

Karakterisasi Pektin dari Kulit Buah Kopi Robusta (*Coffea canephora* Pierre ex A.Froehner) dalam Pembuatan Cangkang Kapsul Keras

Characterization of Pektin from Robusta Coffee Fruit Peel (*Coffea canephora* Pierre ex A.Froehner) In The Manufacture of Hard Capsule Shell

¹Salma Shofa Khairunnisa, ²Diar Herawati, ³Amir Musadad Miftah

^{1,2,3}Prodi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Jl. Tamansari No.1 Bandung 40116

email: ¹salmashofakh@gmail.com, ²diarmunawar@gmail.com, ³amir.musadad.miftah@gmail.com

Abstract. Pectin is a complex polysaccharide with its main component, D-galacturonic acid. Pectin compounds can be used as alternative ingredients for gelatin in the manufacture of hard capsule shells. This study aims to utilize pectin from robusta coffee fruit peel by characterizing and formulating in order to make hard capsule shells that meet the standards. The research steps include extraction of pectin compounds, pectin characterization, optimization of capsule shell formulas, capsule shell molding by dipping method and evaluation of capsule shells. The extraction process of robusta coffee peel pectin was carried out using reflux method with water solvent acidified with the addition of citric acid at pH 3 with a ratio of 1:18 which resulted in a yield of 6.63%. Then characterization was carried out so that the water content of 5.18%, ash content of 3.03%, equivalent weight of 808.27 mg, methoxyl content of 5.49%, galacturonic acid level 52.27%, degree of esterification of 59.60%, viscosity 16 cPs and pH 3.07. The best capsule shell formulation was found in formula F3 with a pectin concentration of 0.78%, carrageenan 5.00% and aquadest 94.22%. The capsule shells obtained had specifications of capsule weight of 50.4 mg, capsule length of 22.39 mm, body diameter of 7.58 mm, cap diameter of 7.66 mm with a disintegration time of at least 10 minutes 2 seconds.

Keywords: robusta coffee fruit peel, pectin, characterization, hard capsule shell

Abstrak. Pektin merupakan polisakarida kompleks dengan komponen utamanya yaitu asam D-galakturonat. Senyawa pektin dapat digunakan sebagai bahan alternatif pengganti gelatin dalam pembuatan cangkang kapsul keras. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan pektin dari kulit buah kopi robusta dengan mengkarakterisasi serta memformulasi sehingga mendapatkan cangkang kapsul keras yang sesuai dengan standar. Tahapan penelitian ini meliputi ekstraksi senyawa pektin, karakterisasi pektin, optimasi formula cangkang kapsul, pencetakan cangkang kapsul dengan metode celup dan evaluasi cangkang kapsul. Proses ekstraksi pektin kulit buah kopi robusta dilakukan menggunakan metode refluks dengan pelarut air yang diasamkan dengan penambahan asam sitrat pada pH 3 dengan perbandingan 1:18 yang menghasilkan rendemen sebesar 6,63%. Selanjutnya dilakukan karakterisasi sehingga diperoleh hasil kadar air 5,18%, kadar abu 3,03%, berat ekivalen 808,27 mg, kadar metoksil 5,49%, kadar asam galakturonat 52,27%, derajat esterifikasi 59,60%, viskositas 16 cPs dan pH 3,07. Formulasi cangkang kapsul terbaik terdapat pada formula F3 dengan konsentrasi pektin 0,78%, karagenan 5,00% dan aquades 94,22%. Cangkang kapsul yang diperoleh memiliki spesifikasi berat kapsul 50,4 mg, panjang kapsul 22,39 mm, diameter badan 7,58 mm, diameter tutup 7,66 mm dengan waktu hancur yang paling lama 10 menit 2 detik.

Kata Kunci: kulit buah kopi robusta, pektin, karakterisasi, cangkang kapsul keras

A. Pendahuluan

Kapsul merupakan salah satu jenis sediaan obat yang sering dikonsumsi oleh masyarakat setelah tablet. Sediaan kapsul lebih disenangi karena mudah untuk dikonsumsi juga dapat menutupi rasa dan aroma yang tidak enak sehingga dapat memberi kenyamanan dalam penggunaan obat.

Kapsul bersifat *inert* dan dapat menjaga stabilitas obat dari faktor pengaruh lingkungan sekitarnya, selain itu dapat membuat penampilan obat menjadi lebih menarik. Umumnya cangkang kapsul terbuat dari gelatin, tetapi dapat juga terbuat dari pati atau bahan lain yang sesuai (Kemenkes RI, 2014:44).

Gelatin dikenal sebagai bahan dasar untuk pembuatan kapsul. Gelatin

merupakan protein yang diperoleh dari hidrolisis parsial kolagen dari kulit, jaringan ikat putih dan tulang hewan. Sumber utama gelatin yang banyak digunakan berasal dari kulit dan tulang sapi atau babi. Bahan tersebut menimbulkan masalah khususnya untuk negara yang mayoritas penduduknya muslim seperti Indonesia. Karena hal tersebut, maka diperlukan bahan baku alternatif yang melimpah, murah dan halal (Rachmania, dkk., 2013:19).

Salah satu bahan yang dapat digunakan untuk menggantikan penggunaan gelatin adalah pektin. Pektin merupakan polimer alam berupa polisakarida kompleks dengan komponen utama asam D-galakturonat. Pektin banyak terdapat pada kulit buah-buahan, dimana selama ini dapat diketahui bahwa kulit buah-buahan hanya dibuang begitu saja sehingga masih kurang termanfaatkan (Rosida, 2018:6). Struktur pektin yang berupa polimer sebenarnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengganti gelatin yang berpotensi sebagai bahan pembuatan cangkang kapsul keras (Tharfi, dkk., 2018).

Kulit buah kopi dapat dijadikan sebagai salah satu sumber pektin. Saat ini budidaya tanaman kopi di Indonesia sebagian besar adalah kopi robusta yang mencapai sekitar 90% dan sisanya kopi arabika (Rahardjo, 2012:12). Menurut data statistik, pada tahun 2010 produksi biji kopi di Indonesia mencapai 684.076 ton dan menghasilkan kulit buah kopi kurang lebih 1.700.000 ton (Diniyah, 2013:73).

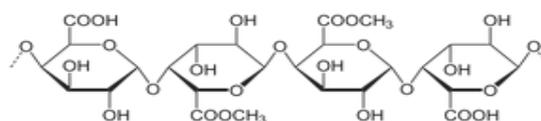
Pemanfaatan limbah ini juga merupakan salah satu tujuan yang ada pada *Sustainable Development Goals* (SDGs) dalam upaya melestarikan lingkungan. Pada tujuan ke-12 yaitu konsumsi dan produksi yang bertanggungjawab untuk memastikan pola konsumsi dan produksi yang berkelanjutan yaitu salah satu caranya

dengan mengurangi produksi limbah melalui tindakan pencegahan, pengurangan, daur ulang dan penggunaan kembali (United Nations).

Melihat banyaknya limbah kopi yang dihasilkan dari proses pengolahan biji kopi, maka dalam penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah kulit buah kopi robusta sebagai sumber pektin dengan mengkarakterisasi serta dapat diformulasikan sebagai bahan baku alternatif pengganti gelatin dalam pembuatan cangkang kapsul keras yang sesuai dengan standar. Selain itu limbah kulit buah kopi robusta juga dapat dijadikan sebagai produk baru yang aman dan memiliki nilai ekonomis lebih tinggi serta dapat mengurangi pencemaran lingkungan.

B. Landasan Teori

Kapsul merupakan salah satu sediaan padat yang digunakan untuk membungkus obat di dalam cangkang keras atau lunak yang dapat larut. Umumnya bahan yang digunakan untuk membuat cangkang kapsul adalah gelatin, tetapi dapat juga terbuat dari pati atau bahan lain yang sesuai. Cangkang kapsul keras terdapat dalam berbagai macam ukuran, dari ukuran yang paling kecil hingga yang paling besar. (Kementerian Kesehatan RI, 2014:44).



Gambar 1. Struktur Pektin

Pektin merupakan polimer polisakarida kompleks dari asam D-galakturonat yang dihubungkan oleh ikatan α -1,4 glikosidik yang memiliki bobot molekul tinggi sebesar 30.000 – 100.000. Pektin merupakan senyawa yang berfungsi sebagai gelling agent, merupakan suatu komponen serat yang terdapat pada lapisan lamella tengah atau

dinding sel primer pada tanaman (Rosida, 2018:4 ; Rowe, *et. al.*, 2009:478).

Menurut Farmakope Indonesia Edisi V (2014:990) Pektin memiliki bentuk serbuk kasar atau halus yang berwarna putih kekuningan, hampir tidak berbau dan memiliki rasa musilago. Pektin hampir larut sempurna dalam 20 bagian air dengan membentuk cairan kental, opalesen, larutan koloidal yang mudah dituang dan bersifat asam terhadap lakmus. Pektin praktis tidak larut dalam etanol atau pelarut organik lainnya.

Menurut Ciriminna *et. al* (2015:4), pektin secara tradisional sering digunakan dalam produksi selai dan jeli buah. Pektin dapat menghambat pembentukan cairan di permukaan, dan memastikan pemerataan buah di produk. Pektin juga sering digunakan oleh industri gula-gula dan untuk produksi yogurt dan jus buah. Pektin juga merupakan hidrokoloid bioaktif yang baik dan aman yang semakin banyak digunakan dalam kosmetik dan kesehatan. Penggunaan pektin selain untuk tekstur alami pada salep, minyak dan krim, juga dapat digunakan dalam kosmetik dan produk perawatan pribadi sebagai pengental dan penstabil untuk produk sampo, lotion dan tonik rambut.

Menurut *International Pectin Producers Association* (2001) standar mutu pektin meliputi aspek berikut ini :

Tabel 1. Standar Mutu Pektin

Faktor Mutu	Kandungan
Kekuatan gel	Min. 150 grade
Kandungan metoksil :	
Pektin metoksil tinggi	>7,12%
Pektin metoksil rendah	2,5 - 7,12%
Kadar asam galakturonat	Min. 35%
Susut pengeringan	Maks. 12%
Kadar abu	Maks. 10%
Kadar air	Maks. 10%
Derajat esterifikasi :	
Pektin ester tinggi	Min. 50%
Pektin ester rendah	Maks. 50%
Bilangan asetil	0,15 - 0,45%
Berat ekuivalen	600 - 800 mg

Biji kopi tersusun dari lapisan

kulit bagian luar (*eksokarp*), lapisan daging (*mesokarp*), dan lapisan kulit tanduk (*endokarp*) yang mengandung karbohidrat (35%), protein (5,2%), fiber (30,8%), pektin (6,5%) dan mineral (10,7%) sedangkan bagian mucilage mengandung air (84,2%), protein (8,9%), gula (4,1 %) dan abu (0,7%). Kulit biji kopi juga mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder seperti kafein (1,5-2,6%) dan golongan polifenol. Dari beberapa penelitian, senyawa polifenol tersebut adalah flavan-3-ol, asam hidroksinamat, flavonol, antosianidin, katekin, epikatekin, rutin, tanin, asam ferulat (Harahap, 2017:202)

Ekstraksi pektin merupakan proses penarikan senyawa pektin dari sel dalam jaringan tanaman. Senyawa pektin dapat larut dalam berbagai macam pelarut seperti air, beberapa senyawa organik, senyawa asam dan basa. Saat proses ekstraksi terjadi perubahan protopektin menjadi senyawa pektin yang diakibatkan oleh adanya hidrolisis dengan bantuan pemanasan dalam suasana asam, pada suhu dan lama waktu ekstraksi tertentu. Jika proses hidrolisis diteruskan lebih lama maka senyawa pektin akan berubah menjadi asam pektat (Nurhikmat, 2003).

Ekstraksi pektin dalam suasana asam merupakan cara yang paling umum dilakukan karena dapat mengurangi terjadinya kerusakan pektin. Untuk memperoleh hasil ekstraksi yang maksimal diperlukan adanya pengaturan tingkat keasaman (pH), suhu dan waktu ekstraksi (Nurhikmat, 2003).

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Determinasi bahan

Determinasi ini bertujuan untuk mengetahui kebenaran bahan atau identitas bahan yang akan digunakan, apakah bahan tersebut sesuai dengan yang diinginkan untuk penelitian. Hasil determinasi menunjukkan bahwa bahan

yang digunakan adalah tanaman kopi robusta dengan nama *Coffea canephora* Pierre ex A.Froehner dengan sinonim *Coffea robusta* L.Linden.

Ekstraksi pektin kulit buah kopi robusta

Proses ekstraksi senyawa pektin dari kulit buah kopi robusta dilakukan dengan metode refluks menggunakan pelarut aquades dengan penambahan asam sitrat pada pH 3 pada suhu 80-90°C dengan waktu ekstraksi 150 menit. Dengan adanya pengasaman dan pemanasan menyebabkan terjadinya perubahan dari protopektin menjadi senyawa pektin karena adanya proses hidrolisis (Nurhikmat, 2003). Pelepasan ion H⁺ yang berasal dari asam selain berfungsi untuk memecah ikatan protopektin dengan senyawa lain yang terdapat dalam dinding sel juga menggabungkan satu molekul pektin dengan molekul pektin lainnya (Ristianingsih, 2014:33).

Suhu tinggi dapat meningkatkan rendemen pektin karena dapat membantu difusi pelarut ke dalam jaringan tanaman dan dapat meningkatkan aktivitas pelarut dalam menghidrolisis senyawa pektin yang umumnya terdapat pada sel primer, terutama yang ada di bagian lamella tengah (Budiyanto, dkk., 2008).

Pengendapan pektin dilakukan dengan menambahkan etanol 96% yang ditambah HCl pekat bertujuan untuk memperoleh pektin yang murni dengan memisahkan pektin dari larutannya. Etanol 96% bersifat sebagai pendehidroksi sehingga keseimbangan antara air dan pektin akan terganggu sehingga pektin akan mengendap serta untuk meningkatkan banyaknya gugus karboksil yang teresterifikasi. Semakin banyak gugus karboksil yang teresterifikasi maka akan membuat pektin tersebut menjadi mudah untuk

membentuk gel (Meilina, 2011:3; Prasetyowati, dkk., 2009).

Pencucian pektin menggunakan etanol 96% agar pektin terbebas dari senyawa lain dan mengikat sisa-sisa pelarut asam yang masih terbawa dari proses pengendapan. Pektin dikeringkan dalam oven dengan suhu 40°C agar pektin tidak mengalami degradasi. Pengeringan dilakukan untuk menguapkan sisa pelarut organik sehingga menghasilkan pektin kering (Susilowati, 2013). Hasil rendemen pektin yang diperoleh yaitu sebanyak 6,63%.

Karakterisasi pektin

Uji organoleptis digunakan untuk mendeskripsikan bentuk, warna dan bau dari pektin kering yang diperoleh menggunakan panca indera, sehingga diperoleh data yang objektif. Hasil dari uji organoleptis menunjukkan bahwa pektin memiliki bentuk berupa serbuk, berwarna coklat dengan bau yang khas.

Nilai pH dapat mempengaruhi sifat-sifat lainnya seperti viskositas dan pengaplikasian pektin dalam produk. Nilai pH dari larutan pektin yaitu sebesar 3,070. Larutan pektin stabil pada pH 2,0-4,0 maka hasil penetapan pH larutan pektin menunjukkan bahwa nilai tersebut sesuai dengan rentang pH pektin yang stabil (Tharfi, 2018).

Nilai viskositas dari larutan pektin kulit buah kopi robusta dengan konsentrasi 1% pada suhu 25°C yaitu sebesar 16 cPs. Viskositas merupakan gambaran kekuatan gel yang bisa terbentuk dari pektin. Semakin rendah suhu nilai viskositas akan meningkat begitu juga sebaliknya suhu meningkat maka nilai viskositas akan turun (Suptijah, 2012).

Penentuan kadar air merupakan hal penting yang harus dilakukan karena banyaknya pengaruh yang dapat ditimbulkan oleh adanya air yang terikat. Hasil pengujian kadar air pektin

kulit buah kopi robusta didapatkan sebesar 5,18%, sehingga nilai kadar air yang diperoleh memenuhi standar mutu pektin (IPPA, 2001).

Penentuan kadar abu untuk mengetahui kandungan komponen yang tidak mudah menguap yang tetap tinggal pada pembakaran dan pemijaran senyawa organik (Nurilmala, 2006). Hasil kadar abu total pektin kulit buah kopi robusta dalam penelitian ini sebesar 3,03% dan kadar abu tidak larut asam sebesar 1,39%. Nilai tersebut memenuhi persyaratan dari standar mutu IPPA (*International Pectins Producers Association*) bahwa kadar abu total maksimal 10%.

Berat ekuivalen pada pektin merupakan jumlah asam galakturonat bebas yang tidak teresterifikasi. Berat ekuivalen pektin kulit buah kopi robusta dalam penelitian ini sebesar 808,27 mg. Standar mutu berat ekuivalen dari IPPA (*International Pectins Producers Association*) yaitu 600-800 mg. Hasil berat ekuivalen pektin kulit buah kopi robusta tidak memenuhi syarat karena sedikit melebihi dari standar yang ditentukan. Hal ini dapat terjadi karena pada proses ekstraksi dengan suhu dan lama waktu ekstraksi tersebut kulit buah kopi robusta masih banyak mengandung protopektin yang dihidrolisis menjadi pektin, dan gugus karboksilnya telah mengalami esterifikasi sehingga jumlah gugus asam yang dimiliki rendah. Semakin rendah gugus asam yang dimiliki maka semakin tinggi juga berat ekuivalen pektin tersebut (Roikah, 2016:32).

Kadar metoksil adalah gugus metil teresterifikasi pada ekstraksi kulit buah kopi robusta. Kadar metoksil berpengaruh terhadap kemampuan pembentukan gel yang baik. Berdasarkan hasil penentuan kadar metoksil, pektin kulit buah kopi robusta memiliki kadar metoksil sebesar 5,49% maka pektin yang dihasilkan termasuk

ke dalam pektin bermetoksil rendah (Febriyanti, dkk. 2018:68).

Kadar asam galakturonat menunjukkan tingkat kemurnian pektin, semakin tinggi kadar asam galakturonat maka semakin tinggi juga kemurnian pektin yang diperoleh. Menurut IPPA (*International Pectins Producers Association*) kadar asam galakturonat yang ditetapkan minimal sebesar 35%. Hasil penetapan kadar asam galakturonat pektin kulit buah kopi robusta yaitu 57,62%. Dari hasil tersebut maka pektin yang dihasilkan memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan, hal ini terjadi karena reaksi hidrolisis protopektin menjadi pektin yang komponen dasarnya adalah asam D-galakturonat (Febriyanti, dkk., 2018:63).

Darajat esterifikasi merupakan persentase gugus karboksil yang teresterifikasi. Dalam penelitian ini diperoleh hasil derajat esterifikasi pektin kulit buah kopi robusta sebesar 59,6% yang berarti pektin tersebut termasuk ke dalam pektin yang memiliki kadar ester tinggi dan memenuhi standar mutu pektin dari IPPA (*International Pectins Producers Association*) (2001).

Optimasi pembuatan larutan cangkang kapsul keras

Pembuatan larutan cangkang kapsul yang terbuat dari pektin kulit buah kopi robusta dilakukan dengan penambahan karagenan dan aquades Tharfi (2018).

Tabel 2. Formulasi cangkang kapsul keras

Bahan	Formula		
	F1	F2	F3
Pektin kulit kopi robusta	0,84%	0,84%	0,78%
Karagenan	0,73%	1,68%	5,00%
Aquades	98,43%	97,48%	94,22%

Pada formula F3 menghasilkan cangkang kapsul yang lebih tebal dan tekstur yang lebih keras. Hal ini disebabkan karena padatan yang terlarut pada formula 3 lebih banyak dibandingkan dengan formula 1 dan 2, sehingga menghasilkan cangkang kapsul yang lebih baik.

Evaluasi cangkang kapsul keras

Tabel 3. Hasil uji organoleptis cangkang kapsul

Evaluasi	Hasil formula
Bau	Tidak berbau
Warna	Sedikit kecoklatan
Kejernihan	Jernih
Tekstur	Keras

Hasilnya menunjukkan bahwa warna dari cangkang kapsul sedikit kecoklatan dikarenakan dari warna awal pektin kulit buah kopi robusta. Cangkang kapsul yang dihasilkan jernih karena adanya penambahan karagenan dengan tekstur yang diperoleh cukup keras yang dipengaruhi oleh konsentrasi karagenan yang lebih tinggi.

Spesifikasi cangkang kapsul meliputi berat kapsul, panjang kapsul, diameter badan dan tutup kapsul. Berat cangkang kapsul yang diperoleh yaitu 50,4 mg panjang kapsul 22,39 mm, diameter badan kapsul 7,58 mm, diameter tutup kapsul 7,66 mm. Dari hasil evaluasi spesifikasi secara keseluruhan sedikit melebihi dari standar yang ditetapkan. Hal ini terjadi karena pada proses pencelupan yang terlalu tipis. Ketebalan kapsul dipengaruhi oleh proses pencelupan dan pemutaran cetakan setelah pencelupan yang tidak teratur sehingga ketebalan cangkang kapsul yang tidak merata, selain itu proses pembuatan secara manual juga dapat menghasilkan ketebalan yang berbeda (Suptijah, 2012).

Untuk hasil panjang kapsul, diameter badan dan tutup kapsul juga hampir memenuhi standar karena sedikit melebihi dari yang sudah ditetapkan karena pelepasan cangkang kapsul dari cetakan dan pemotongan cangkang kapsul yang kurang baik.

Tabel 4. Hasil uji waktu hancur

Kapsul	Waktu Hancur
1	4 menit 36 detik
2	2 menit 5 detik
3	2 menit 33 detik
4	9 menit 33 detik
5	6 menit 16 detik
6	10 menit 2 detik

Waktu hancur kapsul yang paling cepat yaitu 2 menit 5 detik dan kapsul yang paling lama yaitu 10 menit 2 detik. Menurut Farmakope Indonesia Edisi V (2014) rentang waktu hancur yang baik adalah 15 menit atau kurang dari 30 menit. Berdasarkan hasil waktu hancur dalam penelitian ini semua kapsul memenuhi syarat waktu hancur karena rentang yang didapat kurang dari 15 menit.

Lama waktu hancur yang dibutuhkan kapsul dipengaruhi oleh ketebalan kapsul yang didapatkan, semakin tebal cangkang kapsul maka semakin lama waktu hancur yang diperlukan (Suptijah, 2012).

D. Kesimpulan

Rendemen pektin yang dihasilkan sebanyak 6,63%. Hasil karakterisasi pektin secara keseluruhan memenuhi standar IPPA (*International Pectins Producers Association*) dengan nilai kadar air 5,18%, kadar abu total 3,03%, kadar abu tidak larut asam 1,39%, berat ekuivalen 808,27 mg, kadar metoksil 5,49% yang termasuk pektin bermetoksil rendah, kadar asam galakturonat 52,27%, derajat esterifikasi 59,60% yang

termasuk pektin ester tinggi, viskositas 16 cPs dan pH 3,070.

Formula terbaik untuk pembuatan cangkang kapsul keras yaitu formula F3 dengan konsentrasi pektin 0,78%, karagenan 5,00% dan aquades 94,22%. Hasil evaluasi cangkang kapsul keras secara keseluruhan mendekati standar PT. Kapsulindo Nusantara, meliputi berat kapsul 50,4 mg, panjang kapsul 22,39 mm, diameter badan kapsul 7,58 mm, diameter tutup kapsul 7,66 mm serta waktu hancur yang paling lama adalah 10 menit 2 detik.

E. Saran

Diperlukan pengembangan metode ekstraksi untuk meningkatkan rendemen pektin dan diperlukan karakterisasi kekuatan gel pektin, serta berat kapsul belum homogen maka diperlukan homogenisasi sebelum pencetakan.

Daftar Pustaka

- Budiyanto, dkk., (2008). Pengaruh Suhu dan Waktu Ekstraksi Terhadap Karakter Pektin dari Ampas Jeruk Siam (*Citrus nobilis L.*). *Jurnal Pascapanen* Vol. 5 No. 2
- Ciriminna, et. al., (2015). *Pectin : A New Perspective From The Biofereny Standpoint*. Society Of Chemical Industry and John Wiley & Sons, Ltd. (Strategi, Program dan Teknik Pengukuran). Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Diniyah, dkk. (2013). Ekstraksi Dan Karakterisasi Polisakarida Larut Air Dari Kulit Kopi Varietas Arabika (*Coffea Arabica*) Dan Robusta (*Coffea Canephora*). *Laboratorium Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember*. Vol. 14 No. 2.
- Febriyanti, dkk. (2018). Ekstraksi Dan Karakterisasi Pektin Dari Kulit Buah Kluwih (*Artocarpus Camansi Blanco*). *Jurusan Kimia Fakultas Mipa, Universitas Tadulako Kovalen*, 4(1): 60-73, E-ISSN: 2477-5398
- Harahap, Muhammad Ridwan. (2017). Identifikasi Daging Buah Kopi Robusta (*Coffea robusta*) Berasal dari Provinsi Aceh. *Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh, Indonesia. Elkawnie : Journal Of Islamic Science And Technology* Vol. 3, No. 2.
- IPPA (International Pectins Producers Association) *Facts About Pectin*. (2001). *What Is Pectin*. Switzerland dalam https://ippa.info/what_is_pectin.htm (diakses pada tanggal 4 Desember 2018).
- Kementerian Kesehatan RI. (2014). *Farmakope Indonesia Edisi V*. Jakarta : Kementerian Kesehatan RI.
- Meilina, Hesti dan Illah Sailah. (2003). *Produksi Pektin Dari Jeruk Lemon (Citrus medica)*. *Prosiding Simposium Nasional Polimer V*, ISSN 1410-8720
- Nurhikmat, A. (2003). Ekstraksi Pektin dari Apel Lokal: Optimalisasi pH dan Waktu Hidrolisis. *Widyariset*, 4, 23-31.
- Prasetyowati, Karina Permata Sari, Healty Pesantri. (2009). Ekstraksi Pektin Dari Kulit Mangga. *Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Jurnal Teknik Kimia*, No. 4, Vol. 16
- Rachmania, dkk. (2013). Ekstraksi Gelatin Dari Tulang Ikan Tenggiri Melalui Proses

- Hidrolisis Menggunakan Larutan Basa. Jurusan Farmasi Uhamka, Jakarta. Media Farmasi, Vol 10 No.2
- Rahardjo, Pudji. (2012). Kopi : Panduan Budidaya Dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Ristianingsih, Yuli, dkk. (2014). Pengaruh Konsentrasi HCl dan pH pada Ekstraksi Pektin dari Albedo Durian dan Aplikasinya pada Proses Pengentalan Karet. Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat. Konversi, Volume 3 No. 1
- Roikah, S., dkk. (2016). Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin Dari Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*, L.). JBAT 5 (1) 29-36
- Rosida, dkk., (2018). Edible Coating Dan Film Dari Biopolimer Bahan Alami Terbarukan. Sidoarjo : Uwais Inspirasi Indonesia.
- Rowe, Raymond C., Paul J. Sheskey, dan Marian E. Quinn. (2009). Handbook Of Pharmaceutical Excipients, 6th Edition. London : Pharmaceutical Press
- Sulihono, dkk. (2012). Pengaruh Waktu, Temperatur, dan Jenis Pelarut Terhadap Ekstraksi Pektin Dari Kulit Jeruk Bali (*Citrus Maxima*). Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Jurnal Teknik Kimia No. 4, Vol. 18
- Suptijah, Pipih, Sugeng Heri Suseno, dan Kurniawati. (2012). Aplikasi Karagenan Sebagai Cangkang Kapsul Keras Alternatif Pengganti Kapsul Gelatin. Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB. JPHPI, Volume 15 Nomor 3 : 223 – 231
- Tharfi, Zahra Fithratul., Herawati, Diar. (2018). Karakterisasi dan Pembuatan Cangkang Kapsul dari Tepung Pektin Kulit Buah Cokelat (*Theobroma Cacao* L.) Sebagai Alternatif Bahan Pembuatan Cangkang Kapsul Keras. Skripsi. Universitas Islam Bandung
- United nations, Sustainable Development Goals Knowledge Platform. Sustainable Development Goals dalam <https://sustainabledevelopment.un.org> (diakses pada tanggal 26 Desember 2018)