

ISOLASI DAN KARAKTERISTIK PEKTIN DARI KULIT BUAH KAKAO (*Theobroma cacao* L.) YANG TUMBUH DI DAERAH PALEMBANG DAN PAGARALAM SUMATERA SELATAN

Fitri Yudhiana, Agnes Rendowaty¹, Ahmad Fatoni

Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Bhakti Pertiwi Palembang

Jl. Ariodillah III No. 22A Ilir Timur I Palembang, Sumatera Selatan

e-mail : arendowaty@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan isolasi dan karakterisasi senyawa pektin dari kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) yang tumbuh di Palembang dan Pagaralam Sumatera Selatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tempat tumbuh terhadap rendemen dan karakteristik pektin yang dihasilkan. Ekstraksi pektin dilakukan dengan metode refluks dari kulit kakao segar dengan pelarut asam sitrat 5%, pH 3 dan di ekstraksi selama 120 menit. Rendemen pektin kulit kakao dari Palembang 0,66% dan Pagaralam 0,75 %. Karakteristik mutu pektin kulit kakao dari Palembang meliputi kadar air 8,74%, kadar abu 2,31 %, berat ekuivalen 5555,55 g_{ek}, kadar metoksil 2,66%, kadar galakturonat 74,62%, derajat esterifikasi 19,50% dan dari kota Pagaralam meliputi kadar air 8,92%, kadar abu 2,71 %, berat ekuivalen 7142,85 g_{ek} kadar metoksil 2,91%, kadar galakturonat 74,62%, derajat esterifikasi 22,14%. Hasil identifikasi pektin kulit kakao dari Palembang dan Pagaralam terbentuk endapan gel sesuai dengan standar Farmakope Indonesia edisi V. Identifikasi spektrum IR menunjukkan adanya gugus utama penyusun senyawa pektin kakao dari kota Palembang, yakni regang -OH 3333,16 cm⁻¹, ulur -CH₃ 2952,16 cm⁻¹, gugus karboksil (-C=O) 1731,17 cm⁻¹, gugus eter (-O-) 1145,50 cm⁻¹ dan dari kota Pagaralam, yakni regang -OH 3345,51 cm⁻¹, ulur -CH₃ 2943,72 cm⁻¹, gugus karboksil (-C=O) 1732,19 cm⁻¹, dan gugus eter (-O-) 1144,81 cm.

Kata Kunci : pektin, kulit kakao, tempat tumbuh, Palembang, Pagaralam

PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan tanaman yang banyak dijumpai di Indonesia terutama dari perkebunan yang memiliki habitat tumbuh di hutan tropis dengan ketinggian tanah 1-600 m dpl, memiliki ketersediaan air yang baik, dan temperatur optimum 26,6 °C (Departemen Perindustrian, 2007). Produksi buah kakao di Indonesia terus meningkat, pada tahun 2015 sebesar 593.331 ton dan pada tahun 2017 sebesar 688.345 ton. Di Sumatera Selatan pada tahun 2017 produksi buah kakao mencapai 3.104 ton (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2017).

Tanaman kakao terbagi menjadi tiga bagian yaitu kulit, daging buah, dan biji. Bagian buah kakao yang mempunyai nilai

ekonomis tinggi adalah bijinya, sedangkan kulitnya merupakan limbah pengolahan dalam jumlah terbatas sebagai pembuatan pupuk organik dan pakan hewan ternak (Pratama dkk, 2015). Pada penelitian kulit buah kakao merupakan salah satu dari sumber pektin dengan rendemen yang diperoleh sebesar 26,73% (Rachmawan dkk, 2005).

Pektin merupakan polisakarida yang terdapat dalam dinding sel tanaman, terutama pada kulit buah karena berfungsi pada pertumbuhan jaringan tanaman, morfologi, dan pertahanan tanaman. Fungsi pektin sebagai zat pengental penting dalam memengaruhi tekstur pangan pembuatan produk jelli, selai, dan makanan buah kaleng (Herbstreith dan Fox, 2005). Pada industri farmasi, pektin digunakan sebagai zat

pengikat dalam formulasi tablet dan pada sediaan tablet matriks untuk pelepasan terkontrol, basis gel, serta tablet salut film (Hoejgaard, 2004).

Dari beberapa literatur yang didapat, ekstraksi pektin dari kulit kakao dipengaruhi oleh perbandingan bahan dan pelarut, suhu, dan waktu ekstraksi. Beberapa faktor yang memengaruhi kadar metabolit sekunder dari tanaman yaitu, faktor kesuburan tanah dan iklim lingkungan tempat tumbuh tanaman (Mora dan Fernando, 2012). Provinsi Sumatera Selatan beriklim tropis dengan suhu udara rata-rata 21,2° - 35,5 °C, curah hujan antara 317 – 340 mm/tahun, memiliki kelembaban udara bervariasi sekitar 72% - 89% (BMKG Palembang Sumatera Selatan, 2017).

METODE DAN PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah serangkaian alat refluks, Spektrofometer Infra Merah (Perkin Elmer), timbangan analitik (*Fulgid®*), beaker gelas (*Iwaki®*) 100 ml dan 1000 ml, labu ukur (*Pyrex®*) 1000 ml, labu bulat (*Pyrex®*) 2000 ml, erlenmeyer (*Approx®*) 250 ml dan 1000 ml, gelas ukur (*Iwaki®*) 100 ml, tabung reaksi (*Iwaki®*), corong kaca (*Pyrex®*), pipet volumetrik (*Pyrex®*), tabung buret (*Pyrex®*), cawan porselen, cawan krus, corong *Buchner*.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini : air suling, asam sitrat (Bratachem), etanol teknis (Bratachem), Natrium hidroksida (Merck), Asam oksalat (Merck), natrium klorida (NaCl), Asam klorida (Merck), indikator *phenolptalein*.

Ekstraksi Sampel

Kulit buah kakao segar ditimbang sebanyak 900 gram, dimasukkan pada labu 2000 ml. Tambahkan pelarut asam sitrat 5% sebanyak 1000 ml dengan pH 3. Ekstraksi pektin dengan alat refluks selama 2 jam. Hasil refluks disaring menggunakan kain saring dan filtrat diambil (Erika, 2013).

Pengendapan

Filtrat yang diperoleh dipanaskan dengan *hot plate* pada suhu 90°C sampai volume setengah dari volume awal, filtrat didinginkan. Kemudian filtrat diendapkan dengan penambahan etanol 96% (1:1) sambil diaduk-aduk pelan hingga terbentuk endapan, dan didiamkan selama 48 jam. Selanjutnya dilakukan pemisahan antara filtrat dan residunya (Susilowati dkk, 2013).

Pemurnian Pektin

Pektin basah dimurnikan dengan cara dicuci secara berulang dengan etanol 96 % dan disaring menggunakan *vacum buchner* (Erika, 2013).

Pengeringan Pektin

Pektin basah hasil pemurnian dikeringkan pada suhu ruang selama 24 jam. Hasil yang diperoleh disebut dengan pektin kering yang kemudian dihaluskan sehingga diperoleh bubuk pektin. Sampel kemudian dianalisis untuk mengetahui sifat fisikokimia (Erika, 2013).

Identifikasi Pektin

Ekstrak serbuk pektin (0,5 g) dilarutkan dengan 50 mL air (larutan pektin). Identifikasi pektin dilakukan dengan cara :

Ambil 5 ml larutan tambahkan etanol dengan volume yang sama: terbentuk endapan bening, seperti gelatin.

Larutan pektin 5 mL ditambahkan 1 mL natrium hidroksida 2 N, biarkan pada suhu ruang selama 15 menit akan terbentuk gel atau semigel.

Asamkan gel yang diperoleh dari pengujian sebelumnya dengan *asam klorida* 3 N, kocok: terbentuk endapan seperti gelatin dan bergumpal bila dididihkan (asam pektat).

Karakteristik Pektin Hasil Ekstraksi

1. Rendemen Pektin

Pektin kering yang diperoleh ditimbang beratnya untuk diketahui banyaknya pektin yang dapat diekstraksi (Sulihono dkk, 2012).

2. Kadar Air

Pektin 1 g ditimbang dalam cawan penguap kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 100–105 °C selama 3 jam, dinginkan dan ditimbang. Sampel dipanaskan

lagi dalam oven selama 30 menit, selanjutnya didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Perlakuan diulang sebanyak 2 kali sampai diperoleh berat yang konstan (Ranganna, 1977).

3. Kadar Abu

Cawan krus yang akan digunakan dikeringkan di dalam *burnes* pada suhu 600 °C kemudian didinginkan di dalam desikator dan ditimbang sebagai bobot wadah. Kemudian 1 g pektin dimasukkan dalam cawan krus yang telah diketahui bobotnya, lalu masukkan dalam *burnes* pada suhu 600 °C selama 4 jam. Residu kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Perlakuan diulang hingga diperoleh bobot tetap (Ranganna, 1977).

4. Berat Ekuivalen (BE)

Berat ekuivalen ditentukan dengan menimbang 0,25 g pektin dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml, tambahkan dengan 5 ml etanol 96%. Sebanyak 1 g NaCl ditambahkan ke dalamnya guna mempertajam titik akhir titrasi. Tambahkan air suling 100 mL dan 6 tetes indikator *phenolptalein*. Campuran diaduk dengan cepat untuk memastikan bahwa semua substansi pektin telah terlarut dan tidak ada gumpalan yang menempel pada dinding erlenmeyer. Titrasi dilakukan perlahan-lahan dengan titran standar NaOH 0,1 N sampai campuran berubah menjadi warna merah muda dan tetap bertahan selama kurang lebih 30 detik. Larutan tersebut dinetralkan kemudian digunakan untuk penentuan kadar metoksil (Ranganna, 1977).

5. Kadar Metoksil

Penentuan kadar metoksil dilakukan dengan menambahkan 25 ml larutan NaOH 0,25 N ke dalam larutan netral dari penentuan BE, dikocok dan didiamkan selama 30 menit pada suhu kamar dalam keadaan tertutup, kemudian ditambahkan 25 ml larutan HCl 0,25 N dan 6 tetes indikator *phenolptalein* kemudian dititrasi hingga larutan berubah jadi merah muda (Ranganna, 1977).

6. Kadar Galakturonat

Kadar galakturonat dihitung dari mek (miliekivalen) NaOH yang diperoleh dari

penentuan BE dan kandungan metoksil (Sulihono dkk, 2012)

7. Derajat Esterifikasi

Derajat esterifikasi dihitung dari kadar metoksil dan kadar asam galakturonat yang telah diperoleh (Wusnah dkk, 2015).

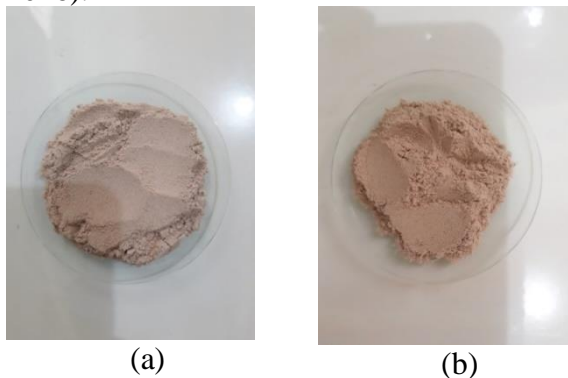
HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen pektin yang diperoleh dari kulit buah kakao yang tumbuh di Palembang sebesar 0,66% dan di Pagaram sebesar 0,75 %. Rendemen pektin yang diperoleh dari Pagaram lebih besar dibanding daerah Palembang. Dalam penelitian Nurnasari dan Djumali (2010) menyatakan hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan faktor iklim pada setiap daerah. Pagaram merupakan daerah berbukit dengan ketinggian tanah berkisar 694-870 mdpl, memiliki curah hujan 3254 mm-pertahun dan ketersediaan air dalam tanah yang tinggi, dengan suhu udara rata-rata 24°C (Badan Pusat Statistik Pagaram Sumatera Selatan, 2016). Palembang merupakan tempat datar dengan ketinggian tanah berkisar 4-150 mdpl, curah hujan lebih rendah yaitu 384 mm-perbulan, dengan suhu udara rata-rata 34°C (Badan Pusat Statistik Palembang Sumatera Selatan, 2016).

Curah hujan merupakan salah satu faktor iklim terpenting bagi senyawa pektin yang terdapat dalam kakao, karena curah hujan dapat mempengaruhi ketersediaan air, tekstur komposisi tanah dan kesuburan tanah. Kesuburan tanah tumbuhnya kakao dapat mempengaruhi jumlah unsur hara yang terdapat dalam tanah karena senyawa pektin memerlukan unsur Ca (kalsium) 8 mg/100 gram dan Magnesium (Mg). Struktur tanah yang remah dan gembur juga akan mempengaruhi jumlah unsur Ca (Kalsium) oleh tanah (Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, 2010).

Pektin yang diperoleh pada penelitian ini berupa serbuk halus berwarna putih kecoklatan untuk yang kakao yang tumbuh di daerah Palembang, sedangkan daerah Pagaram berwarna cokelat kemerahan. Hal

ini disebabkan adanya pengaruh bahan baku, mengingat bahan baku kulit kakao mudah berubah warna karena teroksidasi dan filtrat hasil ekstraksi berwarna coklat (Fitri A, 2016).



Gambar 1. Serbuk pektin kulit kakao yang tumbuh di Palembang (a), pagaralam (b).

Identifikasi pektin diperoleh hasil positif dengan terbentuk endapan bening berwarna coklat terang dengan penambahan etanol 96 %. Hasil dua pektin membentuk gel berwarna coklat gelap dengan penambahan NaOH 2 N, selanjutnya gel diasamkan HCl 3 N diperoleh gumpalan coklat gelap. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa serbuk yang diperoleh dari hasil ekstraksi adalah pektin.

Identifikasi gugus fungsional pektin dilakukan dengan alat Spektrofotometer Infra Merah (FTIR), dengan rentang panjang gelombang yang digunakan 4000-400 cm^{-1} dengan pembandingan pektin komersial.

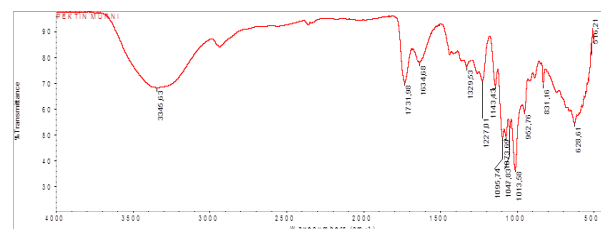
Spektrum infra merah pektin, serapan dari gugus hidroksil pada bilangan gelombang 3345,6 cm^{-1} (gambar.2), untuk pektin komersial. Bilangan gelombang 3333,16 cm^{-1} untuk pektin Palembang (gambar 3.). Bilangan gelombang 3345,51 cm^{-1} untuk pektin kakao Pagaralam (gambar 4.). Pada penelitian Fitri (2013), spektra pektin yang terkait dengan gugus -OH pada bilangan gelombang 3420 cm^{-1} . Data yang diperoleh diperkuat dengan pernyataan Pavia dkk, (2009), bahwa spektrum pektin yang berhubungan dengan gugus-OH terletak pada 3200-3650 cm^{-1} .

Serapan pada bilangan gelombang 2952,16 cm^{-1} (Palembang), 2934,72 cm^{-1} (Pagaralam) menunjukkan adanya serapan dari ulur -CH₃. Data ini didukung hasil

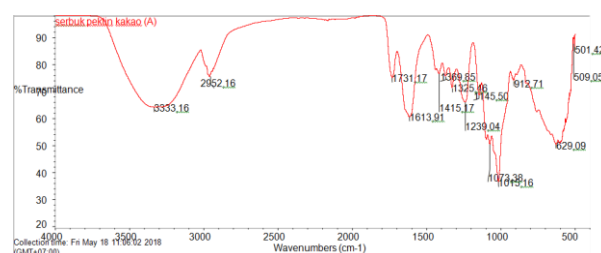
penelitian Fitri (2013), menyatakan bahwa spektrum gugus metil -CH₃ terletak pada 2931 cm^{-1} . Pavia dkk, (2009) menyatakan bahwa spektra gugus metil -CH₃ terletak pada bilangan gelombang 2840-3000 cm^{-1} .

Pada daerah bilangan gelombang 1731,98 cm^{-1} untuk pektin komersial, 1731,17 cm^{-1} untuk pektin (Palembang), 1732,19 cm^{-1} pektin (Pagaralam) menunjukkan serapan pada gugus -C=O. Data didukung dengan penelitian Fitri (2013), spektra gugus karboksil berada pada 1615 cm^{-1} . Menurut Pavia dkk, (2009), bilangan gelombang karboksil (-C=O) berada pada rentang 1630-1850 cm^{-1} .

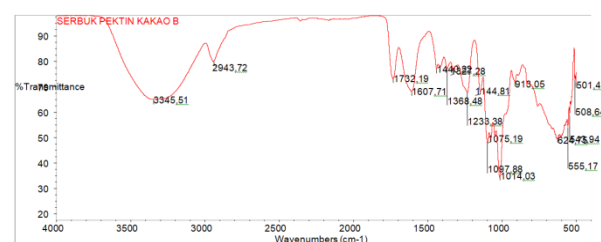
Pita serapan pada panjang gelombang 1143,43 cm^{-1} pektin komersial; 1145,50 cm^{-1} pektin (Palembang), 1144,81 cm^{-1} pektin (Pagaralam) menunjukkan ikatan dari eter (-O-). Data didukung dengan penelitian Fitri (2013), bahwa spektra gugus eter pada 1151 cm^{-1} . Pavia dkk (2009) menyatakan bahwa ikatan eter (-O-) berada pada rentang 1050-1260 cm^{-1} .



Gambar 2. Pektin Komersial



Gambar 3. Pektin kulit kakao (Palembang)



Gambar 4. Pektin kulit kakao (Pagaralam)

Kadar air pektin (Pagaralam) 8,74 % dan 8,92 (Palembang). Kadar air untuk simplisia menurut Farmakoper Herbal Indonesia adalah 10 %. Kadar air merupakan salah satu parameter penting yang menentukan daya tahan produk pangan dan terkait dengan aktifitas mikroorganisme selama penyimpanan. Produk yang mempunyai kadar air yang tinggi bersifat lebih mudah rusak karena produk tersebut dapat menjadi media yang kondusif bagi pertumbuhan mikroorganisme. Produk dengan kadar air rendah relatif lebih stabil dalam penyimpanan jangka panjang (Maulidiyah, 2014).

Kadar abu sampel pektin (Palembang) 2,31 % dan 2,71 % (Palembang). Kandungan mineral suatu bahan dapat diketahui dari kadar abu yang dimiliki bahan tersebut, kadar abu berpengaruh pada tingkat kemurnian pektin. Semakin rendah kadar abu dalam pektin, maka semakin tinggi tingkat kemurnian pektin (Kalapathy & Proctor, 2001).

Berat ekivalen pektin dari kota Palembang sebesar 5555,55 g_{ek} dan dari kota Pagaralam sebesar 7142,85 g_{ek}. Berat ekivalen merupakan ukuran terhadap kandungan gugus asam galakturonat bebas (tidak teresterifikasi) yang terdapat dalam rantai molekul pektin. Asam pektat murni merupakan zat pektat yang seluruhnya tersusun atas asam poligalakturonat yang bebas dari gugus metil ester atau tidak teresterifikasi. Asam pektat murni memiliki berat ekivalen 176 (Sulihono dkk, 2012). Tingginya derajat esterifikasi antara asam galakturonat dengan metanol menunjukkan semakin rendahnya jumlah asam bebas yang berarti semakin tingginya berat ekivalen.

Kadar metoksil didefinisikan sebagai jumlah etanol yang terdapat didalam pektin. Kadar metoksil pektin ini memiliki peranan yang sangat penting dalam menentukan sifat fungsional larutan pektin dan dapat mempengaruhi struktur dan tekstur dari gel pektin (Budiyanto & Yulianingsih, 2008). Pektin dapat disebut bermetoksil tinggi bila memiliki nilai kadar metoksil sama atau lebih dari 7%. Bila kurang dari 7% disebut pektin

bermetoksil rendah (Hariyati, 2006). kadar metoksil pektin dari kota Palembang sebesar 2,66 % dan kota Pagaralam sebesar 2,91 %. Berdasarkan nilai kadar metoksil yang dihasilkan dalam penelitian ini tergolong dalam pektin berkadar metoksil rendah.

Kadar galakturonat dan muatan molekul pektin memiliki peranan penting dalam menentukan sifat fungsional larutan pektin. Kadar galakturonat dapat mempengaruhi struktur dan tekstur dari gel pektin. Semakin tinggi kadar galakturonat semakin meningkat juga tingkat kemurnian pektin (Constenla & Lozano, 2003). Dalam penelitian dihasilkan kadar asam galakturonat pektin kulit kakao dari kota Palembang sebesar 71,80 % dan kota Pagaralam sebesar 74,62 %. Fitriana (2013) menyatakan bahwa 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.

Derajat esterifikasi merupakan persentase gugus karboksil yang teresterifikasi. Pektin berderajat esterifikasi lebih dari 50% tergolong bermetoksil tinggi, sedangkan kurang dari 50% bermetoksil rendah (Constenla & Lozano, 2003). Nilai derajat esterifikasi diperoleh dari nilai kadar metoksil dan nilai kadar galakturonat. Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan derajat esterifikasi pektin kulit kakao dari kota Palembang sebesar 21,03 % dan kota pagaralam sebesar 22,14 %.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan pektin yang diperoleh dari kulit buah kakao yang tumbuh di Palembang dan Pagaralam. Karakteristik pektin dari dua tempat tumbuh memberikan data yang hampir menyerupai dari persen rendemen, identifikasi kualitatif, gugus fungsi dari spektrum IR, kadar air, kadar abu, berat ekuivalen, kadar metoksil, kadar galakturonat dan derajat esterifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Meteorologi Klimatologi Geofisika (BMKG) Palembang Sumatera Selatan. (2017). Badan meteorologi klimatologi dan geofisika stasiun klimatologi kelas I Palembang. Retrieved from <http://Sumsel.Bmkg.Go.Id/Dokumen/59/BULETIN-BMKG-EDISI-FEBRUARI-Pdf>. (Diakses : 31 Januari 2018)
- Badan Pusat Statistik (BPS) Pagaralam Sumatera Selatan. (2016). Iklim Pagar Alam. Retrieved from <https://pagaralamkota.bps.go.id/>. (Diakses : 31 Januari 2018)
- Badan Pusat Statistik (BPS) Palembang Sumatera Selatan. (2016). Iklim Palembang. Retrieved from <https://palembangkota.bps.go.id/>. (Diakses : 31 Januari 2018)
- Budiyanto, Agus, Yulianingsih. (2013). Pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap karakter pektin dari ampas jeruk siam (*Citrus nobilis* L.). *Jurnal Pascapanen*, 5(2) ; 37-44.
- Constenla, D., & Lozano J. E. (2003). Kinetic model of pectin demethylation. *Latin American Applied Research*, 33(2): 91-96.
- Departemen Perindustrian. (2007). Gambaran sekilas industri kakao. Retrieved from <https://id.scribd.com/document/4938992/1/kakao-deperindustrian-pdf>. (Diakses : 1 Januari 2018)
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2017). Produksi kakao menurut Provinsi di Indonesia. Retrieved from <http://ditjenbun.pertanian.go.id/> (Diakses : 1 Februari 2018)
- Erika C. (2013). Ekstraksi pektin dari kulit kakao (*Theobroma Cacao* L.) menggunakan amonium oksalat. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*. 5(2) : 1-6
- Direktorat Jenderal Kefarmasian dan Alat Kesehatan, (2014). *Famakope Indonesia edisi V*. Jakarta : Kementerian Kesehatan RI
- Fitri A. (2016). *Pektin dari kulit buah kakao (Theobroma cacao L.) sebagai edible coating buah tomat* (Skripsi). Kendari: Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Halu Oleo.
- Fitria V. (2013). *Karakterisasi pektin hasil ekstraksi dari limbah kulit pisang kepok (Musa balbisiana ABB)* (Skripsi). Jakarta: Jurusan Farmasi, Fakultas kedokteran dan Ilmu Kesehatan, UIN Syarif Hidayatullah
- Hariyati M. N. (2006). *Ekstraksi dan karakterisasi pektin dari limbah proses pengolahan jeruk Pontianak (Citrus Nobilis Var Microcarpa)* (Skripsi). Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Herbstreith, K. & Fox, G. (2005). *Specialis for pectin*. Retrieved from http://www.herbstreithfox.de/fileadmin/tmpl/pdf/broschueren/The_Specialists_for_Pectin_09.pdf (Diakses : 15 Januari 2018)
- Hoejgaard, S. (2004). *Pectin chemistry, functionality, and applications*. Retrieved from <http://www.cpkelco.com/Ptalk/ptalk.htm> (Diakses : 15 Januari 2018)
- Kalapathy U. & Proctor A. (2001). Effect of Acid Extraction and Alcohol Precipitation Conditions on The Yield and Purity of Soy Hull Pectin. *Food Chemistry* 73 ; 393 – 396.
- Maulidiyah, Halimatussadiyah, Susanti F., Nurdin M., & Ansharullah. (2014). Isolasi pektin dari kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L. dan uji daya serapnya terhadap logam tembaga (Cu) dan logam seng (Zn). *Jurnal Argoteknos Juli 2014*, 4(2) ; 112-118
- Mora E. & Fernando A. (2012). Optimasi ekstraksi triterpenoid pegagan (*Centella asiatica* (Linn.) Urban) yang tumbuh di Riau. *Jurnal Penelitian Farmasi Indonesia*, 1(1) ; 11-16.
- Pavia D. L., Gary M., Lampman, George S., Kriz, J. (2009). *Introduction to Spectroscopy* edition IV. Washington: Department of Chemistry.

- Pratama A., Santoso L., & Wardiyanto. (2015). Fermentasi kulit kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai bahan baku pakan lele sangkuriang (*Clarias Gariepinus*). *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. 3(2) ; 2302-3600
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. (2010). Perkebunan budidaya kakao. Retrieved from <http://balitri.litbang.pertanian.go.id/579pusatpenelitiandanpengembangantehnologikakao>. (Diakses : 9 Januari 2018)
- Rachmawan A., Lestari D., Dwierra E., Djoko S. (2005). Ekstraksi dan karakteristik pektin dari kulit buah kakao. *Jurnal Ilmiah Pertanian Gakuryoku*. 11(2): 190-194
- Ranggana, S. (1997). *Manual of analysis of fruit and vegetable products*. New Delhi: McGraw Hill
- Sulihono A., Tarihoran B., & 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.
- Susilowati, Munandar S., Edahwati L., & Harsini T. (2013). Ekstraksi pektin dari kulit buah coklat dengan pelarut asam sitrat, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, 11(1) : 27-30.
- Towle, G.A. & Christensen O. (1973). *Pectin*. R.L Whistler (ed. 2nd) New York : Industrial Gum. Academic Press.

