

PERBANDINGAN METODE KONVENSIONAL EKSTRAKSI PEKTIN DARI KULIT BUAH PISANG DENGAN METODE ULTRASONIK

Arief Adhiksana

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Samarinda

*e-mail: adhiksana.bpp@gmail.id

Abstract

The Banana is the most widely produced fruit in Indonesia with waste of banana peel about 1/3 of the fruit. If the banana peel is not utilized in large quantities it will cause environmental problems and is a waste of resources because the waste can still be utilized. The Banana peel contains a variety of compounds such as pectin 10-21%. Based on its content, banana peels have potential as a source of pectin. Pectin can be utilized in various industries of making jelly, jam, gelling, thickener, stabilizer and emulsifier. The purpose of this study was to find the influence of ultrasonic and mass on pectin yield. This research was conducted by using ultrasonic method extraction using 0.05 N HCl solvent of 400 mL and extraction temperature of 60 °C. variation of mass in this research are 5, 10, 20, 30 and 40 grams. The highest yield obtained in ultrasonic method is 20.0008 gram with yield of 25,59%. The conventional method only can reach 18,3%.

Keywords: Conventional, Banana peel skin, Ultrasound, Yield of pectin.

Abstrak

Pisang merupakan buah yang paling banyak diproduksi di Indonesia dengan limbah berupa kulit pisang sekitar 1/3 dari bagian buah. Kulit pisang mengandung berbagai macam senyawa diantaranya pektin sebanyak 10-21%. Kulit pisang berpotensi sebagai sumber pektin. Pektin dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang industri pembuatan jeli, selai, pembentuk gel, pengental, penstabil dan pengemulsi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh penggunaan ultrasonik dan massa terhadap rendemen pektin yang dihasilkan. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pelarut HCl 0,05 N sebanyak 400 mL dan suhu ekstraksi 60 °C serta paparan ultrasonik. Adapun variasi massa sebesar 5, 10, 20, 30 dan 40 gram. Rendemen tertinggi pada penelitian ini diperoleh sebesar 25,59% (metode ultrasonik) dan 18,3 % (metode konvensional).

Kata kunci: Konvensional, Kulit pisang kepok, Rendemen pektin, Ultrasonik.

1. PENDAHULUAN

Pisang merupakan buah yang paling banyak diproduksi di Indonesia, dengan salah satu daerah penghasil pisang yaitu

Kota Samarinda, provinsi Kalimantan Timur. Produksi pisang pada tahun 2015 di Kota Samarinda mencapai 37.844 ton/tahun (BPS, 2016). Pisang yang

dikonsumsi menghasilkan limbah berupa kulit pisang sekitar satu per tiga dari bagian buah (Munadjim, 1984), sehingga untuk produksi limbah kulit pisang di Kota Samarinda pada tahun 2015 mencapai 12.614 ton.

Saat ini kulit pisang digunakan sebagai pakan ternak atau dibuang begitu saja sebagai limbah rumah tangga atau industri. Hasil penelitian Ujianto menunjukkan potensi penggunaan limbah kulit pisang sebagai pakan ternak yakni 8 %. Jumlah limbah yang besar selain menimbulkan masalah lingkungan juga merupakan pemborosan sumber daya karena limbah tersebut masih dapat dimanfaatkan menjadi produk yang memiliki nilai ekonomis bila dimanfaatkan dengan baik (Ujianto, 2003).

Kulit pisang memiliki kandungan yang berpotensi sebagai sumber pektin, sehingga dapat dikembangkan cara melakukan ekstraksi pektin dari kulit pisang. Pektin dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang industri. Pektin berperan sebagai bahan pokok pembuatan jeli dan selai pada industri pangan (Fitria, 2013). Pektin dalam industri farmasi sebagai additive pembentuk gel, pengental, penstabil dan pengemulsi. Penelitian tentang ekstraksi pektin sudah banyak dilakukan, salah satunya adalah penelitian dilakukan oleh Grassino. Grassino mengekstraksi limbah tomat dengan pelarut $H_2C_2O_4$ variasi waktu sonifikasi (15, 30, 45, 60, dan 90 menit), suhu $60^{\circ}C$ dan $80^{\circ}C$ dan frekuensi ultrasonik 35 Khz. Pada suhu $60^{\circ}C$ dan waktu ekstraksi 15 menit diperoleh kadar metoksil tertinggi sebesar 5,56% (Grassino, 2016). Ariesti melakukan penelitian dengan mengekstraksi

campuran kulit pisang kepok kuning dan kulit pisang ambon dengan rasio 3:1, 1:1 dan 1:3 b/b dan memvariasikan konsentrasi pelarut HCl (0,25 N; 0,3 N dan 0,35 N), suhu $80^{\circ}C$ dengan waktu 90 menit. Pada rasio 1:3 b/b dengan konsentrasi HCl 0,35 N diperoleh kadar rendemen tertinggi 67,38% (Ariesta, 2016). Hanum melakukan penelitian dengan dkk mengekstraksi kulit pisang kepok menggunakan pelarut HCl dengan memvariasikan pH (1; 1,5 dan 2), variasi waktu ekstraksi (70, 80, 90, dan 100 menit) dan suhu ekstraksi $80^{\circ}C$ dan $90^{\circ}C$. Hasil terbaik pada pH 1,5 dan suhu $90^{\circ}C$ dan waktu 80 menit menghasilkan rendemen sebanyak 5 gram (Hanum, 2012).

Pemilihan ekstraksi metode konvensional dan penggunaan suhu tinggi menyebabkan kualitas pektin menurun. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya modifikasi proses ekstraksi untuk memperoleh rendemen yang lebih banyak lagi dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik pada proses ekstraksi pektin.

Metode ultrasonik adalah metode yang menggunakan gelombang ultrasonik yaitu gelombang akustik dengan frekuensi lebih besar dari 16-20 kHz Ultrasonik bersifat *non-destructive* dan *non-invasive*, sehingga dapat dengan mudah diadaptasikan ke berbagai aplikasi. Salah satu manfaat metode ekstraksi ultrasonik adalah untuk mempercepat proses ekstraksi (Kuldiloke, 2002).

Penggunaan ultrasonik pada proses ekstraksi senyawa organik yang ada dalam tanaman dan biji-bijian dengan menggunakan pelarut organik dapat berlangsung lebih cepat. Dinding sel dari bahan dipecah dengan getaran ultrasonik

sehingga kandungan yang ada didalamnya dapat keluar dengan mudah.

Cara kerja metode ultrasonik dalam mengekstraksi adalah sebagai berikut : gelombang ultrasonik terbentuk dari pembangkitan ultrason secara lokal dari kavitasi mikro pada sekeliling bahan yang akan diekstraksi sehingga terjadi pemanasan pada bahan tersebut, yang pada akhirnya akan melepaskan senyawa ekstrak. Terdapat efek ganda yang dihasilkan, yaitu pengacauan dinding sel sehingga membebaskan kandungan senyawa yang ada di dalamnya dan pemanasan lokal pada cairan dan meningkatkan difusi ekstrak. Energi kinetik dilewatkan ke seluruh bagian cairan, diikuti dengan munculnya gelembung kavitasi pada dinding atau permukaan sehingga meningkatkan transfer massa antara permukaan padat-cair. Efek mekanik yang ditimbulkan adalah meningkatkan penetrasi dari cairan menuju dinding membran sel, mendukung pelepasan komponen sel, dan meningkatkan transfer massa. Kavitasi ultrasonik menghasilkan daya patah yang akan memecah dinding sel secara mekanis dan meningkatkan transfer material (Liu, 2010).

Beberapa keunggulan pada penggunaan teknologi ultrasonik dalam aplikasinya pada berbagai macam pati dan polisakarida adalah 1) proses ultrasonik tidak membutuhkan penambahan bahan kimia dan bahan tambahan lain, 2) Prosesnya cepat dan mudah, yang berarti prosesnya tidak memerlukan biaya tinggi, 3) Prosesnya tidak mengakibatkan perubahan yang signifikan pada struktur kimia, partikel, dan senyawa-senyawa bahan yang digunakan (Lida dkk, 2002).

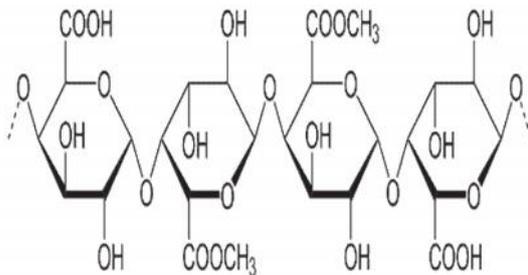
Hal-hal yang mempengaruhi kemampuan ultrasonik untuk menimbulkan efek kavitasi yang diaplikasikan pada produk pangan antara lain karakteristik ultrasonik seperti frekuensi, intensitas, amplitudo, daya, karakteristik produk (seperti viskositas, tegangan permukaan) dan kondisi sekitar seperti suhu dan tekanan (McClements, 1995).

Pektin adalah produk karbohidrat yang dimurnikan dari ekstraksi asam pada kulit buah. Senyawa pektin merupakan polimer dari asam D-galakturonat (merupakan turunan dari galaktosa) yang dihubungkan dengan ikatan beta-(1,4)-glukosida. Pada umumnya senyawa-senyawa dari pektin diklasifikasikan menjadi tiga kelompok yaitu asam pektat, asam pektinat (pektin) dan protopektin. Protopektin banyak terdapat pada jaringan tanaman yang masih muda. Protopektin, pektin dan asam pektat juga terdapat pada buah dan jumlahnya tergantung pada tingkat pematangan buah tersebut. Pektin terdapat pada dinding sel primer tanaman khususnya diantara sela-sela selulosa dan hemi selulosa. Pektin juga berfungsi sebagai bahan perekat pada dinding tanaman.

Buah-buahan yang masih muda memiliki sel-sel yang satu dengan yang lain masih dipersatukan dengan kuat oleh protopektin sedangkan buah masak sebagian dari protopektin mengalami penguraian menjadi pektin karena bantuan enzim protopektinase. Hal ini menyebabkan terlepasnya sel-sel satu dari yang lain, sehingga buah menjadi lunak. Selanjutnya enzim pektinase meneruskan pengubahan pektin menjadi asam-pektat, hal mana menyebabkan buah menjadi

masak. Pektin banyak dijumpai pada sayuran dan buah-buahan (sufy, 2015)

Menurut Farmakope Indonesia Edisi V senyawa pektin adalah produk karbohidrat dari ekstrak asam encer dari bagian dalam kulit buah jeruk sitrus atau apel, terutama terdiri dari poligalakturonat termetoksilasi sebagian. Pektin mengandung tidak kurang dari 6,7% gugus metoksil (-OCH₃) dan tidak kurang dari 74,0% asam galakturonat (C₆H₁₀O₇) dihitung terhadap zat yang telah dikeringkan (Kementrian Kesehatan, 2014).



Gambar 1. Struktur Kimia Pektin

Berikut adalah standar mutu dan spesifikasi pektin berdasarkan Farmakope Indonesia pada tabel 1

Tabel 1. Spesifikasi Pektin Berdasarkan Farmakope

Tes	USP 23
Susut Pengeringan	< 10,0 %
Arsenik	< 3ppm
Timah	<5 _u g/g
Gula dan Asam Organik	+
Batas Mikroba	+
Uji Kadar	
Grup Metoksil	< 6,7 %
Asam Galakturonat	< 74,0 %

Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi dengan frekuensi yang lebih besar dari batas frekuensi tertinggi yang bisa didengar oleh telinga manusia yaitu lebih besar dari 20 KHz. Metode ultrasonik adalah metode yang menggunakan gelombang ultrasonik yaitu gelombang akustik dengan frekuensi lebih besar (16-20 KHz). Ultrasonik bersifat *non-destructive* dan *non-invasive*, sehingga dapat dengan mudah diadaptasi ke berbagai aplikasi. Salah satu manfaat metode ekstraksi ultrasonik adalah untuk mempercepat proses ekstraksi (Kuldiloke, 2002).

Ada beberapa karakteristik pektin yang perlu dilakukan, antara lain : kadar air dan kadar metoksil. Kadar metoksil menyatakan banyaknya gugus metil teresterifikasi. Kadarmetoksil merupakan jumlah mol etanol yang terdapat di dalam 100 mol asam galakturonat yang memiliki peranan penting dalam menentukan sifat fungsional larutan pektin dan dapat mempengaruhi struktur dan tekstur dari gel pektin. Kadar air adalah banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen. Kadar air menentukan kesegaran dan daya awet bahan. Kadar air tinggi rentan terhadap aktivitas mikroba (Fitria, 2013).

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh penggunaan ultrasonik terhadap rendemen pektin yang diperoleh. Selain itu penelitian ini juga ingin melihat pengaruh variasi konsentrasi HCl pada ekstraksi menggunakan ultrasonik terhadap rendemen yang diperoleh. Adanya rekayasa proses berupa pemanfaatan gelombang ultrasonik diharapkan mampu memperbaiki hasil pada penelitian sebelumnya.

2. METODE PENELITIAN

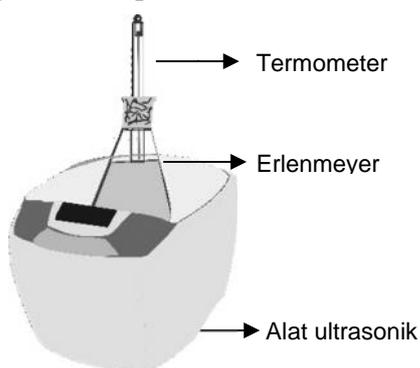
2.1 Alat dan Bahan

Bahan baku yang digunakan adalah kulit pisang kepok yang telah dikeringkan. Bahan kimia yang digunakan adalah HCL 0,05 N, aquadest, ethanol 96 %, indikator PP, larutan NaOH.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *ultrasonic bath pro's kit*, termometer raksa, pH meter, pipet volume 100 mL, tabung reaksi, oven, desikator, erlenmeyer 100, 250, 1000 mL, batang pengaduk, kertas saring whatman no.42, corong butchner, pompa vakum, dan gelas beker 250 dan 500 mL.

2.2 Prosedur penelitian

Percobaan utama untuk mengetahui pengaruh massa bahan baku terhadap rendemen, kadar air, kadar metoksil, kadar galakturonat, berat ekivalen, dan derajat esterifikasi. Percobaan dilakukan dengan variasi massa 5, 10, dan 20 gram dengan konsentrasi pelarut 0,05 N waktu 60 menit dengan suhu 60°C, serta volume pelarut 400 mL. Rangkaian alat yang digunakan seperti Gambar 2:



Gambar 2. Rangkaian peralatan ekstraksi berbantuan gelombang ultrasonik

Bahan baku kemudian ditambahkan larutan asam klorida dengan sebanyak 400 ml lalu diekstrak dengan bantuan *ultrasonic bath*. Campuran yang telah

diekstrak disaring dan didinginkan. Hasil filtrat ditambahkan ethanol 96% dengan perbandingan 1:1,5. Filtrat didiamkan selama 8 s/d 10 jam, kemudian endapan terbentuk disaring menggunakan kertas saring whatmann no. 42 dengan dibantu alat corong buchner dan pompa vakum. Endapan pektin yang diperoleh dikeringkan pada temperatur 40°C selama 8 jam. Hasil yang diperoleh dapat dilakukan uji karakteristik pektin antara lain: analisa kadar air, berat ekivalen, kadar metoksil, kadar galakturonat, dan derajat esterifikasi. Tentunya hasil analisa yang didapat dibandingkan dengan standar mutu baku *Internasional Pectin Procedure Association*) dan dianalisa kualitatif dengan metode tes [9000-69-5] berdasarkan standar Farmakoppe Indonesia, untuk mengetahui bahwa yang diekstrak adalah senyawa pektin.

3. HASIL DAN DISKUSI

Penelitian ini dilakukan selama 2 bulan di laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda. Adapun hasil yang diperoleh dari penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Penelitian ini menggunakan larutan asam HCl 0,05 N sebagai bahan utama untuk memutus ikatan selulosa pada tanaman. Hidrolisa menggunakan asam dan panas menyebabkan ikatan antara protopektin dan selulosa terlepas, sehingga menghasilkan senyawa pektin, selulosa dan beberapa mineral.

Pada metode konvensional energi panas akan bergerak dari arah luar ke dalam bahan ekstrak. Sedangkan dengan ultrasonik, memanfaatkan peristiwa kavitasi dalam proses sehingga bisa mempercepat proses ekstraksi. Ultrasonik

kavitasi menghasilkan kekuatan pemotongan yang tinggi yang menembus gumpalan partikel dan menjadikannya partikel tunggal yang tersebar. Paparan ultrasonik dapat menghancurkan bahan berserat, selulosa menjadi partikel halus dan menghancurkan struktur dinding sel.

Tabel 2. Data Hasil Rendemen Pektin Variasi Konsentrasi

Variasi massa	Rendemen	
	Konvensional (%)	Ultrasonik (%)
5	6,9	20,29
10	18,3	22,75
20	17,4	25,59
30	16,9	23,99
40	8,8	19,85

Tabel 3. Hasil Uji Kualitatif metode tes [9000-69-5]

Prosedur	Spesifikasi	Hasil
Lar.Pektin 1% pektin + 10 mL H ₂ O + 10 mL Etanol P	Terbentuk Endapan bening	Sesuai
Lar.Pektin 1% + 5 mL H ₂ O +1 mL NaOH 2N	Terbentuk gel/semi gel	Sesuai
Asamkan gel dengan HCl 3N dan dikocok	Terbentuk endapan seperti gelatin (tidak berwarna, menjadi putih dan menggumpal bila dipanaskan	Sesuai

Secara prinsip gelombang ultrasonik terbentuk dari pembangkitan ultrasonik secara lokal dari kavitasi mikro pada sekeliling bahan yang akan diekstraksi sehingga terjadi pemanasan pada bahan

tersebut, yang mengakibatkan terlepasannya senyawa ekstrak. Terdapat efek ganda yang dihasilkan, yaitu pengacauan dinding sel sehingga membebaskan kandungan senyawa yang ada di dalamnya dan pemanasan lokal pada cairan dan meningkatkan difusi ekstrak. Energi kinetik dilewatkan ke seluruh bagian cairan, diikuti dengan munculnya gelembung kavitasi pada dinding atau permukaan sehingga meningkatkan transfer massa antara permukaan padat-cair. Efek mekanik yang ditimbulkan adalah meningkatkan penetrasi dari cairan menuju dinding membran sel, mendukung pelepasan komponen sel, dan meningkatkan transfer massa (Liu, 2010).

Pengaruh Variasi Konsentrasi terhadap Rendemen.

Ekstraksi pektin dari kulit pisang kepok ini menggunakan ultrasonik, adapun variasi pada penelitian ini menggunakan variasi massa bahan baku yang kemudian dibandingkan dengan perolehan rendemennya. Hal ini dapat diketahui dari Tabel 2, rendemen tertinggi diperoleh pada variasi ekstraksi menggunakan ultrasonik dengan massa 20 g sebesar 25,59 %, sedangkan metode konvensional mendapatkan rendemen tertinggi pada variasi massa 10 gram sebesar 18,3%. Berdasarkan kedua data tersebut dapat dilihat bahwa penggunaan metode hidrolisis dengan ultrasonik mampu menghasilkan rendemen yang lebih baik bila dibandingkan metode konvensional.

Bertambahnya massa suatu bahan seharusnya juga menghasilkan produk yang semakin meningkat baik untuk

metode konvensional maupun yang menggunakan metode ultrasonik. Semakin banyak massa bahan baku maka harusnya semakin banyak juga pektin yang terserap atau terambil. Akan tetapi dari Tabel 2 terlihat bahwa setelah massa ditambahkan menjadi 30 dan 40 gram, rendemen pektin yang diperoleh justru mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan kemampuan pelarut dalam mengesktraksi pektin dari dinding sel terbatas akibat adanya ketidakseimbangan antara jumlah pelarut dengan jumlah bahan yang akan diekstrak.

Pektin yang diperoleh selanjutnya akan dilakukan uji karakteristik dengan mengacu standar farmakope Indonesia. Penelitian ini hanya menggunakan 2 karakteristik uji pektin yaitu kadar air dan kadar metoksil. Kadar air yang diperoleh pada pektin yang berhasil diekstrak berada pada nilai kisaran 3,87-4,25%. Kadar yang diperbolehkan pada produk pektin maksimal adalah 12% (menurut *International Pectin Producers Association*). Kadar air akan menentukan daya tahan produk.

Untuk uji karakteristik yang kedua yaitu kadar metoksil. Kadar metoksil pektin hasil ekstraksi memiliki presentase sangat rendah yakni 1,39-1,87% dengan standar metoksil yakni 2,15-7,12%, ini menunjukkan jumlah gugus metil yang terseterifikasi pada pektin hanya sedikit. Karena jumlah gugus karboksil yang teresterkan sedikit maka pektin yang dihasilkan tergolong dalam pektin berester rendah karena memiliki nilai derajat esterifikasi kurang dari 50% yakni 12,93-22,41%. Hasil karakteristik pektin pada penelitian ini apabila dibandingkan dengan standar mutu yang tertera dalam *Food Chemical Codex*

(1996), maka hasil pektin yang didapatkan belum masuk ke dalam kriteria standar mutu pektin. Namun, menurut buku Farmakope Indonesia V tahun 2014 hasil penelitian yang didapatkan sudah masuk dalam kriteria standar mutu pektin Menurut Hoejgaard (2004) berdasarkan jumlah kelompok esternya, jenis pektin yang dihasilkan dalam penelitian bermetoksil rendah karena mempunyai kelompok kadar metoksil kurang dari 7,12%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diperoleh kesimpulan bahwa:

1. Ultrasonik dapat dimanfaatkan untuk rekayasa proses ekstraksi pektin dari kulit pisang kepok.
2. Rendemen pektin yang tertinggi adalah pada massa 20 gram sebesar 25,59%

DAFTAR PUSTAKA

- Ariesti Lidya K, dkk. (2015) *Pengaruh Konsentrasi HCl Dan Komposisi Campuran Kulit Pisang Pada Ekstraksi Pektin Dari Kulit Pisang Dan Aplikasinya Pada Proses Pengentalan Karet*. Prosiding Seminar. Program Studi Teknik Kimia Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin.
- BPS. (2016). *Kaltim Dalam Angka 2016*. Samarinda. BPS Provinsi Kalimantan Timur. 1 Oktober 2016.
<http://kaltim.bps.go.id/index.php/Publikasi/Kalimantan-Timur-Dalam-Angka-Tahun-2016.pdf>
- Castillo-Israel, K.A.T., Baguio, S.F., Diasanta, M.D.B., Lizardo, R.C.M., Dizon, E.I. and Mejico,

- M.I.F. (2014). *Extraction And Characterization Of Pectin From Saba Banana [Musa 'Saba' (Musa Acuminata X Musa Balbisiana)] Peel Wastes: A Preliminary Study*. Food Science Cluster, College of Agriculture, University of the Philippines Los Baños, Laguna, Philippines.
- Dwidjoseputro, D (1983) *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Gramedia. Jakarta
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2014). *Farmakope Indonesia V*. Indonesia
- Fitria, V. (2013). *Karakterisasi Pektin Hasil Ekstraksi dari Limbah Kulit Pisang Kepok*. Skripsi Program Studi Farmasi Universitas Islam Negeri Jakarta. Oktober 29, 2015.
- Hanum, F., Kaban, I.M.D., dan Tarigan, M.E. (2012). Ekstraksi Pektin dari Kulit Buah Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*). *Jurnal Teknik Kimia Universitas Sumatera Utara*.
- Hoejgaard, S. 2004. Pektin Chemistry, Funcionality, and Applications. <http://www.cpkelco.com/Ptalk/ptalk.htm>. (di akses 20 Desember 2017).
- Kuldiloke, J. (2002). *Effect Of Ultrasound Temperature And Pressure Treatments On Enzyme Activity and Quality Of Fruit and Vegeatable Juices*. Dissertationder Technischen Universitat Berlin. Berlin.
- Kurniasari, Laeli., Hartati, Indah., dan Satik, Nur.(2014). *Aplikasi Low Methoxyl Pectin (LMP) Kulit Pisang Sebagai Biosorben Logam Kadmium*. Prosiding Teknik Kimia Universitas Wahid Hasyim Semarang.
- Lida, Y., Tuziuti, T., Yasui, K., Towata, A., dan Kozuka T.(2002). *Control of Viscosity in Starch and Polysaccharide Solution With Ultrasound After Gelatinization*. Journal Of National Institute Of Advenced Industrial Science and Technology (AIST), Nagoya. Japan.
- Liu, Q., M. (2010). *Optimazation Of Ultrasonik-assited Extraction Of Chlorogenic Acid From Follium Eucommieae and Solution of Its Antioxodant Activity*. Journal of medical Plants Research vol 4(23),pp. 2503-2511.
- Munadjim. (1984). *Teknologi Pengolahan Pisang*. Gramedia
- McClements D.J. (1995). *Advances in The Application of Ultrasound in Food Analysis and rocessing*. Trends Food Sci. Techn. 6, 293-299
- Saputri.A.(2016). *Pengaruh Massa Kulit Pisang Kepok terhadap Ekstraksi Pektin*. Tugas Akhir Proram Studi Petro Oleo Kimia. Teknik Kimia. Politeknik Negeri Samarinda.
- Sufy.(2015) *Pengaruh Variasi Perlakuan Bahan Baku Dan Konsentrasi Asam Terhadap Ekstraksi Dan Karakteristik Pektin Dari Limbah Kulit Pisang Kepok*. Skripsi Sarjana. Fakultas Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan. Program Studi Farmasi Universitas Islam Negeris Syarif Hidayatullah Jakarta.Jakarta
- Ujianto, A. (2003). *Peluang Pemanfaatan Limbah Pisang Sebagai Pakan Ternak*. Prosiding Balai Penelitian Ternak Bogor.

