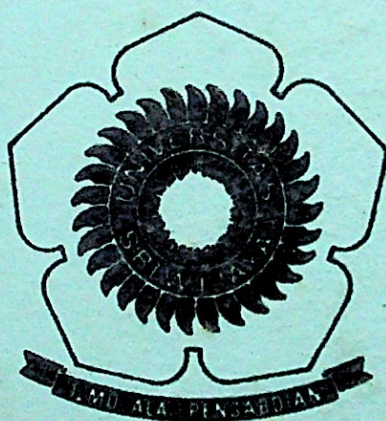


**KARAKTERISTIK KARBOKSIMETIL KITOSAN (CMC_{ks}) DENGAN
PERBEDAAN JUMLAH ASAM MONOKLORO ASETAT**

**Oleh
DIAN YOSISKA**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA
2008**

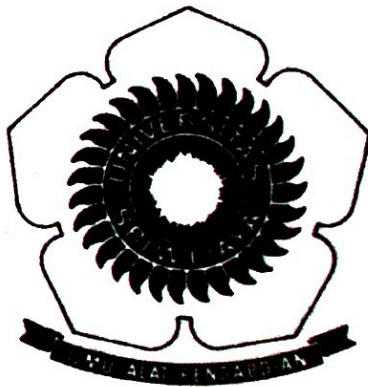
S
594.2707
Yos
6-07-2008

R 17948/18393

**KARAKTERISTIK KARBOKSIMETIL KITOSAN (CMC_k) DENGAN
PERBEDAAN JUMLAH ASAM MONOKLORO ASETAT**



**Oleh
DIAN YOSISKA**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA
2008**

SUMMARY

DIAN YOSISKA. The characteristic of carboxymethyl chitosan (CMCs) with the different concentration of monochloro acetic acid. Supervised by FILLI PRATAMA and HERPANDI.

The objective of this research was to determine the characteristic of carboxymethyl chitosan (CMCs) that was processed by different concentrations of monochloro acetic acid. The research was conducted from August until November 2008, in Laboratory of Fishery Product Technology and Laboratory of Chemical Agriculture Product Technology, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University.

The research was designed as non Factorial Randomized Block with different concentrations of monochloro acetic acid (0.7%, 0.9%, 1.1%, 1.3%, 1.5%) as the treatment and each treatment was done in triplicates. The parameters were yield, moisture content, ash content, viscosity, pH and solubility.

The result showed that the different concentrations of monochloro acetic acid had significant effect on the yield, moisture content, ash content, viscosity and solubility. The best result of this experiment was found to be the addition of 1.5 gram monochloro acetic acid with the characteristic of 100.72% of yield, 3.34% of ash content, 14.23% of moisture content, 3.18 of pH, 12.08 cP of viscosity and 17.02% of solubility and 5.875 mL of aquadest to dissolve 1 g CMCs.

RINGKASAN

DIAN YOSISKA. Karakteristik Karboksimetil Kitosan (CMCts) dengan Perbedaan Jumlah Asam Monokloro Asetat. Dibimbing oleh FILLI PRATAMA dan HERPANDI.

Penelitian ini bertujuan untuk untuk mengetahui pengaruh perbedaan jumlah asam monokloro asetat terhadap karakteristik karboksimetil kitosan (CMCts) yang dihasilkan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai dengan November 2008, di Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan dan Laboratorium Kimia Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.

Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok non Faktorial dengan jumlah asam monokloro asetat yang berbeda sebagai perlakuan (0,7%, 0,9%, 1,1%, 1,3%, 1,5%) dan diulang sebanyak tiga kali. Parameter yang diamati meliputi rendemen, kadar air, kadar abu, pH, viskositas dan tingkat kelarutan.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan asam monokloro asetat berpengaruh nyata terhadap rendemen, kadar abu, kadar air, viskositas dan tingkat kelarutan. Penambahan asam monokloro asetat terbaik pada penelitian ini yaitu penambahan asam monokloro asetat sebanyak 1,5 g yang menghasilkan rendemen sebesar 100,72%, kadar abu 3,34%, kadar air 14,23%, pH 3,18, viskositas 12,08 cP dan tingkat kelarutan 17,02% sehingga untuk melarutkan 1 g CMCts hanya membutuhkan 5,875 mL aquades.

**KARAKTERISTIK KARBOKSIMETIL KITOSAN (CMCts) DENGAN
PERBEDAAN JUMLAH ASAM MONOKLORO ASETAT**

**Oleh
DIAN YOSISKA**

**SKRIPSI
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Perikanan**

**Pada
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA
2008**

Skripsi

**KARAKTERISTIK KARBOKSIMETIL KITOSAN (CMCts) DENGAN
PERBEDAAN JUMLAH ASAM MONOKLORO ASETAT**

**Oleh
DIAN YOSISKA
05043110016**

telah diterima sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar
Sarjana Perikanan

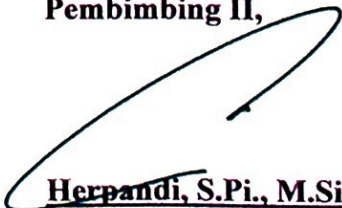
Indralaya, Desember 2008

Pembimbing I,



Prof. Ir. Filli Pratama, M.Sc. (Hons). Ph.D.

Pembimbing II,



Herpandi, S.Pi., M.Si.

**Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya**

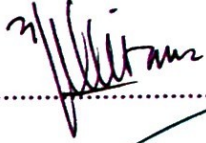
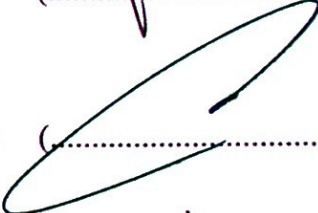
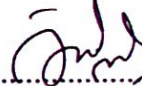

Dekan,



**Prof. Dr. Ir. H. Imron Zahri, M.S
NIP. 130 516 530**

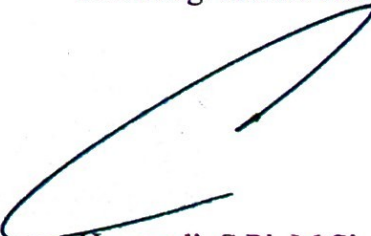
Skripsi berjudul “**Karakteristik Karboksimetil Kitosan (CMCts) dengan Perbedaan Jumlah Asam Monokloro Asetat**” oleh Dian Yosiska telah dipertahankan di depan Komisi Penguji pada tanggal

Komisi Penguji

- | | |
|---|---|
| 1. Prof. Ir. Filli Pratama, M.Sc. (Hons). Ph.D. Ketua | (..... ) |
| 2. Herpandi, S.Pi., M.Si. | Sekretaris (..... ) |
| 3. Indah Widiastuti, S.Pi., M.Si. | Anggota (..... ) |
| 4. Rodiana Nopianti, S.Pi. | Anggota (..... ) |

Mengesahkan,

Ketua Program Studi
Teknologi Hasil Perikanan


Herpandi, S.Pi, M.Si.
NIP. 132 297 286

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa seluruh data dan informasi yang disajikan dalam skripsi ini, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya, adalah hasil pengamatan dan investigasi saya sendiri bersama pembimbing dan belum pernah atau tidak sedang diajukan sebagai syarat untuk memperoleh keserjanaan lain atau gelar keserjanaan yang sama di tempat lain.

Indralaya, Desember 2008
Yang membuat pernyataan



Dian Yosiska

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Palembang pada tanggal 7 Desember 1985 sebagai putri pertama dari empat bersaudara pasangan Bapak Zamzuddin dan Ibu Latifah. Pendidikan Sekolah Dasar diselesaikan di SD Negeri 52 Bengkulu pada tahun 1998, Sekolah Menengah Pertama diselesaikan di SMP Negeri 6 Bengkulu pada tahun 2001, dan Sekolah Menengah Umum diselesaikan di SMA Negeri 2 Bengkulu pada tahun 2004. Sejak September 2004 penulis tercatat sebagai mahasiswa Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya melalui jalur SPMB (Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru).

Penulis pernah dipercaya menjadi asistensi beberapa praktikum, antara lain mata kuliah Avertebrata Air pada tahun 2005, Rekayasa Proses Pengolahan Hasil Perikanan pada tahun 2008, dan Teknik Laboratorium Industri Hasil Perikanan pada tahun 2007 sampai dengan 2008. Kegiatan non formal yang pernah diikuti penulis ialah Seminar Regional Perikanan pada tahun 2005, dan Panitia Seminar dan Kongres Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia pada tanggal 14 sampai dengan 16 Oktober 2008.

Penulis telah melaksanakan praktik lapang yang berjudul "Tinjauan Analisa Logam Berat Merkuri (Hg) pada Kerang Hijau (*Mytilus viridis*)" di Laboratorium Kimia Balai Besar Pengembangan dan Pengendalian Hasil Perikanan (BBP2HP) Muara Baru Jakarta Utara pada tahun 2007 yang dibimbing oleh Bapak Ace Baehaki, S.Pi., M.Si dan Bapak Herpandi, S.Pi., M.Si. Penulis juga telah melaksanakan magang di Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Bengkulu pada tahun 2007.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat, karunia, kesehatan, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul Karakteristik Karboksimetil Kitosan (CMCts) dengan Perbedaan Jumlah Asam Monokloro Asetat. Shalawat beserta salam untuk panutan tercinta Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, dan para sahabat beliau.

Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan pada Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Ibu Prof. Ir. Filli Pratama, M.Sc. (Hons), Ph.D. dan Bapak Herpandi, S.Pi., M.Si. sebagai pembimbing pertama dan kedua yang dengan sabar telah memberikan bimbingan, arahan, nasehat, dan ilmu hingga terselesainya skripsi ini.
2. Ibu Indah Widiastuti, S.Pi, M.Si dan Ibu Rodiana Nopianti, S.Pi atas saran, masukan, nasehat, dan ketersediannya menjadi pembahas skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. Imron Zahri, M.S atas bantuannya dalam mengesahkan skripsi ini.
4. Ibu Dr. Ir. Elmeizy Arafah, M.S, Ibu Susi Lestari, S.Pi., Ibu Novita Herdiana, S.Pi., Bapak Ace Baehaki, S.Pi, M.Si., Bapak Agus Supriadi, S.Pt, M.Si., Bapak Budi Purwanto, S.Pi. atas ilmu, bantuan, doa, dukungan, dan perhatian selama ini. Ibu Ermawati Nasril M.K., Mbak Ani, dan Kak Chan atas bantuannya kepada penulis.

5. Seluruh keluargaku, Mam dan Ayah, serta ibu atas iringan doa yang tulus tanpa henti-hentinya dalam setiap sujudnya, cinta, perhatian dan kasih sayang yang tiada putusnya. Adik-adik ku Anggie, avenk, kiki, boja, bhoti, dan oemeng, atas dukungan, semangat, canda tawa, dan kebahagiaan yang telah diberikan.
6. Teman-teman terbaikku “LOVE” (Lala, Vemi, Eka), doni dan ayank ratman, serta teman angkatan 2004 yang sama-sama berjuang dalam menyelesaikan skripsi dan memperoleh gelar S.Pi (Abang, Mamet, Vera, Pita, Citra, Erdina, Leni, Puti, Cimei, Nurul, Tina, Desfa, Destra, Agus, Uda Arif, Andhika, Aan jul, dan Dedi). Kakak dan adik tingkatku tanpa terkecuali atas dukungan, semangat, kebersamaan, suka cita, dan semua pengalaman yang selama ini telah diberikan.
7. Ayank Eka tersayang yang selalu memberikan semangat dan motivasi untuk tetap bertahan.

Akhirnya penulis mengharapkan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Amin.

Inderalaya, Desember 2008

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	4
C. Hipotesis	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Kitosan.....	5
B. Karboksimetil Kitosan.....	9
III. PELAKSANAAN PENELITIAN.....	13
A. Waktu dan Tempat	13
B. Alat dan Bahan	13
C. Metode Penelitian.....	13
D. Cara Kerja.....	13
E. Parameter	15
1. Rendemen.....	15
2. Analisis Fisik.....	15
a. Kekentalan.....	15
b. Tingkat Kelarutan.....	15



3. Analisis Kimia.....	16
a. Kadar Air.....	16
b. Kadar Abu.....	16
c. pH.....	17
F. Analisa Data.....	17
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
A. Rendemen.....	20
B. Analisis Kimia.....	23
1. Kadar Air.....	23
2. Kadar Abu.....	25
3. Derajat Keasaman (pH).....	26
C. Analisis Fisik.....	28
1. Viskositas.....	28
2. Tingkat Kelarutan.....	30
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	33
A. Kesimpulan.....	33
B. Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA.....	34
LAMPIRAN.....	37

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Standar Mutu Kitosan.....	8
2. Standar Mutu Karboksimetil Kitosan.....	10
3. Daftar Analisis Keragaman	28
4. Kelarutan Karboksimetil Kitosan dalam Air.....	32

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Nilai rata-rata rendemen karboksimetil kitosan	20
2. Reaksi pembentukkan garam sodium klorida dan sodium glikolat.....	22
3. Nilai rata-rata kadar air karboksimetil kitosan	23
4. Nilai rata-rata kadar abu karboksimetil kitosan	25
5. Nilai rata-rata derajat keasaman (pH) karboksimetil kitosan.....	27
6. Nilai rata-rata viskositas karboksimetil kitosan	28
7. Nilai rata-rata tingkat kelarutan karboksimetil kitosan	30

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Diagram alir produksi karboksimetil kitosan	37
2. Teladan pengolahan data rendemen karboksimetil kitosan.....	38
3. Teladan pengolahan data kadar air karboksimetil kitosan	41
4. Teladan pengolahan data kadar abu karboksimetil kitosan.....	43
5. Teladan pengolahan data derajat keasaman (pH) karboksimetil kitosan ...	45
6. Teladan pengolahan data viscositas karboksimetil kitosan.....	47
7. Teladan pengolahan data tingkat kelarutan karboksimetil kitosan	49
8. Gambar kitosan	51
9. Gambar karboksimetil kitosan	52
10. Struktur kimia.....	53

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kitin merupakan N-asetilglukosamin yang banyak dijumpai di alam, terutama pada cangkang krustasea. Kitin yang mengalami deasetilasi baik secara kimia maupun enzimatis akan menghasilkan kitosan. Kitin, kitosan dan derivatnya memiliki sifat-sifat istimewa dalam biokompatibilitas, biodegradasi, aktivitas biologis, tidak toksik, tidak menimbulkan alergi dan kemampuannya sebagai adsorben logam berat dalam limbah cair (Fadliyah *et al.*, 2007). Dalam hal ini pemanfaatan kitin, kitosan dan derivatnya yang luas mulai dari bidang kedokteran, industri pangan, farmasi, kosmetik, pertanian dan lainnya. Sehingga kitin, kitosan dan derivatnya mempunyai potensi yang besar untuk dikembangkan di Indonesia.

Potensi bahan baku untuk kitin, kitosan dan derivatnya di Indonesia seperti limbah rajungan dan udang cukup besar, tetapi pemanfaatannya belum secara optimal. Sebagian besar limbah udang dan rajungan dihasilkan dari usaha pengolahan udang atau rajungan. Kandungan kitin dari kulit udang lebih sedikit dibandingkan dengan cangkang kepiting atau rajungan. Kandungan kitin pada limbah kepiting mencapai 50 hingga 60%, limbah udang menghasilkan 42 hingga 57%, sedangkan cumi-cumi dan kerang masing-masing 40% dan 14 hingga 35%. Namun karena bahan baku yang mudah diperoleh adalah udang, pembuatan kitin dan kitosan biasanya lebih memanfaatkan limbah udang (Widodo *et al.*, 2007).

Jenis sumber kitin (bahan baku) menentukan karakteristik kitosan dan turunan yang dihasilkan. Struktur fisik dan kimia kitin dan kitosan dibedakan

berdasarkan kandungan nitrogennya. Bila kadar nitrogen kurang dari 7%, maka polimer disebut kitin dan apabila kandungan total nitrogennya lebih dari 7% maka disebut dengan kitosan (Krissetiana, 2008). Kitin memiliki bentuk yang padat dan bersifat tidak larut dalam air atau pelarut organik biasa. Namun kitin dimodifikasi secara kimiawi menjadi turunan-turunannya yang memiliki sifat-sifat yang khas dan kegunaan tersendiri. Kitosan adalah turunan kitin yang telah mengalami proses penghilangan protein (deproteinasi) dan kandungan mineral (demineralisasi) dengan menggunakan larutan asam dan basa. Kitosan dapat larut pada asam organik lemah seperti asam asetat. Sifat kitosan yang sedikit larut air menjadi kendala pada pemanfaatannya secara luas. Oleh karena itu melalui suatu proses eterifikasi (karboksimetilasi) alkali kitosan menjadi karboksimetil kitosan (CMCts) merupakan salah satu cara untuk mengatasi masalah keterbatasan penggunaan dari kitin dan kitosan.

Karboksimetil kitosan adalah turunan kitosan yang bersifat larut air. Proses pembuatannya dengan menggunakan eterifikasi (karboksimetilasi) alkalis kitosan dengan asam monokloro asetat. Karboksimetil kitosan (CMCts) ini dapat memperbaiki kapabilitasnya secara fisik dan kimia, memiliki viskositas yang tinggi, *biodegradable*, *biocompatible* dan tidak beracun sehingga bisa digunakan pada pemanfaatan secara luas (Oktavia *et al.*, 2005).

Teknik pembuatan CMCts adalah dengan mereaksikan kitosan dengan asam monokloro asetat pada suasana alkali. Gugus karboksimetil (CH_2COO^-) dari asam monokloro asetat mensubstitusi gugus hidroksil (OH^-) dan gugus amin (NH_2). Secara prinsip reaksi pembentukan CMCts adalah reaksi asam basa. Diketahui bahwa asam adalah suatu zat yang cenderung untuk melepas proton (proton donor)

sedangkan basa cenderung untuk mengikat proton (proton aseptor). Asam monokloro asetat ($\text{Cl-CH}_2\text{-C(=O)-OH}$) merupakan asam organik lemah yang mudah terdisosiasi. Pada reaksi pembentukan CMCTs, kitosan dibuat dalam suasana alkali yang telah mengikat ion Na^+ , sehingga pada waktu direaksikan dengan asam (monokloro asetat) terjadi pertukaran ion yakni ion Na^+ yang mudah larut air akan terikat dengan ion Cl^- yang dilepaskan oleh asam monokloro asetat membentuk larutan garam NaCl . Kemudian kitosan yang telah melepaskan ion Na^+ akan bersifat reaktif terhadap gugus karboksil dari asam monokloro asetat sehingga membentuk CMCTs.

Beberapa faktor yang mempengaruhi dalam pembentukkan CMCTs adalah kualitas kitosan, jumlah alkalis kitosan yang diperoleh (proses alkalinasi), konsentrasi asam monokloro asetat dan suhu eterifikasi. Ketepatan konsentrasi asam monokloro asetat sangat berperan dalam pembentukan CMCTs. Kelebihan asam monokloro asetat akan menyebabkan terjadinya proses hidrolisis lebih lanjut dan terbentuknya sodium-glikolat, sebaliknya apabila kekurangan asam monokloro asetat akan menyebabkan pembentukkan CMCTs tidak sempurna.

Beberapa penelitian tentang karboksimetil kitosan telah dilakukan, Dwiwitno (2004) menemukan bahwa hasil karboksimetil kitosan meningkat dengan adanya peningkatan suhu. Suhu optimal untuk eterifikasi alkalis kitosan adalah 90°C namun menghasilkan penampakan yang kurang baik yaitu kuning kecoklatan. Prasetyo (2005) menyatakan rasio kitosan dan asam monokloro asetat terbaik ditentukan pada perlakuan kitosan : asam monokloro asetat 1:0,9 (b/b) dengan nilai kekentalan 49,3 cPs dan kadar air 9,7%. Pada penelitian ini perlakuan konsentrasi asam monokloro asetat merupakan faktor utama untuk mengetahui karakteristik

karboksimetil kitosan (CMCts) dengan karakteristik yang baik dan memiliki tingkat kelarutan yang tinggi sehingga dapat diaplikasikan pada produk pangan.

B. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan jumlah asam monokloro asetat terhadap karakteristik karboksimetil kitosan (CMCts) yang dihasilkan.

C. Hipotesis

Diduga perbedaan jumlah asam monokloro asetat yang digunakan berpengaruh nyata terhadap karakteristik fisik dan kimia karboksimetil kitosan (CMCts) yang dihasilkan.



DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. Association of official chemist.inc, Virginia.
- Angka, S.L dan MT, Suhartono. 2000. Bioteknologi Hasil Laut. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Alamsyah, A. 2000. Modifikasi Pembuatan Kitosan Larut Air. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Bader, H.J., and Birkholz, E. 1997. Teaching Chitin Chemistry. *In* Muzzarelli and Peter, M.G. (eds.). Chitin Handbook, European Chitin Society.
- Bastaman, S. 1989. Studies on Degradation and extraction of Chitin and Chitosan from Prawn Shells. The Department of Mechanical Manufacturing, the Queen's University of Belfast.
- Damajanti, N. 1999. Kitin dan kitosan: kulit udang sebagai alternatif pemecahan masalah limbah. *J. Penel. Perik Indonesia*. 1(1):36-43.
- Davies, DH, Elson C dan Hayes ER. 1989. Chitin and Chitosan. *In* Skjak-Braek G, Anthosen T, Sanford P, editor N, O-Carboxymethyl Chitosan A New Water Soluble Derivative. Elsevier Applied Science.
- Doan, B. 2001. Research and Development Activities on Radiation of Chitin/Chitosan, Alginates and Starch. *In*: Regional Workshop on Radiation Prosesing of Natural Polimer For Agro and Agrochemical Industri. Development Center For Raditation Tecnology, Vietnam.
- Dwiyitno. 2004. Pengaruh suhu eterifikasi terhadap karakteristik karboksimetil kitosan (CMCTs). *J. Penel. Perik Indonesia* 10(3):67-73.
- Fadliyah S, Efa Nur CH, Irma S. 2007. Efektifitas penggunaan chitosan cangkang rajungan (*Portunus pelagicus*) sebagai penyerap (absorben) logam berat khrom dalam limbah cair pabrik penyamak kulit. http://www.pdrhealth.com/drug_info/nmdrugprofiles/nusupdrugs/chi_0067.shtml diakses 6 Juli 2007.
- Fawzya, Y.N., Zida, D.S., dan Mulyasari, H. 2004. Pengaruh suhu dan perbandingan kitosan dengan asam monokloro asetat terhadap karakteristik karboksimetil kitosan. Laporan Teknis Riset Produksi Kitosan dan Derivatnya serta Uji

- Aplikasinya. Bagian Proyek Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Hanafiah, K.A. 2005. Rancangan Percobaan, teori dan aplikasi, edisi ketiga. RajaGrafindo Persada. Jakarta.
- Kartini, Z. 1997. Study tentang mutu kitin dan kitosan yang dihasilkan dari limbah kulit kepiting (*Scylla serrata*). Fakultas Perikanan, Universitas Brawijaya. Malang.
- Knorr, D. 1982. Function properties of chitin and chitosan. *J. Food.Sci.* (47):36-41
- Krissetiana, Henny. 2008. Kitin dan kitosan dari limbah udang. <http://www.pikiran-rakyat.com/cetak/0712/85/jkye7038.html> diakses 3 Februari 2008.
- Lembono, S. 1989. Pembuatan susu bubuk kedelai dengan alat pengering semprot. Skripsi S1. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Muzzarelli, R.A.A. 1997. Methods for the determination of degree of acetylation of chitin and chitosan. *In* Muzzarelli and Peter, M.G. (eds.). Chitin Handbook, European Chitin Society.
- Novianty, R. 2005. Pengaruh suhu dan waktu karboksimetilasi terhadap karakteristik karboksimetil kitosan. Skripsi S1. Fakultas MIPA, Departemen Farmasi Universitas Indonesia. Depok.
- Oktavia D.A, Singgih W, Yusro N.F. 2005. Pengaruh jumlah monokloro asetat terhadap karakteristik karboksimetil kitosan dari kitosan cangkang dan kaki rajungan. *J. Penel. Perik Indonesia* 11(4):79-88.
- Paryanto, I. 2002. Proses pembuatan kitosan dari kulit udang dan pemanfaatannya untuk bidang kesehatan. NEED: Lingkungan, Manajemen Ilmiah 2. Jakarta.
- Prasetyo, A. 2005. Pengaruh konsentrasi asam monokloro asetat dalam proses karboksimetilasi kitosan terhadap karboksimetil kitosan yang dihasilkan. *J. Penel. Perik Indonesia* 11(8):47-56.
- Rismana, E. 2007. Langsing dan sehat lewat limbah perikanan. http://www.kompas.com/rubrik_info245rajungan.p978hb.htm diakses 15 Juli 2008.
- Saleh, M. 1999. Pembuatan kitosan dari dari kulit udang windu (*Penaeus monodon*) dan uji daya koagulasi proteinya. *J. Penel. Perik Indonesia.* 5(3):72-83.
- Suhartono, M.T. 1989. Enzim dan bioteknologi. Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Suryaningrum, D. 2005. Pengaruh konsentrasi asam monokloro asetat dan jenis pelarut sebagai bahan pengendap terhadap produksi karboksimetil kitin. *J. Penel. Perik Indonesia*. 11(4):89-100.
- Widodo A, Mardiah, Andy P. 2007. Potensi chitosan dari sisa udang sebagai koagulan logam berat limbah cair industri. <http://www.iptek.net.id/ind/warintek/?mnu=845ttg=9847&doc=jks64pli> diakses 6 Juli 2007.
- Wuriyandari, Y. 2002. Pengembangan turunan kitosan larut air. Skripsi S1. Fakultas MIPA. Universitas Negeri Jakarta. Jakarta.