

APLIKASI KITOSAN SEBAGAI ANTIMIKROBA PADA CANGKANG KAPSUL BERBASIS KARAGENAN DARI RUMPUT LAUT *EUCHEUMA COTTONII*

APPLICATION OF CHITOSAN AS AN ANTIMICROBIAL IN CARRAGEENAN-BASED CAPSULE SHELL FROM SEAWEED *EUCHEUMA COTTONII*

Muhammad Ryan Nurshodiq, Yuli Darni, Edwin Azwar

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung; ryannurshodiq@gmail.com

Dikirim 29 Januari 2022, Direvisi 12 Maret 2022, Disetujui 29 Maret 2022

Abstrak: Cangkang kapsul adalah salah satu aplikasi edible film dalam bidang farmasi. Sebagai bahan pembungkus, cangkang kapsul harus memiliki sifat antimikroba agar mampu melindungi bahan yang dibungkus terhadap jamur maupun bakteri. Dalam penelitian ini dilakukan studi mengenai pengaruh penambahan kitosan dalam pembuatan cangkang kapsul keras dari karagenan rumput laut *Euचेuma cottonii* terhadap sifat antimikroba. Berat karagenan sebesar 2 gram, *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) 0,05 gram, dan temperatur gelatinasi pada 95°C dengan variasi penambahan kitosan yaitu 0, 2, 4, 6, 8, 10 %. Dari variasi yang ada didapatkan cangkang kapsul terbaik pada penambahan kitosan sebesar 10% dengan nilai kadar air 14,2%, waktu hancur 13,35 menit, nilai angka lempeng total sebesar 9×10^3 cfu/ml, dan nilai angka kapang khamir 0,5.

Kata kunci: Antimikroba, Cangkang Kapsul Keras, Karagenan, Kitosan

Abstract: *The capsule shell is one of the edible film applications in the pharmaceutical field. As a packaging material, the capsule shell must have antimicrobial properties in order to protect the material being wrapped against fungi and bacteria. In this study, a study was conducted on the effect of chitosan addition in the manufacture of hard capsule shells from carrageenan seaweed *Euचेuma cottonii* on antimicrobial properties. Carrageenan weight of 2 grams, *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) 0.05 grams, and gelatinization temperature at 95°C with variations in the addition of chitosan, namely 0, 2, 4, 6, 8, 10%. From the variations that exist, the best capsule shells are found in the addition of chitosan by 10% with a moisture content value of 14.2%, disintegration time 13.35 minutes, a total plate value value of 9×10^3 cfu / ml, and a yeast mold value of 0.5.*

Keywords: *Antimicrobial, Hard Capsule Shell, Carrageenan, Chitosan*

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki rumput laut yang bernilai ekonomi tinggi terutama rumput laut merah dari jenis *Euचेuma cottonii* yang menghasilkan karagenan dengan sifat gel yang keras dan kokoh dengan adanya ion kalium. Karagenan sebagai polisakarida linier hasil ekstraksi getah rumput laut *Euचेuma cottonii* dengan air dan alkali memiliki *yield* 43,42%. Karagenan dapat digunakan sebagai pelapis bahan pangan atau bahan pembentuk *edible film* (Meyer dkk, 1959).

Film campuran polisakarida dengan *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) dapat memiliki sifat mekanik dan penghalang yang sangat baik karena kesamaan kimia

dari polisakarida, membuat kompatibilitas yang lebih baik (Hu dkk, 2016).

CMC yang merupakan turunan dari selulosa ini sering dipakai dalam industri makanan untuk mendapatkan tekstur yang baik dan sebagai pengental, stabilisator, pembentuk gel, dan sebagai pengemulsi (Winarno, 1996). Oleh sebab itu, karagenan dan CMC dapat digunakan sebagai alternatif material yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku material berbasis polisakarida salah satunya adalah cangkang kapsul keras.

Sebagai bahan pembungkus, cangkang kapsul diharapkan juga memiliki sifat antimikroba agar mampu meningkatkan masa simpan cangkang kapsul dan melindungi bahan yang dibungkus terhadap

jamur maupun bakteri. Salah satu bakteri yang diharapkan tidak tumbuh pada film pelapis kapsul adalah *Escherichia coli* (Mahayasih dkk, 2014).

Kitosan merupakan biopolimer yang diperoleh dari deasetilasi kitin. Kitosan terdiri dari 2-deoksi-2-aminoglukosa yang berikatan secara (1-4) β -glikosidik, (Tolaimatea dkk, 2003).

Kitosan tidak beracun, bersifat biodegradable, biofungsional, biokompatibel serta memiliki karakteristik antimikroba dan anti jamur (Jayakumar dkk, 2007).

Dalam penelitian ini dilakukan studi mengenai pengaruh penambahan kitosan dalam pembuatan cangkang kapsul keras dari karagenan rumput laut *Eucheuma cottonii* terhadap sifat antimikroba.

METODOLOGI

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Terpadu Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung, dimulai bulan Juli – Desember 2020. Untuk analisis produk dilaksanakan di Laboratorium Terpadu Sentra Inovasi Teknologi, Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi UNILA, dan PT. Kapsulindo Nusantara Bogor.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu Rumput laut (*E. cottonii*) yang diperoleh dari Balai Besar Pengembangan Budidaya Laut Lampung, Desa Hanura, Pesawaran - Lampung. Akuades dari Laboratorium, *Carboxymethyl Cellulose* (CMC), Kitosan (CHC 902765), NaOH 98% (FCSD-610), Etanol 96% (CHEM96-060120), Asam Asetat 98% (RLC2).

Untuk alat – alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa *hot plate*, peralatan gelas, oven, Termometer skala 0 – 100 °C, *zipbag lock*, *digital balance*, desikator, aluminium foil, *magnetic stirrer*, saringan, alat penghancur (*blender*), *dryer*, alat cetakan kapsul.

Prosedur

Penelitian dilakukan dalam 2 tahap yaitu: tahap ekstraksi karagenan dari rumput laut (*E. cottonii*) dan tahap pembuatan cangkang kapsul. tahap ekstraksi karagenan dilakukan sesuai metode (Fardhyanti dan Julianur, 2015):

Ekstraksi Karagenan

Rumput laut *E. cottonii* kering 2 gram direndam selama 15 menit dengan akuades, lalu disaring. Pelarut NaOH 1,2 N dimasukkan dalam *beaker glass* 1000 ml dan dipanaskan dengan *hot plate* sampai suhu 90°C. Rumput laut dimasukkan ke dalam beaker glass berisi pelarut NaOH 1,2 N dengan rasio 1 : 30 (g/ml) didiamkan selama 2 jam. Setelah proses pemanasan selesai, campuran disaring untuk memisahkan filtrat dan residu. Filtrat dimasukan ke dalam *beaker glass* lalu di campur dengan etanol 96% dengan rasio etanol dan filtrat 1 : 30 (ml/ml), didiamkan selama 30 menit. Serat karagenan yang diperoleh selanjutnya disaring untuk diambil seratnya sebagai residu. Serat karagenan dikeringkan di oven 80°C sampai berat konstan. Karagenan yang telah kering dikecilkan ukurannya dan setelah itu dimasukkan ke zipbag lock dan disimpan di desikator, siap untuk dianalisis.

Pembuatan Cangkang Kapsul

Karagenan hasil ekstraksi sebanyak 2 gram dilarutkan dengan air 40 ml dalam *beaker glass*. Kemudian diaduk dengan *magnetic stirrer* pada temperatur 95°C sampai homogen. CMC ditambahkan ke dalam larutan kemudian diaduk selama 5 menit, selanjutnya ditambahkan kitosan sesuai variasi yang ditentukan (0, 2, 4, 6, 8, 10 %) dengan volume 0,2 ml dan diaduk kembali selama 5 menit.

Selanjutnya *hot plate* dimatikan dan dilakukan pencetakan cangkang kapsul, dengan memasukkan alat pencetak kapsul ke larutan lalu diangkat dan dikeringkan dengan *dryer*. Cangkang kapsul keras dilepas dari cetakan lalu dimasukkan ke kotak kapsul dan disimpan dalam desikator.

Analisis

Karagenan

Analisis pada karagenan berupa kadar air dan akadar abu dengan metode AOAC 1995. Analisis kadar sulfat metode FMC Corp 1977, analisis viskositas menggunakan alat *viscosimeter* dengan metode FMC Corp 1977 dan analisis FTIR menggunakan alat FTIR.

Cangkang Kapsul

Analisis pada karagenan berupa spesifikasi cangkang kapsul dengan menggunakan jangka sorong, kadar air dengan metode AOAC 2005. Analisis Waktu Hancur dengan alat Desintegration Tester. Analisis aktivitas antimikroba, angka lempeng total dan angka kapang khamir dengan metode difusi cakram terhadap bakteri biakan laboratorium, serta analisis FTIR menggunakan alat FTIR.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Karagenan

Analisis karagenan yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui karagenan yang didapat dari hasil ekstraksi mendekati karagenan komersial untuk selanjutnya digunakan sebagai bahan baku pembuatan cangkang kapsul keras. Uji yang dilakukan pada karagenan adalah uji kadar air, kadar abu, sulfat, viskositas dan FTIR. Data hasil analisis karagenan ditampilkan dalam tabel 1. Kadar air suatu bahan perlu diperhatikan karena berpengaruh terhadap mutu dan waktu simpan produk atau bahan. Hasil analisis pada tabel 1 terlihat bahwa kadar air yang terkandung dalam karagenan hasil ekstraksi sebesar 8,2%, dengan standar komersial <12%. Hal ini menunjukkan kadar air normal dan sudah memenuhi standar dari karagenan komersial.

Untuk hasil analisis kadar abu karagenan yang didapat adalah 23,82%. Kadar abu ini masih termasuk dalam kisaran standar FAO yaitu 15 – 40%. Abu merupakan zat anorganik hasil pembakaran suatu bahan organik.

Rumput laut termasuk bahan pangan yang mengandung mineral tinggi, yaitu Na, K, Cl, Mg, Fe, dan S (Lewerissa, 2006). Kadar sulfat yang terdapat pada karagenan sebesar 24,9%. Kadar sulfat ini masih memenuhi standar menurut FAO yaitu 15-40%. Sedangkan, untuk analisis viskositas karagenan yang dilakukan, hasil pengukurannya sebesar 6,32 cP. Nilai ini sudah memenuhi standar viskositas dari FAO yaitu >5 cP pada suhu 75% dengan konsentrasi 1,5%.

Tabel 1. Hasil Analisis Karagenan

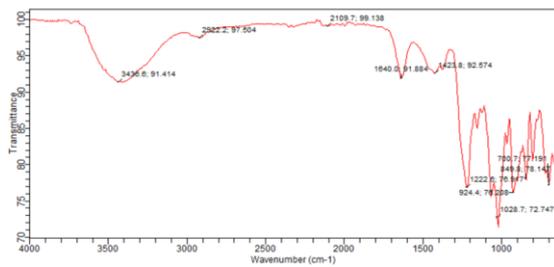
Spesifikasi	Karagenan Sampel	Standar Karagenan Komersial*
Kadar Air (%)	8,2	<12
Kadar Abu (%)	23,82	15-40
Kadar Sulfat (%)	24,9	15-40
Viskositas (cP)	6,32	>5

*sumber : FAO (2007)

Analisis FTIR digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi molekul yang ada di suatu sampel atau bahan.

Spektrum serapan pada FTIR untuk karagenan menunjukkan adanya serapan pada 1210 – 1260 cm^{-1} yang merupakan serapan dari ikatan sulfat ester (S=O) untuk semua jenis karagenan. Pada daerah serapan 1010 -1080 cm^{-1} menunjukkan adanya serapan dari ikatan glikosidik, Pada serapan 840-850 cm^{-1} merupakan serapan dari ikatan galaktosa-4-pospat, yang memperlihatkan jenis kappa karginan dan pada serapan 800-805 cm^{-1} merupakan serapan 3,6 anhidro-galaktosa-2-sulfat memperlihatkan jenis iota karagenin (Distantina dkk, 2007).

Dari Gambar 1 hasil analisis FTIR pada penelitian ini, terdapat ikatan sulfat ester (S=O) pada serapan 1222,6 cm^{-1} yang diperlihatkan dengan puncak serapan yang tajam. Pada puncak serapan 1028,23 cm^{-1} memperlihatkan adanya ikatan glikosidik. Untuk gugus fungsi galaktosa-4-sulfat diperlihatkan pada spektrum serapan 849,8 cm^{-1} .



Gambar 1. Hasil Analisis FTIR Karagenan

Dari analisis yang dilakukan terhadap karagenan hasil ekstraksi *Eucheuma cottonii*, didapatkan hasil bahwa karagenan yang diperoleh adalah jenis kappa karagenan dan telah memenuhi standar, sehingga layak untuk menjadi bahan baku cangkang kapsul keras.

Spesifikasi Cangkang Kapsul

Hasil pengukuran spesifikasi cangkang kapsul disajikan pada tabel 2. Panjang cangkang kapsul bagian badan memiliki nilai 1,70 – 1,91 cm, sedangkan untuk bagian kepala cangkang kapsul nilainya sebesar 1,05 – 1,20 cm. Berdasarkan data tersebut cangkang kapsul keras yang dihasilkan memiliki rentang nilai yang tidak jauh berbeda dari cangkang kapsul komersial sehingga terbilang layak dengan panjang cangkang kapsul komersial untuk badan dan tutup yaitu sebesar 18,87 mm dan 11,23 mm.

Tabel 2. Data Spesifikasi Cangkang Kapsul Keras

Konsentrasi Kitosan (%)	Panjang (cm)		Diameter (cm)		Berat (gr)
	Badan	Tutup	Badan	Tutup	
0	1,91	1,20	0,74	0,71	0,096
2	1,70	1,05	0,73	0,70	0,104
4	1,73	1,10	0,74	0,72	0,112
6	1,85	1,09	0,76	0,74	0,100
8	1,84	1,08	0,75	0,72	0,110
10	1,87	1,12	0,76	0,74	0,100
Komersial*	1,88	1,12	0,74	0,76	0,099

*Sumber : Suptijah, et al (2012)

Adanya perbedaan untuk panjang bagian badan dan tutup cangkang kapsul

dikarenakan dalam pengerjaan pembuatan dan pemotongan cangkang kapsul masih menggunakan pengerjaan manual sehingga hasil pemotongan yang dilakukan mendapatkan hasil yang tidak sama.

Untuk diameter cangkang kapsul bagian badan dan tutup yaitu 0,73 – 0,76 cm dan 0,70 – 0,74 cm. Hasil pengukuran diameter ini tidak jauh berbeda dengan standar cangkang komersial yang memiliki nilai sebesar 7,37 mm untuk bagian badan dan 7,70 mm untuk bagian tutup.

Standar berat cangkang kapsul pada PT. Kapsulindo memiliki rentang nilai antara 87 – 107 mg. Untuk nilai berat cangkang kapsul yang diperoleh pada penelitian ini adalah 0,096 – 0,112 gram. Pada variasi konsentrasi kitosan 0, 2, 6, dan 8% nilai yang dihasilkan masih termasuk dalam rentang standar cangkang kapsul komersial.

Namun, untuk variasi 4 dan 10% berat cangkang kapsul keras melebihi standar yang ditetapkan hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti dalam proses pencelupan yang dilakukan jika terlalu tebal maka cangkang kapsul yang dihasilkan akan lebih tebal dan mempengaruhi berat cangkang kapsul yang diperoleh. Selain itu dalam proses pengeringan yang kurang merata dapat menyebabkan kapsul masih tebal.

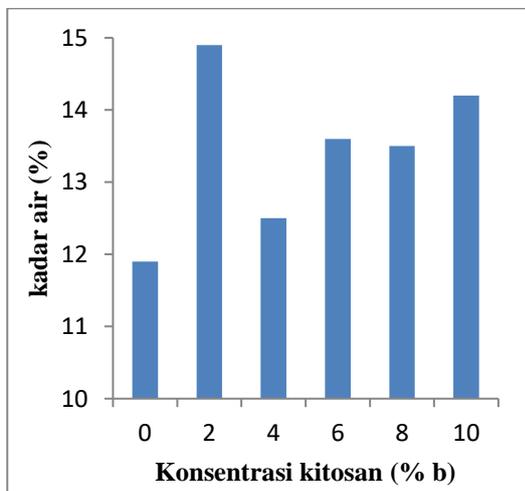
Kadar Air

Kadar air menunjukkan seberapa besar suatu bahan atau produk mengandung air didalamnya. Kandungan air dalam suatu produk biasanya ditentukan oleh kondisi pengeringan, pengemasan, dan cara penyimpanan (Diharmi dkk, 2011).

Nilai kadar air cangkang kapsul yang telah di uji ditampilkan dalam gambar 2. dalam gambar tersebut terlihat bahwa kadar air cangkang kapsul yang dihasilkan sebesar 11,9 – 14,9 %. Nilai kadar air yang didapat untuk konsentrasi kitosan 2%, 6%, 8%, dan 10% masih dalam rentang standar kadar air cangkang kapsul yaitu 13 – 16 %.

Untuk konsentrasi kitosan 0% (tanpa penambahan kitosan) dan 4% nilai kadar air masih dibawah standar, karena pada proses pengeringan cangkang kapsul keras waktu lebih lama dan menyebabkan kadar air nya kecil.

Terlihat dari hasil kadar air cangkang kapsul terlihat baik dan dengan kadar air yang didapat maka dapat menghambat pertumbuhan jamur dan bakteri sehingga dapat memperpanjang umur simpan cangkang kapsul. Kadar air yang kecil tidak baik untuk suatu produk juga karena dapat menyebabkan produk menjadi rapuh. Sebaliknya jika kadar air >16% mengakibatkan cangkang kapsul mudah menyerap air dan menjadi lunak, serta mengakibatkan mudahnya pertumbuhan jamur dan bakteri yang berbahaya bagi kesehatan. Penyimpanan cangkang kapsul harus selalu diperhatikan agar dapat mempertahankan kadar airnya sehingga mikroba tidak mudah berkembang dalam cangkang kapsul dan cangkang kapsul memiliki daya simpan yang lebih lama.



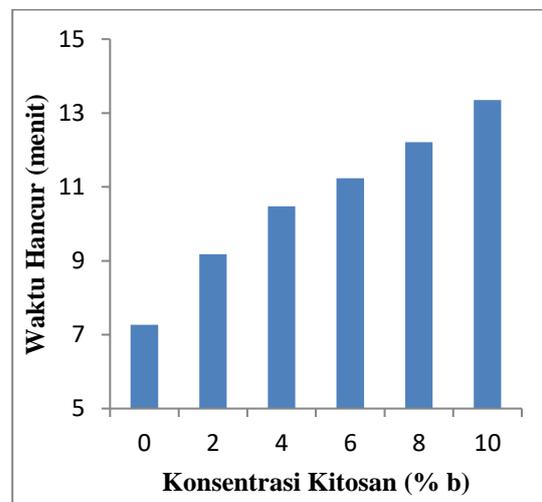
Gambar 2. Hubungan Konsentrasi Kitosan Terhadap Kadar Air Cangkang Kapsul

Waktu Hancur

Waktu hancur menunjukkan berapa lama yang dibutuhkan kapsul untuk hancur dalam media yang sesuai. Media yang digunakan dalam analisis ini adalah air. Standar parameter yang ditetapkan oleh farmakope dan dari PT. Kapsulindo untuk

waktu hancur cangkang kapsul adalah <15 menit.

Dari gambar 3 yang diperoleh terlihat bahwa waktu hancur cangkang kapsul yang diperoleh, paling lama sebesar 13,35 menit untuk variasi konsentrasi kitosan 10%, dan waktu hancur paling cepat sebesar 7,27 menit untuk variasi konsentrasi 0% (tanpa penambahan) kitosan, untuk variasi kitosan lainnya berada di rentang 7,27 – 13,35 menit. Nilai tersebut menunjukkan bahwa cangkang kapsul dari hasil penelitian masih sesuai dalam rentang parameter waktu hancur standar cangkang kapsul komersial. Terlihat pada gambar 3 bahwa penambahan kitosan berpengaruh terhadap waktu hancur cangkang kapsul, semakin tinggi konsentrasi kitosan maka waktu hancur yang dibutuhkan akan semakin lama. hal tersebut diakibatkan karena kitosan mengurangi tingkat penyerapan air dan menyebabkan cangkang kapsul membutuhkan waktu lebih lama untuk hancur.



Gambar 3. Hubungan Konsentrasi Kitosan Terhadap Waktu Hancur Cangkang Kapsul

Penambahan kitosan dapat meningkatkan ketahanan air pada film bioplastik, hal ini terjadi karena kitosan merupakan senyawa yang tidak suka dengan air (hidrofobik) dan tidak larut dalam air, namun kitosan tidak dapat merubah sifat fisik sepenuhnya dari film bioplastik (Darni, 2010). Sifat hidrofobik ini dapat menjadi

salah satu faktor penghambatan pertumbuhan mikroba pada cangkang kapsul karena mikroba akan lebih sulit tumbuh tanpa air.

Lamanya waktu yang dibutuhkan kapsul untuk hancur dapat disebabkan ketebalan kapsul yang tinggi. Semakin tebal dan berat cangkang kapsul keras maka waktu yang diperlukan untuk melarutkan cangkang kapsul akan semakin meningkat pula (Ku et al, 2010).

FTIR

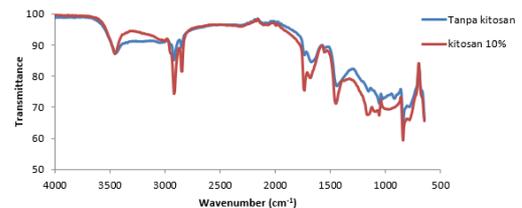
Pengujian *Fourier Transform Infra-red Spectroscopy* (FTIR) ini dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang terkandung dalam cangkang kapsul. Hasil FTIR yang terlihat pada Gambar 4 menunjukkan bahwa pembentukan cangkang kapsul tidak menghasilkan gugus fungsi baru melainkan gugus fungsi campuran antara bahan penyusun cangkang kapsul, hal ini menunjukkan proses pembuatan cangkang kapsul terjadi secara fisika melalui proses pencampuran.

Pada spektrum FTIR cangkang kapsul tanpa penambahan kitosan (0%) yang ditunjukkan oleh gambar 4 terdiri dari bilangan gelombang $3459,0\text{ cm}^{-1}$ sebagai ciri dari unsur C-H. Bilangan gelombang $2922,2\text{ cm}^{-1}$ spektrum FTIR cangkang kapsul sebagai ciri dari unsur $\text{C}=\text{C}$, serta adanya gugus fungsi C-O pada Bilangan gelombang $1058,6\text{ cm}^{-1}$. Penambahan CMC dengan karagenan berguna sebagai filler dalam cangkang kapsul agar lebih keras dan tidak rapuh. Hal ini ditandai dengan adanya gugus karbonil (C=O) dengan puncak serapan pada bilangan gelombang $1446,2\text{ cm}^{-1}$, dan gugus hidroksil (-OH) pada bilangan gelombang $1058,4\text{ cm}^{-1}$.

Pada Gambar 4 Spektrum FTIR untuk penambahan konsentrasi kitosan sebesar 10% terlihat adanya perbedaan gelombang pada beberapa bagian spektrum yang menunjukkan adanya perubahan setelah penambahan kitosan dimana unsur C-H terdapat pada bilangan gelombang $3459,0\text{ cm}^{-1}$ pada spektrum FTIR cangkang

kapsul. Pada bilangan gelombang $2922,2\text{ cm}^{-1}$ pada spektrum FTIR cangkang kapsul sebagai ciri dari unsur $\text{C}=\text{C}$. serta adanya gugus fungsi C-O pada bilangan gelombang $1162,7\text{ cm}^{-1}$.

Penambahan kitosan pada cangkang kapsul menunjukkan tumpang tindih serapan pada gugus fungsi ditandai dengan munculnya gugus C-H pada bilangan gelombang $2922,2\text{ cm}^{-1}$.



Gambar 4. Perbandingan Spektrum FTIR Cangkang Kapsul

Pada bilangan gelombang $1647,5\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya serapan C=O dan C-N dari gugus amida, sedangkan pada bilangan gelombang $1453,7\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan serapan dari gugus N-H. Jika dibandingkan dengan spektrum FTIR cangkang kapsul tanpa penambahan kitosan terjadi penurunan serapan pada C-O dimana pada spektrum sebelumnya serapan C-O pada gelombang $1058,6\text{ cm}^{-1}$ sangat tinggi dan adanya penambahan gugus fungsi C-N dan N-H.

Hal ini sesuai dengan referensi dimana pengurangan serapan C-O mengakibatkan penghambatan masuknya O_2 sehingga bakteri mikroba sulit untuk hidup. Selain menghambat aliran nutrient pada sel bakteri, mekanisme kitosan sebagai *edible coating* juga dengan menghambat masuknya O_2 dan air, yang juga menjadi kebutuhan bakteri untuk hidup, sehingga pertumbuhannya dapat terhambat bahkan sampai mengalami kematian (Purwatmaja dkk, 2013).

Gugus fungsional amina (-NH) dalam kitosan bermuatan positif yang kuat untuk menarik muatan negatif asam amino pembentuk protein dalam bakteri, seperti Mg^{2+} yang terdapat dalam ribosom dan Ca^{2+} yang terkandung dalam dinding sel bakteri, seperti yang disampaikan oleh

Sarwono (2010) dan Suherman *et al.*, (2018), sehingga menyebabkan terjadinya kerusakan dan kematian sel bakteri.

Aktivitas Antibakteri

Pengujian aktivitas antibakteri pada cangkang kapsul dilakukan untuk mengetahui penghambatan pertumbuhan mikroba pada cangkang kapsul keras. Pada uji aktivitas antibakteri ini bakteri yang digunakan adalah bakteri *E Coli*. Terlihat dari data yang terdapat pada tabel 3 bahwa hasil yang didapat adalah 0 (negatif), dimana tidak terjadi penghambatan aktivitas bakteri *E Coli* atau cangkang kapsul yang dihasilkan tidak menghambat pertumbuhan bakteri *E Coli*.

Tabel 3. Data Uji Aktivitas Antibakteri

Konsentrasi kitosan (%)	Besar Zona Hambat (cm)
0	0
2	0
4	0
6	0
8	0
10	0

Ada beberapa kemungkinan yang menjadi faktor penyebab hasil dari analisis ini negatif diantaranya yaitu, dalam proses pembuatan cangkang kapsul keras kondisi alat, bahan, kondisi laboratorium, dan peneliti tidak dalam keadaan steril sehingga sudah terdapat mikroba yang ada di cangkang kapsul tersebut.

Angka Lempeng Total (ALT)

ALT adalah jumlah mikroba yang ditemukan dalam per gram atau per milliliter contoh yang ditentukan melalui metode standar. Standar yang digunakan untuk perbandingan adalah dari PT. Capsugel Indonesia dengan angka lempeng total nya adalah <1000 cfu/ml. Hasil analisis terhadap cangkang kapsul keras dapat dilihat pada tabel 4. Berdasarkan data, nilai jumlah total bakteri terendah adalah sebesar 9×10^3 cfu/ml yang

dihasilkan pada perlakuan penambahan kitosan sebesar 10%.

Cangkang kapsul tanpa penambahan kitosan maupun dengan adanya penambahan kitosan sebesar 2% didapatkan hasil spreader, yaitu total bakteri yang terdapat dalam cangkang kapsul sangat banyak sehingga tidak dapat dihitung. Terlihat bahwa penambahan kitosan 2% belum memberikan pengaruh terhadap sifat antimikroba terhadap cangkang kapsul.

Pada sampel 3 dengan penambahan kitosan konsentrasi 4% terlihat jumlah total bakteri yang terhitung sebesar 4.8×10^4 cfu/ml, hal ini menunjukkan adanya pengurangan total bakteri dari sampel sebelumnya yang memiliki nilai spreader. Cangkang kapsul dengan variasi penambahan kitosan 6% memiliki jumlah total bakteri sebesar 1.1×10^4 cfu/ml.

Pada penambahan kitosan 8% terjadi penurunan kembali jumlah bakteri yaitu sebesar 1×10^4 cfu/ml. Selanjutnya, untuk sampel 6 dengan variasi penambahan kitosan sebesar 10% menghasilkan nilai yang paling baik dari sampel – sampel sebelumnya yaitu memiliki total bakteri terendah dengan nilai sebesar 9×10^3 cfu/ml.

Peningkatan konsentrasi kitosan menyebabkan penurunan jumlah bakteri total pada bakso ayam dan fillet ikan gabus (Wahyuni dkk, 2013). Namun, walaupun hasil yang didapat dari sampel 6 dengan variasi penambahan kitosan sebesar 10% adalah yang paling baik, nilai tersebut belum memenuhi standar cangkang kapsul komersial dimana standar jumlah total bakteri (ALT) pada cangkang kapsul adalah <1000 cfu/ml. Penggunaan kitosan komersial menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi hasil dari pengujian tersebut.

Tabel 4. Data Uji ALT

Konsentrasi Kitosan (%)	ALT (cfu/ml)
0	spreader
2	spreader
4	4.8×10^4
6	1.1×10^4
8	1×10^4
10	9×10^3
Standar*	1×10^3

*Sumber : PT. Kapsulindo

Angka Kapang Khamir (AKK)

AKK adalah jumlah koloni kapang dan khamir yang ditumbuhkan dalam media yang sesuai setelah diinkubasi selama 5 hari pada suhu 20 – 25°C dan dinyatakan dalam satuan koloni/ml. kapang dapat menghasilkan toksin yang berbahaya bagi kesehatan, sedangkan khamir dapat menyebabkan pembusukan pada bagian yang ditumbuhi.

Standar parameter untuk nilai angka kapang khamir adalah dari PT. Kapsulindo sebesar <100 cfu/ml. Hasil analisis angka kapang khamir terhadap cangkang kapsul keras terlihat pada tabel 5 dengan pembacaan dalam setiap rata – rata jumlah koloni di setiap sampel dijumlahkan sehingga untuk sampel tanpa penambahan kitosan didapatkan nilai AKK sebesar 11,5. Untuk variasi konsentrasi kitosan 2% memiliki nilai 10,5 hasil variasi konsentrasi kitosan 4% sebesar 4,5, variasi konsentrasi kitosan 6% sebesar 4, sampel variasi konsentrasi kitosan 8% dengan nilai 3 dan sampel variasi konsentrasi kitosan 10% memiliki nilai sebesar 0,5.

Terlihat dari hasil yang diperoleh, bahwa penambahan konsentrasi kitosan berpengaruh terhadap jumlah kapang khamir yang ada, semakin tinggi konsentrasi kitosan maka jumlah kapang khamir akan semakin berkurang. Salah satu

faktor yang mempengaruhi efisiensi dan efektivitas antifungi tersebut adalah konsentrasi senyawa antifungi, senyawa yang ada di kitosan yaitu enzim lisozim yang dapat memecahkan dinding sel kapang, sehingga pertumbuhan kapang terganggu. (Nur M, 2018).

Aktivitas antifungi kitosan berasal dari enzim kitinase yang menghambat pertumbuhan hifa cendawan (Rhoades dan Roller, 2000).

Tabel 5. Data Uji AKK

Konsentrasi kitosan (%)	Rata-rata Jumlah Koloni
0	11,5
2	10,5
4	4,5
6	4
8	3
10	0,5
Standar*	100

*Sumber : PT. Kapsulindo

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan kitosan dalam pembuatan cangkang kapsul keras dapat mempengaruhi jumlah total mikroba dan kapang khamir. Semakin tinggi konsentrasi kitosan maka jumlah total bakteri dan jamur semakin berkurang.

Hasil terbaik dalam penelitian ini didapat pada formulasi 2 gram karagenan : 0,05 gram CMC : kitosan konsentrasi 10% berat. Ditinjau berdasarkan kadar air 14,2%, waktu hancur 13,35 menit, uji angka lempeng total 9×10^3 cfu/ml, dan uji kapang khamir 0,5.

Dari hasil penelitian cangkang kapsul antimikroba yang dihasilkan belum dapat diproduksi secara komersial, dikarenakan

aktivitas antibakteri dan angka lempeng total masih belum memenuhi standar yang ditentukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih diucapkan kepada PT. Kapsulindo Nusantara, Bogor dan bapak Ari Setiadji untuk bantuannya dalam memberikan saran, masukan dan pengujian dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Darni Y, Utami H. (2010). Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 7(4): 88 – 93.
- Diharmi A, Fardiaz D, Andarwulan N, Heruwati ES. (2011). Karakteristik Karagenan Hasil Isolasi *Eucheuma spinosum* (Alga Merah) Dari Perairan Sumenep Madura. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 16(1): 117-124.
- Distantina S, Rochmadi, Wiratni, Fahrurrozi M. (2012). Mekanisme Proses Tahap Ekstraksi Karagenan Dari *Eucheuma cottonii* Menggunakan Pelarut Alkali. *AGRITECH*. 32(4): 397 – 402.
- Fardhyanti SD, Julianur SS. (2015). Karakterisasi Edible Film Berbahan Dasar Ekstrak Karagenan Dari Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*). *JBAT*. 4(2): 68 – 73.
- Hidayati S, Zulferiyenni, Satyajaya W. (2019). Optimasi Pembuatan Biodegradable Film Dari Selulosa Limbah Padat Rumput Laut *Eucheuma cottonii* Dengan Penambahan Gliserol, Kitosan, Cmc Dan Tapioka. *JPHPI*. 22(2): 340 – 354.
- Hu D, Wang H, Wang L. (2016). Physical Properties and Antibacterial Activity Of Quaternized Kitosan / Carboxy Methyl Cellulose Blend Films. *LWT–Food Science and Technology*. 65: 398–405.
- Jayakumar R, Nwe NT, Tokura S, Tamura H. (2007). Sulfated chitin and kitosan as novel biomaterials. *International Journal of Biological Macromolecules*. 40: 175–181.
- Ku MS, Lu Q, Chen Y. (2010). Performance Qualification Of A New Hypromellose Capsule Part II Disintegration And Dissolution Comparison Between Two Type Of Hypromellosecapsules. *International Journal of Pharmaceutics*. 386: 30-41.
- Lewerissa S. (2006). Isolasi dan Karakterisasi *Eucheuma cottonii* dari Tual Maluku Tenggara. *Ichthyos*. 5(1): 27-32.
- Mahayasih PG, Handoyo T, Hidayat A M. (2014). Uji Aktivitas Protein Larut Air Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri Blume*) terhadap *E coli* dan *S aureus*. *e-Jurnal Pustaka Kesehatan*. 2(2): 185 – 191.
- Meyer RC, Winter AR, and Weister HH. (1959). Edible protective coatings for extending the self life of poultry. *Food Technology*. 13: 146 - 148.
- Nur MR, dan Dewi R. (2018). Uji Aktivitas Antifungi Kitosan Terhadap *Aspergillus flavus*. *Seminar Nasional Pendidikan Biologi Kepulauan*. 47 – 51.
- Purwatmaja AB, Widati AS, & Widyastuti ES. (2013). Pengaruh Perendaman Bakso Daging Ayam dalam Larutan Kitosan Ditinjau dari Kualitas Mikrobiologis dan Fisik. Fakultas

Peternakan Universitas Brawijaya.
Malang.

Rhoades dan Roller. (2000). Antimicrobial actions actions of degraded and native chitosan against spoilage organisms in laboratory media and foods. *Appl Environ Microbiol.* 66 (1): 80-86.

Sarwono, R. (2010). *Pemanfaatan Kitin/Kitosan sebagai Bahan Antimikroba*. Pusat Penelitian Kimia, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.

Suherman, B., Muhdar, L., & Rosmala, D. S. T. (2018). Potensi Kitosan Kulit Udang Vannemei (*Litopenaeus bannamei*) sebagai Antibakteri terhadap *Staphylococcus epidermis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Propionibacterium agnes*, dan *Escherichia coli* dengan Metode Difusi Cakram Kertas. *Media Farmasi*, (9)1.

Suptijah P, Suseno SH, Kurniawati. (2012). Aplikasi Karagenan Sebagai Cangkang Kapsul Keras Alternatif Pengganti Kapsul Gelatin. *JPHPI*. 15(3): 223 – 231.

Wahyuni, S., Khaeruni, A., & Hartini. (2013). Kitosan Cangkang Udang Windu sebagai Pengawet Ikan Gabus (*Channa striata*). *JPHPI*. 16(3): 233-241.

Winarno FG. (1996). *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama

Zulferiyenni dan Hidayati S. (2016). Sifat Kimia Limbah Padat Rumput Laut Hasil Pemurnian Menggunakan H₂O₂ dan NaOH. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian*. 141 – 148.