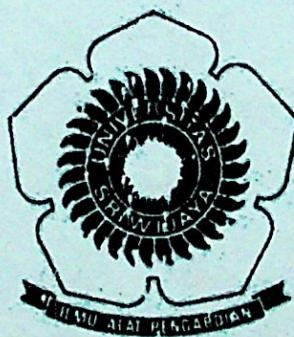


**AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN ANTIBAKTERI KOMPLEKS
KITOSAN MONOSAKARIDA (CHITOSAN
MONOSACCHARIDES COMPLEX)**

Oleh
SELLY RATNA SARI



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA
2013**

234194 / 24045

**AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN ANTIBAKTERI KOMPLEKS
KITOSAN MONOSAKARIDA (CHITOSAN
MONOSACCHARIDES COMPLEX)**



S
641.407

sel

a

2013

Oleh
SELLY RATNA SARI



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**INDRALAYA
2013**

SUMMARY

SELLY RATNA SARI. Antioxidative and Antibacterial Activity of Chitosan Monosaccharides Complex. (Supervised by ACE BAEHAKI and SHANTI DWITA LESTARI).

The purpose of research was to utilize antioxidant and antibacterial activity of chitosan monosaccharides complex. The research was conducted from May until September 2013 at Chemistry and Microbiology Agricultural Technology laboratory of Sriwijaya University.

The experiment was arranged in a Completely Randomized Design (RAL) with four treatments with two replications. The factors are difference of monosaccharides were added to A0 (chitosan), A1 (chitosan glucose complex), A2 (chitosan galactose complex) and A3 (chitosan fructose complex). The parameters were brown color analysis, antioxidant analysis (DPPH and reducing power) and antibacterial analysis (*Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, *Listeria monocytogenes* and *Vibrio cholerae*).

The result showed the treatment difference of monosaccharides and chitosan had significant effect on brown color analysis and antioxidant analysis by reducing power method. The brown color analysis (0,031-0,224), antioxidant analysis with DPPH method of IC₅₀ (92-131 ppm) and reducing power (1,059-1,274). Chitosan galactose complex (A2) is the best to antioxidative but not for *Pseudomonas aeruginosa* and *Listeria monocytogenes* bacteria. Antibacterial analysis of the four bacteria was 6,5-11,5mm.

RINGKASAN

SELLY RATNA SARI. Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri Kompleks Kitosan Monosakarida (*Chitosan Monosaccharides Complex*). (Dibimbing oleh ACE BAEHAKI dan SHANTI DWITA LESTARI).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antioksidan dan antibakteri pada kompleks kitosan monosakarida. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai September 2013 di Laboratorium kimia dan mikrobiologi Teknologi Hasil Pertanian Universitas Sriwijaya.

Rancangan yang digunakan berupa Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan yang diulang sebanyak dua kali. Faktor perlakuan terdiri dari perbedaan monosakarida yang ditambahkan yaitu A0 (kitosan) A1(kompleks kitosan glukosa) A2 (Kompleks kitosan galaktosa) dan A3(kompleks kitosan fruktosa). Parameter yang diamati meliputi analisa warna coklat, analisa antioksidan (DPPH, dan daya reduksi) dan analisa antibakteri (*Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, *Listeria monocytogenes* dan *Vibrio cholerae*).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan perbedaan monosakarida dan kitosan berpengaruh nyata terhadap analisa warna coklat dan analisis antioksidan dengan metode daya reduksi. Analisis warna coklat menghasilkan absorbansi (0,031-0,224), analisis antioksidan metode DPPH menghasilkan IC₅₀ (92-131 ppm) dan metode daya reduksi (1,059-1,274). Perlakuan A2 terbaik untuk antioksidan akan tetapi tidak terbaik untuk menghambat bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Listeria monocytogenes*. Analisis antibakteri terhadap keempat bakteri adalah 11,5-6,5 mm.

**AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN ANTIBAKTERI KOMPLEKS
KITOSAN MONOSAKARIDA (*CHITOSAN
MONOSACCHARIDES COMPLEX*)**

**Oleh
SELLY RATNA SARI**

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

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

**INDRALAYA
2013**

Skripsi

**AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN ANTIBAKTERI KOMPLEKS KITOSAN
MONOSAKARIDA (*CHITOSAN MONOSACCHARIDES COMPLEX*)**

**Oleh
SELLY RATNA SARI
05091006006**

telah diterima sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar
Sarjana Perikanan

Pembimbing I

Indralaya, Oktober 2013

Dr. Ace Baehaki, S.Pi, M.Si

Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya
Dekan,

Pembimbing II

Shanti Dwita Lestari, S.Pi, M.Sc

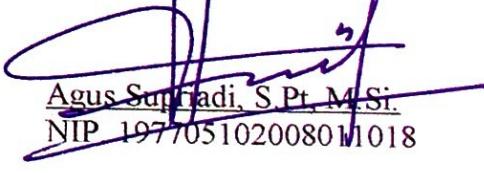
Dr. Ir. Erizal Sodikin
NIP. 196002111985031002

Skripsi berjudul "Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri Kompleks Kitosan Monosakarida (*Chitosan monossacharides complex*)" oleh Selly Ratna Sari telah dipertahankan di depan komisi penguji pada tanggal 16 September 2013

Komisi Penguji

- | | | |
|-------------------------------------|------------|--|
| 1. Dr. Ace Baehaki, S.Pi, M.Si | Ketua | (..... ) |
| 2. Shanti Dwita Lestari, S.Pi, M.Sc | Sekretaris | (..... ) |
| 3. Agus Supriadi, S.Pt, M.Si | Anggota | (..... )
 |
| 4. Rodiana Nopianti, SPi, M.Sc | Anggota | (..... ) |
| 5. Siti Hanggita RJ, S.TP,M.Si | Anggota | (..... ) |

Mengesahkan
Ketua Program Studi
Teknologi Hasil Perikanan


Agus Supriadi, S.Pt, M.Si.
NIP 197705102008011018

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 penelitian atau investigasi saya sendiri di bawah arahan pembimbing dan belum pernah atau tidak sedang diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan di tempat lain.

Indralaya, Oktober 2013
Yang Membuat Pernyataan



Selly Ratna Sari

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Lahat, Sumatera Selatan, pada tanggal 13 April 1992, merupakan anak pertama dari tiga bersaudara pasangan Bapak Lukman Hakim dan Ibu Sumro Aini.

Pendidikan Sekolah Dasar diselesaikan di SDN 46 Lahat tahun 2003, Sekolah Menengah Pertama diselesaikan di SMPN 5 Lahat tahun 2006, dan Sekolah Menengah Atas diselesaikan di SMA Negeri 2 tahun 2009. Sejak Agustus 2009 penulis tercatat sebagai mahasiswa Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya melalui jalur SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri).

Penulis pernah menjadi asisten praktikum Dasar-dasar Teknologi Hasil Perikanan pada tahun 2010, Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan Tradisional pada tahun 2010, Biologi perikanan pada tahun 2011, Biokimia Hasil Perikanan pada tahun 2012-2013, Mikrobiologi Hasil Perikanan pada tahun 2013, dan Pengendalian Mutu Hasil Perikanan pada tahun 2013. Penulis pernah mengikuti pelatihan penulisan program kreativitas mahasiswa dan menjadi peserta mahasiswa berprestasi yang diadakan oleh Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Penulis juga memiliki pengalaman organisasi sebagai anggota Ikatan Mahasiswa Lahat (IKAMALA), anggota Ikatan BEM Pertanian Seindonesia, anggota Himpunan Masiswa Perikanan Indonesia, Sekretaris Umum Ikatan Masiswa Hasil Perikanan (IMASILKAN) dan Sekretaris Umum Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Pertanian (BEMFP).

Penulis telah melaksanakan Praktek Lapangan di Laboratorium Pembinaan dan Pengujian Mutu Hasil Perikanan (LPPMHP) Palembang dengan judul "Pengujian Angka Lempeng Total dan Bakteri *Salmonella* pada Air dan Es Unit Pengolahan Ikan" pada tahun 2012 yang dibimbing oleh Bapak Dr. Ace Baehaki, S.Pi, M.Si. dan penulis juga telah melakukan Kuliah Kerja Nyata di Desa Bungin Tinggi pada tahun 2012.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis persembahkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik mungkin. Skripsi yang berjudul “Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri Kompleks Kitosan Monosakarida (*Chitosan Monoscharides complex*) disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Perikanan di Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.

Penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Bapak Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ace Baehaki , S.Pi, M.Si. dan Ibu Shanti Dwita Lestari, S.Pi, M.Sc. selaku pembimbing penulis yang membantu, memberikan arahan dan perhatian selama penelitian dan penyelesaian skripsi.
3. Bapak Agus Supriadi, S.Pi, M.Si., Ibu Rodiana Nopianti, S.Pi., M.Sc dan ibu Siti Hanggita RJ S.TP, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan pengarahan dalam penyelesaian skripsi.
4. Bapak Rinto S.Pi, M.Si dan Ibu Susi Lestari, S.Pi., M.Si selaku dosen pembimbing akademik selama kuliah di Universitas Sriwijaya
5. Bapak Herpandi, S.Pi, M.Si., Ibu Indah Widiastuti, S.Pi, M.Si., Ibu Dr. Ir. Kiki Yuliati, M.Sc., Bapak Budi Purwanto, S.Pi., Ibu Dian Wulansari S.TP, M.Si dan Ibu Sherly Ridowati, N.I, S.TP, M.Sc. atas ilmu yang telah diberikan selama ini. Mbak Absah, Mbak Ani, Mbak Upiet, Mbak Tika, Mbak Lisma, yuk ana dan Mbak Anna atas bantuan yang telah diberikan kepada penulis.

6. Keluargaku, kedua orang tua mama dan papa tercinta, adek Andi dan adek Aldi segala doa, perhatian, dukungan, kebahagian dan kasih sayang yang telah diberikan.
7. Sahabat seperjuangan Gemala, Iie, Zhi2, Shella, Yaya, Linda atas segala bantuan, doa, semangat yang telah diberikan. Teman-teman THI 2009 Atul, Reni, Hadi, Macek , Wahyu, Bang Ivan, Ulil, Franzo, Hernandes, Iyan, Dovin, Diaz, Agus, Fajar, Reza, Sandi, Winda, Siska, Ayu Beb, Danu, Mego, Ary Bewok. Kakak tingkat THI terutama kak Dheka, kak Agus, kak Riko, Mb Yuyun, kak Qodri dan kak Aldi atas semangat, bantuan, kebersamaan dan pengalaman berharga yang telah diberikan.
8. Sahabatku Putri, Meilani, Rika, Venny atas segala doa, dukungan, dan semangatnya serta teman-teman BDA Nora dan Warasto yang turut membantu.
9. Lingkungan kost Graha mahasiswa Ibu regar, Pak Regar, Ibu Fat, kak Een, ayuk dan semua penghuni graha yang telah mendoakan.
10. Mbak Mayang teman seminar hasil dan teman-teman BDA, THI dan THP (Widya, Wulan dll) yang telah hadir di seminar hasilku.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat berguna bagi semua pihak yang membutuhkan serta dapat menjadi sumbangan pemikiran yang bermanfaat bagi kita semua, amin.

Indralaya, 2013

Penulis

UPT PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

NO. DAFTAR : J32369

TANGGAL : 6 NOV 2013

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	3
C. Hipotesis	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Kitosan.....	4
B. Kompleks Kitosan Monosakarida (CMC)	8
C. Reaksi Maillard pada Kompleks Kitosan Monosakarida (CMC)...	11
D. Bakteri pada Ikan.....	15
E. Antibakteri pada Kitosan	19
F. Antioksidan pada Kompleks Kitosan Monosakarida.....	21
III. PELAKSANAAN PENELITIAN	
A. Tempat dan Waktu	24
B. Bahan dan Alat	24
C. Metode Penelitian	25
D. Cara Kerja.....	25
E. Parameter Pengamatan.....	26

1. Analisis Warna Coklat Kompleks kitosan Monosakarida	26
2. Uji Aktivitas Antioksidan	26
a. Metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)	26
b. Metode Daya Reduksi.....	28
3. Uji Antibakteri	28
a. Regenerasi Bakteri	28
b. Pengujian Antibakteri	29
F. Analisis Data	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Analisis Warna Coklat kompleks Kitosan Monosakarida.....	31
B. Aktivitas Antioksidan Kompleks Kitosan Monosakarida	35
1. Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH	35
2. Aktivitas Antioksidan dengan Metode Daya Reduksi.....	40
C. Analisis Antibakteri Kompleks Kitosan Monosakarida	43
1. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	43
2. <i>Bacillus subtilis</i>	46
3. <i>Listeria Monocytogenes</i>	50
4. <i>Vibrio cholerae</i>	53
V. KESIMPULAN	
A. Kesimpulan.....	58
B. Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	66

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Sertifikat analisis kitosan	7
2. Senyawa kimia yang sering digunakan sebagai antioksidan.....	21
3. Daftar Analisis Keragaman	30
4. Hasil uji lanjut BNJ pengaruh penambahan monosakarida terhadap warna coklat kompleks kitosan monosakarida.....	34
5. Uji lanjut BNJ pengaruh penambahan monosakarida terhadap nilai Absorbansi daya reduksi	42

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Struktur Kimia (a) Kitin dan (b) Kitosan	6
2. Struktur kimia glukosa	10
3. Struktur kimia galaktosa	10
4. Struktur kimia fruktosa	11
5. Produk Akhir reaksi Maillard antara kitosan dan glukosa	14
6. Biakan Bakteri <i>Bacillus subtilis</i> pada perbesaran 100X	16
7. Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	17
8. Absorbansi warna coklat kompleks kitosan monosakarida	31
9. Persen penghambatan dengan metode DPPH dengan berbagai Konsentrasi kompleks kitosan monosakarida	36
10. Nilai IC ₅₀	37
11. Nilai absorbansi analisis daya reduksi kompleks kitosan monosakarida	40
12. Diameter daerah hambatan kompleks kitosan monosakarida terhadap bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	44
13. Daerah hambatan yang terbentuk terhadap semua perlakuan pada Bakteri <i>Pseudomnas aeruginosa</i>	46
14. Diameter daerah hambatan kompleks kitosan monosakarida terhadap bakteri <i>Bacillus subtilis</i>	47
15. Daerah hambatan yang terbentuk pada kompleks kitosan monosakarida pada bakteri <i>Bacillus subtilis</i>	50
16. Diameter daerah hambatan pada kompleks kitosan monosakarida terhadap bakteri <i>Listeria monocytogenes</i>	51

17. Daerah hambatan yang terbentuk pada kompleks kitosan monosakarida pada bakteri <i>Listeria monocytogenes</i>	53
18. Diameter daerah hambatan pada kompleks kitosan monosakarida terhadap bakteri <i>Vibrio cholerae</i>	54
19. Daerah hambatan yang terbentuk pada kompleks kitosan Monosakarida pada bakteri <i>Vibrio cholerae</i>	56

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Diagram alir penelitian aktivitas antioksidan dan antibakteri Kompleks kitosan monosakarida	67
2. Teladan Pengolahan data warna coklat	68
3. Teladan pengolahan data antioksidan dengan metode DPPH	70
4. Teladan pengolahan data antioksidan dengan metode daya reduksi	71
5. Teladan pengolahan data diameter daerah hambatan (antibakteri) Semua perlakuan pada bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	73
6. Teladan pengolahan data diameter daerah hambatan (antibakteri) Semua perlakuan pada bakteri <i>Bacillus subtilis</i>	74
7. Teladan pengolahan data diameter daerah hambatan (antibakteri) Semua perlakuan pada bakteri <i>Listeria monocytogenes</i>	75
8. Teladan pengolahan data diameter daerah hambatan (antibakteri) Semua perlakuan pada bakteri <i>Vibrio cholerae</i>	76
9. Foto sebelum dan sesudah disterilisasi.....	77
10. Foto produk reaksi Maillard dengan berbagai variasi monosakarida .	78
11. Foto daerah hambatan yang terbentuk pada kompleks kitosan monosakarida	79
12. Data absorbansi uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH.....	80
13.Grafik hubungan antara persen penghambatan antioksidan dan konsentrasi.....	81
14.Foto analisis antioksidan dan antibakteri kompleks kitosan monosakarida	83

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara produsen udang terbesar di dunia. Udang termasuk golongan krustasea yang banyak dibudidayakan pada lahan tambak atau perairan laut. Udang umumnya diekspor dalam bentuk beku, seperti tanpa kepala, ekor dan kulit. Proses pengolahan ini menghasilkan limbah cangkang krustasea (udang) yang berlimpah. Salah satu cara untuk memanfaatkannya adalah membuat kitosan. Pembuatan kitosan merupakan usaha yang menguntungkan karena dapat mengurangi limbah dan menambah nilai jual dari cangkang krustasea.

Kitosan telah banyak digunakan dalam berbagai industri. Sekitar 60-70% bagian dari udang yang digunakan dalam pembuatan kitosan (Sihombing, 2006). Kitosan diisolasi dari kulit udang, rajungan, kepiting dan beberapa kulit serangga. Sifat kitosan yang memiliki gugus amina bebas bermuatan positif dapat berikatan dengan muatan negatif pada dinding sel bakteri. Hal tersebut membuat kitosan banyak digunakan dalam berbagai bidang terutama sebagai antibakteri. Selain itu, kitosan mudah didapat di alam, tidak beracun dan mudah terurai secara biologis.

Kitosan digunakan dalam industri makanan seperti pembungkus makanan, pengolahan air, pertanian, pengolahan limbah, bioteknologi, kosmetik, dan kesehatan. Kitosan dimanfaatkan sebagai pembungkus makanan memiliki kemampuan mempertahankan mutu produk. Kitosan juga dimanfaatkan sebagai koagulan untuk diaplikasi dalam pengolahan limbah (Synoweick *et al.*, 2003). Kitosan juga banyak dimanfaatkan sebagai bahan penghambat bakteri yang dapat



melindungi pangan dari kerusakan, akan tetapi kitosan masih memiliki beberapa kelemahan (Rao *et al.*, 2005).

Kitosan memang telah terbukti memiliki keunggulan sebagai antibakteri dan antijamur (Liu *et al.*, 2006). Selain itu, sebagian menjelaskan kitosan memiliki aktivitas antioksidan karena interaksi OH⁻ dengan ion H dari NH3⁺(Amino). Namun, kelemahan dari kitosan adalah belum terlalu optimal dalam menghasilkan antioksidan dan antibakteri. Bahkan dalam berbagai aplikasi kitosan cenderung mudah rapuh dan pecah. Hal ini dapat diatasi dengan penambahan bahan dan modifikasi kitosan. Modifikasi yang tepat dapat menghasilkan senyawa antioksidan dan antibakteri yang baik dibandingkan penggunaan kitosan saja.

Penambahan glukosa 1% di dalam kitosan 1% dan asam asetat 1% yang telah disterilisasi disebut kompleks kitosan glukosa (*chitosan glucose complex*) terbukti dapat melawan bakteri perusak makanan dan bakteri patogen serta memiliki antioksidan (Kanatt *et al.*, 2007). Sedangkan penambahan berbagai macam gula (glukosa, fruktosa, laktosa, arabinosa dan galaktosa) memberi dampak antibakteri terhadap bakteri *P. aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *E. coli* dan *Bacillus cereus* (Mahae *et al.*, 2011). Reaksi Maillard terbentuk pada proses sterilisasi antara gula dan gugus amin. Diduga Reaksi Maillard memberikan senyawa redukton terhadap radikal bebas sehingga dapat membentuk antioksidan yang lebih baik.

Penelitian sebelumnya menunjukkan CGC (*Chitosan Glucose Complex*) memiliki aktivitas antioksidan dan antibakteri serta potensial digunakan sebagai bahan pengawet. Sedangkan fruktosa dan galaktosa menghasilkan antioksidan paling efektif dibandingkan beberapa gula yang diuji (Mahae *et al.*, 2011). Oleh karena itu penelitian ini menggunakan 3 monosakarida tersebut sehingga dinamakan

kompleks kitosan monosakarida. Penelitian ini akan dilakukan terhadap bakteri gram negatif (*Pseudomonas aeruginosa* dan *Vibrio cholerae*) dan bakteri gram positif (*Bacillus subtilis* dan *Listeria Monocytogenes*) terhadap kompleks kitosan monosakarida (CMC). Alasan penggunaan bakteri tersebut karena *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas aeruginosa* mewakili bakteri pembusuk yang terdapat pada ikan serta *Vibrio cholera* yang sering terdapat pada makanan laut seperti kerang-kerangan dan *Listeria monocytogenes* bakteri patogen yang terdapat pada udang beku (pangan beku). Keempat bakteri ini merugikan dan dapat menimbulkan penyakit. Oleh karena itu, pembuatan kompleks kitosan monosakarida merupakan hal penting dan diharapkan dapat menghambat bakteri yang sering terdapat pada ikan atau produk olahan ikan.

B. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antioksidan dan antibakteri pada kompleks kitosan monosakarida (*Chitosan Monosaccharides Complex*).

C. Hipotesis

Diduga penambahan kitosan dengan perbedaan jenis monosakarida seperti glukosa, galaktosa dan fruktosa menjadi kompleks kitosan monosakarida berbeda nyata terhadap aktivitas antioksidan dan antibakteri terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, *Listeria monocytogenes* dan *Vibrio cholerae*.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianto, E dan E. Liviawaty. 2010. Penanganan Ikan Segar Proses Penurunan dan Cara Mempertahankan Kesegaran Ikan. Widya Padjadjaran. Bandung.
- Ajandouz, E. H., L. S. Tchiakpe., F. D. Ore., A. Benajiba. dan A. Puigserver. 2001. Effects of pH on caramelisation and Maillard reaction kinetics in fructose–lysine model systems. *Journal of Food Science*. 66 : 926–931.
- Ambarsar, L dan H. M. Mochtar. 2002. Mekanisme penghambatan produk-produk reaksi Maillard. *Buletin Kimia*. 2 :19-23.
- Angka, S.L. dan M.T. Suhartono. 2000. Bioteknologi Hasil Laut. Pusat Pangkajian Sumberdaya dan Pesisir Lautan. IPB. Bogor
- Atlas R.M. 1997. Principles of Microbiology. Second Edition. WNC Brown. Iowa.
- Bailley, M. E dan K. Won Um. 1992. Maillard reaction and lipid oxidation. Di dalam : Angelo. AJS. Lipid oxidation in food ACS symposium series. New York. Agustus 25-30.
- Bastos, D.M., E. Monaro., E. Siguemoto. dan M. Séfora. Maillard Reaction Products in Processed Food:Pros and Cons. www.intechopen.com diakses tanggal 4 Januari 2012.
- Bappenas, BPS, UNDP. 2001. Laporan Pembangunan Manusia Indonesia 2001 Menuju Konsensus Baru Demokrasi dan pembangunan Manusia Di Indonesia. Bappenas. BPS. UNDP. Jakarta.
- Brock, T.D. dan M.T. Madigan. 1991. Biology of Microorganisms. New Jersey. Prentice- Hall International
- Brooks, G.F., J. S Butel. dan Morse, S. A. 2005, Jawetz, Melnick & Adelbergh's Mikrobiologi Kedokteran. Buku I, Edisi I, Alih bahasa. Bagian Mikrobiologi, FKU Unair, Salemba Medika. Jakarta.
- Buckle, K. A. 2009. Ilmu Pangan. UI Press. Jakarta.
- Buera, D.P., Chirife, J., Resnik, S.L. dan Wetzler, G. 1987. Nonenzymatic browning in liquid model systems of high water activity: Kinetics of color changes due to *Maillard* reaction between different single sugars and glycine and comparison with caramelization browning. *Journal of Food Science*. 52 (4): 1063-1067.

- Cahyana, M., T. Ekaprasada. dan A. Herry. 2002. Isolasi senyawa antioksidan kulit batang kayu manis (*Cinnamomum burmannii*), ISSN No. 0216-0781.
- Chandumpai, A., N. Singhpibulporn, D. Faroongsarng. dan P. Sornprasit. 2004. Preparation and physico-chemical characterization of chitin and chitosan from the pens of the squid species, *Loligo lessoniana* and *Loligo formosana*, Journal Carbohydrate Polymers, 58 : 467-474.
- Chevalier, F., J. M. Chober., C. Genot, dan T. Haertle. 2001. Scavenging of free radical, antimicrobial, and cytotoxic activities of the mailard reaction of beta lactoglobulin glycated with several sugars. Journal Agricultural Food Chemistry. 49, 5031-5038.
- Chung, Y. C., Kuo, C. L., dan Chen, C. C. 2005. Preparation and important functional properties of water-soluble chitosan produced through Maillard reaction. Journal Bioresource Technology. 96 : 1473–1482
- Dedin, FR. dan F. Dedi. 2007. Isolasi dan karakteristik melanoidin kecap manis dan peranannya sebagai antioksidan. Bogor. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. XVII (3) : 204.-213.
- deMan, J. M. 1997. Kimia Makanan. Penerbit ITB. Bandung.
- Falah, S., T. Suzuki. dan T. Katayama. 2008. Chemical constituents from *swietenia macrophylla* bark and antioxidant activity. Pakistan Journal of Biological Sciences. 11 (16): 2007-2012.
- Fatimah, C. Z. 2006. Flavor (Citarasa). Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Ferdiaz, S. 1992. Mikrobiologi Pangan II. Gramedia. Jakarta.
- Frazier, W.C. dan D.C Weshoff. 2008. Food Microbiology. Tata MC. Graw-Hill Pub. Co. Limited. New Delhi.
- Gordon, M. H. 2000. The Mechanism of Antioxidant Action in vitro. Di dalam : Hudson, B. J. F. (ed). Food Antioxidants. Elsevier Applied Science. London.
- Hadiwiyoto, S. 1993. Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan Jilid I. Liberty, Yogyakarta.
- Hanafiah, K. A. 2010. Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi. Rajawali Pers. Jakarta.

- Hanani, E., A. Mun'im . dan R. Sekarini. 2005. Identifikasi senyawa antioksidan dalam spons *Callispongia* sp dari Kepulauan Seribu. Majalah Ilmu Kefarmasian. 2:127- 133.
- Hardjito, L. 2006. Aplikasi Kitosan Sebagai Bahan Tambahan Makanan dan Pengawet. Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hatano, T., H. Kagawa, T. Yasuhara, dan I. Okuda. 1988. Two new flavonoids and other constituents in licorice roots : their relative astringency and radical scavenging effect. Chemistry Pharmaceutical Bulletin. 36 : 2090-2097.
- Helander IM, Nurmiaho EL, Ahvenainen R, Rhoades, dan J. Roller S. 2001. Chitosan disrupts the barrier properties of the outer membrane of Gram-negative bacteria. International Journal Food Microbiology 71 : 235-244.
- Hudayanti, M., 2004, Aktivitas antibakteri rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.), Skripsi Jurusan Kimia, Institut Pertanian Bogor. (Tidak dipublikasikan).
- Jawetz. M. dan Adelberg. 2007. Mikrobiologi kedokteran. Translation of Jawetz, Melnick and Adelberg's Medical Microbiology, 23thEd. Alih bahasa oleh Hartanto, H. EGC. Jakarta.
- Kanatt, S.R., C. Rhamesh. dan S. Arun. 2007. Chitosan glucose complex-a novel food preservative. Journal Food Chemistry. 106 : 521-528.
- Khan, T. A., K.K. Peh. dan H. S Ch'ng. 2002. Reporting degree of deacetylation values of chitosan: the influence of analytical methods. Journal Pharmaceutical Science. 5:502-212.
- Kim, W dan R.L, Thomas. 2007. Antioxidative activity of chitosan and mint mixture a new preservative for meat and meat products. Journal Food Chemistry. 107 : 845-852.
- Khusniya T. 2004. Penapisan awal senyawa antibakteri dan antioksidan dari kulit batang sentigi (Pemphis acidula) (skripsi). Departeman Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut pertanian Bogor. (dipublikasikan)
- Lai, L.S., S.T. Chou. dan Chao. 2011. Studies on the antioxidative activities of hsian-tsao (*Mesona procumbens* Hemsl) leaf gum Journal Agricultural Food Chemistry. 49: 963-968.

- Lin, Gu., F. Kim., J.M. Abbas,S., Zhang, X.M., Xia,S. dan Chen, Z. 2010. Structure and antioxidant activity of high molecular weight Maillard reaction products from casein–glucose. *Journal Agricultural Food Chemistry*. 120: 505–511.
- Linawati, H. 2006. Chitosan Bahan Alami Pengganti Formalin. Departemen Teknologi Perairan (THP) Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor (FKIK-IPB). Bogor.
- Liu, D., W. Zhen., Z. Yang., J.D. Carter., dan K. A. Reynolds. 2006. Genistein acutely stimulates insulin secretion in pancreatic-cells through a cAMP-dependent protein kinase pathway. *Diabetes* 55:1043-1050.
- Mahae, N., C. Chalata dan Muhamad. 2011. Antioxidant and antimicrobial properties of chitosan sugar complex. *Journal International Food Research*. 18 (4) : 1543-1551.
- Maillard, M. N., Billaud, C., Chow, Y. N., Ordonaud, C. dan Nicolasb, J. 2007. Free radical scavenging, inhibition of polyphenoloxidase activity and copper chelating properties of model Maillard systems. *LWT - Food Science and Technology*. 40. 1434–1444.
- Manisha, P., S. Kanchan., K. Jovita, M. K, Koshy. dan S. Shubhini. 2009. *Sida veronicacaefolia* as a source of natural antioxidant. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drugs Research*. 1(3): 180-182.
- McGilverey, Goldstein. 1996. Biokimia Suatu Pendekatan Fungsional. Edisi 3. Airlangga University Press. Surabaya.
- Meidina, Sugiyono., Jenie. dan M. T. Suhartono. 2004. Aktivitas antibakteri oligomer kitosan yang diproduksi menggunakan kitonase dari isolat *B. licheniformis* MB-2. Departemen Teknologi Pangan dan Gizi. Institut pertanian Bogor.
- Milton R.J. Salton dan Kwang-Shin Kim, 2001. Structur of Bacteria.. Departement of Bacteriology University of Wisconsin-Madison.USA
- Molyneux, P., 2004. The use of the stable free radical diphenyl picrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Journal Science Technology*. 26(2): 211-219.
- Murray, P. R, Rosenthal, Kobayashi. dan M.A. Pfaller. 2002. *Medical Microbiology*. 4th Ed. Mosby a Harcourt Health Science Company. Toronto.

- Murwani, R. dan S. Murtini. 2009. Effect of Chlortetracycline Additive in Broiler Fed Local Diets On Antibody Titers to NDV Vaccine. International Journal of Poultry Science. 8: 755-759.
- Muzzarelli, R.A.A. 1997. Chitin. Pergamon Press. New York.
- Nakamura, S., K. Wakabayashi, R. Nakai, R. Aono, dan K. Horikoshi. 1992. Purification and same properties of an alkaline xylanase from alkaliophilic *Bacillus* sp. Strain 41M1. Journal Of Applied and Environmental Microbiology. 59(7):2311-2316.
- Neumann, N.E. 1984. The Spiral of Silence. University of Chicago, Chicago.
- Noirot, P. 2007. Replication of the *Bacillus subtilis* Chromosome *Bacillus*: Cellular and Molecular Biology, Graumann P, ed., Caister Academic Press.
- Nurcahyanti, A. D. R., L. Dewi. dan K.H. Timotius. 2011. Aktivitas antioksidan dan antibakteri kstraksi polar dan non polar biji selasih (*Ocimum sanctum* Linn). Jurnal Teknologi dan Industri. 23 : 1-6.
- Nurainy, F., S. Rizal. dan Yudiantoro. 2008. Pengaruh konsentrasi kitosan terhadap aktivitas antibakteri dengan metode difusi agar (SUMUR). Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian. 13 (2) : 117-125.
- Oyaizu, M. 1986. Studies on products of browning reaction. antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. Japanese Journal of Nutrition, 44, 307-315.
- Prashanth KVH dan R. N Tharanathan. 2007. Chitin/chitosan: modification and their unlimited application potential an overview. Journal Food Science Technology 18:117-131.
- Rao. M., S. Chander. dan A. Sharma. 2005. Development of shelfstable intermediate-moisture meat products using active edible coating and irradiation and mayonnaise-based shrimp salads. Journal of Food Protection. 63: 202-209.
- Rinto. 2011. Kajian penolakan ekspor produk perikanan Indonesia ke Amerika Serikat. Makalah Seminar Nasional Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan di Jakarta, tanggal 26 Juli 2011. Teknologi hasil perikanan. Universitas Sriwijaya.
- Rivoal, K., S. Queguiner, E. Boscher, S. Bougeard, G. Ermel, G. Salvat, M. federighi, F. Jugiau. dan J. Protais. 2010. Detection of *Listeria monocytogenes* in raw and pasteurized liquid whole eggs and characterization by PFGE. Int. J. Food Microbiol. 138 : 56-52.

Sagoo S.K., R. Board. dan S. Roller. 2002. Chitosan inhibits Growth of Spoilage microorganisms in Chilled pork Product. Food Microbiol.19 : 175-182.

Setiyono A, Winarsih W, Syakir. dan M, Bermawie. 2007. Potensi Tanaman Obat Untuk Penanggulangan Flu Burung : Studi *In Vitro* pada Kultur Sel Vero.Laporan Akhir Penelitian Kerjasama Kemitraan Penelitian Pertanian dengan Perguruan Tinggi (KKP3T). Departemen Pertanian dan Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor.

Shahidi. F., J.K.V. arachchi. dan Y. J Jeon. 2007. Food Applications Of Chitin and Chitosan (review). Journal Trends in Food Science and Technology. 10: 37-51.

Sihombing, M. 2006. Pengaruh sinar laser energi rendah terhadap pembentukan kalus pada proses penyembuhan fraktur tulang tibia tikus putih (*Rattus novergicus*). Tesis. Pascasarjana Universitas Airlangga. Surabaya (tidak dipublikasikan).

Sinaga, S. R. 2009. Kemunduran Mutu Ikan Nila Merah (*Oreochromis sp*) Selama Penyimpanan pada Suhu Chilling. Skripsi. Dept. THP. Fak. Pertanian dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor.(dipublikasikan).

Simunek, J. G.. B. Tishchenko. dan Hodrova. 2006. Effect of chitosan of human colonic bacteria. Jurnal Folia Microbiology. Vol. 51 (4), 306-308 (2006).

Skonberg, D.I. 2000. Extending Shelf Life of Fresh Fish Fillets with a Chitosan Coating. IFT Annual Meeting : Dallas, Texas 10-14 Juni 2000. 51A-30.

Synowiecki, J dan Al khateeb. 2003. Production, properties, and some new applications of chitin and its derivatives. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. Proquest Medical Library. 43 (2) : 145-171.

Tsai, G.J dan W. H Su. 1999. Antibacterial Activity of Shrimp Chitosan Against. *Escherichia coli*. Journal of Food Protection. 62:239-243.

Tsai, G.J., SU, W.H., Chen, H.C. dan C.L. Pan. 2002. Antimicrobial activity of shrimp chitin and chitosan from different treatments and applications of fish preservation Fisheries Science. 68(1): 170-177.

Wardaniati R. 2009. Pembuatan Chitosan Dari Kulit Udang dan Aplikasinya untuk Pengawetan Bakso. Jurusan teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang.

Winarno, F.G. 2004. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia. Jakarta

- Xin, W. P. Xu. dan. Q. Liu. 2001. Antioxidant activity of water-soluble chitosan derivatives. *Bioorganic Medicinal Chemistry Letters*. 11 : 1699-1701.
- Yadav, A.V. dan S.B. Bhise, 2004. Chitosan : A Potential Biomaterial Effective Against Typoid, *Current Science* Vol. 87. No. 9.
- Yen, C.F., C.V. Gabel., D.T. Samuel.,C.I. Bragmann. dan Leon Avery. 2008. Laser Microsurgery in *Caernohabditis elegans*. University of pennsylvania. USA.
- Yuhernita dan Juniarti. 2011. Analisis senyawa metabolit sekunder dari ekstrak metanol daun surian yang berpotensi sebagai antioksidan. Makara, Seri Sains. 15 (1) : 48-52.
- Yusman, D. A. 2006. Hubungan antara aktivitas antibakteri kitosan dan ciri permukaan dinding sel bakteri. Skripsi S1. Institut Pertanian Bogor. (dipublikasikan).
- Zheng, L.O.Y. dan J. F. Zhu. 2003. Study on antimicrobial activity of chitosan with different molecular weights. *Carbohydrate Polymer*. 54: 527-530.
- Zivanovich, S., J.R. Mount., F.A. Draughon. dan C.E. Sams. 2003. Edible chitosan coating as novel effective biopesticide. Southern Region Small Fruit Consortium Research Project. Progre report for 2003 Grant.
- Zuhud, E.A.M. 2001. Aktivitas ekstrak kedawung (*Parkia roxburghii* G. Don) terhadap bakteri patogen. *Jurnal Teknol dan Industri Pangan*. Vol XII(1) : 6-12.