatnya reaksi hidrolisis protopektin menjadi pektin yang komponen dasarnya adalah asam D-galakturonat (Shaha dkk., 2013). Kadar galakturonat dan muatan molekul pektin memiliki peranan penting dalam menentukan sifat fungsional larutan pektin. Kadar

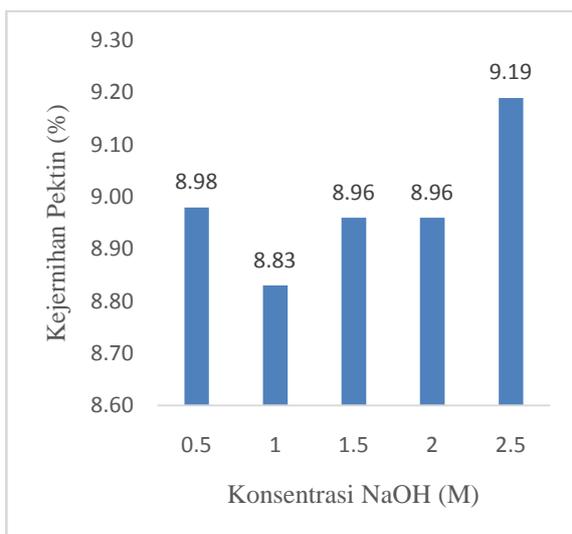
galakturonat dapat mempengaruhi struktur dan tekstur dari gel pectin (Constenla dan Lozano, 2006).

Kejernihan Pektin. Hasil analisis Kejernihan Pektin yang dilakukan di laboratorium disajikan dalam Gambar 4.

Kejernihan pektin yang diekstraksi menggunakan larutan NaOH hasilnya relatif rendah, hal ini karena larutan NaOH bersifat basa, sehingga sangat mempengaruhi kejernihan pektin. Kejernihan pektin yang diperoleh dari ekstraksi menggunakan larutan NaOH lebih rendah jika dibandingkan dengan kejernihan pektin yang diekstraksi menggunakan larutan HCl. Hal tersebut dikarenakan larutan NaOH tidak hanya mengekstraksi senyawa pektin saja, melainkan mengekstraksi juga senyawa lignin sehingga kejernihan pektin menjadi rendah.

Etanol merupakan bahan cair yang berwarna bening yang dapat memberikan kejernihan pektin sehingga jika ditambahkan tidak akan memberikan perubahan warna terhadap pektin yang dihasilkan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Maria (2008), bahwa penambahan etanol dapat meningkatkan kejernihan pektin yang dihasilkan. Karena efek pengenceran dari *plasticizer* meningkatkan kejernihan, dimana etanol merupakan komponen yang tidak berwarna (Adomako, 2002).



Gambar 4. Diagram Kejernihan Pektin

Menurut Fitriani (2003), kejernihan pektin sangat dipengaruhi oleh pencucian etanol, jika pencucian tidak menghilangkan asam maka kejernihan pektin akan rendah. Pektin basah yang diperoleh ternyata masih mengandung bahan-bahan selain pektin. Bahan-bahan tersebut kemungkinan besar terikut selama proses ekstraksi dan penggumpalan dikarenakan penggunaan pelarut asam masih tertinggal pada endapan pektin setelah pencucian dengan menggunakan etanol.

KESIMPULAN

Konsentrasi Larutan NaOH yang optimum untuk ekstraksi pektin dari *pod husk* kakao secara basah adalah 1,59 M untuk rendemen, 1,64 M untuk kadar metoksil dan 1,65 M untuk kadar galakturonat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, A., 2006. *Aktivitas Antiproliferasi Ekstrak Air Daun Sisik Naga (Pyrrosia nummularifolia (Sw.) Ching) Terhadap Sel Lestari Tumor Hela secara In Vitro*. Skripsi. Fakultas Kedokteran Hewan. Institut Pertanian Bogor, 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 Tecnology*. 35(3): 216-221.
- Cready, Mc, R.M. 1970. *Extraction of the pectin from the citrus peels and preservation of pectin Acid*. *Method Carbohydrate Chem*, 8:167-170.
- Direktorat jendral perkebunan, 2014. *Produksi kakao menurut provinsi Indonesia, 2010-2014*. www.pertanian.go.id. Diakses pada 19 Agustus 2016.
- Fitriani, V, 2003. *Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Kulit Jeruk Lemon (Citrus medica var lemon)*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, 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.
- Goenadi, D.H., J.B. Baon, S. Abdullah, Hermandan A. Purwoto. 2007. *Prospek dan arah pengembangan agribisnis kakao*. Edisi Kedua. Jakarta: Badan Litbang Pertanian.
- 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
- 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 Tropica Agric. 40:53-55
- Maria, T.M., 2008. *The Effect of The Degree of Hydrolisis of the PVA and the Plasticizer Consentration on the Color, Opacity, and Thermal and Mechanical Properties of Film Based on PVA and Gelatin Blends*. Journal of food Engineering 87:191-199.
- Rangana, S. 1977. *Manual of Analysis of fruit and vegetable products*. McGraw Hill, New Delhi.
- 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.
- Slamet S, B. Haryono dan Suhardi. 1984. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Penelitian*. Liberty, Yogyakarta.
- Wachida dan Yunianta. 2005. *Ekstraksi Pektin dari Kulit Jeruk Manis Kajian Tingkat Kematangan dan Jenis Pengendap*. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Brawijaya.
- Willats, WGT., J.P. Knox dan D.M. Korn, 2006. *Pectin: New Insights Into An Old Polymer Are Starting To Gel*. Trends in Food Science & Tecnology. 17: 97-104