

ISOLASI DAN KARAKTERISASI PEKTIN DARI KULIT NANAS

Sella Rindi Antika, Puji Kurniawati, S.Pd.,M.Sc

D III Analisis Kimia , Universitas Islam Indonesia , Jl. Kaliurang km 14,5 , Yogyakarta , 55584, Indonesia

email: sellarindya0@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan kualitas dan karakteristik pektin dalam kulit nanas menggunakan metode ekstraksi. Parameter yang digunakan adalah kadar abu, berat setara, metoksil konten, kemurnian dan karakteristik FTIR. Hasil penelitian diperoleh kadar abu sebesar 2,5 %, kadar berat setara sebesar 2,72 gram, metoksil konten sebesar 27,1% dan kadar galakturonat atau kemurnian pektin sebesar 8,3 %. Berdasarkan hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kualitas pektin dari kulit nanas cukup baik karena masih masuk dalam SNI 01-2238-1991 pektin pangan dan hasil karakterisasi FTIR menunjukkan bahwa gugus fungsional yang terukur oleh Spektroskopi FTIR dengan masing-masing serapan pada bilangan gelombang tertentu menunjukkan kesesuaian dengan struktur pektin.

Kata Kunci: Kulit nanas, metode ekstraksi; kualitas pektin; Karakteristik FTIR

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the quality and characteristics of pectin in pineapple skin using the method of extraction. Parameters used are ash content, equivalent weight, methoxyl content, purity and FTIR characteristics. The research results obtained ash content of 2.5%, equivalent weight level of 2.72 grams, methoxly content of 27.1% and pectin purity of 8.3%. Based on the results of this study indicate that the pectin quality of pineapple skin is good enough because it is still included in SNI 01-2238-1991 food pectin and FTIR characterization results show that functional group measured by FTIR spectroscopy with each absorption at certain wave number indicates conformity with structure of pectin.

Keywords: Pineapple skin, extraction method; pectin quality; FTIR Characteristics

I. PENDAHULUAN

Buah nanas (*Ananas comosus*L. Merr) merupakan salah satu jenis buah yang terdapat di Indonesia, mempunyai penyebaran yang merata. Selain dikonsumsi sebagai buah segar, nanas juga banyak digunakan sebagai bahan baku industri

pertanian. Industri pengolahan nanas ini tiap jam dapat mengolah buah nanas segar sebanyak 30 ton, dan menghasilkan limbah sebanyak 50-65 % atau sebesar 15-19,5 ton limbah (Biro Pusat Statistik, 2013). Seiring dengan berjalannya industri pengolahan nanas ini adalah adanya limbah kulit nanas yang semakin meningkat. Limbah industri nanas ini kebanyakan masih belum

termanfaatkan secara baik dan berdaya guna, bahkan sebagian besar masih merupakan buangan.

Hal ini apabila penanganan limbah tersebut kurang tepat, maka akan dapat menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan maupun pemborosan sumber daya (Rosyidah, 2010). Secara ekonomi kulit nanas masih bermanfaat untuk diolah menjadi pupuk (Murniati, 2006). Berdasarkan kandungan nutriennya, ternyata kulit buah nanas mengandung karbohidrat dan gula yang cukup tinggi (Agustina, 2015) kulit nanas mengandung 81,72 % air, 20,87 % serat kasar, 17,53 % karbohidrat, 4,41 % protein, 0,02 % lemak, 0,48 % abu, 1,66 % serat basah, dan 13,65 % gula reduksi. Selain itu buah nanas juga mengandung asam chlorogen yaitu antioksidan kemudian cytine yang berguna untuk pembentukan kulit dan rambut, lalu zat asam amino esensial yang dibutuhkan oleh tubuh untuk mempercepat pertumbuhan dan memperbaiki jaringan otot (Hernani dan Rahardjo, 2005).

Pada limbah kulit nanas diduga terdapat senyawa alkaloid, yaitu sebuah golongan senyawa basa bernitrogen yang kebanyakan heterosiklik dan terdapat di tumbuhan (Muchtadi, 2004). Hampir seluruh alkaloid berasal dari tumbuhan dan tersebar luas dalam berbagai jenis tumbuhan. Secara organoleptik, daun-daunan yang berasa sepat dan pahit, biasanya teridentifikasi mengandung alkaloid. Selain daun-daunan, senyawa alkaloid dapat ditemukan pada akar, biji, ranting, dan kulit kayu. Buah nanas setelah panen akan cepat mengalami

kerusakan karena tingginya kandungan air yang ada pada buah. Untuk mengatasi masalah panen raya agar harga buah tidak turun maka pemanfaatan nanas sebaiknya ditingkatkan untuk diambil pektinnya mengingat pektin masih diimport dari luar negeri untuk kebutuhan dalam negeri. Pektin adalah bahan pengental alami yang berasal dari buah dan beberapa macam tumbuhan.

Pektin adalah substansi alami yang terdapat pada sebagian besar tanaman pangan. Selain sebagai elemen struktural pada pertumbuhan jaringan dan komponen utama dari lamella tengah pada tanaman, pektin juga berperan sebagai perekat dan menjaga stabilitas jaringan dan sel (Herbstreith dan Fox, 2005). Pektin merupakan senyawa polisakarida dengan bobot molekul tinggi, pektin digunakan sebagai pembentuk gel dan pengental dalam pembuatan *jelly*, marmalade, makanan rendah kalori dan dalam bidang farmasi digunakan untuk penurun kadar kolesterol (Matters, 2005). Namun bila mengingat bahwa struktur komponen pektin juga banyak mengandung gugus aktif, maka pektin juga dapat digunakan sebagai salah satu sumber biosorben (Srivastava dan Malviya, 2011).

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% (Muhiji, 2011). Kelarutan pektin akan menurun jika molekulnya dengan perlakuan pemanasan, penambahan gula, atau penambahan alkohol sebelum pektin ditambah dengan air (Kertesz, 2000).

Pemisahan pektin dari jaringan tanaman dapat dilakukan dengan cara ekstraksi (Nurhikmat, 2003). Pektin dapat larut dalam beberapa macam pelarut seperti air, beberapa senyawa organik, senyawa alkalis dan asam. Dalam ekstraksi pektin terjadi perubahan senyawa pektin yang disebabkan oleh proses hidrolisis protopektin. Proses tersebut menyebabkan protopektin berubah menjadi pektinat (pektin) dengan adanya pemanasan dalam asam pada suhu dan lama ekstraksi tertentu. Apabila proses hidrolisis dilanjutkan senyawa pektin akan berubah menjadi asam pektat.

Proses ekstraksi adalah suatu proses pemisahan dari bahan padat maupun bahan cair dengan bantuan pelarut. Pelarut yang digunakan harus dapat mengekstrak substansi yang diinginkan tanpa melarutkan material lainnya. Ekstraksi merupakan proses pemisahan suatu bahan dari campurannya. Ekstraksi menggunakan pelarut didasarkan pada kelarutan komponen terhadap

komponen lain dalam campuran (Ryan, 2011).

II. METODOLOGI

Material

Bahan Kimia yang digunakan terdiri atas larutan asam klorida 6M asam nitrat 1N, 1 gram natrium klorida, etanol 96%, air suling, fenol merah.

Instrumentasi

Peralatan yang digunakan terdiri atas berbagai alat gelas yang biasas digunakan di Laboratorium Terpadu FMIPA UII, neraca analitik OHAUS, furnace BENCHTOP, desikator dan alat instrumen analisis Spektrofotometer FTIR.

Prosedur

Ekstraksi Kulit Nanas

Kulit nanas dicuci dan kemudian di blender. Nanas yang telah didapatkan ampasnya (Sampel) ditimbang sebanyak 100 gram lalu diekstraksi menggunakan labu leher tiga dan ditambahkan HCl 6M dengan volume 100 ml. Pemanas Listrik dihidupkan dan pengadukan dijalankan dengan kecepatan 300 rpm dengan suhu 90° C selama 3 jam.

Filtrat pektin dikentalkan dengan cara dipanaskan pada suhu 90° dan diaduk secara intensif sampai volumenya menjadi volume semula. Filtrat pektin kemudian ditambah HCl

dan alkohol dengan perbandingan 1:2 diaduk sampai merata dan dibiarkan selama 12 jam. Filtrat pektin yang diperoleh dicuci menggunakan etanol 96% sampai pH tidak bereaksi dengan asam lagi. Pektin hasil yang diperoleh di oven pada suhu 40°-50°C. Karakterisasi dilakukan dengan FTIR pada bilangan gelombang 4000-400 cm⁻¹.

Karakteristik Pektin.

Pektin Hasil

Pektin hasil dihitung sebagai berikut :

$$\text{Pektin} = \frac{\text{berat pektin kering (g)}}{\text{berat ampas nanas yang diambil untuk ekstraksi}} \times 100\%$$

Penentuan Kadar Abu

Penentuan kadar abu menggunakan metode AOAC (2005). Cawan yang akan digunakan dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam. Cawan yang sudah dipanaskan didinginkan selama 15 menit dalam desikator dan ditimbang. Sampel pektin ditimbang sebanyak 2 gram kemudian dimasukkan ke dalam furnace yang suhunya 600°C selama 3 jam. Sampel pektin kemudian didinginkan di dalam desikator. Cawan abu yang sudah didapatkan ditimbang sehingga berat konstan dan penentuan kadar abu dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{kadar abu} = \frac{\text{berat abu}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

Penentuan Berat Setara

Sampel pektin kering ditimbang sebanyak 0,5 gram dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer kemudian ditambahkan 5 ml etanol 96%, 1 gram NaCl dan 100 ml air suling. Kemudian digojog perlahan lalu

ditambahkan 6 tetes indikator fenol merah sebagai indikator. Larutan tersebut dititrasi dengan NaOH 0,1 N. Titrasin ditandai dengan adanya perubahan warna ungu pada larutan. Berat setara dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Berat setara} = \frac{\text{berat sampel yg ditimbang}}{\text{volume titrasi} \times N \text{ NaOH}} = \text{g}$$

Penentuan Methoxyl Content (MEO)

Sampel yang digunakan menggunakan sampel dari hasil berat setara yang kemudian ditambah 25 ml larutan NaOH 0,25 N. Kemudian larutan dititrasi dengan NaOH 0,1 N. Konten methoxyl dihitung dengan rumus berikut :

$$\text{Konten methoxyl \%} = \frac{\text{Volume titrasi} \times N \text{ NaOH} \times 3,1}{\text{Berat Sampel}}$$

Penentuan Jumlah Anhydronic Acid Content (AUA)

Jumlah AUA pektin diperoleh dengan rumus berikut (mohamed & hasan, 1995)

$$\% \text{ dari AUA} = \frac{176 \times 0,1z \times 100}{W \times 1000} + \frac{175 \times 0,1y \times 100}{w \times 1000}$$

III. HASILDAN DISKUSI

Analisis Pektin Kulit Buah Nanas.

Parameter yang dianalisis terhadap pektin yang diperoleh dari ekstraksi kulit buah nanas meliputi rendemen, kadar abu, kadar metoksil, berat setara, dan kadar galakturonat.

Tabel 1. Hasil Analisis Pektin dari Kulit Nanas

No.	Analisis	Hasil	Standar Mutu
1.	Kadar Abu	2,5 %	Maks. 12

2.	Berat Setara	2,27 g	0,6-0,8 g
3.	Kadar Metoksil	27,1 %	Min. 7,12 %
4.	Kadar galakturonat	8,3 %	Min 35 %

Kadar Abu. Abu merupakan residu atau sisa pembakaran bahan organik yang berupa bahan anorganik. Kadar abu menunjukkan kandungan mineral dari suatu bahan (PERSAGI, 2014). Komponen mineral yang sering terdapat dalam senyawa organik alami adalah Kalium, Natrium, Magnesium, Mangan dan Besi.

Kadar abu berpengaruh pada tingkat kemurnian pektin. Semakin tinggi tingkat kemurnian pektin, kadar abu dalam pektin semakin rendah. Perlakuan dengan asam mengakibatkan terhidrolisisnya pektin dari ikatan kalsium dan magnesiumnya. Jadi apabila asam yang digunakan mempunyai pH tinggi maka kadar abunya tinggi.

Pada hidrolisis dengan asam, ion-ion akan lepas dari substansi pektin. Semakin lama perlakuan dengan asam, ion-ion ini akan lebih banyak dilepaskan sehingga kadar abu semakin tinggi. 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 kadar abu pektin yang diperoleh berkisar 2,50% (Tabel 1), yang sesuai dengan standar mutu kadar abu pektin yang ditetapkan IPPA (*International Pectin Producers Association*), yaitu maksimum 10% sedangkan menurut *Food Chemical Codex*, kadar abu pektin yang diijinkan kurang dari 1%.

Berat Setara. Berat setara merupakan ukuran terhadap kandungan gugus asam galakturonat bebas yang terdapat dalam rantai molekul pektin. Asam pektat murni mempunyai berat ekuivalen 176 (Tuhouloula, 2013). Asam pektat murni merupakan asam pektat yang seluruhnya tersusun. Berat ekuivalen yang dihasilkan dari penelitian ini yaitu 2,27 g (Tabel 1). Berat ekuivalen pektin berdasarkan standar IPPA yakni 0,6-0,8 g. Pektin hasil ekstraksi dari limbah kulit nanas ini memiliki berat ekuivalen yang tidak memenuhi standar yang ada. Bobot molekul pektin tergantung pada jenis tanaman, kualitas bahan baku, metode ekstraksi dan perlakuan pada proses ekstraksi. Kemungkinan besar hal yang mempengaruhi nilai berat ekuivalen adalah sifat pektin hasil ekstraksi itu sendiri, serta proses titrasi yang dilakukan.

Umumnya polimer dengan berat molekul tinggi mempunyai sifat yang lebih kuat. Polimer-polimer dianggap memiliki berat molekul yang berkisar antara ribuan hingga jutaan dengan berat molekul optimum yang bergantung pada struktur kimia dan penerapannya. Dari asam poligalakturonat yang bebas dari gugus metil ester, sehingga

tidak mengalami esterifikasi. Semakin sedikit gugus asam bebas berarti semakin tinggi berat ekivalen. Semakin tinggi suhu dan lama waktu ekstraksi dengan larutan asam akan menyebabkan terjadinya hidrolisis pada ikatan glikosidik. Hidrolisis ini menyebabkan penurunan bobot ekivalen pektin (Constenla dan Lozano, 2012). Semakin lamanya waktu ekstraksi akan menyebabkan proses deesterifikasi pektin menjadi asam pektat. Proses deesterifikasi ini akan meningkatkan jumlah gugus asam bebas. Peningkatan jumlah gugus asam bebas inilah yang akan menurunkan berat ekivalen (Widyaningrum *et al.*, 2014)

Hasil dari penelitian (Fitria, 2013), berat ekivalen pektin yang dihasilkan berkisar antara 4094,47 mg-9534,71 mg. Pektin hasil ekstraksi pada pH 1 suhu 80°C memiliki berat ekivale 5757,44 mg. Bila diekstraksi pada suhu 90°C memiliki berat ekivalen 4097,47 mg. Ekstraks pada pH 1,5 suhu 80°C, menghasilkan pektin dengan berat ekivalen 8667,91 mg, sedangkan ekstraaksi pada suhu 90°C sebesar 9532,74 mg dan 9532,74 mg untuk pektin hasil ekstraksi suhu 80°C. Jadi pH sangat berpengaruh pada berat ekivalen yang dihasilkan dimana semakin tinggi pH maka semakin tinggi berat ekivalen yang dihasilkan.

Kadar Metoksil. Kadar Metoksil didefinisikan sebagai jumlah metanol yang terdapat di dalam pektin. Kadra metoksil pektin memiliki peranan penting dalam menentukan sifat fungsional larutan pektin dann dapat mempengaruhi struktur dan tekstur dari gel

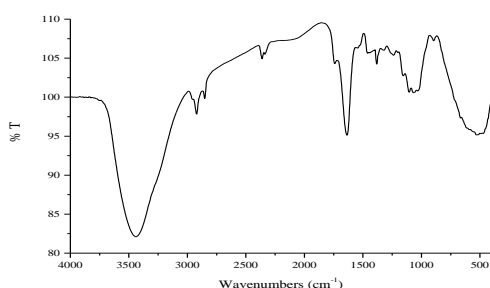
pektin. Berdasarkan kandungan metoksilnya pektin dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu pektin dengan kandungan metoksil tinggi (*High Methoxyl Pectin*) dan pektin dengan kandungan rendah (*Low Methoxyl Pectin*). Pektin disebut bermetoksil tinggi jika memiliki nilai kadar metoksil sama dengan 7% atau lebih. Jika kadar metoksil kurang dari 7% maka pektin disebut bermetoksil rendah berdasarkan *Food Chemical Codex* (1996).

Pada penelitian ini diperoleh rerata kadar metoksil sebesar 27,1%. Hal ini menunjukkan bahwa pektin yang diperoleh pada penelitian ini termasuk dalam pektin bermetoksil tinggi. Namun pektin bermetoksil tinggi harus melalui proses demetilasi untuk selanjutnya di produksi. Kadar metoksil dari pektin berhubungan dengan kemampuannya membentuk gel. Ekstraksi yang terlalu lama akan menghasilkan pektin yang tidak jernih, jeli yang diperoleh akan keruh dan kekuatan jeli berkurang(Kurniawati, 2013).

Kadar Asam Galakturonat atau Kemurnian. Kadar asam galakturonat serta muatan molekul pektin berperan penting dalam penentuan sifat fungsional larutan pektin. Kadar galakturonat dapat mempengaruhi struktur dan tekstur dari gel yang terbentuk. Semakin tinggi nilai kadar galakturonat maka mutu pektin juga semakin tinggi. Kadar asam galakturonat pektin kulit buah nanas yang dipeoleh pada penelitian ini berkisar 8,3%. Rendahnya kadar asam galakturonat pada penelitian dapat disebabkan karena adanya senyawa

nonuronat yang ikut tersektrak ke dalam pektin.

Karakterisasi Pektin. Analisis dilakukan untuk mengevaluasi karakteristik pektin. Spektrum FTIR limbah kulit nenas diilustrasikan pada gambar berikut,



Gambar 1. spektrum pektin dari kulit nenas

Hadil pengukuran spektrum FTIR menunjukkan kelompok ggus fungsi dan memberikan informasi struktural pektin hasil ekstraksi dari bahan baku kulit nenas dan larutan pengekstrak asam klorida. Spektrum FTIR hasil ekstraksi dibandingkan terhadap spektrum pektin komersial dan standar. Rentang bilangan gelombang yang digunakan adalah 4000-400 cm^{-1} .

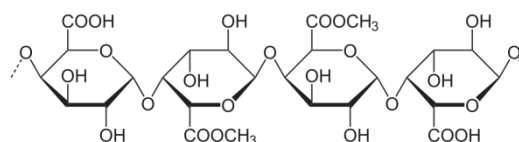
Tabel 2. Data Spektrum FTIR

No	Area (bilangan gelombang) (cm^{-1})			Keterangan
	Standar	Komersial	Sampel	
1	3446,17	3393,14	3440,72	-OH
2	2934,16	2934,16	2921,28	Ulur -CH ₃
3	1698,02	1698,02	1634,35	-C=O
4	1369	1362,46	1382,03	Ulur -C-H
5	1152	1135,87	1067,58	-O- (eter)

Sumber : Jurnal Karakterisasi Pektin dari Limbah Kulit Pisang tahun 2013

Terlihat dari data spektrum FTIR di atas, komersial dan pektin hasil ekstraksi menunjukkan adanya beberapa perbedaan. Spektrum menunjukkan puncak serapan lebar

yang khas pada bilangan gelombang 3446,17 cm^{-1} untuk pektin standar, 3393,14 cm^{-1} untuk pektin komersial dan pada 3440,72 cm^{-1} untuk pektin hasil ekstraksi. Serapan pada bilangan gelombang 2934,16 cm^{-1} , pada pektin standar, untuk pektin komersial pada bilangan gelombang 2934,16 dan untuk pektin hasil ekstraksi mengalami pergeseran bilangan gelombang yakni 2921,28 cm^{-1} . Daerah bilangan tersebut menunjukkan serapan ulur dari -CH₃. Pada daerah bilangan gelombang 1634,35 cm^{-1} menunjukkan adanya serapan dari gugus karboksil (-C=O). Vibrasi ulur -C-H dapat ditemukan pada daerah bilangan gelombang 1382 cm^{-1} dan ini pun menunjukkan adanya pergeseran bilangan gelombang. Terdapat serapan daeri eter (-O-) pada bilangan gelombang 1067,58 cm^{-1} untuk pektin hasil ekstraksi, sedangkan untuk komersial pada bilangan gelombang 1135,87 dan untuk standar pada bilangan gelombang 1152 cm^{-1} .



Gambar 2. Struktur Pektin

Pada struktur pektin di atas, terlihat bahwa gugus fungsional yang terukur oleh spektroskopi FTIR dengan masing-masing serapan pada bilangan gelombang tertentu menunjukkan kesesuaian dengan struktur pektin. Terdapat vibrasi OH, ikatan -CH₃ pada cabang metoksil (COOCH₃), ikatan -C-H, karbonil (-C=O) dan eter (-O-)

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kualitas Pektin yang diperoleh dalam sampel kulit nanas sudah sesuai dengan *International Pectin Producers Association (IPPA)* dan *Food Chemical Codex* serta spesifikasi dalam Farmakope. Dari data yang didapatkan, pektin dari kulit nanas ini termasuk ke dalam pektin bermetoksil tinggi, karena kadar metoksil yang didapatkan lebih dari 7,12%. Berdasarkan hasil karakteristik yang diperoleh nilai bobot pektin 5,6 %, kadar abu 2,5%; berat setara 2,27 gram; kadar metoksil 27,1%; dan kadar galakturonat 8,3%.
2. Spektrum FTIR antara pektin standar, komersil dan hasil ekstraksi menunjukkan kemiripan dan memiliki kesamaan gugus fungsi yang terukur oleh FTIR dengan struktur pektin.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan selesainya penelitian ini, kami mengucapkan terima kasih kepada laboran dan teman” yang telah memberikan motivasi, dan bantuan tenaga dalam pelaksanaan

kegiatan ini, sehingga terlaksana dengan baik, lancar dan sukses.

REFERENSI

- [1] Agustina. 2015. Pengaruh Berbagai Varietas Nanas Dalam Pembuatan Kripik Nanas. *Jurnal*. Vol.2 (2). Hal 24-30. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [2] Biro Pusat Statistik. 2013. Statistik Produksi nanas Impor Indonesia. Biro Pusat Statistik. Jakarta.
- [3] Constenla, D and Lozano, J.E. 2012. *Kinetic Model of Pectin Demethylation*. *Latin American Applied Research*, 33(2), 77-84.
- [4] Ditjen Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian. 2005. Panduan Pasca Panen dan Pengolahan Jeruk. Departemen Pertanian. Jakarta.
- [5] Evy Kurniawati. 2013. *Kualitas Jelly Kulit Buah Markisa (Passiflora edulis var. Flavicarpa Degener) Dengan Variasi Suhu dan Ekstraksi Pektin*. Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- [6] Fitria, A. 2013. Karakterisasi Pektin Hasil Ekstraksi dari Limbah Kulit Pisang Kepok (*musa balbisiana ABB*). UIN Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- [7] Herbreith, K dan G. Fox. 2005. Pectin. http://www.herbreithfox.de/pektin/forschung_und_entwicklung/forschung_entwicklung04a.htm
- [8] Heni Sofiana. 2012. *Pengambilan Pektin dari Kulit Pepaya dengan Cara Ekstraksi*. Jurusan Teknik Kimia. Universitas Diponegoro.
- [9] Mattes, Frank. *Cholesterol and the Power of Pectin*. Herbreith & Fox Inc. Elmsford/NY, USA, 2005
- [10] PERSAGI. 2014. *Kamus Gizi Pelengkap Kesehatan Keluarga*. PT Kompas Media Nusantara. Jakarta
- [11] Ryan, Nopriansyah. 2011. *Proses Ekstraksi* <http://scribd.com/doc/71155560/proses-ekstraksi>
- [12] Srivastava, Pranti and Rishabha, Malviya. *Sources of pectin, extraction and its application in pharmaceutical industry – An overview*. *Indian Journal of Natural Products and Resources*. Vol. 2, 2011
- [13] Tuhuloula, Abubakar. 2013. *Karakterisasi Pektin Dengan Memanfaatkan Limbah Kulit Pisang Menggunakan Metode Ekstraksi*. Universitas Lambung Mangkurat.
- [14] Vita Fitria. 2013. *Karakterisasi Pektin Hasil dari Limbah Kulit Pisang Kepok*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta
- [15] Widyaningrum et. Al., 2014. *Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Buah Pandan Laut (Pandanus tectorius)*. Jurusan Keteknikan Pertanian – Fakultas Teknologi Pertanian – Universitas Brawijaya, Malang. Vol. 2 No. 2.