



Sintesis dan Karakterisasi Cangkang Kapsul Non Gelatin dari Rumput Laut (*Eucheumma cottonii*) dan Kaktus Kobi (*Cereus peruvianus*) untuk Sistem Penghantaran Obat

[Synthesis and Characterization of Non Gelatinized Capsule Shells from Seaweed (*Eucheumma cottonii*) and Kobi Cactus (*Cereus peruvianus*) for Drug Delivery Systems]

Micha Mahardika[✉], Ninik Triayu Susparini, Dany Dewaldo, Boima Situmeang, Fauzan Amin

Jurusan Kimia, Sekolah Tinggi Analis Kimia Cilegon, Jl. KH. Wasyid No. 6, Cilegon, Banten, Indonesia

Abstract. Research on drug delivery systems continues to develop, including making the latest formulations on capsule shells as a medium for drug delivery. The effort that has been done was developing non-gelatin drug delivery materials made from the combination of seaweed and cactus. The main component in making gel on seaweed and cactus is the polysaccharide pectin. This study aims to make and determine the characterization of capsule shells from a combination of seaweed and cactus. Capsule shells are made from a combination of pectin extracts from seaweed and cactus with 5 different ratios of 0:4 (A), 1:3 (B), 2:2 (C), 3:1 (D), and 4:0 (E). The characterization involved weight uniformity test, disintegration time test, water swelling test, and dissolution test. Pectin from green seaweed and *kobi* cactus weighed 235 g and 75 g. The capsule shell weights based on Farmakope Indonesia sixth edition were 307.2, 311.6, 309.7, 304.6, and 308.7 mg. The capsule shell disintegration times, based on Farmakope Indonesia sixth edition, 2020, were 15, 16, 14, 21, and 12 minutes, and the best result of the water swelling test was C capsule (2:2) of 666.7%. The results of the capsule shell dissolution test showed that the reduction of the capsule shells did not exceed 10% for 30 minutes according to the Farmakope Indonesia sixth edition. The capsule shells made from a combination of seaweed and cactus can be used as material in drug delivery systems. Non-gelatinized capsule shell which is expected to have anti-inflammatory activity.

Keywords: *Cefadroxyl, kobi cactus, seaweed, drug delivery system*

Abstrak. Penelitian tentang sistem penghantaran obat terus mengalami perkembangan salah satunya yaitu membuat formulasi terbaru cangkang kapsul sebagai media penghantar obat. Upaya yang dilakukan yaitu dengan mengembangkan material penghantar obat non-gelatin yang terbuat dari perpaduan rumput laut dan kaktus. Komponen utama dalam pembentuk gel pada rumput laut dan kaktus berupa polisakarida pektin. Penelitian ini bertujuan untuk membuat serta mengkarakterisasi cangkang kapsul dari perpaduan rumput laut dan kaktus. Cangkang kapsul dibuat dari kombinasi antara ekstrak pektin dari rumput laut dan kaktus dengan 5 macam perbandingan yaitu 0:4 (A), 1:3 (B), 2:2 (C), 3:1 (D), dan 4:0 (E). Karakterisasi yang dilakukan meliputi uji keseragaman bobot, uji waktu hancur, uji *swelling* air dan uji disolusi. Pektin dari rumput laut hijau dan kaktus kobi memiliki bobot 235 g dan 75 g. Hasil bobot cangkang kapsul sesuai dengan Farmakope Indonesia edisi VI karena memiliki standar deviasi kurang dari 2% berturut-turut 307,2; 311,6; 309,7; 304,6; dan 308,7 mg. Waktu hancur cangkang kapsul sesuai standar Farmakope Indonesia edisi VI Tahun 2020 yaitu kurang dari 30 menit, berturut-turut 15; 16; 14; 21; dan 12 menit, serta hasil uji *swelling* air terbaik pada kapsul C (2:2), yaitu 666,7%. Hasil pengujian disolusi cangkang kapsul menunjukkan bahwa pengurangan cangkang kapsul tidak melebihi 10% selama 30 menit sesuai dengan Farmakope Indonesia edisi VI. Cangkang kapsul yang terbuat dari perpaduan rumput laut dan kaktus dapat digunakan sebagai material dalam sistem penghantaran obat. Cangkang kapsul non gelatin yang diharapkan memiliki aktivitas antiinflamasi.

Kata kunci: *Cefadroxyl, kaktus kobi, rumput laut, sistem penghantar obat*

Diterima: 27 Oktober 2022, Ditetujui: 26 Januari 2023

Sitasi: Mahardika, M., Susparini, N.T., Dewaldo, D., Situmeang, B., Amin, F. (2023). Sintesis dan Karakterisasi Cangkang Kapsul Non Gelatin dari Rumput Laut (*Eucheumma cottonii*) dan Kaktus Kobi (*Cereus peruvianus*) untuk Sistem Penghantaran Obat. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 9(1): 1-12.

[✉] Coresponding author

E-mail: micha.mahardika@gmail.com

<https://doi.org/10.22487/kovalen.2023.v9.i1.16098>



LATAR BELAKANG

Perkembangan sains telah mendorong ditemukannya beberapa teknologi mutakhir untuk sistem pengobatan yang efektif dan aman bagi masyarakat. Untuk mengatasi berbagai penyakit, diperlukan sistem penghantaran obat yang tepat supaya obat dapat bekerja efektif dan tepat sasaran. Efektivitas obat dapat dilihat dari profil kadar obat dalam darah. Sistem penghantaran obat yang ideal adalah sistem yang jika diberikan dalam dosis tunggal dapat menghantarkan obat sedini mungkin, memberikan efek farmakologi selama mungkin dan menghantarkan obat tepat sasaran (Utama & Riyupi, 2017).

Beberapa macam metode penghantaran obat diantaranya secara oral, parenteral, lokal, rektal, transdermal serta inhalasi (Shargel et al., 2007). Kapsul berada pada urutan pertama dalam pengembangan obat oral karena kapsul dipandang mudah dalam pembuatannya jika dibandingkan dengan sediaan lainnya. Kelebihan kapsul lainnya antara lain, kombinasi bahan yang bervariasi sesuai dengan kebutuhan pasien, dosis yang lebih tepat, tidak berbau dan hambar sehingga mudah untuk ditelan serta dilepaskan dalam waktu yang sesuai (Hermanto, 2015).

Produksi cangkang kapsul mayoritas menggunakan gelatin sebagai bahan baku kimia, namun produksi gelatin dunia terbesar berasal dari bahan baku kulit babi, yakni 44,5%, kedua dari kulit sapi 27,6%, ketiga dari tulang 26,6% dan sisanya berasal dari selainya 1,3% (Harianto & Peranginangin, 2008). Hal tersebut membatasi konsumen vegetarian, umat muslim, dan umat hindu yang tidak dapat mengkonsumsinya. Bahan baku pembuatan gelatin tersebut juga memiliki resiko kontaminasi virus yang menyebabkan penyakit.

Terdapat banyak alternatif bahan nabati yang dapat digunakan untuk membuat cangkang kapsul, diantaranya rumput laut dan kaktus yang mengandung pektin yang dapat membentuk gel sebagai pengganti gelatin untuk membuat cangkang kapsul. Sativa et al (2014) yang menggunakan karagenan dan kaktus untuk uji antiinflamasi pada tikus yang menyimpulkan bahwa penggunaan variasi konsentrasi ekstrak kaktus dengan kadar 5%, 10% dan 15% pada sediaan gel. Mahardika et al (2021) melakukan sintesis cangkang kapsul non gelatin yang terbuat dari rumput laut dan daun cincau dengan variasi rumput laut dan daun cincau (0:4); (1:3); (2:2); (3:1); dan (4:0). Cangkang kapsul yang diperoleh diuji keseragaman bobot, waktu disolusi serta derajat *swelling*. Hasil terbaik cangkang kapsul yang diperoleh yaitu dari variasi komposisi bahan sebesar 3:1 dengan nilai hasil uji *swelling* sebesar 643,4%.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan cangkang kapsul non gelatin dengan komposisi campuran kaktus dan rumput laut yang terbaik. Cangkang kapsul non gelatin yang didapatkan diharapkan memiliki aktivitas antiinflamasi.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Peralatan

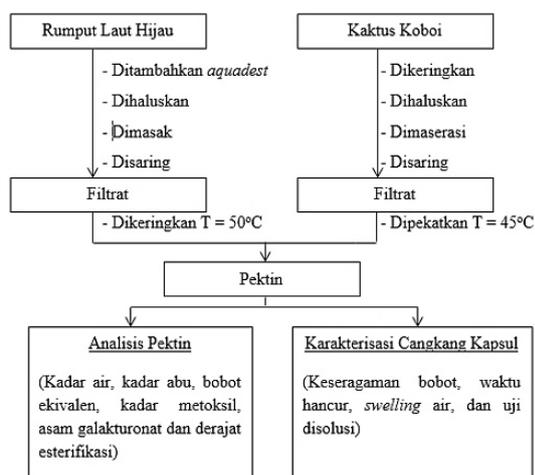
Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *blender*, cawan krus, desikator, *oven*, tanur, neraca analitik Fujitsu FSR-B620, *hot plate*, spektrofotometer UV-Vis Shimadzu 1800, FTIR Shimadzu 8400 dan alat-alat gelas.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain rumput laut (*Eucheumma cottonii*), kaktus koboi (*Cereus peruvianus*), etanol 70%, NaCl Merck, air destilata, indikator fenolftalein, NaOH Merck

0,1 N, NaOH Merck 0,25 N, HCl Merck 0,25 N, HCl Merck 0,1 N, sorbitol Merck, Na-CMC Sigma Aldrich, cefadroxil monohidrat Cefadroxil, dan larutan penyangga pH 3 Merck.

Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini akan disintesis cangkang kapsul non gelatin dari campuran rumput laut dan kaktus yang dapat dilihat pada Gambar 1. Pektin dibuat dari kaktus koboï dan rumput laut, yang kemudian pektin dianalisis terlebih dahulu sebelum dicampurkan ke dalam pembuatan cangkang kapsul non gelatin. Pembuatan cangkang kapsul non gelatin menggunakan pektin dari kaktus dan rumput laut yang kemudian dikombinasikan dengan aquadest, sorbitol, Na-CMC. Cangkang kapsul non gelatin tersebut kemudian dikarakterisasi dengan cara uji keseragaman bobot cangkang kapsul, uji waktu hancur, uji swelling air, uji disolusi.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Pembuatan pektin dari rumput laut hijau

Rumput laut (semua bagian) yang digunakan sebanyak 500 g. Rumput laut hijau dicuci dengan air kemudian ditambahkan aquadest. Rumput laut hijau dihaluskan menggunakan blender dan dimasak sampai mengental kemudian disaring dan diambil

filtratnya. Filtrat tersebut didiamkan selama ± 24 jam sampai terbentuk gel rumput laut. Setelah itu, gel rumput laut dikeringkan pada suhu 50°C selama ± 5 jam dengan bantuan oven.

Pembuatan pektin dari kaktus

Kaktus yang digunakan ialah kaktus koboï sebanyak 230 g. Duri pada kaktus sebelumnya dihilangkan sebelum memasuki tahap pengeringan. Kaktus dikeringkan menggunakan oven, kemudian digiling hingga hancur. Serbuk kaktus kemudian dimaserasi menggunakan 1L etanol 70% selama 24 jam. Selanjutnya dipisahkan dan diambil filtratnya. Pelarut diuapkan dengan rotary vacuum evaporator. Hasil dari ekstraksi tersebut kemudian dipekatkan sampai ekstrak menjadi kental dengan bantuan waterbath.

Analisis pektin

a. Analisis kadar air (susut pengeringan)

Sampel sebanyak 1 g ditempatkan ke dalam cawan krus, kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 100°C selama ± 6 jam. Didinginkan cawan krus di dalam desikator, kemudian diukur selisih bobot cawan kosong dan bobot cawan berisi sampel (Fitria, 2013).

b. Analisis kadar abu (sisa pemijaran)

Sampel sebanyak 1 g ditempatkan ke dalam cawan kurs dan dikeringkan dalam tanur pada suhu 500°C selama ± 90 menit. Didinginkan Cawan kurs di dalam desikator kemudian diukur selisih bobot cawan kosong dan bobot cawan berisi sampel (Fitria, 2013).

c. Analisis bobot ekuivalen

Sampel sebanyak 1 g ditempatkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan 5 mL etanol. Ditambahkan 1 g NaCl dalam 100 mL aquades dan 6 tetes indikator pp, kemudian dilakukan titrasi dengan larutan

NaOH 0,1 N sampai titik akhir titrasi (Fitria, 2013).

d. Analisis kadar metoksil

Larutan NaOH 0,25 N sebanyak 25 mL ditambahkan ke dalam larutan ekstrak hasil penetapan bobot ekivalen, kemudian dihomogenkan. Diamkan larutan dalam keadaan tertutup selama ± 30 menit pada suhu ruang, ditambahkan 25 mL larutan HCl 0,1 N dan 5 tetes indikator pp. Dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N sampai warna indikator berubah ke warna semula (Fitria, 2013).

e. Analisis kadar asam galakturonat

Penetapan kadar asam galakturonat dengan analisis kadar metoksil dan bobot ekivalen (Fitria, 2013). Pektin sebanyak 0,5 g ditetesi 5 mL etanol 70% yang selanjutnya dilarutkan ke dalam aquadest yang berisi 1 g NaCl. Larutan ditetesi fenoftalein sebanyak 5 tetes lalu dititrasi dengan NaOH 0,1 N sampai berubah warna. Kemudian larutan hasil titrasi ditambahkan 25 mL NaOH 0,25 N, dikocok, kemudian didiamkan selama 30 menit. HCl 0,25 N dan 5 tetes fenoftalein kemudian ditambahkan ke dalam larutan tersebut, kemudian dititrasi dengan NaOH 0,1 N. Penetapan kadar asam galakturonat dengan cara menjumlahkan

volume pada titrasi pertama (V_1) dan volume pada titrasi kedua (V_2) dengan Mr galakturonat adalah 194 g/mol.

$$\text{galakturonat} = \frac{[(V_1 \times V_2) \times N \times Mr]}{\text{berat pektin}} \times 100 \quad \dots (1)$$

f. Analisis derajat esterifikasi

Penetapan derajat esterifikasi ditentukan dari analisis kadar metoksil dan analisis kadar asam anhidro galakturonat (Fitria, 2013).

$$\text{Derajat esterifikasi (\%)} = \frac{\frac{\% \text{metoksil}}{Mr \text{ metoksil}}}{\frac{\% \text{AG}}{Mr \text{ AG}}} \times 100 \quad \dots (2)$$

g. Karakterisasi dengan FTIR

Penetapan gugus fungsi sampel diuji dengan spektrofotometri FTIR Shimadzu 8400.

Pembuatan cangkang kapsul

Dibuat cangkang kapsul campuran ekstrak rumput laut hijau dan kaktus koboi yang ditambahkan *aquadest* secara bertahap. Campuran diaduk kemudian ditambahkan sorbitol dan Na-CMC, larutan dipanaskan selama 10-15 menit pada rentang suhu 70°C-80°C. Proses pemanasan dihentikan saat larutan tersebut telah homogen. Campuran homogen, dituang ke dalam loyang dan dikeringkan pada suhu $\pm 40^\circ\text{C}$ selama 8 jam. Selanjutnya dibentuk cangkang kapsul dengan bobot 300 mg. Cangkang kapsul dibuat dengan menggunakan formulasi seperti Tabel 1

Tabel 1. Variasi formulasi cangkang kapsul

Sampel	Ekstrak Rumput Laut Hijau (%)	Ekstrak Kaktus (%)	Sorbitol (%)	Na-CMC (%)	<i>Aquadest</i> (%)
A	0	4	1	2	93
B	1	3	1	2	93
C	2	2	1	2	93
D	3	1	1	2	93
E	4	0	1	2	93

Karakterisasi dan pengujian cangkang kapsul

Hasil karakterisasi dan pengujian cangkang kapsul akan dibandingkan dengan Farmakope Indonesia edisi VI (Kementerian Kesehatan RI, 2020).

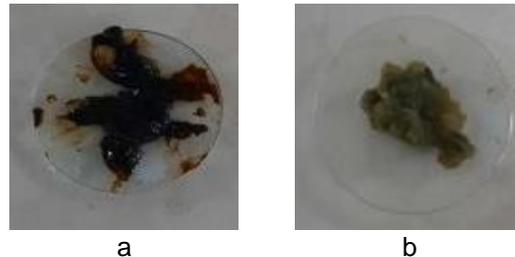
- Uji keseragaman bobot cangkang kapsul
Ditimbang 3 cangkang kapsul, kemudian dihitung rata-rata bobot cangkang kapsul, standar deviasi dan relatif standar deviasi.
- Uji waktu hancur
Dimasukkan cangkang kapsul ke dalam alat uji waktu hancur yang berisi *aquadest* pada suhu $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, kemudian alat uji waktu hancur yang berisi sampel dinaik turunkan sampai cangkang kapsul hancur. Dicatat waktu yang dibutuhkan sampai cangkang kapsul hancur.
- Uji *swelling*
Ditimbang cangkang kapsul dan dicatat bobotnya. Cangkang kapsul direndam dalam *aquadest* selama ± 1 jam kemudian dipisahkan dari pelarut dan ditimbang kembali (Karimah, 2016).
- Uji disolusi
Pembuatan larutan induk baku dengan cara memasukkan sebanyak 46,6 mg *cefadroxil* ke dalam labu ukur 100 mL. Dibuat kurva kalibrasi dengan cara memipet 1 mL, 2 mL, 3 mL, 4 mL, 5 mL dan 6 mL kedalam labu ukur 100 mL. Diukur serapan pada panjang gelombang 320 nm dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis.
Diisi cangkang kapsul dengan 500 mg *cefadroxil monohydrate*, kemudian dimasukkan ke dalam gelas beaker yang berisi larutan *buffer* sebanyak 25 mL dengan pH 2. Diaduk dengan kecepatan

100 rpm dalam variasi waktu 10, 20, dan 30 menit. Diambil 10 mL larutan kemudian diuji menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 320 nm (Karimah, 2016).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pektin dari Rumput Laut Hijau dan Kaktus Kobi

Pektin hasil dari proses ekstraksi rumput laut hijau dan kaktus kobi (Gambar 2) dianalisis berdasarkan parameter kadar air, kadar abu, bobot ekivalen, kadar metoksil, kadar asam anhidrogalakturonat dan derajat esterifikasi.



Gambar 2. Pektin (a) dari rumput laut (b) dari kaktus

Hasil dari karakterisasi pektin ekstrak rumput laut hijau dan kaktus kobi disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik pektin ekstrak rumput laut hijau dan kaktus kobi

Karakterisasi	Standar Mutu	Hasil Ekstraksi	
		Rumput Laut Hijau	Kaktus Kobi
Kadar Abu (%)	Maks 10	1,00	1,00
Kadar Air (%)	Maks 12	3,00	2,00
Bobot Ekuivalen(mg)	600-800	666,67	641,02
Kandungan Metoksil (%)	> 7,12	9,30	8,68
Kadar Asam Galakturonat (%)	Minimal 35	79,20	76,30
Derajat Esterifikasi Pektin (%)	Minimal 50	66,67	65,11

Pengujian bobot pektin bertujuan untuk mengetahui nilai rendemen pektin yang dihasilkan (Suparman *et al.*, 2019). Bobot pektin hasil ekstraksi rumput laut hijau adalah 235 g dari sampel awal 500 g dan menghasilkan nilai rendemen pektin sebesar 47,0% (w/w), sedangkan bobot pektin hasil ekstraksi kaktus kobei adalah 75 g dari sampel awal 222,6 g dan menghasilkan nilai rendemen pektin sebesar 33,7% (w/w). Bobot pektin hasil ekstraksi rumput laut hijau dan kaktus kobei yang digunakan sebanyak 40 g. Bobot pektin yang diperoleh lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yakni 6 g, dengan memanfaatkan lidah buaya sebagai sumber pektin (Mahardika *et al.*, 2022). Meskipun memudahkan pengujian sifat fungsionalnya namun proses pengeringan sampel mengakibatkan adanya penurunan kemampuan bahan baku untuk membentuk gel sehingga mengurangi nilai rendemen ekstrak pektin yang dihasilkan.

Kadar Air

Pada penelitian ini didapatkan kadar air pada rumput laut hijau sebesar 3,0% sedangkan kadar air pada kaktus kobei sebesar 2,0%. Kadar air yang diperoleh lebih kecil dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yakni pektin dari kulit buah kopi robusta sebesar 5,18% (Khairunisa *et al.*, 2019) dan pektin dari lidah buaya sebesar 5% (Mahardika *et al.*, 2022). Hasil analisis kadar air pada penelitian ini masih termasuk dalam pektin yang memenuhi standar, yakni < 12% (Committee Food Chemical Codex, 2004). Semakin kecil kadar air, maka pektin akan semakin baik.

Kadar Abu

Pengabuan sampel menggunakan tanur ± 90 menit. Hasil analisis kadar abu pada pektin

dari rumput laut hijau dan kaktus kobei yang diperoleh sebesar 1%. Kadar abu yang diperoleh pada penelitian ini lebih kecil dibandingkan dua penelitian sebelumnya yang memanfaatkan kulit buah biji kopi robusta, diperoleh kadar abu sebesar 3,03% (Khairunisa *et al.*, 2019) dan lidah buaya sebesar 2% (Mahardika *et al.*, 2022). Semakin kecil kadar abu, maka pektin yang diperoleh semakin murni. Hasil analisis kadar abu pada penelitian ini masih termasuk dalam pektin yang memenuhi standar karena <10% (Antika & Kurniawati, 2017)

Bobot Ekuivalen

Analisis bobot ekuivalen dilakukan dengan titrasi sampai terjadi perubahan warna. Bobot ekuivalen adalah ukuran terhadap kandungan gugus asam galakturonat yang tidak teresterifikasi dalam rantai molekul pektin. Besarnya bobot ekuivalen dipengaruhi derajat esterifikasi antara asam galakturonat dan etanol. Semakin tinggi derajat esterifikasi antara asam galakturonat dan etanol mengakibatkan semakin rendahnya jumlah asam galakturonat bebas yang berarti semakin tingginya berat ekuivalen (Fitria, 2013).

Pada pektin dari rumput laut hijau terjadi perubahan warna dari bening kehijauan menjadi warna pink. Sedangkan pada pektin dari kaktus kobei terjadi perubahan warna dari bening kehijauan menjadi warna pink. Berat ekuivalen pektin dari rumput laut hijau yang diperoleh sebesar 666,67 mg sedangkan berat ekuivalen pektin dari kaktus kobei sebesar 641,02 mg. Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang memanfaatkan lidah buaya sebagai sumber pektin, bobot ekuivalen yang diperoleh tidak jauh berbeda yakni 636,942 mg (Mahardika *et al.*, 2022). Hasil analisis bobot ekuivalen pada penelitian ini

masih termasuk dalam pektin yang memenuhi standar, karena masih masuk dalam rentang berkisar antara 600-800 mg yang ditentukan oleh *International Pectin Producers Association* (IPPA) (2014).

Kadar Metoksil

Analisis kadar metoksil dilakukan dengan titrasi sampai terjadi perubahan warna. Pada pektin dari rumput laut hijau terjadi perubahan warna dari bening kehijauan menjadi warna pink. Sedangkan pada pektin dari kaktus koboï terjadi perubahan warna dari bening kehijauan menjadi warna pink.

Pektin dapat disebut bermetoksil tinggi jika memiliki nilai kadar metoksil sama dengan atau lebih dari 7% sedangkan pektin disebut bermetoksil rendah jika memiliki nilai kadar metoksil dibawah 7%. Kadar metoksil pektin dari rumput laut hijau yang diperoleh sebesar 9,30% sedangkan kadar metoksil pektin dari kaktus koboï sebesar 8,68%. Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Amin & Alam (2020) dengan memanfaatkan daun cincau hijau diperoleh kadar metoksil sebesar 4,94%. Dengan demikian hasil analisis kadar metoksil pada penelitian ini termasuk dalam pektin yang memiliki nilai metoksil tinggi.

Kadar Asam Galakturonat

Analisis kadar asam galakturonat bertujuan untuk mengetahui kemurnian suatu pektin terhadap bahan organik netral lainnya. Pada penelitian ini didapatkan kadar asam galakturonat pada pektin dari rumput laut hijau sebesar 79,20% sedangkan kadar asam galakturonat pada pektin dari kaktus koboï sebesar 76,30%. Kadar asam galakturonat yang diperoleh pada penelitian ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian

sebelumnya yakni 57,62% untuk pektin yang berasal dari biji buah kopi robusta (Khairunnisa et al., 2019) dan 32,80% untuk pektin yang berasal dari daun cincau hijau (Amin & Alam, 2020). Hasil analisis kadar asam galakturonat pada penelitian ini masih termasuk dalam pektin yang memenuhi karena >35% (International Pectin Producers Association, 2014).

Kadar asam galakturonat berperan penting dalam penentuan sifat fungsional larutan pektin serta mempengaruhi struktur dan tekstur dari gel yang dihasilkan. Semakin tinggi kadar asam galakturonat, semakin murni pektin yang dihasilkan.

Derajat Esterifikasi

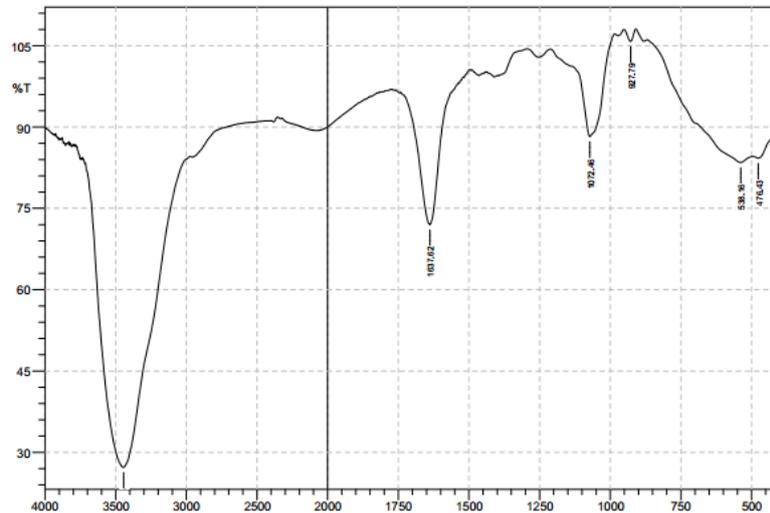
Hasil derajat esterifikasi pektin dari rumput laut hijau yang diperoleh sebesar 66,67% sedangkan nilai derajat esterifikasi pektin dari kaktus koboï sebesar 65,11%. Hasil ini masih sedikit lebih tinggi jika dibandingkan dengan derajat esterifikasi pektin dari biji buah kopi robusta yaitu sebesar 59,6% (Khairunnisa et al., 2019), tetapi lebih rendah jika dibandingkan dengan derajat esterifikasi pektin dari lidah buaya yaitu sebesar 79,26% (Mahardika et al., 2022). Derajat esterifikasi adalah presentase jumlah residu asam galakturonat yang gugus karboksilnya teresterifikasi dengan etanol. Nilai derajat esterifikasi diperoleh dari besarnya nilai kadar metoksil dan kadar asam galakturonat.

Pektin ester tinggi memiliki nilai derajat esterifikasi minimal 50% dan pektin ester rendah memiliki nilai maksimum derajat esterifikasi 50% (Antika & Kurniawati, 2017). Dengan demikian, hasil analisis derajat esterifikasi pada penelitian ini termasuk dalam pektin yang memiliki nilai ester tinggi.

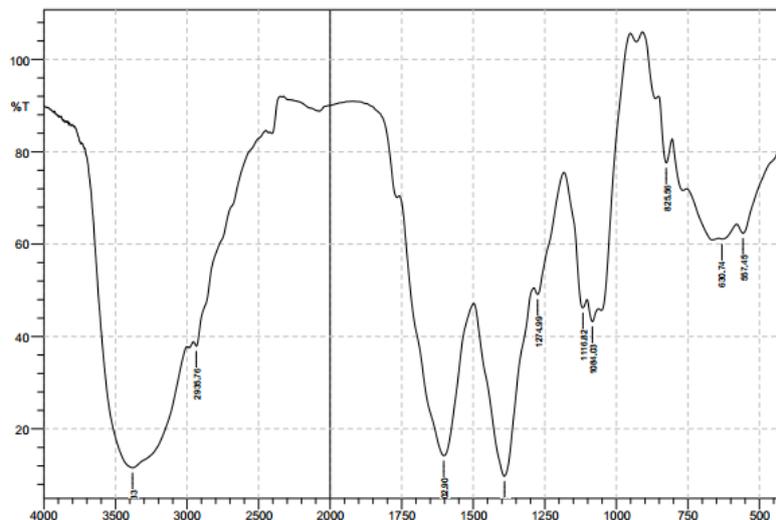
Spektrum IR senyawa pektin

Analisis FTIR dilakukan pada pektin yang terbuat dari rumput laut hijau dan pektin yang terbuat dari kaktus koboi, bertujuan untuk

mengidentifikasi gugus fungsi yang terdapat dalam pektin yang dihasilkan. Adapaun hasil karakterisasi dengan FTIR disajikan pada Gambar 3.



(a)



(b)

Gambar 3. Spektrum IR dari senyawa pektin (a) rumput laut dan (b) kaktus koboi

Hasil FTIR menunjukkan bahwa spektrum IR pektin dari rumput laut hijau dan kaktus. Pada bilangan gelombang 3.444 cm^{-1} (rumput laut hijau) dan 3.333 cm^{-1} (kaktus koboi) menunjukkan adanya gugus O-H. Pada bilangan gelombang 2.900 cm^{-1} (rumput laut hijau) dan $2.935,76 \text{ cm}^{-1}$ (kaktus koboi) menunjukkan adanya gugus $\text{O}=\text{C}-\text{OCH}_3$. Pada bilangan gelombang $1.637,62 \text{ cm}^{-1}$ (rumput laut

hijau) dan $1.702,90 \text{ cm}^{-1}$ (kaktus koboi) menunjukkan adanya gugus $\text{O}=\text{C}=\text{O}$.

Bilangan gelombang ada gugus-gugus tersebut ditemukan juga pada pektin standar yang diuji oleh Yuniarti *et al.* (2014). Ditemukan bilangan gelombang 2930 cm^{-1} yang merupakan ikatan gugus $-\text{CH stretching CH}_2$ dan CH_3 , pada bilangan gelombang $2974,79 \text{ cm}^{-1}$ terdapat gugus $-\text{OH}$ karboksilat, pada

bilangan gelombang 3500 sampai 3200 cm^{-1} terdapat ikatan H dari O-H, pada bilangan gelombang 1640 sampai 1550 cm^{-1} terdapat N-H, pada bilangan gelombang 1640 sampai 670 cm^{-1} terdapat C=O, dan pada bilangan gelombang 3100 sampai 3500 cm^{-1} terdapat N-H (Yuniarti *et al.*, 2014).

Intensitas yang muncul pada setiap bahan baku berbeda-beda. Hal ini disebabkan karena perbedaan bahan baku yang digunakan sehingga gugus fungsi terbentuk memiliki nilai spektrum yang berbeda. Meskipun intensitasnya berbeda, adanya gugus O-H dan O=C-OCH₃ menandakan karakteristik pektin. Spektrum yang mirip dari kedua ekstrak yang dianalisis menandakan pembentukan pektin hanya melibatkan pencampuran fisika.

Tabel 3. Hasil Cangkang Kapsul dari Rumput Laut dan Kaktus Koboi

Sampel Cangkang Kapsul	Gambar Kapsul
A	
B	
C	
D	
E	

Cangkang Kapsul

Cangkang kapsul dibuat dengan bobot sebesar 300 mg dengan variasi formulasi cangkang kapsul yang berbeda-beda seperti tertera pada Tabel 3. Hasil yang didapatkan dari variasi formulasi cangkang kapsul yang mempengaruhi sifat fisik cangkang kapsul. Cangkang kapsul yang paling lunak yaitu cangkang kapsul sampel B dengan perbandingan rumput laut hijau dan kaktus sebesar 1:3, sedangkan cangkang kapsul yang paling keras dan kokoh yaitu cangkang kapsul sampel D dengan perbandingan rumput laut hijau dan kaktus sebesar 3:1. Cangkang kapsul yang dihasilkan diisi dengan *cefadroxyl monohydrate* untuk diuji karakteristiknya.

Hasil Karakterisasi dan Pengujian Cangkang Kapsul

Cangkang kapsul non gelatin yang dihasilkan kemudian dikarakterisasi sesuai dengan Farmakope Indonesia edisi VI (Kementerian Kesehatan RI, 2020).

Keseragaman Bobot Cangkang Kapsul

Sebanyak 3 buah cangkang kapsul dari masing-masing sampel dilakukan pengujian keseragaman bobotnya dan hasilnya disajikan pada Tabel 4. Berdasarkan data pada Tabel 4 didapatkan hasil rata-rata bobot cangkang kapsul pada sampel A sebesar 307,2 mg, sampel B sebesar 311,6 mg, sampel C sebesar 309,7 mg, sampel D sebesar 304,6 mg, dan sampel E sebesar 308,7 mg. Cangkang kapsul yang terbuat dari rumput laut hijau dan kaktus koboi memiliki nilai relatif standar deviasi <2%, artinya keseragaman bobot cangkang kapsul yang dibuat telah memenuhi standar yang baik (Umami, 2020).

Tabel 4. Hasil pengujian keseragaman bobot cangkang kapsul

Pengujian	Cangkang Kapsul (mg)				
	A	B	C	D	E
1	309,1	322,6	311,1	302,3	310,9
2	302,4	310,2	309,3	303,7	308,3
3	310,1	302,1	308,6	307,9	306,8
Rata-rata	307,2	311,6	309,7	304,6	308,7
Standar Deviasi	4,2	5,5	1,3	2,9	2,1
Standar Deviasi Relatif	1,4	1,8	0,4	1,0	0,7

Waktu Hancur

Pengujian waktu hancur dilakukan dengan alat uji waktu hancur yang berisi *aquadest* pada suhu $37^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$. Berdasarkan data pada Tabel 5, kelima sampel cangkang kapsul memiliki waktu hancur tidak lebih dari 30 menit (1800 detik). Waktu hancur dari ke-5 formulasi lebih cepat dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Suparman *et al.* (2019), yang memanfaatkan pektin dari kulit buah cokelat, yang memiliki waktu hancur sebesar 1294 detik, tetapi relatif lebih lambat jika dibandingkan dengan waktu hancur dari pektin lidah buaya yaitu sebesar 504 detik (Mahardika *et al.*, 2022).

Tabel 5. Hasil Pengujian Waktu Hancur

Sampel Cangkang Kapsul	Waktu Hancur (detik)
A	925
B	1000
C	870
D	1291
E	757

Sesuai Farmakope Indonesia edisi VI (Kementerian Kesehatan RI, 2020), spesifikasi syarat waktu uji hancur cangkang kapsul tidak lebih dari 30 menit (1800 detik).

Derajat swelling

Hasil uji *swelling* air cangkang kapsul disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil pengujian derajat *swelling*

Sampel	Massa Sebelum Menyerap Air (g)	Massa Sesudah Menyerap Air (g)	Derajat <i>Swelling</i> (%)
A	0,3	1,1	266,7
B	0,3	0,9	200,0
C	0,3	2,3	666,7
D	0,3	1,0	233,3
E	0,3	0,8	166,7

Nilai *swelling* air mempengaruhi kekuatan mekanik cangkang kapsul di dalam air. Semakin besar nilai *swelling* maka semakin cepat waktu *release* obat, sedangkan semakin kecil nilai *swelling* maka kemampuan obat untuk *release* semakin lambat.

Faktor yang mempengaruhi nilai derajat *swelling* yaitu banyaknya rongga diantara ikatan polimer. Cangkang kapsul yang memiliki nilai derajat *swelling* paling besar yaitu sampel C, dan dapat dikatakan sampel C merupakan cangkang kapsul terbaik berdasarkan derajat *swelling*-nya. Namun tidak menutup kemungkinan bagi sampel cangkang kapsul formulasi lain untuk dimanfaatkan dalam aplikasi sistem penghantaran obat sesuai kebutuhannya.

Sifat disolusi

Pada penelitian ini pengujian disolusi, cangkang kapsul diisi dengan 500 mg *cefadroxyl monohydrate*. Pemilihan pH 2 generalisasikan dengan pH lambung. Pengadukan dilakukan dengan kecepatan 100 rpm dalam variasi waktu 10, 20, dan 30 menit.

Pengujian dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 320 nm. Pada literatur, uji disolusi dengan spektrofotometer UV-Vis untuk cangkang kapsul menggunakan panjang gelombang 263 nm.

Uji disolusi dimaksudkan untuk mengetahui seberapa banyak presentasi zat aktif dalam obat yang terabsorpsi dan masuk kedalam peredaran darah untuk memberikan efek terapi. Uji disolusi dapat digunakan untuk memastikan kualitas dan sifat-sifat produk obat dengan perubahan minor dalam formulasi atau pembuatan setelah izin pemasaran. Data hasil uji disolusi dapat dilihat pada Tabel 7.

Berdasarkan Tabel 7, dapat dilihat bahwa pengurangan cangkang kapsul selama 30 menit kurang dari 10%. Maka hasil ini sesuai dengan Farmakope Indonesia edisi VI (Kementerian Kesehatan RI, 2020).

Tabel 7. Hasil pengujian disolusi cangkang kapsul

Waktu Sampling	Cangkang Kapsul (mg)				
	A	B	C	D	E
10 menit	0,94	1,27	0,22	2,02	0,22
20 menit	1,44	2,36	0,35	2,19	0,39
30 menit	2,53	3,49	0,72	2,44	0,72
Jumlah	4,89	7,11	1,29	6,65	1,33
Total Pengamatan	3	3	3	3	3
Rata-rata	1,63	2,37	0,43	2,22	0,45

KESIMPULAN

Analisis kelayakan material cangkang kapsul dilakukan berdasarkan beberapa parameter. Mengacu pada *International Pectin Producers Association*, kadar abu, bobot ekuivalen, kadar metoksil, kadar asam galakturonat dan keseragaman bobot cangkang kapsul telah memenuhi standar. Hasil karakterisasi cangkang kapsul dengan

FTIR menunjukkan adanya kemiripan spektrum serapan dengan pektin standar. Waktu hancur kapsul < 30 menit dan hasil disolusi kurang dari 10% selama 30 menit. Cangkang kapsul yang terbuat dari perpaduan rumput laut dan kaktus dapat digunakan sebagai material dalam sistem penghantaran obat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Sekolah Tinggi Analisis Kimia Cilegon untuk tempat laboratorium guna melaksanakan penelitian dan juga Universitas Pendidikan Indonesia yang telah mengizinkan melakukan karakterisasi FTIR.

DAFTAR PUSTAKA

- Antika, S. R., dan Kurniawati, P. (2017). Isolasi dan Karakterisasi Pektin dari Kulit Nanas. *Prosiding Seminar Nasional Kimia FMIPA UNESA*. 7 Oktober 2017, Surabaya.
- Amin, F., dan Alam, DN. (2020). Karakterisasi dan Pembuatan Cangkang Kapsul Keras dari Ekstrak Daun Cincau Hijau (*Premna oblongifolia* Merr). *Jurnal ITEKIMIA*. 8(2), 30-41.
- Fitria, Vita. (2013). Karakterisasi Pektin Hasil Ekstraksi dari Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa balbisiana* ABB). [Skripsi]. UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- International Pectin Producers Association (IPPA). (2014). *Pectin Commercial Production and Pectin in Organic Food Products*, <https://ippa.info>
- Kementerian Kesehatan RI. (2020). *Farmakope Indonesia edisi VI*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Committee on Food Chemicals Codex. (2004). *Food Chemicals Codex: Food and Nutrition Board, 5th Edition*. The National Academies Press, Washington, D. C.
- Hariato, T., dan Peranginangin, R. (2008). Studi Teknik Pengeringan Gelatin Ikan dengan Alat Pengering Kabinet. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 3(1), 89-96.

- Karimah, M. (2016). Pembuatan dan Karakterisasi Kapsul Pati-Alginat dari Ekstraksi Rumpun Laut Coklat (*Sargassum sp.*) sebagai Material *Drug Delivery System*. [Skripsi]. Universitas Airlangga, Surabaya.
- Khairunnisa, SS., Herawati, D., Miftah AM. (2019). Karakterisasi Pektin dari Kulit Buah Kopi Robusta (*Coffea canephora Pierre ex A. Froehner*) dalam Pembuatan Cangkang Kapsul Keras. *Prosiding Farmasi Unisba*, 5(2), 781-788
- Mahardika, M., Amin, F., Umami, I. A., Situmeang, B., dan Ibrahim, A. M. 2021. Synthesis and Characterization of Capsule Shell Non Gelatin Grass Jelly Leaves-Seaweed as Drug Delivery System Material. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 13(1), 1-9.
- Mahardika, M., Dariyat., Susparini, NT., Amin, F. (2022). Sintesis dan Karakterisasi Cangkang Kapsul Non-Gelatin dari Lidah Buaya (*Aloe vera L*) – Karagenan. *Jurnal Medika & Sains*, 2(2): 76-88
- Sativa, O., Yuliet., dan Sulastri, Evi. (2014). Uji Aktivitas Antiinflamasi Gel Ekstrak Buah Kaktus (*Opuntia elatior Mill.*) pada Tikus (*Rattus norvegicus L*) Yang Diinduksi Lamda Karagenan. *Online Journal of Natural Science*, 3(2), 79-94.
- Hermanto, S., Saputra, FR., Zilhada. (2015). Aplikasi Metode SDS-Page (Sodium Dodecyl Sulphate Poly Acrylamide Gel Electrophoresis) untuk Mengidentifikasi Sumber Gelatin pada Kapsul Keras. *Jurnal Kimia Valensi*, 1(1), 26-32.
- Shargel, L., Wu-pong, S., dan Yu A.B. (2007). *Applied Biopharmaceutics & Pharmacokinetics 5th Edition*. McGraw-Hill, New York.
- Suparman, A., Herawati, D., Zahra, F. T. (2019). Karakterisasi dan Formulasi Cangkang Kapsul dari Tepung Pektin Kulit Buah Cokelat. *Jurnal Imiah Farmasi*, 2(2). 77-83
- Utama, A.S., dan Riyupi, U. (2017). Sintesis dan Karakterisasi Kitosan-ko-N Isopropil Akrilamida Hasil Radiasi- γ Sebagai Hidrogel Thermo- dan pH-sensitif untuk Sistem Penghantaran Obat yang Terkontrol. [Skripsi]. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon.
- Yuniarti, L. I., Hutomo, G. S., Rahim, A. (2014). Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis Pati Sagu (*Metroxylon Sp.*). *e-J. Agrotekbis*, 2(1): 38-46.