

KARAKTERISASI CHITOSAN DAN CHITOSAN POLYMER MEDIUM DARI CANGKANG KEPITING BATU***Characterization of Chitosan and Chitosan Polymer Medium From Stone Crab's (Grapsus albolineatus) Shells*****Eko Cahyono, Stevy Imelda Murniati Wodi, Jumardi Tondais**

Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Laut Politeknik Negeri Nusa Utara

Email: ekocahyono878@gmail.com

Abstrak: Kepiting batu (*Grapsus albolineatus*) merupakan spesies yang banyak ditemukan di pantai berbatu dan eksoskeletonnya adalah salah sumber potensial *chitin-chitosan*. *Chitosan* adalah polimer bersifat polikationik dengan *chitosan polymer medium* (CPM) yang memiliki molekul lebih sederhana sebagai salah satu turunannya. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan mutu *chitosan* dan *chitosan polymer medium* dari cangkang kepiting batu. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental. Hasil analisis membuktikan bahwa cangkang kepiting memiliki komposisi 4.17±0.08 air, 54.4±2.78 abu, 6.28±0.05 lemak, 23.48±0.01 protein, 11.70±2.93 kaborhidrat. Karakterisasi *chitosan* memperlihatkan rendemen sebesar 10±0.70%, kadar air 8.10±0.14%, abu 19.39±0.55%, lemak 6.26±0.37%, protein 8.24±0.34%, karbohidrat 50.03±0.04%, derajat putih 60.61±0.86% , viscositas 7.30±0.42 cps dan derajat deasetilasi 55.92±1.30%. Untuk *chitosan polymer medium*, rendemennya mencapai 98.33±0.40% dan derajat deasetilasinya sebesar 60.22±0.24%. *Chitosan* dan *chitosan polymer medium* dari cangkang kepiting batu (*Grapsus albolineatus*) masih memenuhi standar yang ditetapkan SNI.

Kata kunci: kepiting batu, kitosan, kitosan polimer medium

Abstract: Stone crab (*Grapsus albolineatus*) is a species commonly found in rocky beaches. Its exoskeleton is a good source of chitin and/or chitosan. Chitosan represents a polycationic polymer with chitosan polymer medium (CPM) having simpler molecular formula than chitosan as chitosan's derivative. The objective of this research was to determine the quality of chitosan and chitosan polymer medium from rock crab's shells. Experimental method was used in this study with characterization of the crab's shells showing a composition of 4.17±0.08%, water, 54.4±2.78% ash, 6.28±0.05% fat, 23.48±0.01% protein and 11.70±2.93% carbohydrate. Similar characterization on chitosan revealed a composition of 10±0.70% rendemen, 8.10±0.14% water, 19.39±0.55% ash, 6.26±0.37% fat, 8.24±0.34% protein, 50.03±0.04% carbohydrate, 60.61±0.86% white degree, 7.30±0.42 cps viscosity and 55.92±1.30% degrees of deacetylation. Although chitosan contained similar composition of white degree (60%) and deacetylation (60%) to chitoxan polymer medium, CPM had higher composition of rendemen (98.33±0.40%) than chitosan (10±0.70%). In conclusion, this study shows that chitosan and chitosan polymer medium of *G. albolineatus* met our national standard (SNI).

Keyword: chitosan, chitosan polymer medium, stone crab

PENDAHULUAN

Kepiting batu (*Grapsus albolineatus*) merupakan spesies berwarna hitam kehijauan yang ditemukan di pantai berbatu. Ciri khas kepiting batu termasuk (1) memiliki kaki jalan yang panjang, (2) tidak memiliki kaki renang, (3) memiliki capit berukuran kecil, dan (4) capit berwarna ungu. Kepiting batu memiliki warna menarik pada organ karapas yang mengindikasikan pigmen (Makalalag *et al.* 2017). Berdasarkan studi empiris, kepiting batu memiliki jumlah sangat melimpah di Kepulauan Sangehe khususnya di sepanjang Teluk Tahuna, Kepulauan Tinakareng dan Pelabuhan perdagangan Petta. Meskipun kepiting ini umumnya tidak memiliki nilai ekonomis, cangkang kepiting ini punya nilai jual karena merupakan sumber *chitin-chitosan*.

Dengan struktur [β -(1-4)-2-amina-2-deoksi-D-glukosa], *chitosan* adalah hasil deasetilasi dari *chitin*. *Chitosan* merupakan suatu polimer yang bersifat polikationik. Keberadaan gugus hidroksil dan amino berada di sepanjang rantai polimer (Anas *et al.* 2018). Lebih lanjut Sugiyanti *et al.* (2018) menyatakan bahwa *chitosan* merupakan *biopolymer* alami terbanyak kedua setelah selulosa, yang terdapat di alam dan dapat diaplikasikan dalam bidang pangan dan kesehatan. *Chitosan* dapat dimanfaatkan sebagai antibakteri (Suherman *et al.* 2018), penjernih air (Mustafiah *et al.* 2018), antikanker (Ibrahim dan Lim 2018), *edible coating* (Ventura-Aguilar *et al.* 2018). *Chitosan* dapat dimanfaatkan lebih lanjut sebagai (CPM) dengan cara memotong polimer rantai panjang menjadi *chitosan polymer medium*.

Chitosan polymer medium (CPM) merupakan salah satu bentuk turunan *chitosan*, diperoleh dengan cara pengecilan polimer panjang menggunakan *magnetic stirrer* dimana jumlah monomernya menjadi lebih pendek. Pembuatan CPM ini menggunakan konsentrasi asam asetat 1% sebanyak 100 mL (Mardani 2015). Berdasarkan uraian dari latar belakang di atas maka perlu dilakukan karakterisasi *chitosan* dan *chitosan polymer medium*.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan antara lain erlenmeyer 1000 mL, beaker gelas 1000 mL, timbangan, kompor listrik, sudip, oven pengering, pH meter, *magnetic stirrer*, gelas ukur 100 mL, wadah (loyang) dan *hot plate*, desikator dan cawan porselin. Bahan yang digunakan kepiting batu (*Grapsus albolineatus*), NaOH 1 N, HCl 1 N, NaOH 30 N, CH₃COOH 1 N dan aquadest.

Ekstraksi Chitosan (Cahyono 2018)

Proses pembuatan *chitosan* terdiri dari 3 tahap yaitu deproteinasi, demineralisasi dan deasetilasi. Tahap deproteinasi menggunakan NaOH konsentrasi 1 N. Tahap demineralisasi menggunakan HCl konsentrasi 1 N. Tahap deasetilasi menggunakan NaOH dengan konsentrasi 20 N.

Ekstraksi Chitosan Polimer Medium (Mardani 2015) modifikasi

Sampel *chitosan* ditimbang sebanyak 5 g. Larutkan *chitosan* pada Asam asetat 1 N (1:100 b/v). Sampel dipanaskan menggunakan *hot plate* pada suhu ± 40 °C. Sampel diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama ± 1 jam. Tambahkan asam asetat 1 N sebanyak 400 mL sehingga total larutan menjadi 500 mL. Pemotongan *polymer* dilakukan dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama ± 10 menit pada suhu ± 40 °C. Proses presipitasi dilakukan dengan larutan NaOH 1 N. Sampel dicuci menggunakan aquadest hingga pH netral. Sampel dikeringkan pada suhu 80 °C selama ± 6 jam.

Parameter Pengujian

Parameter uji dalam penelitian ini meliputi kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, karbohidrat, viscositas, derajat putih, dan derajat deasetilasi menggunakan metode AOAC (2005).

Analisa Data

Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara deskriptif untuk menginterpretasikan hasil penelitian yang telah diperoleh baik dalam bentuk gambar maupun tabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Cangkang Kepiting

Cangkang kepiting adalah lapisan keras terluar dari tubuh kepiting dengan karakteristik seperti tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakterisasi cangkang kepiting

Parameter	Data Penelitian	Humairah (2017)
Kadar air (%)	4.17 \pm 0.08	5.39
Kadar abu (%)	54.4 \pm 2.78	57.56
Kadar lemak (%)	6.28 \pm 0.05	2.38
Protein (%)	23.48 \pm 0.01	14.11
Karbohidrat (%)	11.70 \pm 2.93	26.25

Kadar Air

Cangkang kepiting hasil penelitian memiliki kadar air 4.17 \pm 0.08%. Kadar air merupakan suatu parameter yang sangat penting untuk menentukan mutu cangkang kepiting (Tondais *et al.* 2020). Kadar air yang rendah dapat menekan atau mengurangi kerusakan cangkang kepiting, seperti terhindar dari adanya aktivitas mikroorganisme akibat kelembaban. Menurut Humairah (2017) kadar air cangkang kepiting sebesar 5.39%. Kadar air yang rendah diduga akibat pengeringan dengan suhu tinggi sehingga air yang terkandung dalam bahan berkurang.

Kadar Abu

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar abu cangkang kepiting dari hasil penelitian 54.4 \pm 2.78%. Kadar abu merupakan suatu parameter untuk mengetahui mineral yang ada pada limbah cangkang kepiting. Menurut Nduru *et al.* (2018) abu adalah residu organik dari pembakaran komponen organik

sedangkan mineral merupakan komponen penyusun abu yang terdapat dalam proporsi yang berbeda-beda tergantung jenis bahan organiknya. Menurut Humairah (2017) kadar abu cangkang kepiting adalah 57.26%; Nduru *et al.* (2018) 51.00%.

Lemak

Lemak pada cangkang kepiting hasil penelitian $6.28 \pm 0.05\%$. Lemak merupakan senyawa organik yang terdapat di alam tidak larut dalam air, namun larut dalam pelarut organik non-polar, seperti dietil eter, kloroform, benzena serta hidrokarbon lainnya. Menurut Humairah (2017) Lemak yang ada pada cangkang kepiting yaitu 2.38%. Tingginya lemak dikarenakan adanya pigmen dan sisa daging yang masih menempel pada cangkang.

Protein

Protein cangkang kepiting penelitian $23.48 \pm 0.01\%$. Protein adalah senyawa organik kompleks berbobot mempunyai molekul tinggi yang merupakan polimer dari monomer asam amino yang dihubungkan satu sama lain dengan satu ikatan peptida. Menurut Maidin (2017) secara umum cangkang kepiting mengandung protein antara 15.60%-23.90%.

Karbohidrat

Karbohidrat yang terkandung dalam cangkang kepiting hasil penelitian $11.70 \pm 2.93\%$. Karbohidrat merupakan zat gizi sebagai sumber utama yang sangat penting bagi seluruh makhluk hidup karena molekulnya menyediakan unsur karbon yang dapat dipergunakan oleh sel. Menurut Siregar (2017) karbohidrat adalah salah satu zat gizi yang diperlukan oleh seluruh makhluk hidup yang berfungsi untuk menghasilkan energi. Menurut Humairah (2017) Karbohidrat yang terkandung dalam cangkang kepiting adalah 26.25%.

Karakterisasi Chitosan

Chitosan adalah suatu *biopolymer* dengan struktur $[\beta-(1-4)-2\text{-amina } -2\text{-deoksi } -D\text{-glukosa}]$ yang dihasilkan dari suatu proses deasetilasi kitin dengan menggunakan larutan basa kuat. Menurut Rani *et al.* (2018) *Chitosan* adalah senyawa yang bersifat polikationik dengan rumus kimia poli (2-amino-2-dioksi- β -D-Glukosamin) yang dapat dihasilkan melalui proses hidrolisis *chitin* dengan menggunakan basa kuat. *Chitosan* memiliki karakterisasi yaitu dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakterisasi *Chitosan*

Parameter	Data Penelitian	EFSA (2010)	GRAS (2012)	SNI (2013)
Rendemen (%)	10 ± 0.71	-	-	-
Kadar Air (%)	8.10 ± 0.14	≤ 10	≥ 10	≤ 12
Kadar Abu (%)	19.39 ± 0.55	≤ 3	≤ 0.5	≤ 5
Kadar Lemak (%)	6.26 ± 0.37	≤ 1	-	-
Kadar Protein (%)	8.24 ± 0.34	≤ 6	0.02 g/100 g	-
Karbohidrat *) (%)	58.03 ± 0.44	-	-	-
Derajat Putih (%)	60.61 ± 0.86	-	White powder	Coklat muda
Viscositas (cPs)	7.30 ± 0.42	-	25-5.000	-
Derajat Deasetilasi (%)	55.92 ± 1.30	≥ 90	75-95	≥ 75

Keterangan: *) by difference

Rendemen

Rendemen adalah perbandingan jumlah *chitosan* yang dihasilkan dari ekstraksi cangkang kepiting batu (*Grapsus albolineatus*). Menurut Lalenoh dan Cahyono (2018) rendemen merupakan salah satu parameter yang penting dalam proses pembuatan *chitosan*. Rendemen *chitosan* penelitian $10 \pm 0.71\%$. Menurut Supriyanti *et al.* (2018) rendemen *chitosan* berdasarkan berat *chitosan* yang dihasilkan dibagi dengan berat *chitin* yang diperoleh dari penelitian yaitu $10 \pm 0.71\%$. Rendemen yang rendah pada hasil penelitian dapat dipengaruhi oleh konsentrasi NaOH yang tinggi, dikarenakan proses penetralannya memakan waktu yang cukup lama sehingga jumlah rendemen semakin berkurang. Menurut Widia *et al.* (2018) Rendemen yang rendah disebabkan oleh proses-proses pembuatan *chitosan*. Proses ini menyebabkan sebagian komponen seperti mineral, protein dan gugus asetil yang terdapat dalam bahan hilang, sehingga menyebabkan rendemen *chitosan* rendah. Perbedaan nilai rendemen *chitosan* yang dihasilkan diduga dipengaruhi oleh proses pemutusan ikatan asetil pada proses hidrolisis *chitosan* yang menyebabkan

penurunan ukuran molekul sehingga bobot molekul *chitosan* menjadi lebih ringan (Syukron 2016).

Kadar Air

Kadar air merupakan suatu parameter untuk menentukan mutu *chitosan*. Mutu *chitosan* dipengaruhi oleh rendahnya kadar air yang terkandung dalam *chitosan*. Kadar air yang rendah dapat menghambat dan mengurangi kerusakan pada *chitosan*, misalnya dapat terhindar dari adanya aktivitas mikroorganisme yang disebabkan oleh tingkat kelembaban. Menurut Yanti *et al.* (2018) Kadar air merupakan salah satu parameter yang sangat penting untuk menentukan kualitas *chitosan*, kadar air yang rendah dapat menekan serta mengurangi kerusakan pada *chitosan*, seperti terhindar dari suatu aktivitas mikroorganisme yang dapat dipengaruhi oleh kelembaban. *Chitosan* yang dihasilkan dari penelitian memiliki kadar air sebesar $8.10 \pm 0.14\%$. Kadar air *chitosan* hasil penelitian masih berada di dalam standar mutu yang ditetapkan EFSA (2010) yaitu ≤ 10 .

Kadar Abu

. Kadar abu *chitosan* dari hasil penelitian adalah $19.39 \pm 0.55\%$. Kadar abu merupakan campuran dari komponen anorganik dan mineral yang terkandung dalam suatu bahan pangan. Menurut Siregar *et al.* (2016) kadar abu merupakan parameter untuk mengetahui mineral yang ada dalam suatu bahan yang mencirikan keberhasilan proses demineralisasi yang dilakukan. Menurut Cahyono *et al.* (2018) kadar abu *chitosan* merupakan suatu parameter yang utama untuk menentukan mutu *chitosan* karena bebera residu abu dari *chitosan* dapat mempengaruhi ciri khas yang lebih penting lainnya dari produk akhir. Menurut Widia *et al.* (2018) kadar abu *chitosan* merupakan indikator keefektifan dari tahap demineralisasi *Chitosan* yang dihasilkan dari penelitian memiliki kadar abu yang sangat tinggi melebihi batas maksimum standar mutu kadar abu *chitosan* yang ditetapkan EFSA (2010) $\leq 3\%$; GRAS (2012) $\leq 0.5\%$; SNI (2013) $\leq 5\%$.

Lemak

Lemak *chitosan* dari hasil penelitian sebesar $6.26 \pm 0.37\%$. Lemak merupakan suatu kelompok organik yang tidak larut dalam air. Menurut Sanusi dan Widiyanto (2018) lemak lebih banyak disimpan pada umumnya di bawah kulit (jaringan adipose), jaringan otot serta pada bagian tubuh tertentu seperti perut, lengan, paha dan pinggul. Menurut Gintu *et al.* (2014) kadar lemak yang terkandung dalam *chitosan* hasil penelitian yaitu 2.09%. Lebih lanjut menurut Cahyono (2018) kadar lemak yang terkandung dalam *chitosan* hasil penelitian yaitu sebesar 3.13%. Tingginya kadar lemak yang terkandung dalam *chitosan* hasil penelitian disebabkan konsentrasi basa kuat pada proses deproteinase serta konsentrasi asam kuat pada proses demineralisasi.

Protein

Protein merupakan suatu senyawa yang dibutuhkan dalam tubuh manusia sebagai zat pendukung pertumbuhan dan perkembangan (Cahyono dan Mardani 2020). Protein *chitosan* dari hasil penelitian yaitu 8.24%. Menurut Edward *et al.* (2016) dari hasil penelitian yang dilakukan protein yang terkandung dalam *chitosan* adalah 0.29%. Lebih lanjut menurut Gintu *et al.* (2014) kadar protein yang terkandung dalam *chitosan* dari hasil penelitian yaitu sebesar $8.24 \pm 0.34\%$. Tingginya protein yang terkandung dalam *chitosan* hasil penelitian diduga proses deproteinase yang kurang sempurna.

Karbohidrat

. Karbohidrat yang terkandung dalam *chitosan* dari hasil penelitian yaitu $58.03 \pm 0.44\%$. Karbohidrat adalah suatu senyawa organik yang terdiri dari unsur karbon, *hydrogen* dan oksigen. Menurut Siregar (2017) karbohidrat sebagai zat gizi merupakan nama kelompok zat-zat organik yang mempunyai struktur molekul yang berbeda-beda, meski terdapat persamaan-persamaan dari sudut kimia dan fungsinya. Fungsi

karbohidrat yang paling utama adalah untuk menghasilkan energi Menurut hasil penelitian Cahyono (2018) karbohidrat yang terkandung dalam *chitosan* sebesar 81.39%. Kadar karbohidrat hasil penelitian sangat rendah dibandingkan dengan hasil penelitian Cahyono (2018).

Derajat Putih

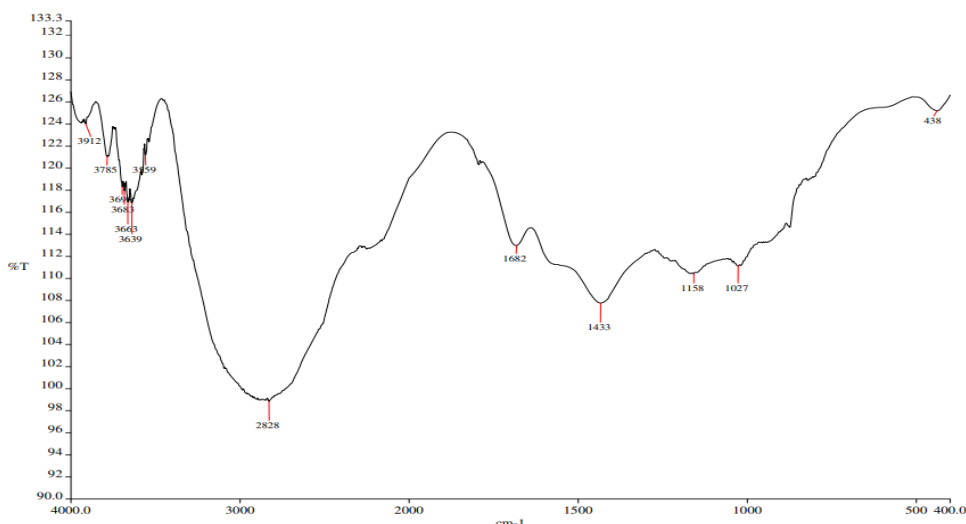
Derajat putih merupakan tingkatan warna putih yang dimiliki oleh suatu bahan. Menurut Prinaldi *et al.* (2018) analisis derajat putih dilakukan untuk mengukur tingkat warna putih suatu material. Tingkat derajat putih *chitosan* pada hasil penelitian adalah $60.61 \pm 0.86\%$. Menurut Cahyono (2018) *chitosan* dari hasil penelitian berwarna putih kecoklatan. *Chitosan* dari hasil penelitian memiliki warna kuning pucat. Perubahan warna pada *chitosan* diduga karena perlakuan menggunakan NaOH dan pemanasan mengakibatkan perubahan warna *chitosan* menjadi kuning pucat. Menurut Stefunny *et al.* (2016) *Chitosan* dari hasil penelitian yaitu berwarna putih.

Viskositas

Viskositas *chitosan* dari hasil penelitian adalah 7.30 ± 0.42 cPs. Viskositas merupakan salah satu sifat atau karakteristik suatu bahan. Menurut Siregar *et al.* (2016) larutan *chitosan* merupakan senyawa kimia berupa rantai-rantai polimer yang mempunyai viskositas tinggi. *Chitosan* dari hasil preparasi dalam penelitian memiliki viskositas 109.11-161.78 cPs. Viskositas *chitosan* dapat diukur dengan cara melarutkan 1% kitosan ke dalam larutan asam asetat 1% kemudian diukur viskositasnya dengan alat viscometer (Siregar *et al.* 2016). Lebih lanjut lagi menurut hasil penelitian Cahyono (2018) viskositas *chitosan* dari hasil penelitian adalah 1.713,04 cPs. Viskositas diukur dengan viskometer *ubbelohde* pada kecepatan 50 rpm menggunakan *spindle* nomor 2 selama 1 menit.

Derajat Deasetilasi (DD)

Deasetilasi merupakan proses untuk menghilangkan gugus asetil yang ada pada bahan (Cahyono *et al.* 2019). Menurut Safitri *et al.* (2016) deasetilasi adalah proses pembentukan *chitosan* dari kitin dengan menggunakan larutan basa kuat NaOH untuk mengganti gugus asetonamida dengan gugus amino. Lebih lanjut Menurut Widia *et al.* (2018) derajat deasetilasi merupakan salah satu karakteristik kimia yang paling penting karena mempengaruhi kemampuan *chitosan* pada berbagai aplikasinya. Proses deasetilasi bertujuan untuk memutuskan ikatan kovalen antara gugus asetil dengan nitrogen pada gugus asetonamida kitin menghasilkan gugus amina terdeasetilasi. Penghilangan gugus asetil yang berada pada gugus asetonamida *chitin* yaitu dikenal dengan istilah DD (Mursida *et al.* 2018). Derajat deasetilasi *chitosan* hasil penelitian adalah $55.92 \pm 1.30\%$. Menurut Cahyono (2018) DD *chitosan* dari hasil penelitian yaitu 98.65%. Spektrum FTIR (*Fourier Transform Infrared*) *chitosan* hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 4. Spektrum FTIR (*Fourier Transform Infrared*) Chitosan

Karakterisasi Chitosan Polimer Medium

Chitosan polimer medium adalah salah satu bentuk turunan dari *chitosan*, diperoleh dengan cara pengecilan *polymer* panjang menggunakan *magnetic stirrer* dimana jumlah monomernya menjadi lebih pendek (Mardani 2015). *Chitosan polimer medium* memiliki karakterisasi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Karakterisasi *chitosan polimer medium*

Parameter	Data Penelitian	Mardani 2015
Rendemen (%)	98.33	-
Derajat Deasetilasi (%)	60.22	92.60

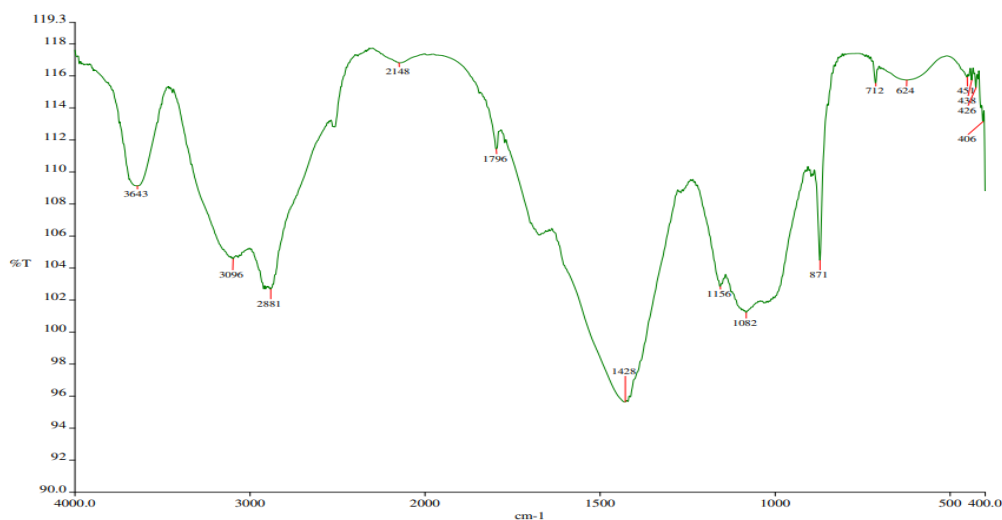
Rendemen

Rendemen merupakan suatu perbandingan jumlah *chitosan polimer medium* dibagi dengan berat *chitosan* yang diperoleh dari penelitian. Rendemen *chitosan polimer medium* hasil penelitian adalah 98.33%. Tingginya rendemen yang dihasilkan disebabkan oleh konsentrasi asam asetat yang rendah sehingga proses penetralannya tidak memakan waktu yang cukup lama. Jika proses penetralannya memerlukan waktu yang lama maka rendemen

chitosan polimer medium semakin kecil. Kecilnya rendemen yang dihasilkan disebabkan oleh konsentrasi asam asetat yang sangat tinggi.

Derajat Deasetilasi (DD)

Derajat deasetilasi adalah suatu parameter lepasnya suatu gugus aseti dari kitin (Cahyono 2018). Derajat deasetilasi CPM ditentukan dengan menggunakan spectrum inframerah. Frekuensi yang digunakan berkisar antara 4000 cm^{-1} sampai dengan 400 cm^{-1} . Derajat deasetilasi CPM ditentukan dengan metode *baseline* (Mardani 2015). Derajat deasetilasi *chitosan polimer medium* dari hasil penelitian dihitung dengan menggunakan metode *baseline*. Metode ini dilakukan agar dapat mengetahui DD *chitosan polimer medium* dengan cara mengukur *peak* bagian bawa dan *peak* bagian atas dengan menggunakan mistar. Dari hasil pengukuran gelombang spektrum inframerah kemudian dilakukan penghitungan agar dapat mengetahui DD *chitosan polimer medium*. Derajat deasetilasi *chitosan polimer medium* dari hasil perhitungan yaitu sebesar 45.15%. Spektrum FTIR (*Fourier Transform Infrared*) *chitosan polymer medium* dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar 5. Spektrum FTIR *Chitosan Polimer Medium*

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa *chitosan* dan *chitosan polymer medium* dari cangkang kepiting batu (*Grapsus albolineatus*) masih memenuhi standar yang ditetapkan SNI.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya dapat disarankan pembuatan *chitosan* dan *chitosan polimer medium* menggunakan metode hidrolisis bertekanan agar lebih aman dan menghasilkan *chitosan* dan *chitosan polimer medium* yang sesuai standar mutu pangan dan farmasi.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 2005. Official Methods of Analysis. 18thed. Maryland: Association of Official Analytical Chemists Inc.
- Anas A, Ahzan S, Sabda Budi P D. 2018. Pembuatan Filter Penangkap Eas (Au) Menggunakan Kitin Dan Kitosan Dari Cangkang Kepiting. *Pendidikan Fisika*. 5 (2):23-30.
- Cahyono E. 2018. Karakteristik Kitosan dari Limbah Kulit Udang Windu (*Panaeus monodon*). *Jurnal Akuatika Indonesia*. 3(2): 96-102.
- Cahyono E, Wodi SIM, Kota N. 2018. Aplikasi Kitosan Kulit Udang Windu (*Panaeus monodon*) Sebagai Pengawet Alami Pada Tahu. *Jurnal Ilmiah Tindalung*. 4(1):41-44
- Cahyono E, Jonas JF, Lalenoh BA, Kota N. 2019. Karakterisasi Kalsium Karbonat (CaCO₃) Dari Cangkang Landak Laut (*Diadema setosum*). *Jurnal Fishtech*. 8(1):28-34
- Cahyono E, Mardani I. 2020. Identifikasi Asam Amino Ikan Layang (*Decapterus russelli*) Pada Lokasi Penangkapan Berbeda. *Jurnal Pengolahan Pangan*. 5(1):1-6.
- Edward J, Dompeipen, Kaimudin M, Riardi P, Dewa. 2018. Isolasi Kitin dan Kitosan dari Limbah Kulit Udang. *Jurnal Kementerian Perindustrian*. 12(1): 32-38.
- [EFSA] European Food Safety Authority. 2010. Scientific opinion on the safety of chitinglucan as a novel food ingredient. *European Food Safety Authority*. 8(7):1-17.
- Gintu R A, Soetjipto H, Cahyanti N. M. 2014. Karakterisasi dan Sifat Fisikokimia Kitosan dari Kulit Udang. [Makalah Paralel]. Fakultas Sains dan Matematika. Universitas Kristen Satya Wacana.
- [GRAS] Generally Recognized As Safe. 2012. *Chitoclear® shrimp derived chitosan: food usage conditions for general recognition of safety*. Iceland (IL): GRAS
- Humairah S. 2017. Komposisi Kimia Tepung Cangkang Kepiting Bakau (*Scylla sarrata*). *Jurnal Online Mahasiswa*. Pekan baru. FPK UNRI.
- Ibrahin AFM dan Lim YS. 2018. Synthesis of graphene oxide membranes on polyester substrate by spray coating for gas separation. *Chemical Engineering Science*. 190(23): 312-319
- Lalenoh B dan Cahyono E. 2018. Karakterisasi Kitosan dari Limbah Rajungan (*Portunus pelagicus*). *Jurnal Ilmiah Tindalung*. 4(1): 30-33.
- Maidin N A. 2017. Produksi Kitosan dari Limbah Cangkang Kepiting Rajungan (*Portunidae*) Secara Enzimatis dan Aplikasinya sebagai Penurun Kolesterol. [Tesis]. Universitas Hasanuddi Makasar.
- Makalalag S, Saadah J D, Paransa1, M H D, Mantiri. 2017. Penentuan Kandungan Pigmen Karotenoid Pada Kepiting *Grapsus Albolineatus* (Lamarck) Betina Dari Perairan Pesisir Pantai Desa Tanawangko. *Pesisir Dan Laut Tropis*. 3(1).1-9.
- Mardani I. 2015. Masker *Chitosan Polymer Medium* Pereduksi Asap Rokok dan Emisi Kendaraan Bermotor. [Skripsi]. Teknologi Hasil Perairan. Institut Pertanian Bogor.

- Mursida, Tasir, Sahriawati. 2018. Efektifitas Larutan Alkali Pada Proses Deasetilasi Dari Berbagai Bahan Baku Kitosan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 21(2):356-366.
- Mustafiah, Darnengsih D, Sabara Z, Abdul Majid R. 2018. Pemanfaatan Kitosan Dari Limbah Kulit Udang Sebagai Koagulan Penjernihan Air. *Journal of Chemical Process Engineering*. 3(1):27-32.
- Nduru A M F, Drastinawati, Yenti R S. 2018. Isolasi Kitin dari Limbah Cangkang Kepiting (*Scylla sp*) dengan Variasi Pelarut pada Proses *Bleaching*. [Jom FTEKNIK]. 5(1): 1-6.
- Prinaldi V W, Suptija P dan Uju. 2018. Karakteristik Sifat Fisikokimia Nano-Kalsium Ekstrak Tulang Ikan Tuna Sirip Kuning (*Thunnus Albacares*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 21(3): 385-395.
- Rani A, Drastinawati, Yusnimar. 2018. Sintesis Kitosan Dari Limbah Cangkang Kepiting Dengan Variasi Konsentrasi Naoh Dan Kecepatan Pengadukan. [Jom FTEKNIK]. 5(2): 1-5.
- Safitri D R N, Dali S, Fawwaz M. 2016. Isolasi Kitosan Dari Limbah Cangkang Kepiting Bakau (*Scylla Serrata*) dan Aplikasinya Terhadap Penyerapan Trigliserida. 8(2): 20-27.
- Sanusi R, Widiyanto W. 2018. Pengembangan model aquarobic exercise untuk pembakaran lemak pada overweight. *Jurnal Keolahragaan*. 6(2):139-149
- Siregar C E, Suryati1 dan Hakim L. 2016. Pengaruh Suhu Dan Waktu Reaksi Pada Pembuatan Kitosan Dari Tulang Sotong (*Sepia officinalis*). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 5(2): 37-44.
- [SNI] Standarisasi Nasional Indonesia. 2013. *Kitosan: syarat mutu dan pengolahan*. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.
- Stefunny, Zaharah A T, Harlia. 2016. Sintesis, Karakterisasi Dan Aplikasi Kitosan Dari Cangkang Udang Wangkang (*Panaeus orientalis*) Sebagai Koagulan Dalam Menurunkan Kadar Bahan Organik Pada Air Gambut. [JKK]. 5(3): 52-59.
- Sugiyanti D, Darmadji P, Santoso U, Pranoto Y, Anwar C, Anggrahini S. 2018. Biological Activity of Native and Low Molecular Weight Chitosan obtained by Steam Explosion Process. *Pak J Biol Sci* .21(9):441-447.
- Suherman B, Muhdar L, Dewi Rosmala Teresia S. 2018. Potensi Kitosan Kulit Udang Vannemei (*Litopenaeus Vannamei*) Sebagai Antibakteri Terhadap *Staphylococcus Epidermidis*, *Pseudomonas Aeruginosa*, *Propionibacterium Agnes*, Dan *Escherichia Coli* Dengan Metode Difusi Cakram Kertas. *Farmasi Poltekkes Kemenkes Makassar*. 14 (1):116-127.
- Supriyantini E, Yulianto B, Ridlo A, Sedjati S , Caesario Nainggolan A . 2018. Pemanfaatan Chitosan Dari Limbah Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*) sebagai Adsorben Logam Timbal (Pb). *Kelautan Tropis*. 21(1):23-28.
- Tondais J, Sombo DE, Lalenoh BA, Mappiratu M, Adrian A, Cahyono E. 2020. Ekstraksi Flavour dari Tepung Ikan Layang (*Decapterus sp.*) Menggunakan Enzim Protease Biduri (*Calotropis gigantea*). *Jurnal Fishtech*. 9(1):6-12
- Ventura-Aguilar RI, Baños S. B, García G. F, Avejar L. Z. 2018. Impact of chitosan based edible coatings functionalized with natural compounds on *Colletotrichum fragariae* development and the quality of strawberries. *Food Chemistry*. 262 (1):142-149.
- Widia, Sukmiwati M, Karnila R. 2018. Potensi Antioksidan Pada Kitosan Cangkang Kepiting Bakau (*Scylla Serrata*) Dengan penambahan Naoh Berbeda. Fakultas Perikanan Dan Kelautan. Universitas Riau Pekanbaru.
- Yanti R, Drastinawati, Yusnimar. 2018. Sintesis Kitosan Dari Limbah Cangkang Kepiting Dengan Variasi Suhu Dan Waktu Pada Proses Deasetilasi. [Jom FTEKNIK]. 5(2): 1-7.