

Kajian Pemanfaatan Limbah Rajungan dan Aplikasinya untuk Bahan Minuman Kesehatan Berbasis Kitosan

*Study of Utilization of Crabs Processing Wastes and Its Application
for Chitosan-Based Healthy Drink*

Emma Rochima

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Padjadjaran
Jl. Raya Jatinangor Km 21 Sumedang UBR 40600
E-mail korespondensi: erochima@unpad.ac.id

Abstrak

Kitin adalah biopolimer yang tersusun atas unit N-asetil-D-glukosamin dengan ikatan Beta-(1,4) yang paling banyak dijumpai di alam setelah selulosa. Di Indonesia limbah kitin yang belum dimanfaatkan sebesar 56.200 metrik ton per tahun. Limbah ini belum termanfaatkan secara baik dan berdaya guna, bahkan sebagian besar merupakan buangan yang juga turut mencemari lingkungan. Di pihak lain, buangan tersebut ternyata sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai kitosan. Tujuan penulisan kajian ini adalah untuk menggambarkan pemanfaatan limbah rajungan menjadi kitosan lalu mengaplikasikan kitosan tersebut sebagai bahan minuman kesehatan. Hasil kajian kitosan diharapkan akan dapat diterapkan sebagai bahan baku industri berbasis biota laut.

Kata kunci : limbah, rajungan, kitin, kitosan, minuman, kesehatan

Abstract

Chitin is a biopolymer composed of units of N-acetyl-D-glucosamine by bonds Beta-(1,4) are most often found in nature after cellulose. In Indonesia chitin waste untapped by 56,200 metric tons per year. This waste has not been utilized properly and efficiently, even a majority of the waste which also pollute the environment. On the other hand, turns the waste's potential to be used as a very chitosan. The purpose of writing this review is to describe the use of waste into a small crab chitosan and chitosan apply such as a health drink. The results of the study will be applicable for chitosan as raw materials of marine-based industries.

Keywords: waste, crab, chitin, chitosan, health drink

Pendahuluan

Indonesia sebagai negara maritim memiliki potensi lestari perikanan laut diperkirakan sebesar 6,4 juta ton per tahun yang tersebar di perairan wilayah Indonesia dan ZEE (Zona Ekonomi Eksklusif). Dari potensi tersebut, sebesar 80 persen atau 5,12 juta ton pertahunnya merupakan jumlah tangkapan yang diperbolehkan. Selain itu, ada juga potensi perikanan lain untuk dikembangkan, yaitu (a) perikanan tangkap di perairan umum seluas 54 juta ha dengan potensi produksi 0,9 juta ton per tahun; (b) budidaya laut yang meliputi budidaya ikan, budidaya moluska dan budidaya rumput laut; (c) budidaya air payau dengan potensi lahan pengembangan sekitar 913.000 ha; (d) budidaya air tawar meliputi budidaya di perairan umum, budidaya di kolam air tawar dan budidaya mina padi di sawah; serta (e) bioteknologi kelautan termasuk pemanfaatan limbah hasil samping olahannya untuk pengembangan industri farmasi, kosmetik, pangan, pakan dan produk-produk non-konsumsi (Departemen Kelautan dan Perikanan, 2005).

Rajungan merupakan salah satu komoditas perikanan yang mempunyai nilai ekonomis tinggi. Selain untuk memenuhi keperluan gizi di dalam negeri juga merupakan salah satu komoditas ekspor dalam bentuk rajungan beku atau kemasan daging dalam kaleng. Dalam proses pengambilan dagingnya, dihasilkan limbah kulit (cangkang) cukup banyak hingga mencapai sekitar 40-60 persen dari total berat rajungan. Di pihak lain, limbah cangkang rajungan mengandung senyawa kimia bermanfaat seperti protein, mineral dan kitin dalam jumlah cukup banyak. Berdasarkan data Departemen Kelautan dan Perikanan 2003, limbah kitin yang belum dimanfaatkan sebesar 56.200 metrik ton per tahun. Limbah ini belum dimanfaatkan secara baik dan berdaya guna, bahkan sebagian besar merupakan buangan yang juga turut mencemari lingkungan. Di pihak lain, buangan tersebut ternyata sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai kitosan. Data Sanford (2003) menyatakan bahwa pada tahun 2002 sejumlah 10.000 ton kitin diproduksi secara komersil dari industri kelautan, dan sekitar 25 persennya dibuat menjadi kitosan dengan harga pasaran dunia 10.000 USD per ton.

Saat ini, produk olahan kepiting dan rajungan dari Indonesia semakin laku di pasar internasional. Data KKP 2011 menunjukkan

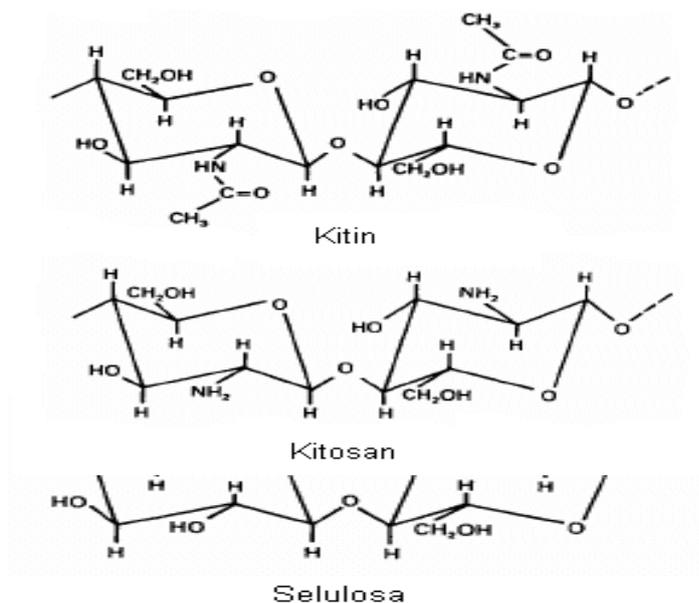
bahwa nilai ekspor komoditas perikanan tersebut meningkat selama Januari-Agustus 2011 mencapai US\$ 172 juta, mendekati pencapaian nilai ekspor selama tahun 2010 sebesar US\$ 208,4 juta. Ekspor kepiting dan rajungan dibagi dalam tiga jenis, yakni kalengan, beku, dan segar. Di sepanjang periode tahun ini, kepiting dan rajungan kalengan mencapai 7.164 ton senilai US\$ 119,4 juta, sedangkan ekspor kepiting beku mencapai 2.425 ton atau US\$ 31,3 juta, dan kepiting segar sebanyak 6.000 ton senilai US\$ 21,2 juta. Dengan pencapaian itu, total ekspor kepiting dan rajungan hingga akhir tahun 2011 bakal menembus US\$ 250 juta. Harga kepiting olahan antara Rp 100.000 hingga Rp 200.000 per kg atau dua kali lipat dari harga daging sapi yang hanya Rp 70.000 per kg. (Anonim 2014).

Berdasarkan hal tersebut maka pemanfaatan limbah kitin dilakukan sebagai upaya meningkatkan nilai tambah ekonomi sehingga diharapkan akan menaikkan nilai jualnya. Selain itu, pemanfaatan limbah kitin ini berpeluang membuka diversifikasi produk baru bernilai tinggi dari bahan laut sehingga dapat menarik investasi swasta yang selanjutnya akan meningkatkan kesejahteraan masyarakat nelayan secara luas.

Kitin dan Kitosan

Kitin merupakan homopolimer dari Beta-(1,4)-N-asetil-D-glukosamin. Strukturnya sangat mirip dengan selulosa kecuali pada gugus asetamido diganti oleh gugus hidroksil pada atom karbon kedua (Gambar 1). Polimer kitin berbentuk mikrofibril berdiameter sekitar 3 nmyang distabilkan oleh ikatan hidrogen antara gugus amina dan karboksil (Gooday 1994).

Analisa difraksi X-ray menunjukkan kitin terdiri dari tiga bentuk yaitu Alfa, Beta, dan Gamma. Kitin alfa memiliki orientasi antiparalel, kitin beta paralel, sedangkan kitin gamma terdiri dari dua ikatan paralel dengan satu antiparalel. Orientasi antiparalel dari kitinalfa terdiri dari kitin mikrofibril sebanyak 20 rantai kitin tunggal yang sangat rapat karena distabilkan oleh ikatan hidrogen antar molekulnya. Berbeda pada kitin betadan gamma, ikatan hidrogen antar molekul kitin melemah dan sedikit sehingga jumlah ikatan hidrogen di dalam air meningkat. Tingginya tingkat hidrasi dan menurunnya keterikatan tersebut menyebabkan struktur kitin betadan gamma lebih fleksibel dan reaktif (Kurita 1997).



Gambar 1. Struktur kitin, kitosan dan selulosa
Figure 1. Chemical structure of chitin, chitosan, and cellulose

Kitinalfa terdapat lebih banyak di alam, diantaranya pada hydrozoa, nematoda, rotifera, moluska dan arthropoda. Kitin beta ditemukan pada moluska, cumi tinta dan sebagai pembentuk dinding sel luar serangga, sedangkan kitin gamma terdapat pada lambung cumi-cumi (Stivil *et al.* 1997). Kitin bervariasi dalam kristalinitas, derajat ikatan kovalen dengan komponen gula dan derajat deasetilasi. Kitin di alam telah terdeasetilasi sekitar 16 persen. Berat molekul kitin berkisar antara $1,03-2,5 \times 10^6$ Dalton. Secara umum kitin yang telah terdeasetilasi lebih dari 80 persen dinamai kitosan (Goosen 1997).

Kitosan adalah kitin yang telah dihilangkan gugus asetilnya menyisakan gugus amina bebas yaitu Beta-(1,4)-N-asetil-D-glukosamin dan Beta-(1,4)-D-glukosamin. Berbeda dengan kebanyakan polisakarida, kitosan memiliki tiga gugus fungsional reaktif berupa gugus amino pada ikatan karbon ke-2 dan gugus hidroksil pada ikatan karbon ke-3 dan ke-6 yang menjadikannya bersifat polikationik. Berat molekul kitosan berkisar antara $0,1-0,5 \times 10^6$ Dalton. Dengan sifat polikationiknya maka kitosan telah banyak dimanfaatkan secara komersial baik di bidang pangan, biomedis, kosmetik, lingkungan dan pertanian.

Pemanfaatan Kitin dan Kitosan

Di bidang pangan, kitin dan kitosan digunakan sebagai penjernih jus, pembentukan film, produksi senyawa perisa, pengawet anti mikroba (Shahidi *et al.* 1999). Penurunan kolesterol dan trigliserida terjadi karena adanya pengikatan lemak oleh kitosan sehingga banyak digunakan sebagai suplemen diet (Koide *et al.* 1998). Pemanfaatan kitin dan kitosan dapat dilihat pada Tabel 1.

Untuk kosmetik, kitosan digunakan sebagai campuran produk-produk perawatan rambut dan kulit. Karena memiliki permeabilitas oksigen yang tinggi maka kitosan banyak digunakan untuk lensa kontak. Untuk pertanian, kitosan dimanfaatkan sebagai flokulan untuk menghilangkan logam berat dan kontaminan lain dari limbah cair. Saat ini aplikasinya termasuk ke dalam pengolahan sampah baik sampah kertas, sisa buangan logam berat, dan sampah radioaktif (Guibal *et al.* 1997).

Ukuran derajat deasetilasi dan berat molekul kitosan sangat penting untuk menentukan bidang aplikasinya. Pada Tabel 2 adalah contoh aplikasi kitosan berdasarkan derajat deasetilasi dan berat molekulnya.

Tabel 1. Pemanfaatan kitin dan kitosan (Suhartono, 2006)
Table 1. Applications of Chitin and Chitosan (Suhartono, 2006)

Bidang	Pemanfaatan
Nutrisi	Suplemen nutrisi
Pangan	Suplemen serat laut
	Nutrasetikal, senyawa penyerap lemak
Biomedis	Perisa
	Emulsifier
	Pembentuk tekstur
	Penjernih minuman
	Mengobati luka
Kosmetik	Lensa kontak
	Membran dialisis darah
	Antitumor
Lingkungan dan pertanian	Krim pelembab
	Produk perawatan rambut
Lain-lain	Penjernih air
	Menyimpan benih
	Pupuk dan fungisida
	Proses akhir pembuatan kertas
	Penyerap warna pada produk cat
	Bahan tambahan pakan
	Kromatografi

Tabel 2. Aplikasi kitosan berdasarkan derajat deasetilasi dan berat molekul
Table 2. Applications of chitosan based-on deacetylation degree and molecular weight

No.	Derajat Deasetilasi (%)	Berat Molekul (kDa)	Aplikasi	Referensi
1.	85	-	Pengikat kation Co, Ni, Ag, Zn	Lima IS & C. Airoidi, 2004
2.	90	390	Transfeksi gen	Kiang T <i>et al</i> , 2004
3.	85	-	Wound-healing dressing	Min BM <i>et al</i> , 2004
4.	80	-	Anti kanker	Dhiman HK <i>et al</i> , 2004
5.	90	-	Anti oksidan	Je JY <i>et al</i> , 2004;
6.	75	150	Anti tumor, drug delivery	Sakkinen M <i>et al</i> , 2003
7.	58	5	Antitumor	Qin C <i>et al</i> , 2002
8.	92	87	Antimikroba	Juma M <i>et al</i> , 2002
9.	89	-	Stimulator proliferasi fibroblast kulit manusia	Howling GI <i>et al</i> , 2001

Mutu Produk Kitosan

Standar mutu kitosan bervariasi tergantung dari tujuan praktisnya. Di pasaran, umumnya ada dua standar mutu yang digunakan yaitu standar Korea dan Jepang seperti terlihat pada Tabel 3.

Adapun parameter mutu kitosan yang digunakan adalah derajat deasetilasi (DD). Derajat deasetilasi adalah suatu parameter mutu kitosan yang menunjukkan persentase gugus asetil yang dapat dihilangkan dari rendemen kitosan. Semakin tinggi DD kitosan, maka gugus asetil kitosan semakin rendah sehingga interaksi antar ion dan

ikatan hidrogennya akan semakin kuat (Knoor 1982). Pelepasan gugus asetil dari kitosan menyebabkan kitosan bermuatan positif yang mampu mengikat senyawa bermuatan negatif seperti protein, anion polisakarida membentuk ion netral (Suhartono 1989). Aplikasi DD di industri tergantung kepada tujuan praktisnya. Untuk proses pemurnian air limbah tidak memerlukan kitosan dengan derajat deasetilasi tinggi (Bastaman 1989). Untuk industri kosmetik, kitosan yang dibutuhkan memiliki DD lebih dari 80 persen, sedangkan bidang biomedis harus lebih dari 90 persen.

Tabel 3. Standar mutu kitosan
Table 3. Quality standard of Chitosan

Parameter	Standar	
	Dalwoo Korea	Lab. Protan Jepang
Penampakan	Bubuk putih atau kuning	Larutan jernih
Ukuran partikel	25-200 mesh	Serpihan sampai serbuk
Kadar air	≤ 10 %	≤ 10 %
Kadar abu	≤ 0.5 %	≤ 2 %
Kadar protein	≤ 0.3%	-
Derajat deasetilasi (DD)	≥ 70 %	≥ 70 %
Viskositas	50-500 cps	200-2000 cps
Ketidakterlarutan	< 1%	-
Kadar logam berat: As, Pb	< 10 ppm	-
pH	7-9	7-8
Bau	Tidak berbau	Tidak berbau

Derajat deasetilasi kitosan dipengaruhi konsentrasi natrium hidroksida dan suhu proses. Konsentrasi larutan natrium hidroksida tinggi (diatas 40 persen) akan memutuskan ikatan antar gugus karboksil dengan atom nitrogen dari kitin yang memiliki struktur kristal tebal dan panjang (Angka dan Suhartono 2000). Sedangkan pemanasan akan mempercepat pemutusan ikatan antar kitosan dengan gugus asetil. Pemanasan pada suhu lebih dari 150 °C menyebabkan penurunan berat molekul rendemen kitosan, sebaliknya suhu terlalu rendah berakibat pemutusan tersebut berlangsung lebih lama.

Proses Pembuatan Kitosan

Limbah rajungan diproses oleh sebuah miniplan yaitu suatu industri rumah tangga binaan industri pengalengan daging rajungan yang berlokasi di daerah Bondet, Kabupaten Cirebon. Miniplan yang tersebar di seluruh wilayah Cirebon berjumlah sekitar 20 buah, dan total produksi limbah cangkang rajungan sekitar 10 ton perhari. Bagian tubuh rajungan dipisahkan menjadi bagian utama yaitu daging, dan bagian limbah meliputi cangkang, capit besar dan capit kecil. Daging rajungan dari miniplan akan langsung dikemas untuk selanjutnya dikirim ke industri pengalengan daging rajungan PT Philips Pemasang Jawa Tengah untuk diekspor ke berbagai negara antara lain Cina, Korea dan Jepang sedangkan limbahnya dikeringkan lalu dikemas untuk langsung dijual atau diolah menjadi tepung kitin. Limbah cangkang dan capit besar rajungan kering laku dijual di pasaran lokal dengan harga masing-masing seharga 1.800,- rupiah perkilo, sedangkan limbah capit kecil seharga 1.500,- rupiah per kilo.

Proses pembuatan kitosan dari limbah cangkang rajungan melalui 4 tahap, yaitu deproteinasi, demineralisasi, dekolorisasi dan deasetilasi.

1. Deproteinasi

Deproteinasi adalah tahap penghilangan protein. Dengan perlakuan ini, protein yang merupakan salah satu penyusun cangkang rajungan yang terikat secara kovalen dengan kitin akan terlepas dan membentuk Natrium proteinat yang dapat larut. Untuk sumber bahan yang berbeda, proses deproteinasi dapat dilakukan berbeda. Deproteinasi cangkang rajungan sendiri dapat dilakukan melalui berbagai perlakuan, antara lain dengan pemberian

- a. NaOH 1 N pada suhu 100°C selama 12 jam (Hackman, 1954)
- b. NaOH 3.5 persen pada suhu 65°C selama 2 jam (No, *et al.*, 1989)
- c. NaOH 3 persen pada suhu 80-85°C selama 30 menit (Sormin, dkk., 2001)

Pada prinsipnya, deproteinasi dilakukan dengan pemberian kondisi basa yang diikuti pemanasan selama rentang waktu tertentu. Sebagai basa, banyak dipilih NaOH, sebab, selain lebih efektif, bahan ini juga relatif murah dan mudah didapatkan. Pemberian basa dimaksudkan untuk mendenaturasi protein menjadi bentuk primernya yang akan mengendap. Selanjutnya dilakukan penyaringan untuk memisahkan endapan dengan supernatannya. Filtrat kemudian diproses lebih lanjut.

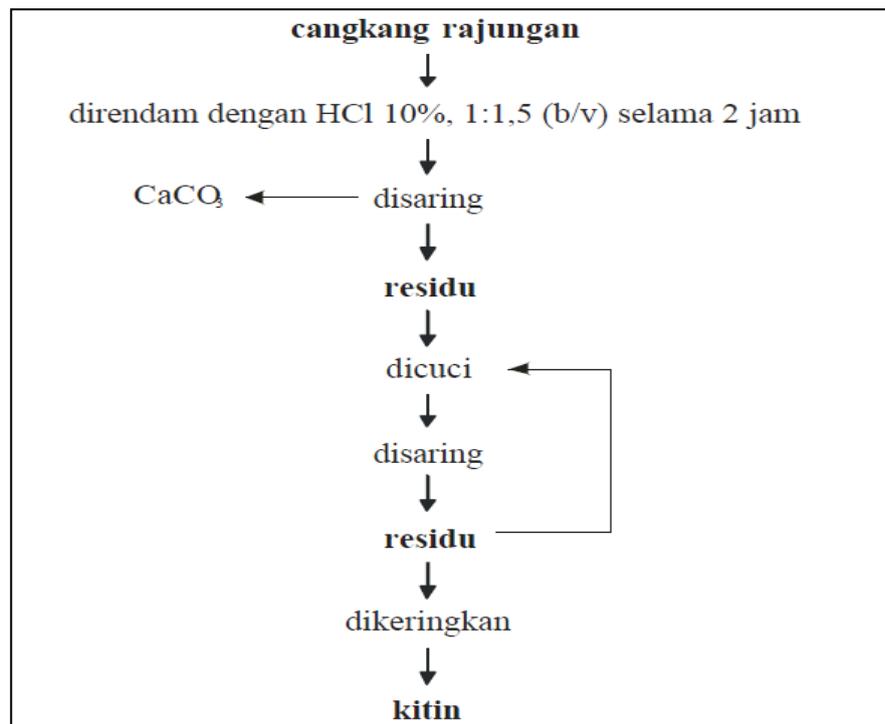
2. Demineralisasi

Mineral utama yang terkandung dalam cangkang adalah kalsiumkarbonat yang berikatan

secara fisik dengan kitin. Cangkang rajungan mengandung mineral yang beratnya mencapai 40-60% berat kering. Maka, dalam proses pemurnian kitin, demineralisasi penting untuk dilakukan. Demineralisasi dapat dilakukan dengan mudah melalui perlakuan dengan asam klorida encer pada suhu kamar, sedangkan demineralisasi cangkang rajungan umumnya dilakukan dengan asam klorida pada konsentrasi tertentu. Metode yang dapat digunakan yaitu perendaman dengan:

- Asam klorida 1.25 persen sebanyak 10 kali bobot bahan pada suhu 70-75°C selama 1 jam
- Asam klorida 1 N pada suhu 15°C selama 30 menit
- Asam klorida 10 persen selama 2 jam dengan rasio perbandingan cangkang rajungan- asam klorida 1:1.5 (b/v)

Demineralisasi kemudian dilanjutkan dengan pencucian dan pengeringan selama 2 hari. Bagan proses demineralisasi adalah sebagai berikut terlihat Gambar 2.



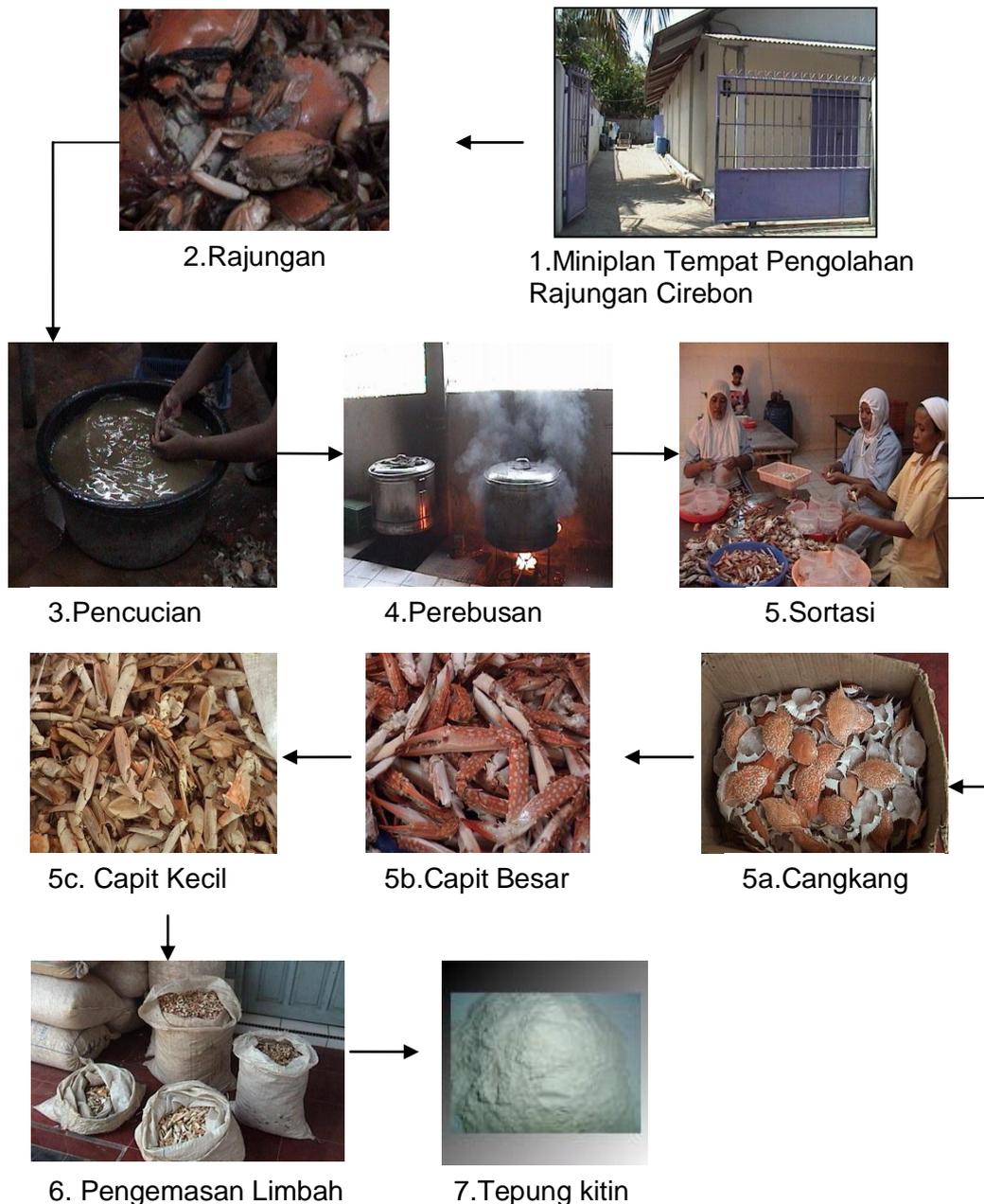
Gambar 2. Bagan pembuatan kitin dari cangkang rajungan
Figure 2. Schematic procedure of chitin processing from crabs

3. Dekolorisasi

Dekolorisasi merupakan tahap penghilangan lemak dan zat-zat warna yang sebenarnya telah mulai hilang pada pencucian yang dilakukan setelah proses deproteinasi dan demineralisasi. Proses ini dilakukan dengan penambahan aseton dan sokletasi selama 7 jam dengan perbandingan berat sampel 1:10 (b/v). Aseton dapat menghilangkan warna oranye dari kitin. Dapat jugadilakukan proses pemutihan (*bleaching*) menggunakan agen pemutih berupa natrium hipoklorit atau peroksida.

4. Deasetilasi

Deasetilasi kitin merupakan proses penghilangan gugus asetil dari kitin menjadi kitosan. Perlakuan yang diberikan adalah pemberian larutan natrium hidroksida konsentrasi tinggi pada suhu tinggi, yang dapat menghasilkan produk yang hampir seluruhnya mengalami deasetilasi. Kitosan secara komersial diproduksi secara kimiawi dengan melarutkan kitin dalam 40-45% larutan natrium hidroksida. Bagan proses deasetilasi terlihat pada Gambar 3.



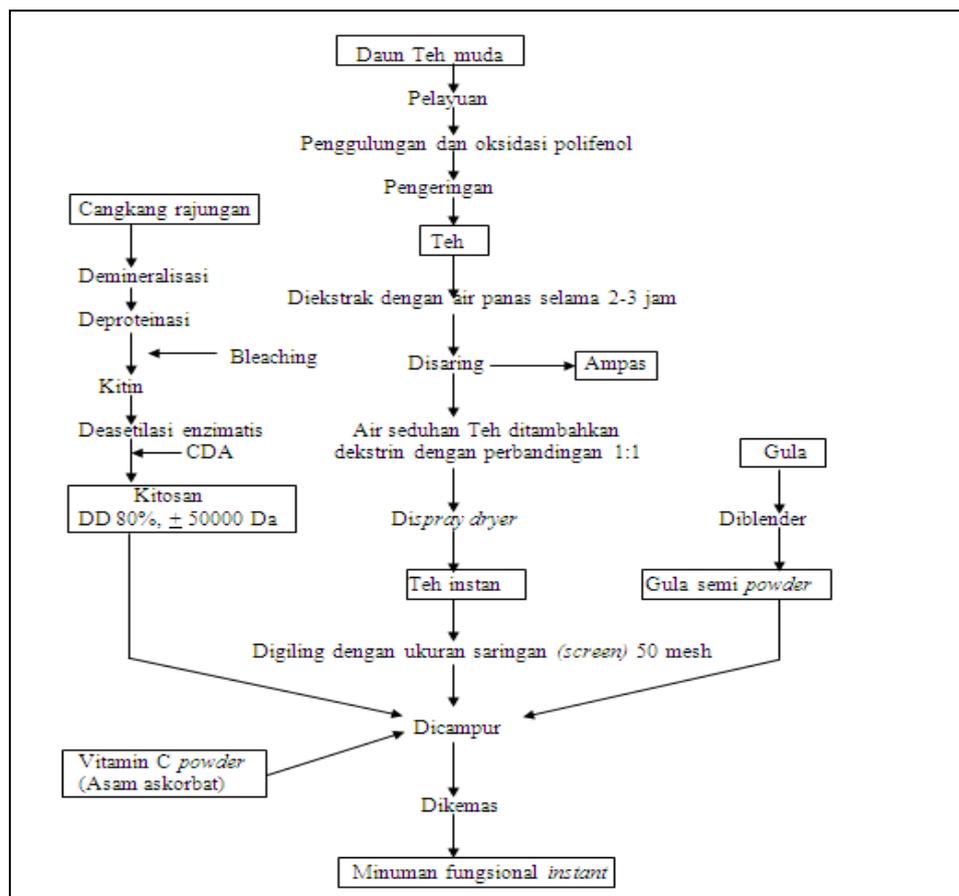
Gambar 4. Industri pengolahan rajungan di Cirebon
Figure 4. Crabs processing industry in Cirebon

Pemanfaatan Kitosan sebagai Bahan Baku Minuman Kesehatan

Dewasa ini masyarakat cenderung menyukai pangan fungsional, karena selain memberikan efek positif terhadap kesehatan, pangan fungsional juga mempertimbangkan aspek *pleasure*, yaitu penilaian dari segi aroma, rasa, warna, dan tekstur yang diminati masyarakat. Bentuk dari pangan fungsional adalah seperti makanan atau minuman biasa tetapi sebenarnya memiliki sifat fungsional yang penting bagi kesehatan. Dengan demikian konsumen tidak merasa sedang sakit akibat

konsumsi nutrasetikal seperti obat, tetapi seperti orang normal yang mengkonsumsi makanan/minuman biasa.

Salah satu formulasi minuman fungsional instan berbahan dasar kitosan dan teh yang ditawarkan telah dibuat dalam satu kemasan mengandung 3 gram kitosan, 3 gram teh instan, 11 gram gula semi powder, dan 0.5 gram vitamin C (Gambar 5). Air minum yang digunakan sebaiknya dingin atau bersuhu ruang, karena penggunaan air minum bersuhu tinggi dapat merusak komponen vitamin C dalam produk.



Gambar 5. Skema pembuatan minuman fungsional *instant* berbahan dasar kitosan
Figure 5. Schematic procedure of instant functional drink based-on chitosan as raw material
(with modification from Palupi, 2006)

Tabel 4. Hasil analisis mutu produk akhir minuman instan kitosan rajungan-teh hijau (150 mL per sajian)
Table 4. Final analysis of product quality of instant chitosan-green tea drink (150 mL per serve)

Parameter	Satuan (b.b.)	Minuman instan kitosan-teh hijau		Pembanding ^b
		Kering ^a	Setelah diseduh	
Kadar air	% b/b	0,22	85,30	Maks.0,5
Kadar abu	% b/b	0,11	0,04	Maks. 0,1
Kadar protein	% b/b	0,03	0,94	-
Kadar lemak	% b/b	0,002	0,08	-
pH	-	-	5	-
TAT	%	-	1,73	-
Total karbohidrat	% b/b	0,37	13,64	-
Total padatan terlarut	°Brix	-	1,354	-
Vitamin C	mg/100g	-	-	Min 300
Aktivitas antioksidan	mM Trolox®	-	8,41	-
Total gula (sebagai sukrosa)	% b/b	-	-	Maks.78
Kalori	Kkal	-	-	-
Pemanis buatan	-	58,5	58,5	Maks. 312 tidak boleh ada sakarin dan siklamat

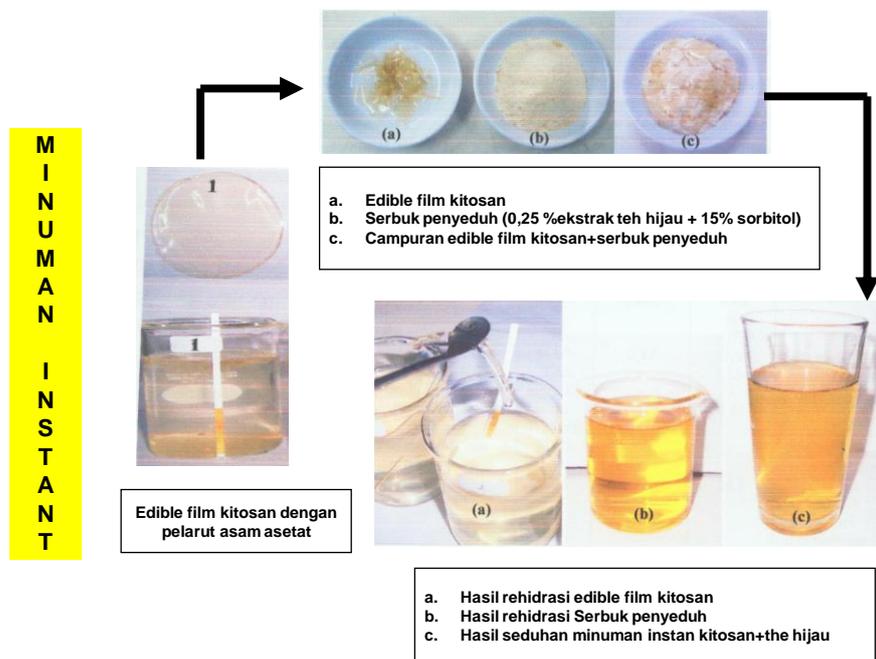
^aProduk minuman instan kitosan-teh hijau yang belum diseduh

^bSNI 01-3722-1995 (SNI serbuk minuman rasa jeruk yang belum diseduh)

Hasil analisis mutu produk akhir minuman instan kitosan rajungan-teh hijau (Tabel 4) telah memenuhi standar SNI 01-3722-1995 (serbuk minuman rasa jeruk). SNI minuman rasa jeruk dipilih sebagai pembanding karena hingga saat ini standar minuman instan yang mengandung kitosan belum ada. SNI 01-3722-1995 diasumsikan paling mendekati produk minuman instan kitosan-teh hijau.

Kadar vitamin C pada produk akhir tidak dianalisis, mengingat secara alami kitosan-teh

hijau telah memiliki aktivitas antioksidan tinggi. Dengan metode analisis yang sama, minuman fungsional tomat-kayu manis terpilih memiliki aktivitas antioksidan 5,44 mM Trolox® (Radianti, 2005). Dengan demikian, minuman instan kitosan teh hijau tergolong aktivitas antioksidannya tinggi (8,41 mM Trolox®) bila dibandingkan dengan minuman instan tomat-kayu manis, mengingat tomat kaya akan likopen yang memiliki aktifitas antioksidan serta kayu manis yang juga kaya fenol. (Gambar 6)



Gambar 6. Minuman instan berbahan dasar kitosan
Figure 6. Instant drink formula-chitosan based raw material

Secara fisik minuman instan kitosan-teh hijau berbentuk serbuk berwarna putih kecoklatan bercampur dengan potongan-potongan gel kitosan kering (1,5 cm x 1,5 cm) yang mempunyai permukaan halus dan mengkilat berwarna coklat jernih, agak lunak. Formulasi minuman instan kitosan teh berberat $\pm 23,7$ gram perkemasan/ satu kali konsumsi (sorbitol 22,5 gram, ekstrak teh hijau 0,375 gram, kitosan 0,8 gram).

Kesimpulan

Sumberdaya perikanan Indonesia, khususnya limbah kitin hasil pengolahan perikanan, memiliki potensi yang sangat baik untuk berkontribusi di dalam peningkatan kesejahteraan nelayan melalui pemanfaatan limbah

kitin menjadi kitosan. Hasil kajian menyimpulkan bahwa kitosan dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan minuman kesehatan.

Daftar Pustaka

- Angka S.L dan Suhartono M. T. 2000. *Bioteknologi Hasil Laut*. PKSPL-IPB.
- Bastaman. 1989. Studies on degradation and extraction of chitin and chitosan from prawn shell (*Nephrops norregicus*). *Tesis*. The Department of Mechanical, Manufacturing, Aeronautical and Chemical Engineering. Faculty of Engineering The Queen's University of Belfast.

- Dhiman Harpreet K. Ray AR, Panda AK. 2004. Characterization and evaluation of chitosan matrix for in vitro growth of MCF-7 breast cancer cell lines. *Biomat* 25:5147-5157
- Departemen Kelautan dan Perikanan. 2005. Revitalisasi perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. Jakarta
- Dinas Kelautan dan Perikanan Jawa Barat, 2004. Peta Komoditi Utama Sektor Primer, dan Pengkajian Peluang Pasar serta Peluang Investasinya di Indonesia
- Departemen Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. 2003. Perkembangan ekspor komoditi hasil perikanan Indonesia 1998-2002. url: <http://www.dkp.go.id/>
- Gooday GW. 1994. The ecology of chitin degradation. Di dalam: Marshall KC, editor *Advances in Microbial Ecology*. Kluwer Acad Pub Netherlands. p 378-430
- Goosen MFA 1997. Applications of Chitin and Chitosan. *Technomic Pub*, p.7
- Guibal E, Milot C, Roussy J. 1997. Chitosan gel beads for metal ion recovery. Di dalam: Muzzarelli RAA dan Peter MG, editor. *Chitin Handbook*. Grottammare. Italy. p528
- Howling GI *et al*, 2001 Howling Graeme I, PW Dettmar, PA Goodard, FC Hampson, M. Domish, EJ. Wood. 2001. *Biomat* 22:2959-2966
- Anonim 2014. <http://industri.kontan.co.id/news/kepiting-dan-rajungan-semakin-diminati-di-pasar-internasional>. (Diunduh 17 Maret 2014)
- Je Jae-Young, Park PJ, Kim SK. 2004. Free radical scavenging properties of heterochitooligosaccharides using an ESR spectroscopy. *Food Chem Toxic* 42:381-387
- Jumaa Muhammad, FH Furket, BW Muller. 2002. A new lipid emulsion formulation with high antimicrobial efficacy using chitosan. *Euro J Pharmaceut Biopharmaceut* 53:115-123
- Kiang T. Jie Wen, Huay Wen Lim, KW. Kam W. Liong. 2004. The effect of degree of chitosan deacetylation on efficiency of gene transfection. *Biomat* 25:5293-5301
- Koide SS. 1998. Chitin-chitosan: properties, benefits and risk. *Nutr Res*, 18:1091-1101
- Knorr D. 1982. Function properties of chitin and chitosan. *J Food.Sci* 47:36
- Kurita K. 1997. β -Chitin and reactivity characteristics. *Di Dalam* M.F.A. Goosen (ed). *Applications of Chitin and Chitosan*. Technomic Publ Co Inc., Basel
- Lima Ilauro S dan C. Airoidi. 2004. A thermodynamic investigation on chitosan-divalent cation interactions. *Thermo Acta* 421: 33-139
- Min Byung-Moo, SW Lee, JN Lim, Y. You, TS Lee, PH Kang, WH Park. 2004. Chitin and chitosan nanofibers: Electrospinning and deacetylation of chitin nanofibers. *Polym* 45:7137-7142
- Palupi, E. 2006. Formulasi Minuman Instan Kitosan Rajungan (*Portunus pelagicus*)-Teh Hijau. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor
- Qin Caiqin, Y. Du, L. Xiao, Z. Li, X. Gao. 2002. Enzymatic preparation of water soluble chitosan and their antitumor activity. *Int J Biol Macromol* 31:111-117
- Rochima, E. 2004. Pemurnian dan karakterisasi kitin deasetilase termostabil dari *Bacillus papandayan* asal Kawah Kamojang Jawa Barat. Laporan Penelitian Dasar Dikti-Unpad. Bandung
- Rochima, E. 2005. Aplikasi kitin deasetilase termostabil dari *Bacillus papandayan* K29-14 asal Kawah Kamojang Jawa Barat pada pembuatan kitosan. Tesis Pascasarjana IPB. Bogor
- Rochima, E. 2007. Karakterisasi kitin dan kitosan asal limbah rajungan Cirebon Jawa Barat. Buletin Teknologi Hasil Perikanan, IPB. Bogor. X (1): 9-22
- Rochima, E., Eddy Afrianto, Junianto. 2008. Production of chitosan from Local Crab Chitin Waste Enzymatically for Healthy

- Drink. Prosiding International Seminar on Chemistry 2008. Department of Chemistry. Faculty of Mathematics and Natural Science Padjadjaran University.
- Rochima, E. 2011. Anticancer activity of chitosan from local chitin waste of fishery product in vitro. Prosiding of Agroconference. Padjadjaran University.
- Sakkinen M., A. Linna, S. Ojala, H. Jurjenson, P. Veski. M. Marvola. 2003. In vivo evaluation of matrix granules containing microcrystallin chitosan as a gel-forming excipient. *Int J Pharmaceut* 250:227-237
- Sanford PT. 2003. World market of chitin and its derivatives. In *Advanced in Chitin Science*. Vol VI. Varum KM, Domard A and Smidsrod O (ed). Trondheim, Norway, p 350
- Shahidi F, Arachchi JKV, and Jeon YJ. 1999. Food applications of chitin and chitosans. *Trends Food Sci Technol* 10:37-51
- Svitil A.L, S.N. Nichadain, J.A. Moore dan D.L. Kirchman. 1997. Chitin degradation proteins produced by the marine bacterium *Vibrio harveyii* growing on different forms of chitin. *Appl. Environ. Microbiol.*, 63:408-413
- Suhartono, M.T. 2006. Pemanfaatan Kitin, Kitosan, Kitoooligosakarida. *Foodreview* 1 (6): 30 – 33
- Suhartono M.T. 1989. *Enzim dan Bioteknologi*. Pusat Antar Universitas Bioteknologi, IPB