

Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin Pada Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.) Berdasarkan Perbedaan Tingkat Kematangan Buah

*[Extraction and characterization of pectin cocoa (*Theobroma cacao* L.) Fruit at different maturity levels]*

Nurhidayat¹, Tamrin¹, Nur Asyik¹

¹Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Halu Oleo, Kendari

*Email: nurhidayatsyamsir1453@gmail.com (Telp: +6282292421771)

Diterima tanggal 16 Juni 2023

Disetujui tanggal 20 Juli 2023

ABSTRACT

This study aimed to investigate the characteristics of pectin extracted from cocoa skin at different levels of maturity using citric acid solvents with varying solvent concentrations. The solvent concentrations tested were 15%, 20%, 25%, 30%, and 35%, with an extraction temperature of 100°C for 120 minutes. The results for pectin extracted from physiologically mature cocoa skin showed a maximum yield of 25%, a water content of 12.24%, ash content of 0.77%, an equivalent weight of 380.744 mg, a methoxyl level of 7.18% (High methoxy pectin), and a galacturonic acid content of 68.27%. On the other hand, pectin extracted from fully mature cocoa skin exhibited a maximum yield of 30%, moisture content of 13.86%, ash content of 1.44%, equivalent weight of 184.052 mg, methoxyl content of 5.58% (Low methoxy pectin), and a galactonic acid content of 33.37%. FTIR spectroscopy was employed to compare the pectin obtained from the extraction process with commercial and standard results. The results showed a similarity in the absorption of functional groups among these samples.

Keywords: Characterization, pectin, *Theobroma cacao* L.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik pektin hasil ekstraksi dari kulit kakao pada tingkat kematangan berbeda menggunakan pelarut asam sitrat dengan variasi konsentrasi pelarut. Variasi konsentrasi pelarut adalah 15%, 20%, 25%, 30% dan 35%, dengan suhu ekstraksi 100°C selama 120 menit. Hasil penelitian pektin kulit kakao matang fisiologis menunjukkan rendemen tertinggi 25%, kadar air 12,24%, kadar abu 0,77%, berat ekivalen 380,744 mg, kadar metoksil 7,18% (*High methoxy Pectin*), kadar asam galakturonat 68,27%. Sedangkan pektin kulit kakao matang penuh menunjukkan rendemen tertinggi 30%, kadar air 13,86%, kadar abu 1,44%, berat ekilvalen 184,052 mg, kadar metoksil 5,58% (*Low methoxy Pectin*), kadar asam galakturonat 33,37%. Spektroskopi FTIR yang digunakan untuk membandingkan pektin dari hasil ekstraksi, komersial dan standar. Hasilnya menunjukkan kemiripan masing-masing serapan gugus fungsi.

Kata kunci: Pektin, Karakterisasi, *Theobroma cacao* L.

PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao* L.) adalah tanaman tahunan dari famili *Sterculiaceae* yang berupa pohon dengan percabangan agak rendah yang tingginya 3-15 meter. Jenis tanaman kakao yang telah dibudidayakan adalah Criollo, Forestero, dan Trinitario. Salah satu sentra produksi utama adalah Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara dan Sulawesi Tengah Kolaka. Utara merupakan salah satu daerah penghasil biji kakao terbesar di Provinsi Sulawesi Tenggara. Menurut BPS Sulawesi Tenggara (2016) menjelang tahun 2015 pun masih menjadi penghasil kakao tertinggi sekitar 79.475 ton, diikuti Kabupaten Kolaka Timur sebanyak 69,574 ton dan Kabupaten Kolaka sebanyak 29.485 ton.

Buah kakao terdiri atas 4 bagian, yakni: kulit, placenta, pulp dan biji. Kulit buah kakao adalah bagian dari buah kakao yang pemanfaatannya masih terbatas. Umumnya kulit buah kakao dapat dibenamkan kembali kedalam tanah sebagai penambah unsur hara atau pupuk. Selain itu kulit buah kakao juga sering dijadikan pakan ternak karena masih memiliki kandungan protein dan karbohidrat.

Kulit kakao merupakan salah satu sumber pektin (Rachmawan *et al.*, 2005). Penelitian-penelitian tentang proses untuk memperoleh pektin telah banyak dilakukan dari berbagai bahan diantaranya dari kulit kakao (Fajri *et al.*, 2018; Erika, 2013; Rachmawan *et al.*, 2005; Wusnah dan Sulastri, 2005; dan Soesilawaty dan Asiah, 2008), kulit pisang (Hanumet *et al.*, 2012; Rofikah, 2013; Israel *et al.*, 2015; Girma *et al.*, 2016; Tuhuloula *et al.*, 2013), daun jambu biji (Sutioso, 2012), kulit pepaya (Hanum, 2005; Novitarini *et al.*, 2015), kulit durian (Wong *et al.*, 2008), ampas kulit apel (Christianita *et al.*, 2014), kulit mangga (Prasetyowati *et al.*, 2009), jambu (Bhat *et al.*, 2014), kulit jeruk (Soesilawaty, 2008; Tiwari *et al.*, 2017; Azad *et al.*, 2014; dan Sulihono *et al.*, 2012), nangka (Begum *et al.*, 2014), albedo semangka (Triandini dan Wicakso, 2014), dan wortel (Hastuti *et al.*, 2013).

Pektin secara umum terdapat di dalam dinding sel primer tanaman, khususnya di sela-sela antara selulosa dan hemiselulosa. Senyawa-senyawa pektin berfungsi sebagai perekat antara dinding sel yang satu dengan yang lain. Bagian antara dua dinding sel yang berdekatan tersebut dinamakan lamella tengah (Winarno, 2002). Senyawa pektin adalah asam pektat, asam pektinat dan protopektin (Winarno, 2002 dan Klavons, 1995 dalam Tarigan *et al.*, 2012). Asam pektat adalah senyawa asam galakturonat yang bersifat koloid dan pada dasarnya bebas dari kandungan metil ester. Asam pektinat adalah asam poligalakturonat yang bersifat koloid dan mengandung sejumlah metil ester. Kandungan metil ester dan derajat netralisasi pektin berbeda-beda. Protopektin adalah substansi pektat

yang tidak larut dalam air, terdapat dalam tanaman, jika dipisahkan secara hidrolisis akan menghasilkan asam pektinat.

Kandungan protopektin, pektin dan asam pektat dalam buah sangat bervariasi dan tergantung pada derajat kematangan buah (Winarno, 2002). Pada umumnya protopektin yang bersifat tidak larut dalam air dan lebih banyak terdapat pada buah-buahan yang belum matang. Buah yang masih muda, sel-sel yang satu dengan sel-sel yang lain masih dipersatukan dengan kuat oleh protopektin tersebut. Akan tetapi jika buah menjadi dewasa maka sebagian dari protopektin mengalami penguraian menjadi pektin karena aktivitas enzim protopektinase. Hal ini mengakibatkan terlepasnya sel-sel satu dengan yang lain, sehingga buah menjadi lunak. Selanjutnya enzim pektinase meneruskan pengubahan pektin menjadi asam pektat, hal inilah yang menyebabkan buah menjadi matang (Dwidjoseutro, 1983).

Pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode ekstraksi refluks yang diharapkan bahan dan hasil yang diperoleh lebih maksimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakterisasi, golongan dan rendemen pektin yang diperoleh dari kulit kakao dengan tingkat kematangan yang berbeda.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan untuk ekstraksi pektin adalah kulit buah kakao, Bahan kimia yang digunakan untuk ekstraksi pektin adalah asam sitrat ($C_6H_8O_7$) (Teknis) etanol 96% (Teknis), aquades, natrium hidroksida (NaOH 0,25 N) (Teknis), NaCl (Teknis), indikator phenolphthalein (PP) (Teknis), aluminium foil, kertas saring/kain saring, dan kertas pH.

Tahapan Penelitian

Persiapan bahan uji (Fajri et al., 2018)

Buah kakao yang didapatkan dari perkebunan kakao disortir (memisahkan buah kakao dengan tingkat kematangan antara matang fisiologis dan matang penuh). Buah kakao yang telah pisahkan berdasarkan tingkat kematangan kemudian dilakukan pencucian dengan menggunakan air mengalir untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang menempel dipermukaan buah. Setelah buah kakao bersih, lanjutkan dengan pemotongan terbuka menjadi dua bagian lalu biji kakao dipisahkan dari kulitnya. Kulit kakao selanjutnya dipotong kecil dengan ketebalan sekitar 0,5 cm menggunakan pisau. Pengecilan ukuran ini bertujuan untuk memudahkan proses pengeringan dalam

oven suhu 45°C selama 18 jam. Kulit kakao kering, kemudian dihaluskan dengan cara diblender dan diayak menggunakan ayakan 60 mesh.

Ekstraksi (Akhmalludin, 2009)

Serbuk kulit kakao ditimbang sebanyak 10 gram, kemudian ditambahkan dengan 200 mL asam sitrat konsentrasi 15%, 20%, 25%, 30% dan 35%. Larutan tersebut dipanaskan diatas penangas pada suhu 100°C selama 120 menit. Setelah diekstrasi, kemudian ekstrak disaring menggunakan corong guna memisahkan ampas dan filtratnya. Filtrat yang di peroleh diuapkan pada suhu 100°C sampai volume mencapai setengahnya, selanjutnya didinginkan.

Pengendapan Pektin (Akhmalludin, 2009)

Pengendapan pektin dilakukan dengan menambahkan etanol 96 % dalam filtrat dengan perbandingan ekstrak pektin/etanol 96 % 1:1,5 (v/v). Filtrat pektin tersebut didiamkan selama 24 jam. Endapan pektin yang terbentuk dipisahkan dari larutannya menggunakan corong Buchner. Endapan pektin yang terbentuk kemudian dipisahkan dari larutannya menggunakan kertas saring dengan bantuan penyaring vakum.

Pencucian Pektin(Akhmalludin, 2009)

Menambahkan etanol 96 % pada pektin yang telah diperoleh sambil diaduk dan dibiarkan sampai mengendap untuk kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring. Hal ini dilakukan beberapa kali sampai etanol bekas pencucian berwarna jernih dan tidak bereaksi dengan asam, adapun tanda dari tidak lagi bereaksi dengan asam adalah ketika air bekas pencucian berwarna merah muda bila ditetesi dengan indikator PP.

Pengeringan Pektin (Hanumet *al.*, 2012)

Pektin basah hasil pengendapan yang telah bebas dari residu asam kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 40°C selama 24 jam, kemudian dilanjutkan dengan proses penghalusan pektin sampai diperoleh ukuran 60 mesh selanjutnya ditimbang. Selanjutnya dikarakterisasi, meliputi penentuan kadar air, kadar abu, berat ekuivalen, kadar metoksil, kadar asam galakturonat dan spektrum FTIR. Perlakuan dan cara yang sama dilakukan pada kulit kakao matang penuh.

Variabel Pengamatan

Penelitian ini menggunakan desain penelitian yang terdiri dari uji kadar air (AOAC, 2005), kadar abu (Ranganna, 2000), berat ekivalen (Ranganna, 2000), kadar metoksil (Akhmalludin, 2009), kadar asam galakturonat (Akhmalludin, 2009), dan perbandingan spektrum FTIR (SHIMADZU).

Analisis Data

Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif dengan mengkaji semua hasil karakterisasi pektin HMP (*High methoxy Pectin*) dan LMP (*Low methoxy pectin*) pada kulit kakao sehingga diperoleh gambaran atau keterangan tentang karakteristik pektin HMP dan LMP pada kulit kakao.

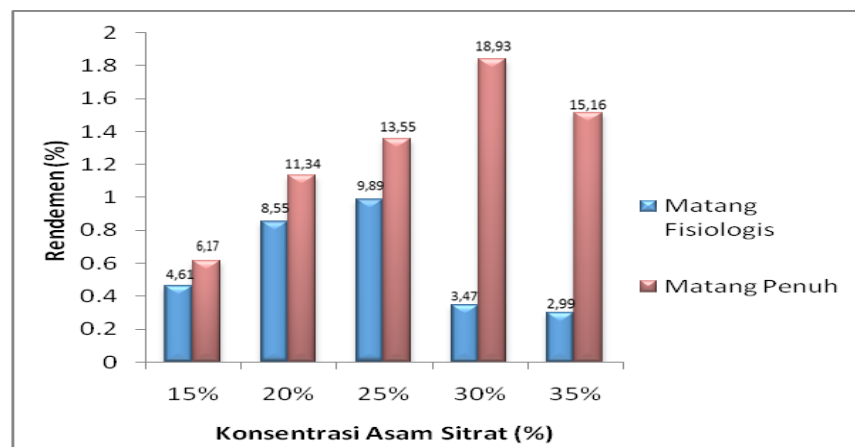
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Bahan Baku

Tahap pendahuluan pada penelitian ini dilakukan untuk memperoleh bahan baku yang terbaik untuk proses ekstraksi pada penelitian utama. Suhu yang digunakan untuk ekstraksi adalah 100°C dengan lama ekstraksi 120 menit.

Rendemen

Hasil rekapitulasi rendemen ekstraksi kulit kakao matang fisiologis dan matang penuh pada berbagai konsentrasi asam disajikan pada Gambar 1.



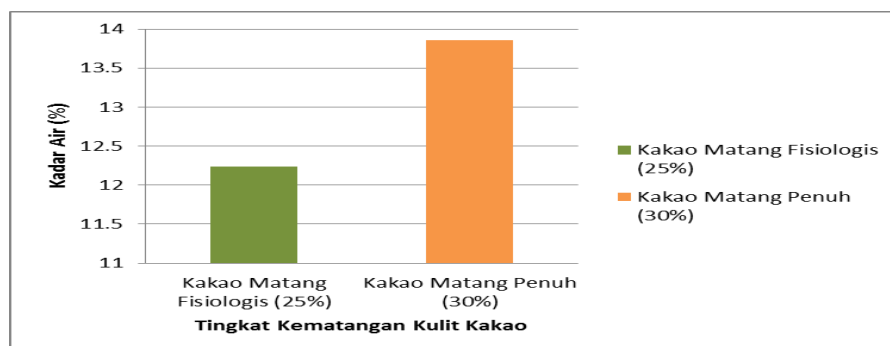
Gambar 1. Rendemen pektin hasil ekstraksi

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan rendemen yang meningkat pada konsentrasi asam sitrat 25% untuk matang fisiologis dan 30% untuk matang penuh. Namun pada konsentrasi asam sitrat 30% matang fisiologis dan 35% matang penuh mengalami penurunan. Rendemen adalah suatu penentuan yang merujuk pada jumlah produk (pektin) yang dihasilkan pada proses ekstraksi. Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan bahwa rendemen pektin tertinggi untuk kulit kakao matang fisiologis diperoleh pada konsentrasi asam sitrat 25%, terendah pada konsentrasi 15% dan pada konsentrasi 30% rendemen menurun. Sedangkan kulit kakao matang penuh diperoleh rendemen tertinggi pada konsentrasi 30%, terendah pada konsentrasi 15% dan pada konsentrasi 35% rendemen menurun.

Tingginya rendemen pektin yang dihasilkan pada konsentrasi 25% kulit kakao matang fisiologis dan 30% pada kulit kakao matang penuh diduga karena banyaknya pelarut yang berinteraksi dengan sampel akan menyebabkan pektin terlepas dari jaringan dinding. Sedangkan rendemen pektin yang rendah seperti pada kulit kakao matang fisiologis dan matang penuh masing-masing dengan konsentrasi 15%. Hal ini diduga karena pada konsentrasi pelarut yang terlalu tinggi menyebabkan pektin yang diperoleh akan terdegradasi menjadi asam pektat. Hal ini didukung oleh Budiarti (2013) bahwa konsentrasi asam yang terlalu tinggi akan menyebabkan terjadinya degradasi pektin menjadi asam pektat yang membuat perolehan kadar pektin semakin sedikit. Prasetyowati dan Pesantri (2009) juga menyatakan bahwa jumlah pelarut harus cukup untuk melarutkan zat terlarut sampai tingkat yang diinginkan.

Kadar Air

Hasil analisis kadar air pektin hasil ekstraksi kulit kakao matang fisiologis dan matang penuh disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kadar air pektin hasil ekstraksi

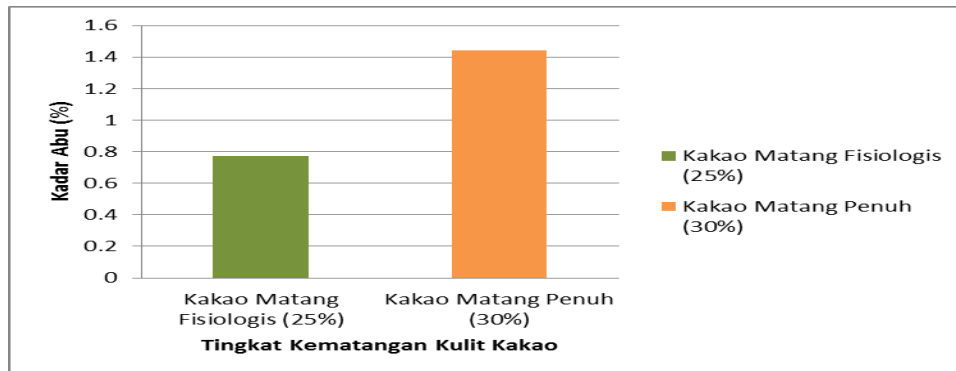
Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan hasil pengukuran kadar air pektin kulit matang penuh lebih tinggi dibandingkan matang fisiologis dan dengan hasil berturut-turut adalah 12,24% dan 13,86. Menurut IPPA (2003) bahwa syarat kadar air maksimum untuk pektin kering adalah tidak lebih dari 12%, dengan demikian maka kadar air pektin hasil penelitian ini tidak memenuhi syarat maksimum yang telah ditetapkan.

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan analisis kadar air pektin hasil ekstraksi pada kulit kakao matang fisiologis sebesar 12,24% dan matang penuh sebesar 13,86% maka didapatkan kadar air pektin yang tinggi. Tingginya kadar air pektin diduga karena adanya pengaruh terhadap derajat pengeringan yang tidak maksimal sehingga kandungan air pada bahan tidak teruapkan secara sempurna. Kemudian penyimpanan pada tempat yang lembab dan wadah yang tidak kedap udara juga akan menyebabkan pektin akan rentan terpapar udara dari luar, sehingga pektin menjadi lembab kembali. Hal ini didukung oleh Fitria (2013) terkait adanya pengaruh perlakuan pengeringan dan kondisi penyimpanan pektin akan mempengaruhi kadar air pektin.

Produk dengan kadar air yang rendah akan berpengaruh terhadap masa simpan bahan. Hal ini diduga karena produk dengan kadar air rendah relatif lebih stabil dalam penyimpanan jangka panjang daripada produk yang berkadar air tinggi. Pengeringan pektin dilakukan dalam oven pengering suhu 50°C selama 8 jam. Selain itu kadar air juga dipengaruhi oleh perlakuan ekstraksi, hal ini diduga karena tingginya temperatur dan lama waktu ekstraksi mampu menghidrolisis polimer pektin sehingga rantai molekulnya menjadi lebih pendek. Semakin pendek rantai polimer pektin akan semakin memudahkan pengeringan karena kandungan air yang terperangkap di dalamnya semakin sedikit. Hal ini didukung oleh Siregar (2014), mengungkapkan bahwa semakin pendek rantai polimer pektin maka akan semakin mudah pengeringan karena kandungan air yang terperangkap menjadi lebih sedikit. Aktivitas hidrolisis karena tingginya temperatur dan lama waktu ekstraksi yang membuat rantai polimer pektin menjadi lebih pendek.

Kadar Abu

Hasil analisis kadar abu pektin hasil ekstaksi kulit kakao matang fisiologis dan matang penuh disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3.Kadar abu pektin hasil ekstaksi

Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan hasil analisis kadar abu pektin kulit kakao matang penuh lebih tinggi dibandingkan matang fisiologis. Kadar abu adalah salah satu parameter untuk mengukur mutu pektin yang dihasilkan. Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan analisis kadar abu pektin hasil ekstraksi kulit kakao matang fisiologis sebesar 0,77% dan matang penuh sebesar 1,44%. Pada penelitian ini, untuk kadar abu yang dihasilkan telah mencapai standar mutu pektin.

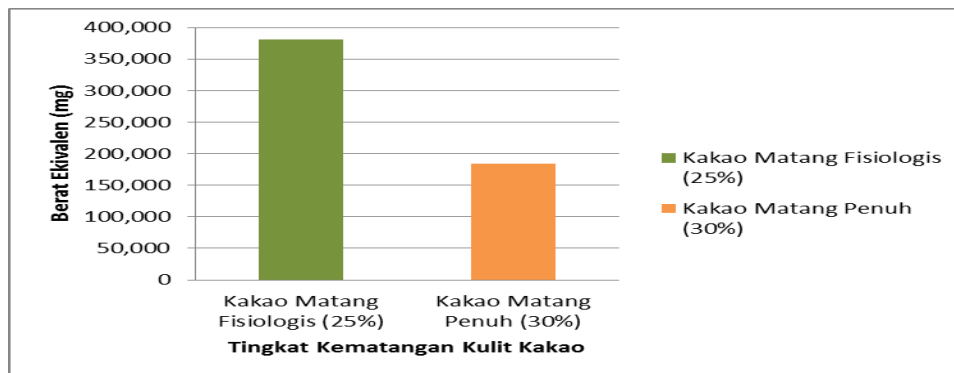
Menurut IPPA (2003) batas maksimum kadar abu pektin adalah tidak lebih dari 10%, dengan demikian kadar abu hasil penelitian ini masih dibawah syarat maksimum yang telah ditetapkan. Namun adanya perbedaan kadar abu dari pektin hasil ekstraksi ini diduga dipengaruhi oleh kemampuan asam untuk melarutkan mineral alami dari bahan yang diekstrak semakin meningkat seiring meningkatnya konsentrasi asam, suhu, dan waktu ekstraksi. Hal ini didukung oleh (Budyanto dan Yulianingsih, 2008) mengenai tingkat kemurnian pektin juga tidak lepas dari kandungan mineralnya yang dapat diketahui dari kadar abu yang terkandung di dalamnya.

Protopektin kulit kakao matang fisiologis dan matang penuh dalam bentuk kalsium dan magnesium pektat, sehingga jika masing-masing dicampurkan dengan asam akan memberikan respon terhidrolisisnya pektin dari ikatan kalsium dan magnesiumnya. Hal ini didukung oleh Hanum *et al.* (2012) menyatakan bahwa protopektin dalam buah-buahan dan sayuran berada dalam bentuk kalsium-magnesium pektat dan jika dicampurkan dengan asam akan mengakibatkan terhidrolisisnya pektin dari ikatan kalsium dan magnesiumnya. Komponen Ca^{2+} dan Mg^{2+} akan banyak terlarut dalam larutan ekstrak dan ikut mengendap jika reaksi hidrolisis protopektin ditingkatkan, sehingga kadar abu pektin tentu akan tinggi juga. Dengan demikian, semakin banyaknya mineral berupa kalsium dan magnesium akan semakin banyak kadar abu pektin tersebut. Hal ini didukung oleh (Hanum, 2012) yang menyatakan

adanya pengaruh signifikan jumlah mineral (kalsium dan magnesium) dengan banyaknya kadar abu pektin yang dihasilkan.

Berat ekuivalen

Hasil analisis berat ekuivalen pektin hasil ekstraksi kulit kakao matang fisiologis dan matang penuh disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Berat ekuivalen pektin hasil ekstraksi

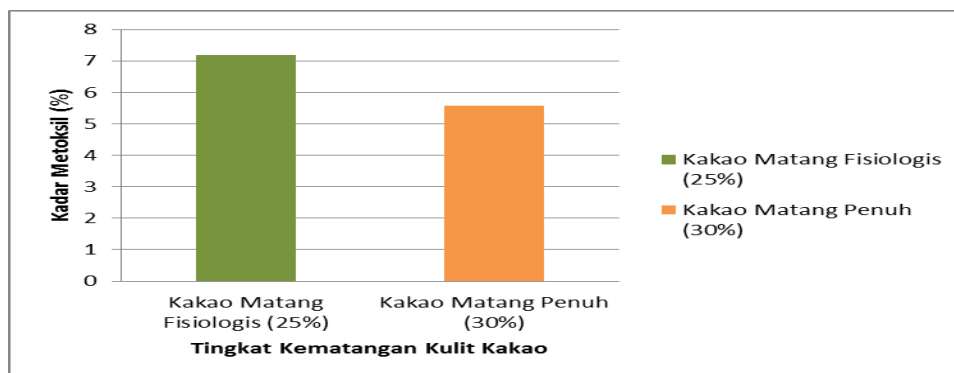
Berdasarkan Gambar 4. menunjukkan hasil analisis berat ekuivalen pektin kulit kakao matang fisiologis dan lebih tinggi dibandingkan matang penuh. Berat ekuivalen pektin merupakan jumlah asam galakturonat bebas yang tidak teresterifikasi. Asam poligalakturonat yang tidak mengalami esterifikasi disebut juga dengan asam pektat. Berdasarkan Gambar 4 menunjukkan analisis berat ekuivalen pektin hasil ekstraksi kulit kakao matang fisiologis dan matang penuh berturut-turut didapatkan berat ekuivalen sebesar 380,744 mg dan 184,052 mg. Berat ekuivalen menurut standar IPPA (2003) yakni 600-800 mg. Hasil penelitian ini belum memenuhi syarat standar yang telah ditetapkan. Hal ini diduga karena adanya pengaruh bobot molekul pektin yang tergantung pada jenis tanaman, kualitas bahan baku, metode ekstraksi dan perlakuan pada proses ekstraksi. Hal ini didukung oleh Fitria(2013) yang menjelaskan adanya kemungkinan hal yang mempengaruhi nilai berat ekuivalen adalah sifat pektin hasil ekstraksi itu sendiri, serta proses filtrasi yang dilakukan.

Perbedaan berat ekuivalen kulit kakao matang fisiologis dan matang penuh ditentukan berdasarkan reaksi penyabunan gugus karboksil oleh NaOH. Banyaknya volume NaOH yang digunakan untuk bereaksi dengan gugus karboksil berbanding terbalik dengan nilai berat ekuivalen. Semakin besar volume NaOH maka akan semakin kecil nilai berat ekuivalen. Semakin kecil berat ekuivalen artinya kandungan metoksil pektin semakin tinggi. Selain itu tinggi rendahnya suhu akan mempengaruhi berat ekuivalen. Hal ini senada menurut Siregar (2014) dan Ranganna (2000)

menjelaskan bahwa semakin rendah suhu yang digunakan akan memperkecil terjadinya depolimerisasi dan demetilasi. Semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu ekstraksi akan memperbesar kemungkinan terjadinya depolimerisasi pektin sehingga memiliki nilai berat ekuivalen yang semakin rendah. Pada umumnya, pektin berbobot molekul tinggi lebih disukai untuk pembentukan gel. Pektin yang terbaik adalah pektin yang memiliki nilai bobot ekuivalen yang tinggi. Semakin tinggi suhu dan lama ekstraksi, mutu pektin akan semakin rendah jika dilihat dari nilai bobot ekuivalennya. Hanum (2012) juga mengungkapkan semakin lama waktu ekstraksi maka gugus karboksil bebas yang tidak teresterkan semakin kecil yang menunjukkan berat ekuivalen akan semakin menurun.

Kadar Metoksil

Hasil analisis kadar metoksil pektin hasil ekstraksi kulit kakao matang fisiologis dan matang penuh disajikan pada Gambar 5.



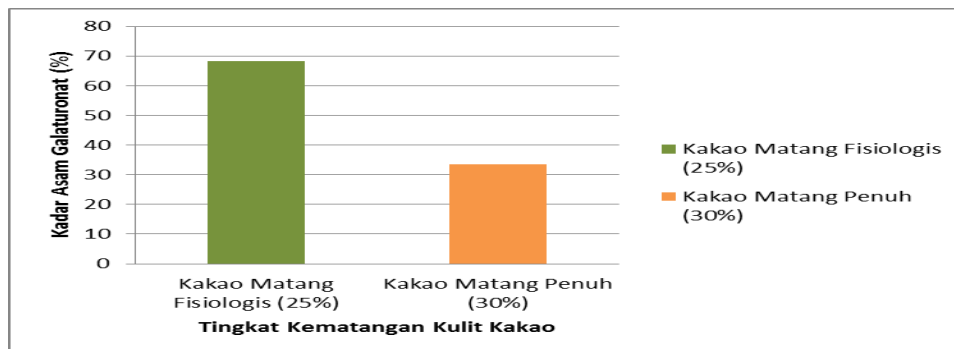
Gambar 5. Kadar metoksil pektin hasil ekstraksi

Berdasarkan Gambar 5 menunjukkan kadar metoksil pektin yang dihasilkan dalam penelitian ini, maka pektin dari kulit kakao matang fisiologis lebih tinggi dibandingkan matang penuh. Kadar metoksil didefinisikan sebagai gugus metil teresterifikasi pada ekstraksi kulit kakao. Kadar metoksil pektin dapat menentukan sifat fungsional larutan pektin dan dapat mempengaruhi struktur serta tekstur dari gel pektin yang terbentuk. Berdasarkan hasil analisis kadar metoksil pektin kulit kakao matang fisiologis dan matang penuh didapatkan kadar metoksil berturut-turut sebesar 7,18% dan 5,58%. Dengan demikian pektin yang dihasilkan (Gambar 5.) menunjukkan pada kulit kakao matang fisiologis tergolong dalam pektin metoksil tinggi (*High methoxy Pectin*), sedangkan pada kulit kakao matang penuh tergolong dalam pektin metoksil rendah (*Low methoxy Pectin*). Hal ini sebagaimana disebut pektin bermetoksil tinggi jika kadar metoksil sama dengan atau lebih dari 7%, dan disebut rendah jika kadar metoksil kurang dari 7% (Goycoolea dan Adriana, 2003).

Perbedaan kadar pektin dari hasil ekstraksi kulit kakao matang fisiologis dan matang penuh diduga oleh tingkat kematangan kulit buah kakao yang umumnya protopektin bersifat tidak larut dalam air dan lebih banyak terdapat pada buah-buahan yang belum matang. Buah yang masih muda maka sel-sel yang satu dengan sel-sel yang lain masih dipersatukan dengan kuat oleh protopektin tersebut. Akan tetapi buah yang telah dewasa maka sebagian protopektin mengalami penguraian menjadi pektin karena aktivitas enzim protopektinase. Hal inilah yang mengakibatkan terlepasnya sel-sel satu dengan yang lain, sehingga buah menjadi lunak, selanjutnya enzim ini meneruskan pengubahan pektin menjadi asam pektat untuk menjadi buah yang matang. Hal ini didukung oleh (Winarno, 2002) yang mengatakan bahwa kandungan protopektin, pektin dan asam pektat dalam buah sangat bervariasi dan tergantung pada derajat kematangan buah.

Kadar Asam Galaturonat

Hasil analisis kadar asam galakturonat pektin hasil ekstraksi kulit kakao matang fisiologis dan matang penuh disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Kadar asam galakturonat pektin hasil ekstraksi

Berdasarkan Gambar 6. menunjukkan hasil analisis kadar asam galakturonat pektin kulit kakao matang fisiologis lebih tinggi dibandingkan matang penuh. Kadar asam galakturonat sebagai indikator untuk mengetahui kemurnian pektin. Kadar galakturonat dan muatan molekul pektin memiliki peranan penting dalam menentukan sifat fungsional larutan pektin. Menurut IPPA (2002) kadar galakturonat yang ditetapkan minimal 35% dan ketetapan USP 28 yaitu $< 74\%$.

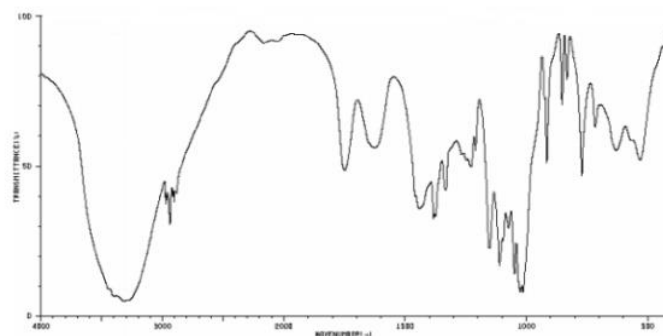
Berdasarkan hasil analisis kadar asam galakturonat (Gambar 6.) menunjukkan pektin hasil ekstraksi kulit kakao matang fisiologis dan matang penuh berturut-turut didapatkan kadar asam galakturonat sebesar 68,27% dan 33,37%. Kadar asam galakturonat pektin kulit kakao matang fisiologis yang dihasilkan dalam penelitian ini telah

memenuhi nilai standar yang telah ditetapkan, sedangkan pada kulit kakao matang penuh belum memenuhi syarat yang ditetapkan. Hal ini diduga karena perbedaan komposisi senyawa pektin mempengaruhi kadargalakturonat pada metode ekstraksi yang digunakan. Hal ini didukung oleh Hariyati (2006), selain asam galakturonat, pektin juga mengandung senyawa-senyawa lain yaitu gula netral seperti D-galaktosa, L-arabinosa dan L-ramnosa. Senyawa-senyawa non uronat tersebut dapat terbawa pada waktu proses penggumpalan pektin. Senyawa-senyawa inilah yang mempengaruhi komposisi senyawa pektin. Beberapa senyawa non uronat mungkin dapat dihilangkan melalui pelarutan kembali pektin dalam air dan penggumpalan, tetapi tidak mungkin menghilangkan semua senyawa non uronat (Fitria, 2013), hal ini disebabkan karena reaksi hidrolisis protopektin menjadi pektin yang komponen dasarnya asam D-galakturonat.

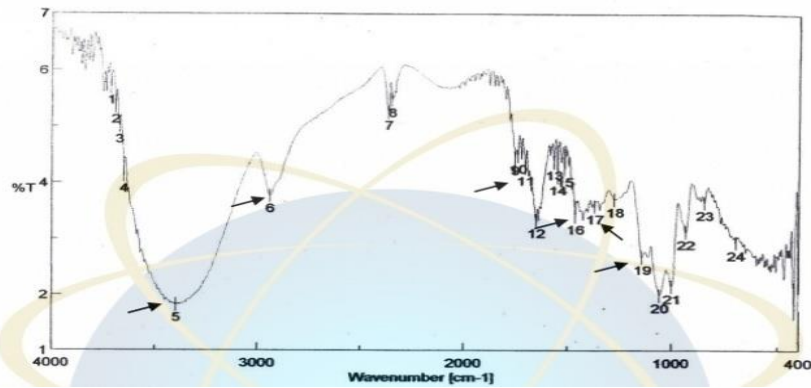
Perbandingan Spektrum FTIR

Hasil pengukuran spektrum FTIR menunjukkan kelompok gugus fungsi dan memberikan informasi struktural pektin hasil ekstraksi dari bahan baku kulit kakao (*Theobroma cacao*). Daerah yang sering dianalisis dengan spektroskopi inframerah adalah dalam kisaran bilangan gelombang 4000-600 cm^{-1} . Identifikasi pengukuran fungsional pektin dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer infra merah (FTIR), dengan rentang bilangan gelombang yang digunakan 4500-500 cm^{-1} . Gugus fungsional utama pektin biasanya terletak pada area bilangan gelombang 1000-2000 cm^{-1} (Ismail *et al.*, 2012). Ikatan karbonil teresterifikasi berada pada bilangan gelombang 1740-1760 cm^{-1} (Ismail *et al.*, 2012).

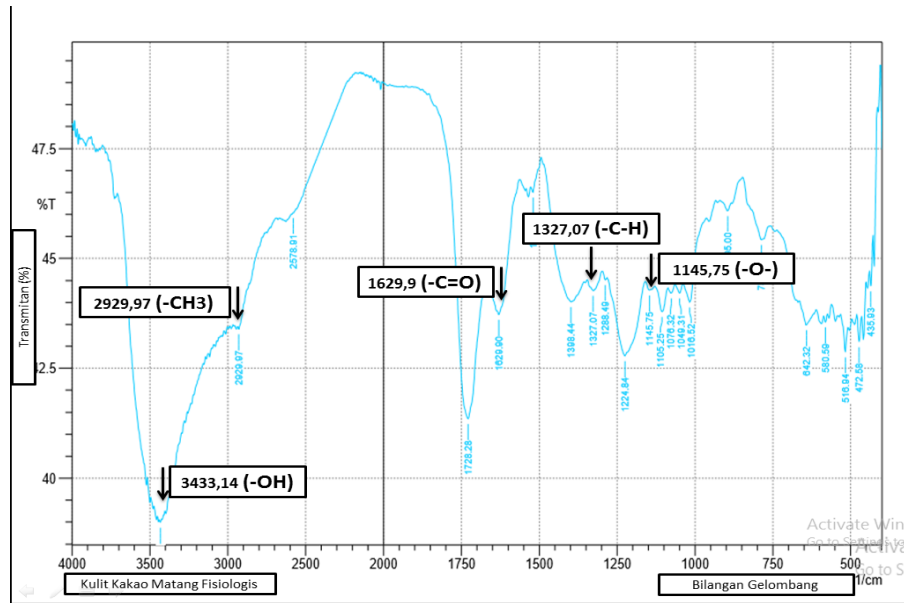
Hasil spektrum FTIR pektin standar, komersil, petin kulit kakao matang fisiologis dan matang penuh dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8, serta tabel data spektrum FTIR.



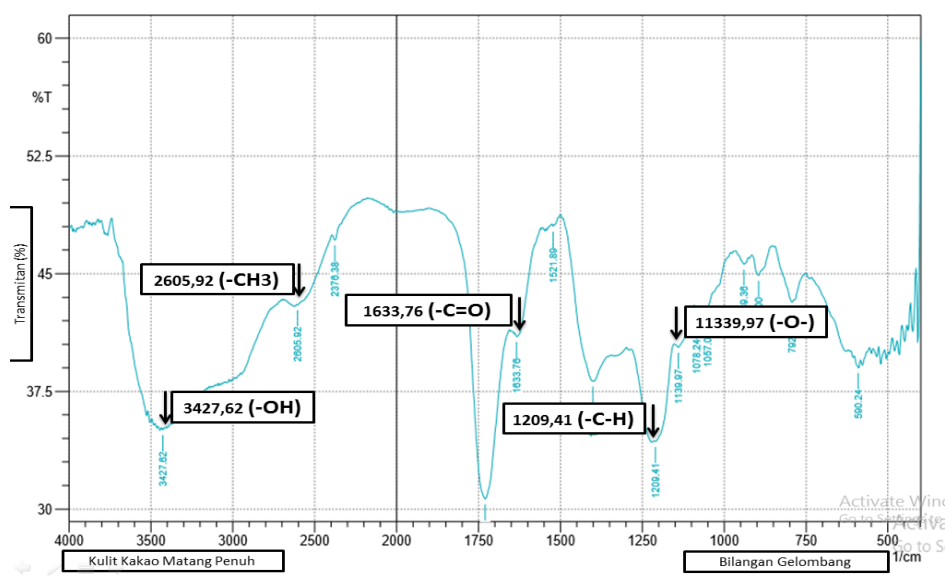
Gambar 7. Spektrum IR Pektin Standar (Maulidiyah *et al.*, 2014)



Gambar 8. Spektrum FTIR Pektin Komersil (Fitria, 2013)



Gambar 9. Spektrum FTIR Pektin Kulit Kakao Matang Fisiologis



Gambar 10. Spektrum FTIR Pektin Kulit Kakao Matang Penuh

Perbandingan data spektrum FTIR pektin Standar, Komersil dan Hasil Ekstraksi disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Data Spektrum FTIR Pektin Kulit Kakao
Area (bilangan gelombang) (cm⁻¹)

No	Standar	Komersil	Sampel 1	Sampel 2	Keterangan
1	3446,17	3393,14	3433,41	3427,62	-OH
2	2934,16	2934,16	2929,97	2605,92	Ulur -CH ₃
3	1698,02	1698,02	1629,9	1633,76	-C=O
4	1369	1362,46	1327,07	1209,41	Ulur -C-H
5	1152	1135,87	1145,75	1139,97	-O- (eter)

Sumber: Jurnal Karakterisasi Pektin dari Limbah Kulit Pisang tahun 2013.

Keterangan: Sampel 1 (Kulit Matang Fisiologis), Sampel 2 (Kulit Matang Penuh).

Data spektrum FTIR pada Tabel 1, sampel pektin komersil 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 komersil, 3433,41 cm⁻¹ untuk pektin hasil ekstraksi kulit kakao matang fisiologis, dan pada 3427,62 cm⁻¹ untuk pektin hasil ekstraksi kulit kakao matang penuh.

Pita serapan ini menunjukkan intensitas puncak serapan yang sangat kuat dan lebar, hal ini mengindikasikan adanya serapan O-H regangan. Serapan pada bilangan gelombang 2934,16 cm^{-1} pada pektin standar, untuk pektin komersil pada bilangan gelombang 2934,16 cm^{-1} , untuk pektin hasil ekstraksi kulit kakao matang fisiologis mengalami pergeseran bilangan gelombang yakni 2929,97 cm^{-1} dan untuk kulit kakao matang penuh yakni 2605,92 cm^{-1} . Daerah bilangan tersebut menunjukkan serapan ulur dari $-\text{CH}_3$. Pada daerah bilangan gelombang 1629,9 cm^{-1} untuk kulit kakao matang fisiologis dan 1633,76 cm^{-1} untuk kulit kakao matang penuh menunjukkan adanya serapan dari gugus karboksil ($-\text{C}=\text{O}$). Vibrasi ulur $-\text{C}-\text{H}$ dapat ditemukan pada daerah bilangan gelombang 1327,07 cm^{-1} untuk kulit kakao matang fisiologis dan 1209,41 cm^{-1} untuk kulit kakao matang penuh dan ini pun menunjukkan adanya pergeseran bilangan gelombang. Serapan dari eter ($-\text{O}-$) pada bilangan gelombang 1145,75 cm^{-1} untuk pektin hasil ekstraksi kulit kakao matang fisiologis dan 1139,97 cm^{-1} untuk kulit kakao matang penuh, sedangkan untuk komersil pada bilangan gelombang 1135,87 cm^{-1} dan untuk standar pada bilangan gelombang 1152 cm^{-1} . 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 $-\text{CH}_3$ pada cabang metoksil (COOCH_3), ikatan $-\text{CH}$, karbonil ($-\text{C}=\text{O}$) dan eter ($-\text{O}-$). Gugus fungsi antara pektin standar dan pektin kulit kakao tidak ada perbedaan yang signifikan keduanya memiliki berbagai macam gugus fungsi yang sama (Maulidiyah *et al.*, 2014). Suatu ikatan dalam sebuah molekul yang menyerap radiasi inframerah akan mengalami vibrasi. Besarnya absorpsi dalam suatu tipe ikatan tertentu bergantung pada jenis vibrasi dari ikatan tersebut. Oleh karena itu, tipe ikatan yang berbeda menyerap radiasi inframerah pada panjang gelombang karakteristik yang berlainan.

KESIMPULAN

Karakteristik pektin hasil ekstraksi dari kulit kakao pada tingkat kematangan berbeda menggunakan pelarut asam sitrat dengan variasi konsentrasi pelarut menunjukkan pektin kulit kakao matang fisiologis menunjukkan rendemen tertinggi 25%, kadar air 12,24%, kadar abu 0,77%, berat ekivalen 380,744 mg, kadar metoksil 7,18% (*High methoxy Pectin*), kadar asam galakturonat 68,27%. Sedangkan pektin kulit kakao matang penuh menunjukkan rendemen tertinggi 30%, kadar air 13,86%, kadar abu 1,44%, berat ekilvalen 184,052 mg, kadar metoksil 5,58% (*Low methoxy Pectin*), kadar asam galakturonat 33,37%. Spektroskopi FTIR yang digunakan untuk membandingkan pektin dari hasil ekstraksi, komersial dan standar, hasilnya menunjukkan kemiripan masing-masing serapan gugus fungsi.

DAFTAR PUSTAKA

- AkhmalludinK A, 2009. Pembuatan pektin dari kulit coklat dengan cara ekstraksi. Skripsi. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Semarang.
- AOAC, 2005. Official Method of Analysis of AOAC International. Gaithersburg, Mary Land, AOAC International: USA.
- Azad A K M., Ali M A., Akter S M., Rahman J M dan Ahmed M, 2014. Isolasi dan Karakterisasi Pektin yang di Ekstrak dari Lemon Pomance selama pematangan. *Jurnal Ilmu Pangan dan Gizi*. 2(2): 30-35.
- Begum R., Aziz M G., Uddin M B dan Yosuf Y A, 2014. Karakterisasi Nangka (*Artocarpus heterophyllus*) Limbah Pektin yang dipengaruhi oleh berbagai kondisi ekstraksi. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 2.244-251.
- Bhat A S dan Singh R E, 2014. Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Guava Buah Peel. *IJREAT International Journal of Research in Teknik and Advanced Technolog*, 2: 1-7.
- Budiyanto A Y, 2008. Pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap karakter pektin dari ampas jeruk siam (*Citrus nobilis* L). *Jurnal Pascapanen* 5(2): 37-44.
- Christianita A A M., S B Widjanarko dan I Purwatinigrum, 2014. Pembuatan Pektin Berwarna dari Ampas Apel Manalagi dengan Penambahan Filtrat Mawar Merah. *Jurnal Pangandan Agroindustri* 2(4): 159-169.
- Erika C, 2013. Ekstraksi Pektin dari Kulit Kakao (*Theobroma cacao* L.) menggunakan Amonium Oksalat. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian*, 5 (2):1-5
- Fajri F., Tamrin dan Nur A, 2018. Pengaruh Penambahan Pektin Kulit Buah Kakao Terhadap Sifat Sensorik Cokelat Batang. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*. 2(6): 911-919.
- Fitria V, 2013. Karakterisasi pektin hasil ekstraksi dari limbah kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* ABB). Skripsi. Program Studi Farmasi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Girma Edan Worku MrT, 2016. Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Limbah Buah Peel Terpilih. *International Journal Of Penelitian Ilmiah dan Publication*, 6(2).447-454
- Goycoolea F M dan Cardenas A, 2003. Pectins from Opuntia Sp.: A Short Review. *J.PACD*
- Hanum F., M A Tarigan dan I M D Kaban, 2012. Ekstraksi Pektin dari Kulit Buah Pisang Kepok (*Musa paradisiaciaca*). *Jurnal Teknik Kimia USU*. 1(2): 49-53.

- Hariyati M N, 2006. Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Limbah Proses Pengolahan Jeruk Pontianak (*Citrus nobilis var microcarpa*). Skripsi. Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor.
- Hastuti B., Ashadi dan F Totiana, 2013. Isolasi Pektin dari Wortel (*Daucuscarota*L.) sebagai Adsorben Logam Timbal (II). Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia V: 281-293.
- Ismail NS M., Ramli N., Hani NM., Meon dan Zainudin, 2012. Extraction and Characterization of Pectin from Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*) using Various Extraction Condition. Sains Malaysiana.41(1): 41-45.
- Israel C K A T., Baguio S F., Diasanta M B D., Lizardo R C M., Dizon El, Mejico dan MIF, 2015. Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Saba Pisang (*Musa 'saba' (Musa acuminata x Musa balbisiana)*) Limbah Kulit. International Food Research Journal. 22(1): 202-207.
- Novitarini R., W A Nugroho dan R Yulianingsih, 2014. Kajian pH dan Rasio Bahan Baku dengan Cairan Pengekstrak pada Proses Ekstraksi Pektin dari Buah Pepaya (*Carica papaya L.*). Jurnal Bioproses Komoditas Tropis 3(1): 26-31.
- Pardede A, Ratnawati D., Agus M, 2013. Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Kulit Kemiri (*Alleurites mollucana Willd*). Media Sains, 5(1).1-6.
- Prasetyowati K., Sari P dan Pesantri H, 2009. Ekstraksi Pektin dari Kulit Mangga. Jurnal Teknik Kimia. 16(4): 42-49.
- Rachmawan A., Putri L D., Ammiroenas D E dan Santoso D, 2005. Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Kulit Buah Kakao. Gakuryoku 11(2): 190-194.
- Ranganna S, 2000. Handbook of analysis and quality control for fruit and vegetable products second edition. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- Rofikah, 2013. Pemanfaatan Pektin Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* Linn) untuk Pembuatan Edible Film. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Siregar S, 2014. Metode Penelitian Kuantitatif. Kencana. Jakarta.
- Soesilawaty dan Asiah S, 2008. Perbandingan Pengaruh Pemberian Pektin Kulit Jeruk Bali (*Citrus grandis*) dan Kulit Pisang Ambon (*Musa Spp.*) terhadap Penurunan Kolesterol Darah pada Mencit (*Mus musculus*). Jurnal Pengajaran MIPA 12(2): 1-9.
- Sulihono A., Tarihoran B dan Agustina T E, 2012. Pengaruh Waktu, Temperatur, dan Jenis Pelarut terhadap Ekstraksi Pektin dari Kulit Jeruk Bali (*Citrus maxima*). Jurnal Teknik Kimia 18(4): 1-8.
- Sutioso H, 2012. Pemanfaatan Pektin yang Diisolasi dari Daun Jambu Biji (*Psidium guajava*) dalam Uji *In Vitro* dan *In Vivo* Penurunan Kadar Kolesterol. Skripsi. Fakultas Teknik, Universitas Indonesia. Depok.

- Tarigan MAK., Irza M D., Hanum dan Farida. 2012. Ekstraksi Pektin dari Kulit Buah Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca*). Jurnal Teknik Kimia, Universitas Sumatera Utara. Medan.49-53.
- TiwariKA., Saha NS., Yadav PW., Upadhyay KU., KatiyarD dan Mishra T, 2017. Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Orange Peels. International Journal of Biothecnology and Biochemistry 13(1): 39-47.
- Triandini MMA dan Wicakso RD, 2014. Pengambilan Pektin dari Albedo Semangka dengan Proses Ekstraksi Asam. Konversi 3(1): 1-9
- Tuhuloula A., L Budiarti dan Fitriana E N, 2013. Karakterisasi Pektin dengan Memanfaatkan Limbah Kulit Pisang menggunakan Metode Ekstraksi. Konversi 2(1): 21-27.
- Winarno FG, 2002. Fisiologi Lepas Panen Produk Hortikultur. M-Brio Press. Bogor.
- Wong W W., F M A Abbas., M T Liong dan M E Azhar, 2008. Modification of Durian Rind Pectin for Improved Biosorbent Ability. International Food Research Journal 15(3): 363-365.
- Wusnah Z dan Sulastri, 2015. Pengaruh pH dan Waktu Ekstraksi terhadap Karakteristik Pektin dari Kulit Kakao. Jurnal Teknologi Kimia Unimal 4(2): 27-35.