



FORMULASI CANGKANG KAPSUL DARI PEKTIN KULIT BUAH NANGKA (*Artocarpus heterophyllus* Lam) DAN UJI WAKTU HANCUR KAPSUL

¹Rosiana Rizal*, ²Salman, ¹Eka Wulandari

¹Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, Sain dan Teknologi, Universitas Dharma Andalas

²Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Andalas

Info Article

Submitted :

22 Mei 2022

Revised :

20 Juni 2023

Accepted :

4 Juli 2023

Corresponding Author :

Rosiana Rizal

Email :

rosiana.rizal@unidha.ac.id

ABSTRAK

Untuk menutupi rasa yang tidak menyenangkan dari obat dapat digunakan cangkang kapsul. Umumnya cangkang kapsul terbuat dari gelatin, tetapi dapat juga terbuat dari pati atau bahan lain. Bahan lain yang dapat digunakan untuk menggantikan gelatin adalah pektin. Rendeman pektin pada kulit buah nangka adalah 6,63%. Penelitian ini bertujuan untuk mencari alternatif lain yang dapat dijadikan bahan baku pembuatan cangkang kapsul, dalam hal ini pektin dari kulit buah nangka dan menguji waktu hancur cangkang kapsul dari pektin kulit buah nangka. Metode penelitian yang digunakan adalah kulit buah nangka sebanyak 20 mg dilarutkan dengan 1000 ml aquadest, ditambah asam sitrat 5%. Kemudian diekstraksi diatas hot plate dengan kecepatan pengadukan 600 rpm, suhu 85°C, selama 120 menit dilanjutkan dengan formulasi cangkang kapsul dengan konsentrasi pektin pada F1 (0,3%) dan F2 (0,7%). Hasil penelitian sebagai berikut rendemen yang didapatkan 0,319%. Hasil formulasi terbaik yaitu formulasi 2 (pektin 0,7 gram, keragenan 5,00 gram, aquadest 100ml). Hasil evaluasi cangkang kapsul yang memenuhi standar industri kapsul dengan diameter badan 6,2 mm, diameter tutup 6,3 mm, panjang badan 15,2 mm, panjang tutup 07,8 mm, dan yang tidak memenuhi standar yaitu berat kapsul 0,09 gram. Hasil organoleptis berwarna coklat muda, tekstur sedikit keras dan tidak berbau. Waktu hancur cangkang kapsul memenuhi syarat yang ditetapkan Farmakope Indonesia Edisi V yaitu 13 menit 47 detik. Kesimpulan dari penelitian ini adalah F2 (0,7%) memenuhi standar industri kapsul dengan waktu hancur cangkang kapsul 13 menit 47 detik.

Kata kunci: Kulit buah nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam), pektin, cangkang kapsul

Access this article



ABSTRACT

To mask the unpleasant taste of the drug, capsule shells can be used. Most capsule shells are made of gelatin, but can also be made of starch or other materials. Another ingredient that can be used to replace gelatin is pectin. The yield of pectin in jackfruit skin is 6.63%. This study aims to find other alternatives that can be used as raw material for making capsule shells, in this case, pectin from jackfruit peels, and to test the disintegration time of capsule shells from

pectin from jackfruit peels. The research method used was 20 mg of jackfruit peel dissolved in 1000 ml of distilled water, added with 5% citric acid. Then it was extracted on a hot plate with a stirring speed of 600 rpm, a temperature of 85°C, for 120 minutes followed by capsule shell formulation with pectin concentrations at F1 (0.3%) and F2 (0.7%). The results of the studies are as follows: the yield obtained is 0.319%. The best formulation results were formulation 2 (0.7 grams pectin, 5.00 grams carrageenan, 100 ml distilled water). The results of the evaluation of capsule shells that meet capsule industry standards with a body diameter of 6.2 mm, a lid diameter of 6.3 mm, a body length of 15.2 mm, a lid length of 07.8 mm, and those that do not meet the standard are capsule weights of 0.09 gram. The organoleptic results are light brown in color, slightly hard in texture, and odorless. The disintegration time of the capsule shell met the requirements set by the Indonesian Pharmacopoeia V Edition, namely 13 minutes and 47 seconds. This study concludes that F2 (0.7%) meets the capsule industry standard with a capsule shell disintegration time of 13 minutes 47 seconds.
Keywords: *jackfruit skin (Artocarpus heterophyllus Lam), pectin, capsule shell*

1. PENDAHULUAN

Kapsul merupakan sediaan padat yang terdiri dari obat dalam cangkang kapsul keras atau lunak yang dapat larut (Ansel, 2011). Cangkang kapsul digunakan karena dapat menutupi rasa yang tidak menyenangkan dari obat dan berfungsi untuk menjaga bahan aktif obat. Umumnya cangkang kapsul terbuat dari gelatin, tetapi juga terbuat dari pati atau bahan lain (Depkes, 2014).

Gelatin merupakan produk alami yang diperoleh dari hidrolisis parsial kolagen hewan yang terdapat pada tulang dan kulit. Sumber utama gelatin yang banyak digunakan berasal dari tulang sapi dan tulang babi juga pada kulit sapi dan babi. Fungsi gelatin yang utama adalah sebagai pembentuk gel (Aris, dkk., 2020).

Kapsul berbahan dasar gelatin mempunyai kelemahan, reaktivitas dengan beberapa komponen obat yang

diisikan, ketidakcocokannya dengan material higroskopik dan menjadi rapuh apabila terpapar pada lingkungan yang lembab, menjadi lunak apabila disimpan pada suhu tinggi. Kelarutan gelatin dalam air menurun sebagai hasil dari proses crosslink dan mengakibatkan proses hancurnya cangkang kapsul atau proses keluarnya obat menjadi lebih lambat (Benza dan Munyendo, 2011).

Kapsul cangkang keras biasanya terbuat dari gelatin berkekuatan gel relatif tinggi. Berbagai jenis gelatin dapat digunakan, tetapi gelatin dari campuran kulit atau tulang sering digunakan untuk mengoptimalkan kejernihan dan kekerasan cangkang. Cangkang kapsul keras dibuat dari campuran gelatin, gula dan air sedangkan cangkang kapsul lunak dibentuk dengan penambahan *plasticizer* seperti gliserin, sorbitol, atau polihidris alkohol. Dari beberapa sumber informasi diketahui bahwa sumber gelatin yang paling banyak diproduksi berasal dari

bahan baku kulit babi yakni 44,5% (136.000 ton), kedua dari kulit sapi 27,6% (84.000 ton), ketiga dari tulang 26,6% (81.000 ton) dan sisanya berasal dari lainnya 1,3% (4.000 ton).

Pemanfaatan kulit babi sebagai sumber utama pembuatan gelatin telah dimulai sejak tahun 1930 di Eropa (Anief, 1986). Dalam hal ini babi yang melimpah, sementara untuk konsumen masyarakat Indonesia yang mayoritas beragama islam tidak diperbolehkan mengkonsumsi bahan babi (Faridah & Susanti, 2018). Didalam Al-Quran Surah Al-Baqarah Ayat 173 dijelaskan bahwa babi merupakan salah satu hewan yang diharamkan oleh agama Islam. Karena dalam ajaran Islam diharamkan menggunakan, memakai, dan mengonsumsi berbahan dasar babi, maka dilakukan penelitian untuk mencari bahan alternatif. Upaya pengembangan bahan alternatif lain yang memiliki sifat menyerupai gelatin dan halal.

Bahan lain yang dapat digunakan untuk menggantikan penggunaan gelatin adalah pektin (Rachmania, dkk., 2013). Pektin merupakan bahan yang tergolong dalam golongan karbohidrat, sehingga pektin digunakan sebagai bahan alternatif pembuatan kapsul keras (Agustin, dkk., 2021). Nangka merupakan tanaman yang termasuk kedalam family Moraceae yang berasal dari Indonesia, India, Afrika tengah, Brazil dan Australia. Pada tumbuhan nangka terdapat kulit buah nangka, dimana pada kulit buah nangka mengandung 5,74% pektin berwarna coklat. (Arollado, et al., 2018), yang merupakan salah satu bahan dasar cangkang kapsul karena mengandung pektin, glukomannan dan polisakarida

lainnya yang dapat membentuk edible film (Winarti, dkk., 2012). Dan pektin dapat sebagai pembentuk polimer film yang meningkatkan sifat mekanik cangkang kapsul (Scott, et al., 2006).

Pada penelitian Said (2014) melakukan pembuatan cangkang kapsul dari gelatin kulit kambing dengan formula bahan yang digunakan sebanyak 10 g, gliserol 9 g, MgCO₃ 22,4 mg, pati tapioka 5,5 mg, pati sagu 72,1 mg dan aquadest 30 ml. Waktu hancur yang didapatkan lebih lama (65,41 menit). Perbedaan waktu hancur dapat disebabkan oleh adanya perbedaan komponen yang menyusun cangkang kapsul tersebut. Cangkang kapsul gelatin kulit kambing mengandung komponen bahan filler hampir 80% dari bahan pati (sagu dan tapioka) lebih dominan dibanding MgCO₃, sehingga sangat mempengaruhi waktu hancur kapsul. Hal inilah yang menyebabkan pada pengujian waktu hancur, cangkang kapsul gelatin kulit kambing memiliki waktu hancur yang lebih lama, suhu yang digunakan 37±0,5°C.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Syihabuddin dan Kurniaty (2019), formulasi cangkang kapsul dari tepung kulit buah coklat (*Theobroma cacao* L.) sebagai bahan pembuatan cangkang kapsul keras, konsentrasi pektin 0,78 gram, dan konsentrasi keragenan 5,00 gram dan aquadest ad 100 ml didapatkan berat kapsul 96,30 mg, panjang kapsul total 22,05 mm, diameter badan 7,24 mm dan diameter tutup 7,65 mm. Waktu hancur yang diperoleh 21 menit 34 detik. Pada penelitian Riferty (2017) pembuatan cangkang kapsul dari pektin albedo semangka (*Citrullus lanatus*), Albedo

semangka mengandung pektin sebesar 13% (Singh, et al., 1975). Formula cangkang kapsul keras terbaik adalah F6 (pektin 2,6%, CMC-Na 10,04%, CaCl₂ 0,08%, aquades 86,92%) mendapatkan hasil organoleptis berwarna coklat, tekstur keras, tidak berbau, kejernihan keruh. Pada sfesifikasi cangkang kapsul dapat memenuhi Standar (PT Kapsulindo Nusantara), berat yang didapat 89,32 gram, diameter badan 7,32, diameter tutup 7,68. Pada waktu hancur didapatkan 20 menit 45 detik. Menurut Farmakope Indonesia edisi V waktu hancur yang baik adalah 15 menit atau kurang dari 30 menit. Pada penelitian ini adanya masalah dalam bahan baku cangkang kapsul yang diproduksi dari negara non muslim terkait kehalalan dan dilakukan upaya menemukan alternatif lain sebagai bahan baku cangkang kapsul dari pektin kulit buah nangka dan menguji waktu hancur cangkang kapsul dari pectin kulit buah nangka. Penelitian ini bertujuan untuk mencari alternatif lain yang dapat dijadikan bahan baku pembuatan cangkang kapsul, dalam hal ini pektin dari kulit buah nangka dan menguji waktu hancur cangkang kapsul dari pektin kulit buah nangka. Manfaat penelitian ini dapat menambah wawasan terkait bahan baku cangkang kapsul yang halal, memberikan informasi konsentrasi pectin kulit buah nangka yang dapat diformulasi jadi cangkang kapsul dan bentuk rancangan formula cangkang kapsul.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan (Eppendorf), gelas ukur (Iwaki), corong

buchner (Dianrui), kertas saring (whatman no 42), alat cetakan cangkang kapsul, oven (Memmert), beaker glass (Iwaki), jangka sorong (mitutoyo), disintegrasi tester (memmert), hot plate magnetic stirrer 79-1.

2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian formulasi cangkang kapsul ini adalah kulit buah nangka, asam sitrat 5% (bratachem), etanol 96% (bratachem), keragenan (bratachem), aquadest (Smart Lab).

2.3 Prosedur Penelitian

2.3.1 Pengambilan Sampel

Sampel kulit buah nangka didapatkan di Andalas Kecamatan Padang timur Kota Padang. Sampel kulit nangka dicuci dengan air hingga bersih. Selanjutnya, kulit buah nangka dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 24 jam. Sampel yang telah kering dihaluskan dan diayak dengan mesh no 60. Sampel berupa serbuk yang dihasilkan disebut sebagai tepung (Khotima dan Santoso, 2020).

2.3.2 Isolasi dan Pemurnian Pektin

A. Penambahan Asam Sitrat

Penambahan asam sitrat pada serbuk halus kulit buah nangka. Sampel ditimbang sebanyak 20gram, ditambahkan pelarut aquadest sebanyak 1000ml ditambah asam sitrat 5%. Kemudian diekstraksi diatas hot plate dengan waktu 120 menit dan suhu 85°C dengan kecepatan pengadukan 600 rpm menggunakan *magnetic sterier*. Setelah diekstrasi, kemudian ekstrak disaring menggunakan corong Buchner guna memisahkan ampas dan filtratnya.

Kemudian filtrat tersebut diuapkan pada suhu 100°C (Nurhaeni, dkk., 2018).

B. Pengendapan Pektin

Pengendapan pektin dilakukan dengan penambahan etanol 96% kedalam filtrat dengan perbandingan ekstrak pektin : etanol 96% (1:1). Filtrat pektin didiamkan selama 24 jam. Endapan pektin yang terbentuk dipisahkan menggunakan corong Buchner (Yesy, dkk., 2018).

C. Pencucian Pektin

Selanjutnya etanol 96% ditambahkan pada residu yang telah diperoleh sambil diaduk dan dibiarkan sampai mengendap, kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring. Hal ini dilakukan beberapa kali sampai etanol bekas pencucian berwarna jernih (Khotima dan Santoso, 2020).

D. Pengeringan

Pektin basah dikeringkan dalam oven pada suhu 40°C selama 24 jam. Hasil yang diperoleh disebut pektin kering (Khotima dan Santoso, 2020).

$$\text{Rendemen pektin (\%)} = \frac{\text{berat pektin (g)}}{\text{serbuk awal (g)}} \times 100\%$$

2.3.3 Identifikasi Pektin

Satu gram pektin hasil isolasi dilarutkan dalam 100 mL aquadest. Volume alkohol yang sama ditambahkan ke larutan ini. Adanya endapan seperti agar-agar yang menandakan adanya senyawa pektin (Arollado, et al., 2018).

Tabel 1. Formulasi Cangkang Kapsul

Bahan	F1(%)	F2(%)
Pektin	0,3	0,7
Karagenan	5,0	5,0
Aquadest ad	100	100

2.3.4 Pembuatan Cangkang Kapsul

Pada pembuatan cangkang kapsul dilakukan dengan cara penimbangan bahan terlebih dahulu. Pertama, pektin sebanyak 0,3 gram dilarutkan dengan aquadest. Setelah itu tambahkan karagenan sebanyak 5,00 gram yang terlebih dahulu dilarutkan dalam aquades kemudian panaskan hingga ± 1 jam, aduk hingga homogen. Kemudian melakukan pencetakan dengan cara mencelupkan alat cetak cangkang kapsul. Alat cetak cangkang kapsul diangkat dari adonan kemudian ditempatkan pada posisi terbalik dan dinginkan pada suhu ruangan selama ±10 menit. Setelah itu tarik dan lepaskan dari cetakan kemudian rapikan (Suparman, dkk., 2019). Cangkang kapsul yang terbentuk selanjutnya dipotong untuk memperoleh dimensi dan ukuran yang seragam (Said, dkk., 2014).

2.3.5 Evaluasi Cangkang Kapsul

1. Uji Organoleptis

Evaluasi organoleptis merupakan uji fisik sediaan yang meliputi warna, bau dan tekstur (Suparman, 2019).

2. Pengujian Waktu Hancur

Analisis waktu hancur kapsul dilakukan dengan menggunakan alat disintegration tester. Waktu hancur dilakukan dengan mengambil 6 kapsul dan dimasukan kedalam alat disintegrator tester, lalu diatur suhunya pada 37°C. Biarkan keranjang naik turun dan kapsul dinyatakan akan hancur jika tidak terdapat bagian kapsul yang tertinggal diatas kasa (Oktadiana, 2022).

3. Spesifikasi Cangkang Kapsul

Analisis spesifikasi cangkang kapsul dilakukan dengan pengamatan berat

kapsul (mg), diameter badan (mm), diameter tutup (mm), panjang badan (mm), panjang tutup (mm) (Suparman, dkk., 2019).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan formulasi cangkang kapsul dari pektin kulit buah nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam) dan uji waktu hancur. Pembuatan pektin dari buah yang matang karena kandungan pektinnya tinggi (Nurhaeni, dkk., 2018). Persiapan awal yang dilakukan adalah pengambilan buah nangka. Sebelum diolah sampel terlebih dahulu dipisahkan dari daging dan bijinya, kemudian dicuci hingga bersih guna untuk memisahkan dari pengotornya.

Setelah itu ditipiskan atau dirajang yang bertujuan untuk mempercepat proses pengeringan, selanjutnya dikeringkan menggunakan oven, suhu 50°C dan lama pengeringan berlangsung selama 24 jam. Menurut Pramono (2006), ada beberapa metode dalam pengeringan yaitu, pengeringan dengan sinar matahari langsung, pengeringan dengan oven, dan kering angin. Pengeringan dengan matahari langsung merupakan proses pengeringan yang paling ekonomis dan paling mudah dilakukan, akan tetapi dari segi kualitas alat pengering oven akan memberikan pengeringan yang lebih baik. Pengeringan dengan oven dianggap lebih menguntungkan karena akan terjadi pengurangan kadar air dalam jumlah besar dengan waktu yang singkat (Muller dan Heindl 2006), akan tetapi penggunaan suhu yang terlalu tinggi dapat meningkatkan perubahan biokimia

sehingga mengurangi kualitas dari simplisia yang dikeringkan, metode kering angin dianggap murah akan tetapi kurang efisien waktu dalam pengeringan simplisia (Pramono, 2006), pada penelitian ini proses pengeringan yang digunakan dengan metode pemansan dengan oven.

Proses pengeringan dilakukan untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam simplisia. Penghalusan kulit buah nangka menggunakan alat blender (philips®) dan diayak dengan ayakan mesh 60 hingga diperoleh simplisia halus. Penghalusan simplisia kulit buah nangka dilakukan untuk memperoleh partikel yang berukuran kecil sehingga dapat mempermudah proses ekstraksi pektin (Sulihono, dkk 2012).

Bubuk kulit buah nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam) yang sudah halus kemudian dilakukan ekstraksi. Simplisia kulit buah nangka diekstraksi dengan asam sitrat 5% kemudian ditambah aqudest 1000ml, proses ekstraksi berlangsung selama 120 menit dengan suhu 85°C dan kecepatan pengadukan 600 rpm menggunakan magnetic sterier.

Ekstraksi pektin merupakan proses penarikan senyawa pektin dari sel dalam jaringan tanaman (Khairunisa, dkk., 2019). Asam sitrat merupakan pelarut terbaik yang digunakan untuk ekstraksi pektin. Ekstraksi pektin dalam suasana asam merupakan cara yang paling umum dilakukan karena dapat mengurangi terjadinya kerusakan pektin. Ekstraksi dengan penambahan asam sitrat, asam

sitrat berfungsi untuk menghidrolisis propopektin menjadi pektin yang larut dalam air ataupun membebaskan pektin dari ikatan dengan senyawa lain (Nurhaeni, dkk., 2018).

Menurut Dudung Muhidin (1999) perekat sel disebut dengan protopektin atau bakal pektin. Pektin dalam jaringan tanaman terdapat sebagai protopektin yang tidak larut dalam air (insoluble) sedangkan pektin larut dalam air. Oleh karena itu, dilakukan hidrolisis protopektin dalam air yang diasamkan untuk mengubah protopektin menjadi pektin yang bersifat larut dalam air, dimana ion H^+ memutuskan ikatan protopektin dengan senyawa lain yang terdapat didalam dinding sel tanaman (Nurhaeni, dkk., 2018).

Menurut Khotima (2022) konsentrasi asam sitrat terbaik untuk ekstraksi pektin yaitu 5%, maka pada penelitian ini asam sitrat yang digunakan sesuai dengan literature sebanyak 5%. Jika konsentrasi pelarut terlalu tinggi maka pektin yang diperoleh akan terdegradasi menjadi asam pektat (Daryono, 2013). Hal ini sama yang diungkapkan oleh Tahuloula (2013), bahwa konsentrasi asam yang terlalu tinggi akan menyebabkan terjadinya degradasi pektin menjadi asam pektat yang membuat perolehan kadar pektin yang semakin sedikit. Suhu tinggi pada proses ekstraksi dilakukan karena makin tinggi suhu ekstraksi makin singkat waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan hasil yang maksimum (Akhmalludin, 2009).

Ekstraksi pektin juga dipengaruhi oleh waktu, waktu ekstraksi terbaik dari

kulit buah nangka yaitu selama 120 menit (Khotima dan Santoso, 2020). Semakin lama waktu ekstraksi, berat pektin yang dihasilkan semakin besar dan semakin lama terjadi proses difusi pelarut kedalam sel jaringan tanaman yang berarti semakin banyak jumlah zat terlarut yang terambil dan semakin banyak protopektin yang berubah menjadi pektin (Injilauddin, dkk., 2015), sehingga peneliti mengikuti cara peneliti sebelumnya.

Pengadukan dilakukan karena dapat meningkatkan perpindahan solut dari permukaan partikel ke dalam cairan pelarut dan mencegah pengendapan serta memperluas kontak partikel dengan pelarutnya (Khotima & Santoso, 2022). Setelah proses ekstraksi selesai, kemudian disaring menggunakan corong buchner guna memisahkan ampas dan filtratnya. Filtrat yang di peroleh diuapkan pada suhu $100^{\circ}C$ sampai volume mencapai setengahnya, dengan tujuan untuk penguapan pelarut, selanjutnya didinginkan. Filtrat ini disebut filtrat pektin (Sulihono, dkk., 2012).

Selanjutnya tambahkan etanol 96% dan didiamkan selama 24 jam. Endapan yang terbentuk dipisahkan menggunakan corong buchner. Penambahan etanol 96% bertujuan untuk terjadinya pemisahan. Pektin akan mengendap karena pektin tidak larut dalam etanol sehingga terjadi penggumpalan atau pengendapan. Etanol yang ditambahkan dalam larutan pektin akan bersifat sebagai pendehidroksi sehingga keseimbangan antara pektin dengan air akan terganggu dan pektin akan mengendap terlalu tinggi akan menyebabkan terjadinya degradasi pektin menjadi asam pektat yang

membuat perolehan kadar pektin yang semakin sedikit.

Suhu tinggi pada proses ekstraksi dilakukan karena makin tinggi suhu ekstraksi makin singkat waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan hasil yang maksimum (Akhmalludin, 2009). Ekstraksi pektin juga dipengaruhi oleh waktu, waktu ekstraksi terbaik dari kulit buah nangka yaitu selama 120 menit (Khotima dan Santoso, 2020), berdasarkan itulah peneliti juga menyesuaikan waktu ekstraksi pektin kulit buah nangka. Semakin lama waktu ekstraksi, berat pektin yang dihasilkan semakin besar dan semakin lama terjadi proses difusi pelarut kedalam sel jaringan tanaman yang berarti semakin banyak jumlah zat terlarut yang terambil dan semakin banyak protopektin yang berubah menjadi pektin (Injilauddin, dkk.,2015).

Pengadukan dilakukan karena dapat meningkatkan perpindahan solut dari permukaan partikel ke dalam cairan pelarut dan mencegah pengendapan serta memperluas kontak partikel dengan pelarutnya (Khotima & Santoso, 2022). Setelah proses ekstraksi selesai, kemudian disaring menggunakan corong buchner guna memisahkan ampas dan filtratnya. Filtrat yang di peroleh diuapkan pada suhu 100°C sampai volume mencapai setengahnya, dengan tujuan untuk penguapan pelarut, selanjutnya

didinginkan. Filtrat ini disebut filtrat pektin (Sulihono, dkk.,2012).

Selanjutnya tambahkan etanol 96% dan didiamkan selama 24 jam. Endapan yang terbentuk dipisahkan menggunakan corong buchner. Penambahan etanol 96% bertujuan untuk terjadinya pemisahan. Pektin akan mengendap karena pektin tidak larut dalam etanol sehingga terjadi penggumpalan atau pengendapan. Etanol yang ditambahkan dalam larutan pektin akan bersifat sebagai pendehidroksi sehingga keseimbangan antara pektin dengan air akan terganggu dan pektin akan mengendap (Sirait & Enriyani, 2020).

Kemudian dilakukan pencucian menggunakan etanol 96% agar pektin terbebas dari senyawa lain dan mengikat sisa-sisa pelarut asam yang masih terbawa dari proses pengendapan. Pencucian ini bertujuan untuk memperoleh pektin yang murni (Nurniswati, dkk., 2016). Hasil pengendapan ini disebut pektin basah.

Berdasarkan penelitian ini berat pektin basah yaitu sebanyak 86,28 gram. Pektin basah memiliki struktur seperti jely dan berwarna coklat muda. Selanjutnya pektin basah dikeringkan dengan cara dioven pada suhu 40°C agar pektin tidak mengalami degradasi. Pengeringan dilakukan untuk menguapkan sisa pelarut sehingga menghasilkan pektin kering (Susilowati, 2013).

Tabel 2. Standarisasi Pektin

No	Sampel yang digunakan	Berat Pektin (gr)	Serbuk awal (gr)	Rendemen (%)	Literatur
1	Kulit nangka (Artocarpus heterophyllus Lam)	6,39 gram	20 gram	0,319%	Menurut Khairunnisa tidak lebih dari 6,63%

Hasil yang diperoleh berat pektin kering sebanyak 6,39gram (Tabel 2). Pektin kering yang diperoleh memiliki tekstur yang keras dan berwarna coklat kehitaman. Rendemen pektin yang dihasilkan dari kulit nangka yaitu sebesar 0,319%. Menurut Khairunnisa rendemen pektin tidak lebih dari 6,63%. Rendemen pektin yang dihasilkan tergantung pada jenis dan bagian tanaman yang diekstrak. Unsur hara atau daerah tumbuhnya pohon nangka akan mempengaruhi kandungan kimia dari tumbuhan nangka.

Ekstraksi pektin dikatakan berhasil karna pada proses pengeringan menggunakan oven terbentuknya pektin kering yang berwarna coklat kehitaman memiliki tekstur keras. Setelah dilakukan identifikasi pektin dengan penambahan aquadest 100ml dan alkohol 100ml juga terbentuknya endapan seperti agar-agar yang menandakan adanya senyawa pektin.

Pada perhitungan rendemen didapatkan 0,319% dari 20 gram simplisia kering. Rendemen hasil penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan rendemen kulit buah cempedak (*Artocarpus chempeden*) didapatkan sebanyak 0,185 % didapatkan dari pelarut asam klorida. Hal ini dikarenakan asam klorida merupakan asam mineral sekaligus asam kuat. Dimana asam kuat tidak terlalu baik dalam mengekstrak

pektin dibandingkan dengan asam organik lemah (asam sitrat), karena hanya akan menghidrolisis pektin lebih lanjut menjadi asam pektat atau dapat mendegradasi struktur pektin secara berlebihan, sehingga rendemen yang dihasilkan lebih sedikit dan kadar air semakin tinggi (Ardiansyah, dkk., 2014).

Pada pembuatan cangkang kapsul. Pertama, melarutkan pektin dengan aquadest, yang bertujuan untuk membentuk larutan gel pektin. Pektin berfungsi sebagai pembentuk polimer film yang meningkatkan sifat mekanik cangkang kapsul (Scott et al., 2006). Setelah itu tambahkan keragenan, keragenan berfungsi sebagai pengental dimana pembentukan gel dengan sifat gel yang keras (Liu, et al., 2015). Keragenan dapat dimanfaatkan sebagai bahan yang dapat digunakan untuk pembuatan cangkang kapsul keras (Suptijah, 2012).

Keragenan dipilih karna memiliki daya ikat air yang tinggi, sehingga cocok untuk menjadi basis sediaan yang dapat melepaskan obat dengan cepat (Suparman, dkk., 2019). Kemudian dilakukan pencelupan alat cetak cangkang kapsul. Alat cetak diangkat dari adonan kemudian ditempatkan pada posisi terbalik dan diangin-anginkan pada suhu ruangan selama ± 10 menit. Setelah

itu dilepaskan dari cetakan kemudian rapikan (Suparman, dkk., 2019).

Pada proses pembuatan cangkang kapsul masih dilakukan dengan cara manual sehingga cangkang kapsul yang tidak rata dan masih belum sempurna. Cangkang kapsul merupakan jenis sediaan yang digunakan untuk menutupi rasa yang tidak menyenangkan dan menjaga stabilitas dari obat (Amin dan Alam, 2020). Konsentrasi pektin yang digunakan untuk formula 1 (0,3 gram) dan formula 2 (0,7 gram) dengan penambahan konsentrasi keragenan pada formulasi 1

dan formulasi 2 sebanyak 5,00 gram dan aquades ad 100ml pada masing-masing formula. Pada percobaan ini mendapatkan hasil cangkang kapsul yang tidak terlalu keras pada formulasi 1 dan bisa dilepaskan dari cetakan, dan formulasi 2 mendapatkan cangkang kapsul yang sedikit keras. Pada percobaan konsentrasi pektin 0,4 gram, 0,5 gram dan 0,6 gram mendapatkan hasil cangkang kapsul yang lunak dan tidak bisa dilepaskan dari cetakan. Konsentrasi pektin pada setiap formula dengan penambahan pektin berpengaruh terhadap pencetakan.

Tabel 3. Hasil Cangkang Kapsul

No	Formula	Warna	Tekstur	Bau
1	F1	Putih	Tidak terlalu keras	Tidak berbau
2	F2	Coklat muda	Sedikit keras	Tidak berbau

Pada formula F1 menghasilkan cangkang kapsul berwarna putih dan tidak terlalu keras. Sedangkan pada formula F2 cangkang kapsul sedikit keras berwarna coklat muda.



Gambar 1. Hasil Cetak Cangkang Kapsul

Perbedaan warna antara formulasi 1 dan formulasi 2 dikarenakan konsentrasi pektin yang digunakan. Warna yang terbentuk didapatkan dari pektin yang berwarna coklat kehitaman. Tekstur yang terbentuk dipengaruhi oleh basis karagenan yang ditambahkan (Tahuloula, dkk., 2013). Pada tekstur terjadi perbedaan karena konsentrasi pektin

yang digunakan. Seperti penelitian formulasi cangkang kapsul dari pektin buah coklat (*Theobroma cacao* L) yaitu formula terbaik didapatkan pada formula 3 dengan konsentrasi pektin 0,78 gram dan konsentrasi keragenan 5.00 gram dan aquadest ad 100 ml, yang membentuk cangkang kapsul keras dan tebal (Susilowat, 2013). Perbedaan terjadi dikarenakan kandungan pektin pada kulit buah nangka yang menjadi konsentrasi pada formula lebih sedikit dibandingkan kandungan pektin pada kulit buah coklat.

Hasil cangkang kapsul yang didapatkan pada penelitian ini termasuk kedalam cangkang kapsul yang berukuran 0 dimana bisa dikatakan termasuk kedalam ukuran 0 karena pada ukuran 0 menjadi patokan untuk ukuran cetakan pada penelitian ini.

Pada proses evaluasi terlebih dahulu melakukan uji organoleptis. Hasil yang didapat cangkang kapsul berwarna coklat muda dan kejernihan yang keruh yang disebabkan oleh pektin yang dihasilkan yaitu berwarna coklat, konsentrasi pektin yang digunakan juga mempengaruhi warna yang didapat. Pada kejernihan bisa saja disebabkan oleh klorofil yang

terkandung atau ketidak sempurnaannya pada saat pelarutan dengan air. Tekstur yang terbentuk dipengaruhi oleh konsentrasi basis karagenan yang ditambahkan dimana semakin tinggi konsentrasi basis akan semakin meningkat viskositas dari larutan dan meningkat teksturnya (Tahuloula, dkk., 2013).

Tabel 4. Uji Waktu Hancur Cangkang Kapsul

Formula	Uji Waktu Hancur	Farmakope Indonesia Edisi V
F1	11 menit 50 detik	Tidak lebih dari 30 menit
F2	13 menit 47 detik	Tidak lebih dari 30 menit

Selanjutnya pengujian waktu hancur, pada penelitian ini didapatkan waktu hancur didapatkan formula 1 (11 menit 50 detik) dan formula 2 mendapatkan (13 menit 47 detik), dimana waktu hancur kapsul tersebut masih sesuai dan memasuki rentang yang telah ditetapkan Farmakope Indonesia edisi V. Uji waktu hancur untuk pengujian cangkang kapsul keras atau lunak yaitu 15 menit atau kurang dari 30 menit (Tabel 4). Perbedaan waktu hancur yang dihasilkan bisa disebabkan oleh kadar setiap bahan yang terkandung dalam formulasi (Cahya, dkk., 2021).

Waktu hancur ditentukan untuk menetapkan kesesuaian waktu hancur dan mengetahui waktu yang diperlukan oleh cangkang kapsul dapat hancur (Mahardika, dkk., 2022). Seperti pada uji waktu hancur pada cangkang kapsul yang

terbuat dari pektin kulit buah coklat, waktu yang dibutuhkan yaitu 21 menit 34 detik (Susilowat, 2013). Sedangkan untuk cangkang kapsul yang terbuat dari pektin spirulina membutuhkan waktu selama 38 menit 9 detik untuk hancur (Ari, dkk., 2020) dan untuk cangkang kapsul yang terbuat dari pektin cincau hijau memerlukan waktu hancur selama 17 menit 44 detik (Rachmawati, 2009). Dari data yang didapat ternyata ada beberapa faktor yang mempengaruhi waktu hancur, menurut Suptijah (2012) yang menyatakan bahwa waktu hancur kapsul akan semakin lama seiring dengan ketebalan cangkang kapsul, semakin tebal cangkang kapsul maka akan semakin lama pula waktu yang dibutuhkan untuk hancur selain itu ternyata zat tambahan juga mempengaruhi lamanya waktu hancur (Cahya, dkk., 2021).

Tabel 5. Spesifikasi Cangkang Kapsul

No	Parameter	Standar yang ditetapkan	F1	F2
1	Berat kapsul (mg)	Min 87 Max 105 Rata-rata 96 (PT Kapsulindo Nusantara)	0,07 gram	0,09 gram
2	Panjang badan (mm)	14,80mm ± 15,70mm	15,2mm	15,2mm
3	Panjang tutup (mm)	08,50mm ± 09,40mm	07,7mm	07,8mm
4	Diameter tutup (mm)	6,325mm ± 0,203mm	6,3mm	6,3mm
5	Diameter badan (mm)	6,045mm ± 0,127mm	6,1mm	6,2mm

Kemudian dilakukan analisis spesifikasi cangkang kapsul meliputi berat kapsul (mg), diameter badan (mm) diameter tutup (mm), panjang badan (mm), panjang tutup (mm). Panjang dan diameter cangkang kapsul diukur menggunakan jangka sorong. Sedangkan berat cangkang kapsul ditimbang menggunakan neraca analitik (Tabel 5).

Pada formulasi 1 mendapatkan panjang badan (15,2 mm), panjang tutup (07,7 mm), diameter tutup (6,3 mm), diameter badan (6,1 mm) dan berat kapsul yang didapat setelah dilakukan penimbangan yaitu 0,07 gram. Pada formulasi 2 panjang badan (15,2 mm), panjang tutup (07,8mm), diameter tutup (6,3 mm), diameter badan (6,2 mm) dan berat cangkang kapsul (0,09 gram). Spesifikasi yang dilakukan dalam penelitian ini dapat memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh PT Kapsulindo Nusantara (Tabel 5), tetapi terdapat perbedaan pada berat cangkang kapsul dikarenakan pada proses pencetakan menggunakan alat manual mendapatkan hasil yang tipis sehingga mempengaruhi berat cangkang kapsul. Pengujian berat cangkang kapsul bertujuan untuk mengetahui ketebalan cangkang kapsul, dimana semakin tebal cangkang kapsul maka semakin meningkat berat

kapsulnya, dan akan mempengaruhi pada proses uji waktu hancur. Semakin tebal cangkang kapsul maka semakin meningkat bobotnya.

Hal ini karena karagenan akan meningkatkan total padatan terlarut pada larutan pembuatan kapsul sehingga dapat meningkatkan berat kapsul setelah proses pengeringan. Selain itu, ketebalan kapsul dipengaruhi oleh proses pencelupan dan pemutaran cetakan setelah pencelupan. Pencelupan juga dapat menghasilkan ketebalan cangkang kapsul yang tidak merata, selain itu proses pembuatan secara manual juga dapat menghasilkan ketebalan yang berbeda. Pada saat pencetakan dengan cara manual akan mempengaruhi ukuran dan diameter cangkang kapsul yang dibuat (Suptijah, 2012).

Cangkang kapsul yang terbuat dari pektin kulit buah coklat (*Theobroma cacao* L) menghasilkan berat kapsul 96,39 mg dengan panjang 22,05 mm, diameter badan 7,23 mm dan diameter tutup 7,65 mm (Susilowati, 2013).

4. KESIMPULAN

Pektin dari kulit buah nangka dapat dijadikan bahan baku cangkang kapsul dan diformulasi sebagai bahan baku pembuatan cangkang kapsul, serta

memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh Farmakope Indonesia edisi V, meliputi organoleptis, uji waktu hancur dan spesifikasi cangkang kapsul serta konsentrasi pektin kulit buah nangka dapat memenuhi syarat waktu hancur kapsul menurut Farmakope Indonesia edisi V dengan waktu yang didapatkan untuk formula 1 (11 menit 50 detik) dan formula 2 (13 menit 47 detik).

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, F., & Alam, D. N. (2020). Karakterisasi Dan Pembuatan Cangkang Kapsul Keras Dari Ekstrak Daun Cincau Hijau (*Premna Oblongifolia* Merr). *Jurnal ITEKIMA*, 8(2), 30-41.
- Anief, M. (1986). Ilmu Farmasi. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Ansel, H.C. (2011). Pharmaceutical Dosage Form, Edisi IX. Lipponcott Williams & Wilkins a Wolters Kluwer Business, Philadelphia.
- Agustin, N., Lismeri, L., & Azwar, E. (2021). Effect of Added Pectin and Microcrystalline Cellulose (MCC) on Capsule Shell Quality. *Journal of Engineering and Scientific Research*, 3(2), 1-4.
- Aris, S. E., Jumiono, A & Akil, S. (2020). Identifikasi Titik Kritis Kehalalan Gelatin. *Jurnal ilmiah Pangan Halal*, 2(1), 17-22.
- Arollado, E. C., Ponsaran, K. M. G., & Loquias, M. M. (2018). Isolation and characterization of pectin from the ripe fruit peels of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). *Acta Medica Philippina*, 52(5), 1-5.
- Ardiansyah, G., Hamzah, F., & Efendi, R. (2014). Variasi tingkat keasaman dalam ekstraksi pektin kulit buah durian. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Pertanian*, 1(2), 1-9.
- Benza, H. I., & Munyendo, W. L. (2011): A review of progress and challenges in soft gelatin capsules formulations for oral administration, *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 10(1), 20-24.
- Cahya, A. D., Effendi, D. H., & Aprilia, H. (2021). Studi Pustaka Perbandingan Waktu Hancur Cangkang Kapsul Berbahan Pati dan Pektin. *Prosiding Farmasi*, 20(2), 710-714.
- Chen, Y., Zhao, H., Liu, X., Li, Z., Liu, B., Wu, J., & Li, Y. (2016). TEMPO-oxidized Konjac glucomannan as appliance for the preparation of hard capsules. *Carbohydrate polymers*, 143(1), 262-269.
- Chandrika, U. G., Wedage, W. S., Wickramasinghe, S. M. D., & Fernando, W. S. (2006). Hypoglycaemic action of the flavonoid fraction of. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 3(2), 42-50.
- Dudung, A. (1999). Metode penelitian sejarah. Jakarta: Logos Wacana Ilmu.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (2014). Farmakope Indonesia, Edisi V. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Daryanto, D. (2013). Media Pembelajaran Peranannya Sangat Penting Dalam Mencapai Tujuan Pembelajaran. Yogyakarta: Gava Media.
- Ersam, T. (2001). Senyawa kimia makromolekul beberapa tumbuhan *Artocarpus* hutan tropika Sumatera Barat. Disertasi, ITB, Bandung.
- Fardhyanti, D. S., & Julianur, S. S. (2015). Karakterisasi edible film berbahan dasar ekstrak karagenan dari rumput laut (*Eucheuma cottonii*). *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 4(2), 68-73.
- Faridah, H. D., & Susanti, T. (2018). Polysaccharide As Gelatin Substitute Material in Halal Drug Delivery System. *Journal of Halal Product and Research*, 1(2), 2.15-21.
- Gaman, P.M dan K.B. Sherrington. (1994). Ilmu Pangan. Pengantar Ilmu Pangan Nutrisi dan Mikrobiologi. Terjemahan oleh Murdijati Gardjito, Sri Naruki, Agnes Murdiati dan Sardjono, Edisi kedua, Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Hudi, L. (2017). Karakteristik Karagenan Dari Berbagai Jenis Rumput Laut yang Diproses Dengan Berbagai Bahan

- Ekstraksi. Jurnal Rekapangan, 11(1), 36-42.
- Handayani, N. (2016). Pemanfaatan Limbah Nangka Sebagai Penganekekaragaman Makanan. Warta Dharmawangsa, 47(2), 1-12.
- Injilauddin, A. S., Lutfi, M., & Nugroho, W. A. (2015). Pengaruh suhu dan waktu pada proses ekstraksi pektin dari kulit buah nangka (*Artocarpus heterophyllus*). Jurnal keteknikan pertanian tropis dan biosistem, 3(3), 280-286.
- Khairunnisa, S. S., Herawati, D., & Miftah, A. M. (2019). Karakterisasi Pektin dari Kulit Buah Kopi Robusta (*Coffea canephora Pierre ex A. Froehner*) dalam Pembuatan Cangkang Kapsul Keras. Prosiding Farmasi, 4(2), 781-788.
- Khotima, K., & Santoso, T. (2020). Pemanfaatan Pektin Kulit Nangka (*Artocarpus Heterophyllus*) Sebagai Adsorben Logam Cu (II). Media Eksakta, 16(2), 105-112.
- Kusumawati, E., Apriliana, A., & Yulia, R. (2017). Kemampuan antibakteri ekstrak etanol daun nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) terhadap *Escherichia coli*. Jurnal Sains dan Kesehatan, 1(7), 327-332.
- Liu, J., Zhan, X., Wan, J., Wang, Y., & Wang, C. (2015). Review for carrageenan-based pharmaceutical biomaterials: Favourable physical features versus adverse biological effects. Carbohydrate Polymers, 121 (4), 27-36.
- Mahardika, M., Dariyat, D., Amin, F., & Susparini, N. T. (2022). Sintesis dan Karakterisasi Cangkang Kapsul Non-gelatin dari Lidah Buaya (*Aloe vera* L) Keragenan. Jurnal Medika & Sains [J-MedSains], 2(2), 76-88.
- Manner, H. I., & Elvitch. (2006). *Artocarpus Heterophyllus* (jackfruit), Moaceae (mulberry Family). Permanent Agricultural Resources Publishers.
- Murtini, Gloria. (2016). Farmasetika Dasar. Kemenkes RI.
- Nurhaeni, N., Atjiang, N. A., Hardi, J., Diharnaini, D., & Khairunnisa, K. (2018). Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Kulit dan Dami Buah Cempedak (*Artocarpus chempeden*). KOVALEN: Jurnal Riset Kimia, 4(3), 304-315.
- Nurniswati, N., Purgiyanti, P., & Santoso, J. (2016). Isolasi dan identifikasi pektin dari kulit buah pepaya (*Carica papaya* L) dengan metode refluks oleh ikatan apoteker Indonesia kota Tegal. Parapemikir: Jurnal Ilmiah Farmasi, 5(2), 1-5.
- O'Neill, M. A., Ishii, T., Albersheim, P., & Darvill, A. G. (2014). Rhamnogalacturonan II: structure and function of a borate cross-linked cell wall pectic polysaccharide. Annu. Rev. Plant Biol., 55, 109-139.
- Oktadiana, I. (2022). Praformulasi dan Evaluasi Sediaan Kapsul dari Jahe Merah (*Zingiber officinale*) sebagai Antidismenorea. Medfarm: Jurnal Farmasi dan Kesehatan, 11(1), 93-100.
- Prasetyowati, P., Sari, K. P., & Pesantri, H. (2009). Ekstraksi pektin dari kulit mangga. Jurnal Teknik Kimia, 16(4), 1-8.
- Prihastuti, D., & Abdassah, M. (2019). Karagenan dan Aplikasinya di Bidang Farmasetika. Majalah Farmasetika, 4(5), 146-154.
- POM, (1995). Farmakope Indonesia Edisi IV. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Pramono, S. (2006). Penanganan pasca panen dan pengaruhnya terhadap efek terapi obat alami. In Prosiding Seminar Nasional Tumbuhan Obat Indonesia XXVIII, Bogor (pp. 1-6).
- Rachmania, R. A., Nisma, F., & Mayangsari, E. (2013). Ekstraksi gelatin dari tulang ikan tenggiri melalui proses hidrolisis menggunakan larutan basa. Media Farmasi, 10(2), 18-28.
- Rachmawati, A. K. (2009). Ekstraksi dan karakterisasi pektin cincau hijau (*Premna oblongifolia* Merr) untuk pembuatan edible film. Skripsi. UNS-F. Pertanian Jur. Teknologi.
- Riferty, F., & Aprilia, H. (2017). Karakterisasi Tepung Pektin Albedo Semangka

- (*Citrullus lanatus*) sebagai Alternatif Bahan dalam Pembuatan Cangkang Kapsul Keras. *Prosiding Farmasi*, 29(3) 362-370.
- Ranasinghe, R. A. S. N., Maduwanthi, S. D. T., & Marapana, R. A. U. J. (2019). Nutritional and health benefits of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.): a review. *International journal of food science*, 19(2), 1-10.
- Rosida, D. F., Hapsari, N., & Dewati, R. (2018). Edible Coating dan Film dari Biopolimer Bahan Alami Terbarukan. Skripsi. Sidoarjo : Uwais Inspirasi Indonesia.
- Syamsuni. (2006). *Farmasetika Dasar Dan Hitungan Farmasi*. Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta. 29 – 31.
- Syihabuddin, A., & Kurniaty, N. (2019). Optimasi dan Karakterisasi Pektin dari Kulit Buah Cokelat (*Theobroma cacao* L.) Sebagai Alternatif Bahan Pembuatan Cangkang Kapsul Keras. *Prosiding Farmasi*, 2(2), 256-262.
- Sari, D. N. R., Al Habib, I. M., & Rachmawati, E. (2018). Uji Ekstrak Kulit Batang Nangka (*Artocarpus heterophyllus* L.) Terhadap *Salmonella typhi*. *Jurnal Biologi dan Pembelajaran Biologi*, 3(2), 1-10.
- Said. (2014). *By Product. Ternak Teknologi dan Aplikasinya*. Bogor: IPB Press.
- Said, M. I., Triatmojo, S., Erwanto, Y., & Fudholi, A. (2014). Aplikasi gelatin kulit kambing bligon sebagai bahan dasar dalam formula terhadap sifat-sifat cangkang kapsul obat. *Jurnal Ilmu dan Industri Peternakan*, 1(2), 150-157.
- Scott, R. A., Cade, D., He, X., (2006). Aplikasi Karagenan Sebagai Cangkang Kapsul Keras Alternatif Pengganti Kapsul Gelatin. *JPHPI*, 15(3), 1-5.
- Sukarti, S. (2018). Pengaruh penambahan ekstrak polar kayu nangka (*Artocarpus heterophylla* Lam) dan Kalsium Oksida pada proses fermentasi nira aren (*Arenga pinnata*). *Dinamika*, 9(2), 50-56.
- 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.
- Sumiati, T., Ratnasari, D., Setiadji, A., & Hanapiah, S. R. (2020). Sintesis dan Karakterisasi Cangkang Kapsul dari Gelatin Tulang Ikan Lele Dumbo (*Clarias Gariepinus*). *Pharmamedika Journal*, 5(2), 45-51.
- Suparman, A., Herawati, D., & Fitratul, Z, T. (2019). Karakterisasi Dan Formulasi Cangkang Kapsul Dari Tepung Pektin Kulit Buah Cokelat (*Theobroma cacao* L). *Jurnal Ilmiah Farmasi Farmasyifa*, 2(2), 77-83.
- Suptijah, P., Suseno, S. H., & Kurniawati, K. (2012). Aplikasi karagenan sebagai cangkang kapsul keras alternatif pengganti kapsul gelatin. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 15(3), 223-231.
- Susilowati, S. (2013). Ekstraksi Pektin dari Kulit Buah Coklat dengan Pelarut Asam Sitrat. *Eksergi*, 11(1), 27-30.
- Silalahi, M. (2021). Pemanfaatan Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam) Sebagai Obat Tradisional dan Bioktivitasnya. *Husada Mahakam: Jurnal Kesehatan*, 11(1), 42-53.
- Singh, R, Kumar, J.C., Nandpuri, K.S. (1975). A Study on The Influence of The Structural Chemical Constituents of The Skin of Watermelon (*Citrullus lanatus* Sch.) Fruit on The Incidence of Its Blossom-End-Rot and Cracking. *The Indian Journal of Horticulture*, 32(1/2): 98-101.
- Tuhuloula, A., Budiyarti, L., & Fitriana, E. N. (2013). Karakterisasi pektin dengan memanfaatkan limbah kulit pisang menggunakan metode ekstraksi. *Konversi*, 2(1), 21-27.
- Winarti, C., Miskiyah, Widaningrum. (2012). Teknologi Produksi dan Aplikasi Pengemasan Edible Antimikroba Berbasis Pati. *Jurnal Litbang Pertanian*, 33(3), 85-93.
- Yesy, F., Abdul, R. R., & Ni Ketut, S. (2018). Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Buah Kluwih (*Artocarpus camansi* Blanco). *Kovalen Jurnal Riset Kimia*, 4(1), 60-73.



Copyright © 2023 The author(s). You are free to **Share** — copy and redistribute the material in any medium or format. **Adapt** — remix, transform, and build upon the material. Under the following terms: **Attribution** — You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use. **NonCommercial** — You may not use the material for commercial purposes. **ShareAlike** — If you remix, transform, or build upon the material, you must distribute your contributions under the same license as the original. **No additional restrictions** — You may not apply legal terms or technological measures that legally restrict others from doing anything the license permits.