

**Kode>Nama Rumpun Ilmu: 162/Teknologi Hasil Pertanian
Tema : Ketahanan dan Keamanan Pangan**

**ABSTRAK DAN EXECUTIVE SUMMARY
PENELITIAN STRATEGIS NASIONAL**



**Produksi Pektik Polisakarida dari Limbah Agroindustri Pisang Menjadi
Ingredien Prebiotik yang Mampu Meningkatkan Kesehatan Mikroflora dan
Mencegah Enteropatogenik pada Manusia**

Oleh:

NAMA	NIDN
Dr. NURHAYATI, S.TP, M.Si	0010047903
dr. ENNY SUSWATI, M.Kes	0014027001
Dr. Ir. MARYANTO, M.Eng	0010105407

Dibiayai oleh DIPA Universitas Jember Nomor : 023.04.2.414995/2014
Tanggal 05 Desember 2013, Revisi ke-03 Tanggal 29 April 2014

UNIVERSITAS JEMBER
NOVEMBER, 2014
PRODUKSI PEKTIK POLISAKARIDA DARI LIMBAH AGROINDUSTRI
PISANG MENJADI INGREDIEN PREBIOTIK YANG MAMPU
MENINGKATKAN KESEHATAN MIKROFLORA DAN MENCEGAH
ENTEROPATOGENIK PADA MANUSIA

Peneliti : Nurhayati^{1,2}, Enny Suswati³, Maryanto¹

Mahasiswa Terlibat : 2 (dua): 1 Mahasiswa Jurusan THP FTP UJ,
1 Mahasiswa S-2 Agribisnis FP UJ

Sumber Dana : DIPA UNIVERSITAS JEMBER TAHUN 2014

¹Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

²Center for Development of Advanced Science and Technology (CDAST), Universitas Jember

³Fakultas Kedokteran, Universitas Jember

ABSTRAK

Pengembangan ingredien pangan berkesehatan (*nutraceutical ingredients*) seperti ingredien prebiotik menjadi perhatian terbaru bagi industri pangan. Produk berprebiotik dapat meningkatkan kesehatan mikroflora usus sehingga mampu mencegah penyakit saluran cerna dan enteropatogenik pada manusia. Penelitian Stranas tahun 2014 bertujuan memproduksi prebiotik PP dan mengevaluasi sifat-sifat prebiotiknya secara *in vitro* dan *in vivo*. Evaluasi secara *in vitro* meliputi analisis ketahanan PP terhadap hidrolisis asam lambung, kemampuan PP untuk meningkatkan populasi probiotik dan menekan populasi bakteri patogen. Evaluasi secara *in vivo* untuk mengetahui profil asam lemak rantai pendek (SCFA) dari prebiotik PP. Hasil penelitian menunjukkan PP lebih banyak terdapat pada kulit buah pisang mentah daripada tandan buah pisang. Jenis pelarut yang digunakan mempengaruhi rendemen PP. Pelarut asam menghasilkan PP (*acid soluble pectin/ASP*) lebih stabil terhadap hidrolisis asam lambung artifisial pH 1,2,3,4, dan 5. ASP mampu meningkatkan populasi *Lactobacillus acidophilus* sebesar 30.40% serta menurunkan pertumbuhan enteropatogenik *Escherichia coli* (EPEC) sebesar 6.37% dan *Salmonella Typhimurium* sebesar 4.60%. Profil SCFA meliputi asam asetat (17,91 mM), asam propionat (4,48 mM) dan asam butirat (0,70 mM). Selanjutnya dikembangkan teknologi ekstraksi PP yang ramah lingkungan dengan menggunakan pelarut air pada suhu 80°C selama 1 jam dengan dua tingkatan ekstraksi. Hasil penelitian 2014 telah dipublikasikan pada Seminar Nasional *Halal, Nutrition and Food Safety* di UNS Surakarta, Konferensi Internasional *PATPI Food for a Quality Life* dan *International Seminar Science and Technology*.

Kata Kunci: ingredien prebiotik, limbah pisang, pektik polisakarida (PP),

enteropatogenik, B/C, BEP

**PRODUKSI PEKTIK POLISAKARIDA DARI LIMBAH AGROINDUSTRI
PISANG MENJADI INGREDIEN PREBIOTIK YANG MAMPU
MENINGKATKAN KESEHATAN MIKROFLORA DAN MENCEGAH
ENTEROPATOGENIK PADA MANUSIA**

Peneliti : Nurhayati^{1,2}, Enny Suswati³, Maryanto¹

Mahasiswa Terlibat : 2 (dua): 1 Mahasiswa Jurusan THP FTP UJ,
1 Mahasiswa S-2 Agribisnis FP UJ

Sumber Dana : DIPA UNIVERSITAS JEMBER TAHUN 2014

¹Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

²Center for Development of Advanced Science and Technology (CDAST), Universitas Jember

³Fakultas Kedokteran, Universitas Jember

EXECUTIVE SUMMARY

Pengembangan ingredien pangan berkesehatan (*nutraceutical ingredients*) seperti ingredien prebiotik menjadi perhatian terbaru bagi industri pangan. Produk berprebiotik dapat meningkatkan kesehatan mikroflora usus sehingga mampu mencegah penyakit saluran cerna dan enteropatogenik pada manusia. Melalui Penelitian Hibah Bersaing tahun 2009 dan 2011/2012 telah dilakukan pengembangan tepung berprebiotik dari buah pisang dan dilakukan seleksi terhadap beberapa varietas pisang unggulan (pisang agung, kepok, mas, dan cavendish) yang berpotensi sebagai kandidat prebiotik. Penelitian Strategis Stranas tahun 2014-2015 melakukan produksi prebiotik pektik polisakarida (PP) dari limbah buah pisang yaitu dari kulit dan batang tandan buah pisang. Hal ini merupakan upaya produksi bersih (*zero waste*) pada agroindustri tepung dan keripik pisang. Penelitian Stranas tahun 2014 memproduksi prebiotik PP dan mengevaluasi sifat-sifat prebiotiknya secara *in vitro* dan *in vivo*. Evaluasi secara *in vitro* meliputi analisis ketahanan PP terhadap hidrolisis asam lambung, kemampuan PP untuk meningkatkan populasi probiotik dan menekan populasi bakteri patogen. Evaluasi secara *in vivo* untuk mengetahui profil asam lemak rantai pendek (SCFA) dari prebiotik PP. Hasil penelitian menunjukkan PP lebih banyak terdapat pada kulit buah pisang mentah daripada tandan buah pisang. Jenis pelarut yang digunakan mempengaruhi rendemen PP. Pelarut asam menghasilkan PP (*acid soluble pectin/ASP*) lebih stabil terhadap hidrolisis asam lambung artifisial pH 1,2,3,4, dan 5. ASP mampu meningkatkan populasi *Lactobacillus acidophilus* sebesar 30.40% serta menurunkan pertumbuhan enteropatogenik *Escherichia coli* (EPEC) sebesar 6.37% dan *Salmonella Typhimurium* sebesar 4.60%. Profil SCFA meliputi asam asetat (17,91 mM), asam propionat (4,48 mM) dan asam butirat (0,70 mM). Selanjutnya dikembangkan teknologi ekstraksi PP yang ramah lingkungan dengan menggunakan pelarut air pada suhu 80°C selama 1 jam dengan dua tingkatan

ekstraksi. Penelitian Stranas tahun 2015 akan melakukan evaluasi uji placebo prebiotik terhadap kesehatan mikroflora manusia dan penurunan penyakit saluran cerna, produksi *scale up* prebiotik PP dalam skala industri kecil di UD. Burno Sari Lumajang, optimasi pengeringan PP dan analisis kelayakan usaha dan analisis nilai tambah produksi PP dari limbah agroindustri pisang dalam rangka penyediaan ingredien prebiotik dari komoditas lokal dan terjangkau sebagai pangan fungsional yang mampu meningkatkan kesehatan mikroflora manusia dan menurunkan penyakit saluran cerna di masyarakat. Optimasi metode pengeringan PP dengan menggunakan alat pengering beku (*freeze drying*) dan pengering vakum (*vacuum drying*). Metode analisis data kelayakan usaha dan nilai tambah meliputi: analisis nilai tambah metode Hayami, analisis pendapatan dan efisiensi usaha, analisis kelayakan finansial dan *Force Field Analysis* (FFA). Hasil penelitian 2014 telah dipublikasikan pada Seminar Nasional *Halal, Nutrition and Food Safety* di UNS Surakarta, Konferensi Internasional PATPI *Food for a Quality Life* dan *International Seminar Science and Technology*. Hasil penelitian tahun 2015 akan dipublikasikan pada Seminar Nasional PATPI dan Seminar Internasional serta publikasi ilmiah pada jurnal nasional terakreditasi dan jurnal internasional *Food Science and Technology* Elsevier atau *Food Microbiology*.

**Kode>Nama Rumpun Ilmu: 162/Teknologi Hasil Pertanian
Tema : Ketahanan dan Keamanan Pangan**

**ARTIKEL
PENELITIAN STRATEGIS NASIONAL**



**Produksi Pektik Polisakarida dari Limbah Agroindustri Pisang Menjadi
Ingredien Prebiotik yang Mampu Meningkatkan Kesehatan Mikroflora dan
Mencegah Enteropatogenik pada Manusia**

Oleh:

NAMA	NIDN
Dr. NURHAYATI, S.TP, M.Si	0010047903
dr. ENNY SUSWATI, M.Kes	0014027001
Dr. Ir. MARYANTO, M.Eng	0010105407

Dibiayai oleh DIPA Universitas Jember Nomor : 023.04.2.414995/2014
Tanggal 05 Desember 2013, Revisi ke-03 Tanggal 29 April 2014

UNIVERSITAS JEMBER
NOVEMBER, 2014

EKSTRAKSI PEKTIN DARI KULIT DAN TANDAN PISANG VARIETAS AGUNG DAN EMBUG DENGAN VARIASI SUHU DAN METODE

Nurhayati^{1,2,*}, Maryanto¹, Rika Tafrikhah²

¹*Department of Agricultural Products Technology, Faculty of Agricultural
Technology Jember University*

Jln. Kalimantan 37, Kampus Tegal Boto, Jember 68121

²*Center for Development of Advanced Science and Technology Jember University*

Jln. Kalimantan 37, Kampus Tegal Boto, Jember 68121

*Corresponding author: nurhayatiftp@yahoo.com

ABSTRACT

The increasing of banana production be followed by waste increasing like banana skin and bunches. Utilization of banana waste is still not optimal when it contains a natural plant substance that has a high use value is pectin. The substance is composed of galacturonic acid molecules that form poligalacturonic acid. Pectin is used as a stabilizer in fruit juice, jelly, jam and marmalade. This study aims to investigate the characteristics of the banana flour, the effect of temperature treatment (60 ° C and 80 ° C) and extraction methods (one, two, and three cycle) to the yield of pectin, as well as the characteristics of the extracted pectin. The water content ranged from 8.14 to 9.05 flour banana waste%. The highest levels of pectin found in banana skin var. embug (4.54%). The degree of white flour banana waste ranged from 50.80 to 55.21%. The yield of extracted pectin can be optimal if extracted in the extraction temperature with extraction conditions 80 °C with two cycle extraction. Banana skin (embug var.) contain more pectin than the banana bunches. Extracted pectin has a degree of white around 31.31 to 38.12%. Banana waste pectin functional groups include alcohol groups (primary, secondary and tertiary), primary amines, amides (monosubtitusi and dwisubtitusi) and carbonate covalent.

Key Word: extraction, pectin, banana peels and bunches, temperature, functional groups

ABSTRAK

Seiring peningkatan produksi pisang maka akan diikuti dengan peningkatan limbah pisang seperti kulit dan tandan buah pisang. Pemanfaatan limbah pisang tersebut masih belum optimal padahal didalamnya terkandung substansi alami tanaman yang memiliki nilai guna tinggi yaitu pektin. Substansi tersebut tersusun atas molekul asam galakturonat yang membentuk asam poligalakturonat. Pektin

dimanfaatkan sebagai bahan penstabil pada sari buah, jelly, jam dan marmalade. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik tepung kulit dan tandan pisang, pengaruh perlakuan suhu (60°C dan 80°C) dan metode ekstraksi (satu, dua, dan tiga tingkat) terhadap rendemen pektin, serta karakteristik pektin yang terekstrak. Kadar air tepung limbah pisang berkisar 8,14–9,05 %. Kadar pektin tertinggi terdapat pada kulit pisang embug (4,54 %). Derajat putih tepung limbah pisang berkisar antara 50,80–55,21%. Rendemen pektin dapat terekstrak optimal jika diekstrak pada kondisi ekstraksi suhu ekstraksi 80°C dengan dua tingkat ekstraksi. Kulit pisang (varietas embug) mengandung pektin lebih banyak daripada tandan pisang. Pektin yang terekstrak memiliki derajat putih sekitar 31,31–38,12%. Gugus fungsi pektin limbah pisang meliputi gugus alkohol (primer, sekunder dan tersier), amina primer, amida (monosubstitusi dan dwisubstitusi) serta karbonat kovalen.

Kata Kunci: ekstraksi, pektin, kulit dan tandan buah pisang, suhu, gugus fungsi

PENDAHULUAN

Pisang (*Musaceaea* sp) merupakan komoditas buah unggulan Indonesia. Produksi buah pisang semakin meningkat tiap tahun. Jumlah produksi buah pisang dari tahun 2011 sampai 2013 berturut-turut adalah 6.132.695; 6.189.052 dan 5.359.126 (sementara) ton (Badan Pusat Statistik, 2014). Tingginya produksi buah pisang, diikuti dengan tingginya kulit dan tandan yang dihasilkan. Menurut Tchobanoglous *et al.* (1993), limbah kulit buah pisang dapat mencapai 40% dari total buah segar. Begitu pula dengan limbah tandan pisang. Limbah kulit pisang hanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak, limbah tandan hanya menjadi limbah organik yang keberadaannya dapat mencemari lingkungan.

Kandungan pektin kulit pisang yaitu 1,92–3,25% dari berat kering (Hutagalung, 2013), pada tandan pisang yaitu 4,89–9,35% (Laksono, 2013). Pektin terdapat di dalam dinding sel tanaman, berfungsi sebagai perekat dinding sel satu dengan yang lain (Winarno, 1997). Pektin larut dalam air, terutama air panas (Winarti, 2010). Pektin dimanfaatkan dalam hal viskositas, stabilitas, tekstur, dan penampilan makanan (Chaubey dan Kapoor, 2011). Pektin digunakan dalam pembentukan gel dan bahan penstabil pada sari buah, bahan pembuatan jelly, jam dan marmalade (Willat *et al.*, 2006).

Ekstraksi pektin biasa dilakukan dengan cara memanaskan bahan pada suhu tertentu dalam larutan asam kuat seperti HCl (Akhmalludin dan Kurniawan, 2008). Penggunaan asam kuat kurang efisien karena HCl bersifat merusak dan tidak boleh dikonsumsi. Sehingga perlu bahan pengekstrak lain yaitu air. Air digunakan karena pendekatan aplikasi dalam masyarakat, dan air lebih bersifat polar. Rendemen pektin dipengaruhi oleh suhu (Yeoh *et al.*, 2008). Hutagalung (2013) dan Laksono (2013) telah mengekstraksi pektin dari kulit dan tandan pisang pada suhu 60°C.

Sedangkan Tuhouloula *et al.*, (2013) melakukan ekstraksi kulit pisang ambon dan kepok pada suhu 80°C.

Ekstraksi pektin dapat dilakukan dengan cara ekstraksi satu tahap dan multi tahap (Bernasconi *et al.*, 1995). Ekstraksi satu tahap adalah ekstraksi dengan jumlah pelarut yang sesuai sekaligus, sehingga dibutuhkan banyak pelarut untuk melarutkan pektin dalam. Ekstraksi multi tahap adalah ekstraksi dengan penambahan pelarut yang selalu baru pada residu dari ekstraksi sebelumnya sehingga pektin dapat terekstrak secara optimal (Muhiedin, 2008). Sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai ekstraksi pektin dari kulit dan tandan pisang menggunakan pelarut air dengan menggunakan suhu yang tepat serta metode ekstraksi yang digunakan agar pektin dapat terekstrak secara optimal.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan adalah kulit pisang dan tandan pisang varietas agung (*plantain*) dan embug (*banana*) dengan tingkat kematangan level I (tua mentah) yang diperoleh dari limbah industri keripik pisang di Desa Burno Kecamatan Senduro, Kabupaten Lumajang, Provinsi Jawa Timur. Bahan kimia yang digunakan meliputi aquades, etanol 96%, indikator PP, NaOH 1N, asam asetat 1N dan Kalium Klorida 1N.

Alat utama yang digunakan untuk ekstraksi pektin: erlenmeyer, spatula, timbangan analitik, gelas ukur, shaker waterbath, stopwatch, corong kaca, kain saring, *freeze dryer*, beakerglass. Alat untuk analisis: oven, botol timbang, color reader, desikator, kertas saring, dan Spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infrared*).

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tiga faktor yang diulang sebanyak dua kali. Faktor A adalah jenis bahan: kulit pisang embug (A₁), kulit pisang agung (A₂), tandan pisang embug (A₃), tandan pisang agung (A₄). Faktor B adalah suhu pemanasan: 60°C (B₁) dan 80°C (B₂). Faktor C adalah metode ekstraksi: 1 kali ekstraksi (C₁), 2 kali ekstraksi (C₂) dan 3 kali ekstraksi (C₃).

Ekstraksi Pektin

Kulit dan tandan pisang terlebih dahulu diiris, dijemur dan dihaluskan sampai menjadi tepung kulit dan tandan pisang. Sebelum diekstraksi tepung dicampur dengan aquades dengan perbandingan 1:54 kemudian diaduk. Ekstraksi berlangsung dalam *shaker waterbath* dengan variasi metode 1, 2 dan 3 kali ekstraksi dengan variasi suhu 60 dan 80 °C kemudian disaring menggunakan kain saring. Filtrat yang diperoleh diendapkan menggunakan etanol 96% dengan rasio (1:2) untuk kulit pisang

dan (1:1) untuk tandan pisang. Larutan kemudian disaring dengan kain saring sehingga diperoleh pektin basah. Selanjutnya pektin basah dikeringkan dengan menggunakan *freeze dryer* hingga kering.

Parameter Analisis

Parameter analisis yang dilakukan meliputi analisis terhadap tepung limbah pisang dan pektin limbah pisang. Analisis tepung limbah pisang meliputi: kadar air tepung limbah pisang (Metode AOAC, 2005), rendemen pektin (Amin, 2007), derajat putih pektin metode *Colour reader* (Subagio dan Morita, 1997) dan kadar pektin (Apriyantono *et al.*, 1986). Analisis pektin limbah pisang meliputi: derajat putih pektin metode *Colour reader* (Subagio dan Morita, 1997) dan analisis gugus fungsi pektin dilakukan dengan menggunakan alat FTIR (Alpha, Brucker) (Kwon *et al.*, 2014).

Analisis Data

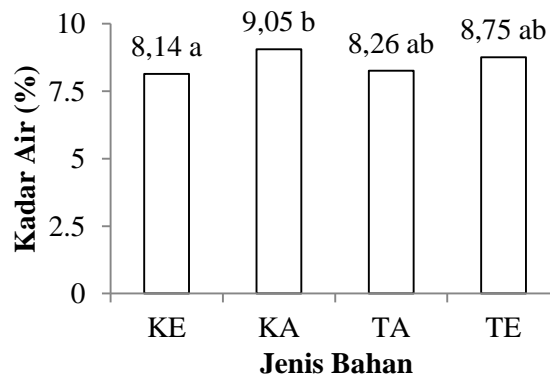
Data hasil penelitian diolah dengan menggunakan analisis sidik ragam (*analysis of variant*). Adanya perbedaan antar perlakuan dilakukan uji lanjut beda nyata terkecil (BNT) pada taraf uji $\alpha \leq 5\%$. Sedangkan untuk mengetahui adanya pengaruh pada rendemen pektin dilakukan uji lanjut kontras orthogonal. Data yang diperoleh disajikan dalam grafik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Tepung Limbah Pisang

Kadar Air Tepung Limbah Pisang

Kadar air tepung limbah pisang berkisar antara 8,14-9,05%. Kadar air tepung limbah pisang ditunjukkan pada Gambar 4.1.



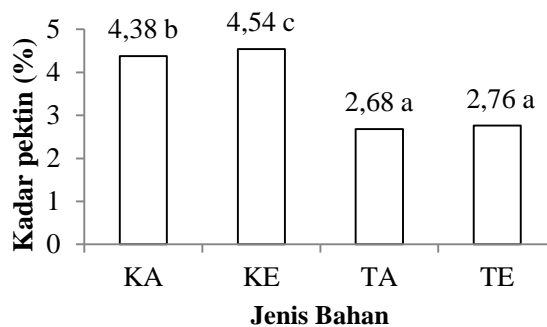
Gambar 1 Kadar air tepung limbah pisang: kulit pisang embug (KE), kulit pisang agung (KA), tandan pisang embug (TE), tandan pisang agung (TA)

Tepung kulit pisang agung memiliki persentase kadar air lebih tinggi (9,05%) dibandingkan dengan kulit pisang embug (8,14%), perbedaan kadar air pada kulit pisang berbeda nyata setelah di uji lanjut dengan BNT pada pada taraf $\alpha \leq 5\%$. Tepung tandan pisang embug memiliki kadar air lebih tinggi (8,75%) daripada tandan pisang agung (8,26%). Akan tetapi perbedaan kadar air dari kedua tandan tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNT pada taraf $\alpha \leq 5\%$.

Perbedaan kadar air pada kulit pisang agung dan embug tersebut dikarenakan ketebalan kulit pisang yang berbeda, pisang embug memiliki kulit lebih tebal dibandingkan pisang agung, sehingga air lebih mudah menguap. Selain itu metode pengeringan dengan panas matahari juga mempengaruhi kadar air tepung kulit pisang, proses pemanasan dengan matahari sulit dikontrol akibat dari cuaca. Sedangkan pada tandan pisang memiliki nilai yang tidak berbeda nyata, hal tersebut dikarenakan tandan pisang telah melalui proses pengirisan dengan ketebalan ± 3 mm, sehingga ketebalan ukuran dari tandan pisang menjadi lebih seragam.

Kadar Pektin Tepung Limbah Pisang

Kadar pektin tepung limbah pisang berkisar antara 2,68-4,54%. Kadar pektin tepung limbah pisang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Kadar pektin tepung limbah pisang: kulit pisang embug (KE), kulit pisang agung (KA), tandan pisang embug (TE), tandan pisang agung (TA)

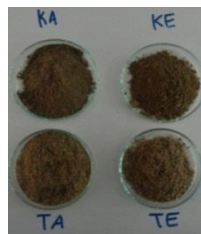
Pektin kulit pisang embug (4,54%) lebih tinggi daripada pektin kulit pisang agung (4,38%), perbedaan kadar pektin pada kulit pisang berbeda nyata setelah di uji lanjut dengan BNT pada pada taraf $\alpha \leq 5\%$. Pektin tandan pisang embug (2,76) lebih tinggi dibanding tandan pisang agung (2,68%). Akan tetapi perbedaan tersebut tidak memiliki perbedaan yang nyata.

Kulit dan tandan pisang embug memiliki kandungan pektin lebih tinggi dibanding pada kulit dan tandan pisang agung. Hal tersebut disebabkan oleh bentuk fisik, kulit pisang embug lebih tebal daripada pisang agung sehingga kandungan karbohidrat kulit pisang embug lebih banyak daripada kulit pisang agung. Sehingga jumlah protopektin yang terhidrolisis menjadi pektin semakin banyak. Tandan pisang embug memiliki ukuran lebih besar dibanding tandan pisang agung. Jenis pisang juga mempengaruhi kadar pektin. Pisang jenis *banana* memiliki kadar pektin lebih tinggi

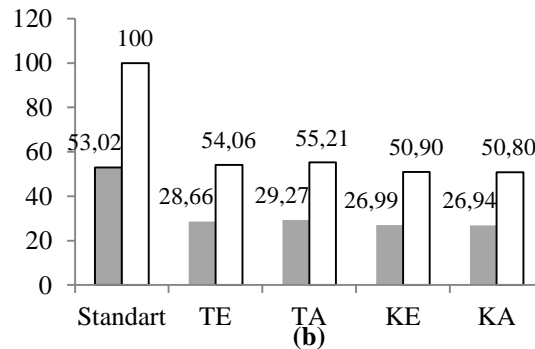
daripada pisang jenis *plantain*. Tuhouloula *et al.*, (2013) menyatakan bahwa kadar pektin pisang ambon (*banana*) lebih tinggi daripada pisang kepok (*plantain*), yang disebabkan bentuk fisik pisang ambon yang lebih besar sehingga kandungan karbohidrat kulit pisang ambon lebih banyak, maka semakin banyak pula protopektin yang terhidrolisis menjadi pektin.

Derajat Putih (*whiteness*) Tepung Limbah Pisang

Derajat putih (W) adalah tingkat derajat keputihan suatu bahan. Semakin tinggi nilai W, maka warna tepung limbah pisang semakin putih. Kenampakan tepung pisang secara visual dan nilai derajat putih (W) dapat dilihat pada Gambar 4.3.



(a)



Gambar 3 Tepung limbah pisang (a) derajat putih tepung limbah pisang (b): kulit pisang embug (KE), kulit pisang agung (KA), tandan pisang embug (TE), tandan pisang agung (TA), (■) rata-rata nilai, (□) persentase terhadap standart

Nilai W tertinggi yaitu tandan pisang agung (55,21%). Tandan pisang embug, kulit pisang embug dan kulit pisang agung memiliki nilai persentase terhadap standart berturut-turut sebesar 54,06; 50,90; 50,80%.

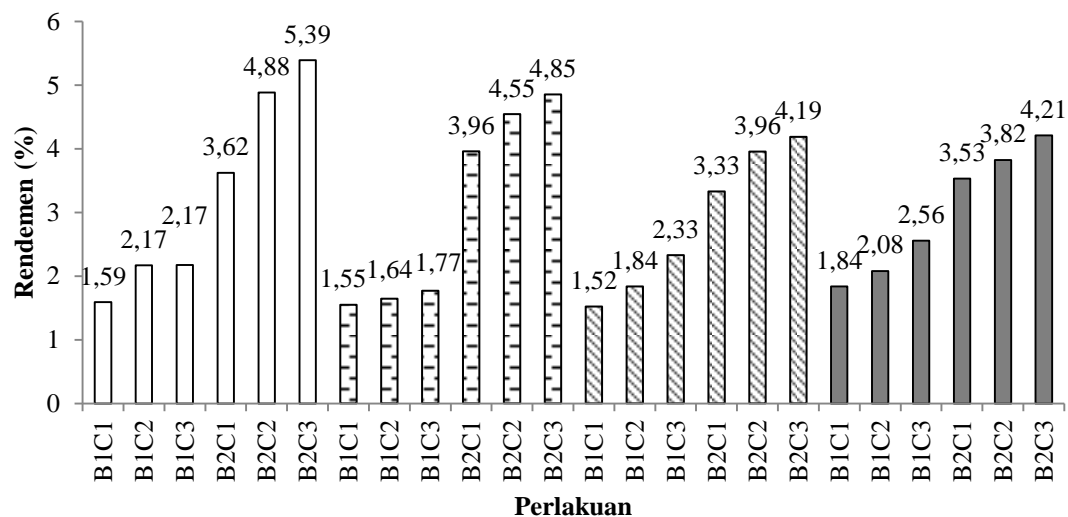
Derajat putih tepung limbah pisang rendah, sekitar 50% dari derajat putih standar. Hal ini menunjukkan bahwa tepung limbah pisang memiliki warna gelap (coklat). Warna coklat pada bahan terjadi karena proses pengeringan bahan. Nurdjannah dan Hoerudin (2008) menyebutkan pengeringan yang dilakukan pada ruang terbuka akan memicu reaksi pencoklatan yang lebih besar karena ketersediaan oksigen yang melimpah. Selain itu, perubahan warna coklat pada tandan pisang diduga disebabkan oleh aktivitas enzim *latent polyphenol oxidase* (LPPO). Enzim LPPO dapat mengkatalis reaksi oksidasi senyawa polifenol menjadi kuinon yang

selanjutnya membentuk polimer dan menghasilkan warna coklat (Muharni *et al.*, 2011).

Rendemen Pektin

Kandungan pektin tergantung pada jenis bahan yang digunakan dan metode ekstraksinya. Rendemen pektin limbah pisang berdasarkan jenis bahan, suhu dan metode ekstraksi dapat dilihat pada Gambar 4.4.

Ekstraksi pektin dari jenis bahan, suhu dan metode ekstraksi yang berbeda akan mempengaruhi rendemen pektin yang terekstrak. Rendemen pektin limbah pisang berkisar antara 1,52-5,39%. Rendemen pektin tertinggi adalah kulit embug yang diekstrak suhu 80°C 3 kali ekstraksi (5,39%). Rendemen pektin terendah adalah tandan pisang embug yang diekstraks suhu 60°C 1 kali ekstraksi (1,52%). Rendemen pektin semakin meningkat pada suhu 80°C. Rendemen pektin juga semakin meningkat dengan ekstraksi multi tahap. Hasil uji lanjut dengan kontras orthogonal menunjukkan tidak ada perbedaan nyata antara metode ekstraksi 2 kali dengan 3 kali. Metode 2 kali ekstraksi lebih efisien waktu dan rendemen juga lebih optimal. Bahan baku kulit pisang varietas embug memiliki rendemen pektin tertinggi daripada kulit pisang varietas agung.



Gambar 4 Rendemen pektin dengan perlakuan jenis bahan, suhu dan metode ekstraksi, kulit pisang embug (□), kulit pisang agung (▤), tandan pisang embug (▨), tandan pisang agung (■) pada suhu ekstraksi 60°C (B1), 80°C (B2) dengan metode ekstraksi 1 kali (C1), 2 kali (C2) dan 3 kali (C3)

Semakin tinggi suhu ekstraksi, kinetika reaksi hidrolisis protopektin semakin meningkat sehingga rendemen pektin semakin besar. Hal ini disebabkan suhu

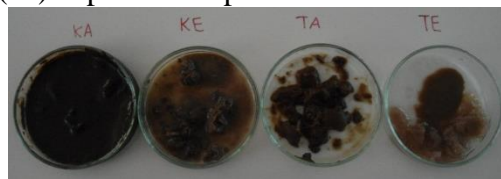
ekstraksi tinggi akan membantu difusi pelarut ke dalam jaringan dan dapat meningkatkan aktivitas pelarut dalam menghidrolisis pektin (Towle dan Cristensen, 1973). Peningkatan energi kinetic berakibat terlepasnya polisakarida dari sel jaringan sehingga rendemen semakin banyak (Nurdjanah dan Usmiati, 2006).

Bernasconi *et al.* (1995) menyatakan bahwa metode satu tahap ekstraksi umumnya tidak mungkin seluruh ekstrak terlarutkan. Hal ini disebabkan adanya kesetimbangan antara ekstrak yang terlarutkan dan ekstrak yang masih tertinggal dalam bahan. Ekstraksi akan lebih menguntungkan jika dilakukan dalam jumlah tahap banyak dan setiap tahap menggunakan pelarut yang sedikit. Rendemen pektin optimal diperoleh dengan metode 2 kali ekstraksi.

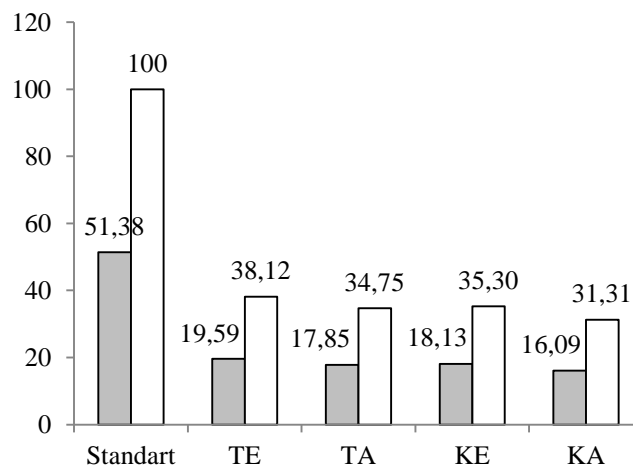
Karakteristik Pektin Limbah Pisang

Derajat Putih (whiteness) Pektin Limbah Pisang

Pektin yang dihasilkan dari ekstraksi limbah pisang menghasilkan pektin yang berwarna coklat muda sampai coklat tua. Kenampakan tepung pisang secara visual dan nilai derajat putih (W) dapat dilihat pada Gambar 5.



(a)



(b)

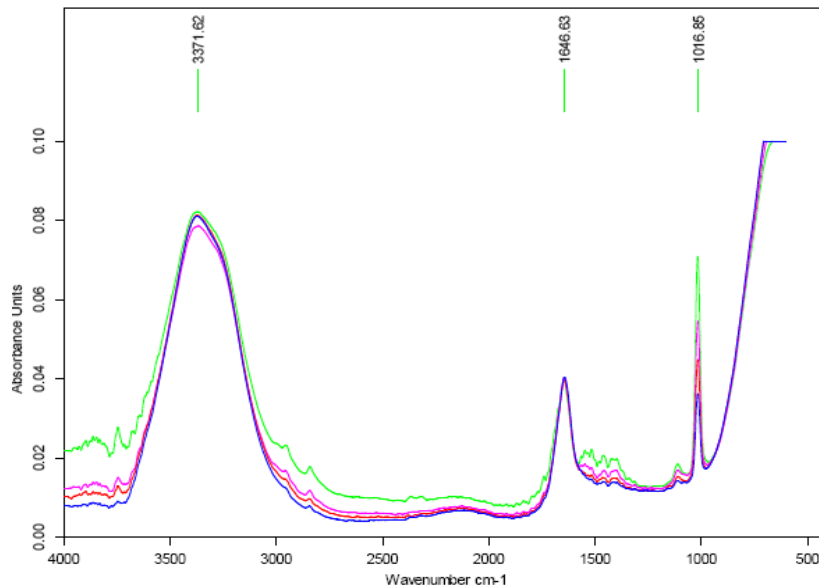
Gambar 5 Pektin limbah pisang (a), derajat putih pektin limbah pisang (b): kulit pisang embug (KE), kulit pisang agung (KA), tandan pisang embug (TE), tandan pisang agung (TA), (■) rata-rata nilai W, (□) persentase terhadap standart

Pektin limbah pisang memiliki warna yang semakin tidak putih atau gelap dibandingkan tepung limbah pisang. Pektin merupakan zat berbentuk serbuk kasar

hingga halus yang berwarna putih, kekuningan, kelabu, atau kecoklatan dan banyak terdapat pada buah-buahan dan sayuran matang. Warna pektin yang coklat dapat dikarenakan oleh adanya polifenol atau pigmen larut air lain yang terjebak di dalam pektin selama proses presipitasi pektin. Shaha *et al.*, (2013) menyatakan bahwa pektin dari jeruk purut memiliki warna kecoklatan yang diakibatkan oleh polifenol dalam kulit jeruk serta adanya pigmen larut air.

Gugus Fungsi Pektin

Gugus fungsi ekstrak pektin dianalisis dengan menggunakan alat FTIR (*Fourier Transform Infrared*). Alat tersebut dapat menunjukkan gugus fungsi dan memberikan informasi tentang struktur pektin limbah pisang pada panjang gelombang antara $500 - 4000 \text{ cm}^{-1}$. Profil gugus fungsi pektin limbah pisang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Profil gugus fungsi ekstrak pektin polisakarida dari limbah pisang (kulit dan tandan pisang): kulit embug (--), kulit agung (- -), tandan embug (- -), tandan agung (- -)

Pektin limbah pisang baik kulit maupun tandan memiliki profil yang sama yang menunjukkan peak pada panjang gelombang 3371,62; 1646,63; dan 1016,65 cm^{-1} . Gugus fungsi utama pada pektin pada umumnya terletak pada daerah diantara 1000-2000 cm^{-1} (Kalapathy and Proctor, 2001). Peak pektin 3371,62 cm^{-1} berada pada golongan panjang gelombang 3200-3500 cm^{-1} yang merupakan golongan alkohol, baik alkohol primer ($\text{CH}_2\text{-OH}$), sekunder (CH-OH) maupun tersier (C-OH) (Creswell *et al.*, 1982).

Peak 1646,63 cm^{-1} berada pada golongan panjang gelombang 1550-1650 cm^{-1} yang merupakan golongan karboksil (COOH), panjang gelombang tersebut juga terletak pada panjang gelombang 1600-1650 cm^{-1} yang merupakan gugus amida (CO-NH_2), amida monosubstitusi (CO-NH-R) amida dwisubstitusi (CO-NR) dan aminaprimar (NH_2 , CH-NH_2 , $\text{CH}_2\text{-NH}_2$) (Creswell *et al.*, 1982). Peak 1016,65 cm^{-1} berada pada golongan panjang gelombang 1000-1050 cm^{-1} yang merupakan golongan alkohol primer (CH_2OH), dan karbonat kovalen [O=C (O-R)_2] (Creswell *et al.*, 1982). Didalam pektin limbah pisang masih terdapat gugus amida dan amina, keberadaannya disebabkan oleh ikatan protein yang larut air.

KESIMPULAN

Kadar air tepung limbah pisang berkisar antara 8,14–9,05 %. Kadar pektin tepung limbah pisang tertinggi terdapat pada kulit pisang varietas embug (4,54 %). Warna dari tepung limbah pisang adalah kecoklatan dengan derajat putih berkisar 26,94–29,27. Rendemen pektin dapat terekstrak optimal dengan perlakuan suhu ekstraksi 80⁰ C dengan metode 2 kali ekstraksi. Kulit pisang embug memiliki rendemen tertinggi.

Pektin yang terekstrak dari limbah pisang memiliki karakteristik warna yang lebih gelap daripada tepung limbah pisang, kisaran derajat putih 16,09–19,59. Gugus fungsi yang terdapat pada pektin dari limbah pisang meliputi gugus alkohol (primer, sekunder dan tersier), amina primer, amida (monosubstitusi dan dwisubstitusi) serta karbonat kovalen.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhmalludin dan A.Kurniawan. 2008. "Pembuatan Pektin dari Kulit Cokelat dengan Cara Ekstraksi". Tidak diterbitkan. Sripsi. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Amin, A. M., Ahmad, A. S., Yin, Y. Y., Yahya, N., dan Ibrahim, N. 2007. Extraction, Purification and Characterization of Durian (*Durio zibethinus*) Seed Gum. *Food Hydrocolloids*. 21: 273-279.
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis of The Association Analytical Chemist*. USA: Washington D. C. Inc.
- Apriyantono, A., Fardiaz, D., Puspita, N. L., Sedarnawati, Dan Budiyanto, S. 1989. *Petunjuk Laboratorium Analisis pangan*. Bogor: ITB.

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2014. *Data Produksi Holtikultura Basis Data Pertanian*.
http://www.bps.go.id/tabsub/view.php?kat=3&tabel=1&daftar=1&id_subyek=55¬ab=15 [Diakses 14 April 2014].
- Bernasconi, G. Gerster, H. Hauser, H. Stauble, H. Schneifer, E. 1995. *Teknologi Kimia. Bagian 2*. Penerjemah: Handojo, L. Pradnya, P. Jakarta. Hal 177-185.
- Chaubey, M. dan Kapoor, V. P. 2001. Structure of Galactomannan from The Seeds of *Cassia agustifolia* Vahl. *Carbohydrate Research*. 332: 439-444.
- Creswell, C.J., Runquist, O. A. dan Campbell, M. M. 1982. Analisis Spektrum Senyawa Organik. Bandung: ITB
- Hutagalung, D. P. 2013. Ekstraksi dan Evaluasi Sifat-Sifat Prebiotik Pektin Kulit Pisang. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
- Kalapathy, U., dan Proctor, A. 2001. Effect of Acid Extraction and Alcohol Precipitation Condition on the Yield and Purity of Soy Hull Pectin. *Food Chemistry*. 73: 393-396.
- Kwon, Y. K., Ahn, M. S., Park, J. S., Liu, J. R., In, D. S., Min, B. W., and Kim, S. W. 2014. Discrimination of Cultivation Ages and Cultivars of Ginseng Leaves Using Fourier Transform Infrared Spectroscopy Combined With Multivariate Analysis. *Journal of Ginseng Research*. 38: 52-58.
- Laksono, P. D. 2013. Karakteristik Bubuk Tandan Pisang dari Empat Varietas dan Potensi Pektinnya sebagai Prebiotik bagi *Lactobacillus acidophilus*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Jember: Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
- Muharni, Dachriyanus, Husein, H., Bahti dan Supriyatna. 2011. Evaluasi Aktivitas Sitosik Senyawa Fenol dari Kulit Batang Manggis Hutan (*Garcinia bancana* Miq). *Mulawarman Scientifie*. 10 (1). Samarinda: FMIPA- Universitas Mulawarman.
- Muhiedin, F. 2008. Efisiensi Proses Ekstraksi Oleorisisn Lada Hitam dengan Metode Ekstraksi Multi Tahap. Skripsi. Malang: UB.
- Nurdjanah, N., dan Usmiati, S. 2006. "Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Kulit Labu Kuning". *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*. 3(1): 13-23.
- Nurdjannah, N., dan Hoerudin. 2008. "Pengaruh Perendaman dalam Asam Organik dan Metoda Pengeringan terhadap Mutu Lada Hijau Kering". *Bul. Litro*. XIX (2): 181 – 196.
- Shaha, R. K., Punichelvana, Y. N. A. A., dan Afandi A. 2013. Optimized Extraction Condition and Characterization of Pectin from Kaffir Lime (*Citrus hystrix*). *Res. J. Agriculture and Forestry Sci*. Vol. 1(2), 1-11.
- Subagio, A. dan Morita, N. 1997. Changes in Carotenoids and Their Fatty Acid Ester in Banana Peel During Ripening. *Food Science*, 3(3): 264-268.

- Tchobanoglous, G., Theisen, H., Vigil, S. 1993. Integrated Solid Waste Management. *Engineering Principles and Management Issues*. McGraw-Hill, New York, pp.3-22.
- Towle, G. A. dan Christensen, O. 1973. *Pectin*. New York: Academic Press.
- Tuhuloula, A., Budiarti, L., dan Fitriana, E. N. 2013. Karakterisasi Pektin dengan Memanfaatkan Limbah Kulit Pisang Menggunakan Metode Ekstraksi. *Konversi*: Volume 2 No.1.
- Winarno, F. G. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Winarti, S. 2010. *Makanan Fungsional*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Willat, W. G. T., Knox J. P., dan Mikkelsen J. D. 2006. Pectin: new insights into on old polymer are starting to gel. *Trends in Food Science and Technology*. 17: 97-1004.
- Yeoh, S., Shi, J., and Langrish, T. A. G. 2008. Comparison Between Different Technicues for Water-based Extraction