

SKRIPSI

**AKTIVITAS ANTIBAKTERI KOMPLEKS KITOSAN
MONOSAKARIDA PADA MATRIKS PANGAN
SURIMI IKAN GABUS (*Channa striata*)**

***ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF CHITOSAN
MONOSSACHARIDES COMPLEX IN FOOD MATRIX
OF SNAKEHEAD FISH (*Channa striata*) SURIMI***



**Reny Meliza
05091006007**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2014**

5
597.407.
Ren
a
2014

27/05/2013/6

SKRIPSI

**AKTIVITAS ANTIBAKTERI KOMPLEKS KITOSAN
MONOSAKARIDA PADA MATRIKS PANGAN
SURIMI IKAN GABUS (*Channa striata*)**

***ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF CHITOSAN
MONOSSACHARIDES COMPLEX IN FOOD MATRIX
OF SNAKEHEAD FISH (*Channa striata*) SURIMI***



**Reny Meliza
05091006007**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2014**

SUMMARY

RENY MELIZA. Antibacterial Activity of Chitosan Monosaccharides Complex in Food Matrix of Snakehead Fish (*Channa striata*) Surimi. (Supervised by **ACE BAEHAKI** and **SHANTI DWITA LESTARI**).

The research on antibacterial activity of chitosan monosaccharides complex in food matrix of snakehead fish surimi was carried out. This study was conducted from April to June 2014 in the Laboratory of Fishery Production Engineering and Laboratory of Aquaculture of the Sriwijaya University. This study used a randomized block design with four treatments namely chitosan solution (as a control), chitosan glucose complex, chitosan galactose complex and chitosan fructose complex. The observed parameters included Maillard reaction products (MRPs) analysis, chemical analysis and antibacterial activity against three pathogens (*Bacillus subtilis*, *Listeria monocytogenes*, and *Vibrio cholerae*) in food matrix using total plate count/TPC and paper disc method (*in vitro*). Different chitosan treatments resulted on significantly different MRPs and Surimi's TPC, but the effects did not significantly appear on clear zone formation on pathogen's specific media. MRPs analysis produced absorbance between 0.052-0.248, paper disc method analysis produced clear zone of *B. subtilis* between 10.5-11.75 mm, *L. monocytogenes* between 10-11.5 mm and *V. cholerae* between 9.25-10.75 mm. Analysis of TPC shows chitosan monosaccharides complex more effectively inhibit Gram negative bacteria (*V. cholerae*) than Gram positive (*B. subtilis* and *L. monocytogenes*). Chitosan monosaccharides complex has proven to be an antibacterial activity although there is interaction with the food matrix.

Key words : chitosan, monoshaccarides, MRPs, antibacterial, food matrix

RINGKASAN

RENY MELIZA. Aktivitas Antibakteri Kompleks Kitosan Monosakarida pada Matriks Pangan Surimi Ikan Gabus (*Channa striata*). (Dibimbing oleh ACE BAEHAKI dan SHANTI DWITA LESTARI).

Suatu penelitian untuk mempelajari aktivitas antibakteri kompleks kitosan monosakarida pada matriks pangan surimi ikan gabus. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai Juni 2014 di Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan dan Laboratorium Budidaya Perairan Universitas Sriwijaya. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok. Perlakuan kompleks kitosan monosakarida terdiri dari larutan kitosan (sebagai kontrol), kompleks kitosan glukosa, kompleks kitosan galaktosa dan kompleks kitosan fruktosa. Parameter yang diamati meliputi analisis produk reaksi Maillard (*Maillard reaction products*/MRPs), analisis kimia dan analisis aktivitas antibakteri terhadap tiga bakteri pada hasil perikanan (*Bacillus subtilis*, *Listeria monocytogenes* dan *Vibrio cholerae*) pada matriks pangan dengan metode *total plate count*/TPC dan metode kertas cakram (*in vitro*). Perlakuan dalam penelitian berpengaruh nyata terhadap analisis MRPs dan analisis TPC surimi, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap diameter daerah hambatan (DDH) bakteri. Analisis MRPs menghasilkan absorbansi yang berkisar antara 0,052-0,248, analisis metode cakram menghasilkan DDH terhadap *B subtilis* yang berkisar antara 10,5-11,75 mm, *L. monocytogenes* berkisar antara 10-11,5 mm dan *V. cholerae* berkisar antara 9,25-10,75 mm. Analisis TPC menunjukkan kompleks kitosan monosakarida lebih efektif menghambat bakteri Gram negatif (*V. cholerae*) daripada Gram positif (*B. subtilis* dan *L. monocytogenes*). Kompleks kitosan monosakarida terbukti tetap memiliki aktivitas antibakteri meskipun terjadi interaksi dengan matriks pangan.

Kata kunci : kitosan, monosakarida, MRPs, antibakteri, matriks pangan

SKRIPSI

**AKTIVITAS ANTIBAKTERI KOMPLEKS KITOSAN
MONOSAKARIDA PADA MATRIKS PANGAN
SURIMI IKAN GABUS (*Channa striata*)**

***ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF CHITOSAN
MONOSSACHARIDES COMPLEX IN FOOD MATRIX OF
SNAKEHEAD FISH (*Channa striata*) SURIMI***

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Perikanan**



**Reny Meliza
05091006007**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2014**

LEMBAR PENGESAHAN

AKTIVITAS ANTIBAKTERI KOMPLEKS KITOSAN MONOSAKARIDA PADA MATRIKS PANGAN SURIMI IKAN GABUS (*Channa striata*)

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Perikanan

Oleh:

Reny Meliza
05091006007

Indralaya, November 2014

Pembimbing I



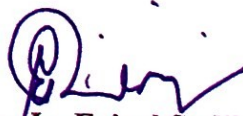
Dr. Ace Baehaki, S.Pi., M.Si.
NIP 197606092001121001

Pembimbing II



Shanti Dwita Lestari, S.Pi., M.Sc.
NIP 198310252008122004

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian



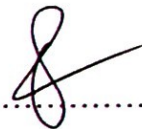
Dr. Ir. Erizal Sodikin
NIP 196002111985031002

Skripsi dengan judul “Aktivitas antibakteri kompleks kitosan monosakarida pada matriks pangan surimi ikan gabus (*Channa striata*)” oleh Reny Meliza telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 02 Oktober 2014 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan dari tim penguji.

Komisi Penguji

1. Dr. Ace Baehaki, S.Pi., M.Si.
NIP 197606092001121001

Ketua

()

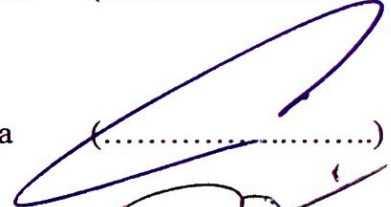
2. Shanti Dwita Lestari, S.Pi., M.Sc.
NIP 198310252008122004

Sekretaris

()


3. Herpandi, S.Pi., M.Si., Ph.D.
NIP 197404212001121002

Anggota

()

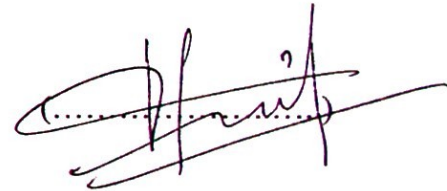
4. Siti Hanggita R.J., S.TP., M.Si.
NIP 198311282009122005

Anggota

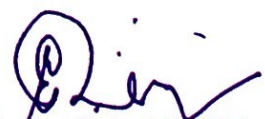
()

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

Anggota

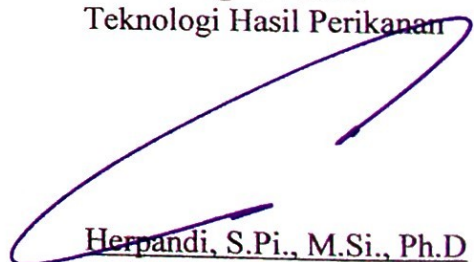
()

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya

()
Dr./Ir. Erizal Sodikin
NIP 196002111985031002

Indralaya, November 2014

Ketua Program Studi
Teknologi Hasil Perikanan

()
Herpandi, S.Pi., M.Si., Ph.D
NIP 197404212001121002

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Reny Meliza

NIM : 05091006007

Judul : Aktivitas antibakteri kompleks kitosan monosakarida pada matriks pangan surimi ikan gabus (*Channa striata*)

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, November 2014



[Reny Meliza]

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Palembang, Provinsi Sumatera Selatan, pada 06 Mei 1991 sebagai anak kedua dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Komaruddin dan Ibu Linda Wati.

Pendidikan Dasar penulis diselesaikan di SDN 27 Palembang tahun 2003, Pendidikan Menengah Pertama diselesaikan di SMPN 45 Palembang tahun 2006 dan Pendidikan Menengah Atas diselesaikan di SMA ARINDA Palembang tahun 2009. Sejak September 2009 penulis tercatat sebagai mahasiswa Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya melalui jalur SNMPTN.

Pengalaman organisasi penulis adalah anggota IMASILKAN bidang kewirausahaan periode 2011-2012. Pengalaman asisten penulis yaitu pernah menjadi asisten Praktikum Toksikologi Hasil Perikanan dan Praktikum Gizi Ikani tahun 2012, Praktikum Diversifikasi dan Pengembangan Produk Hasil Perairan tahun 2013, Praktikum Mikrobiologi Hasil Perikanan dan Praktikum Kimia Pangan tahun 2014 di Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.

Pengalaman kuliah lapangan yang penulis ikuti selama menjadi mahasiswa Program Studi Teknologi Hasil Perikanan adalah kegiatan *Fieldtrip*. Selain itu, pada tahun 2012 penulis juga telah mengikuti kegiatan KKN (Kuliah Kerja Nyata) yang diselenggarakan oleh LPM (Lembaga Pengabdian kepada Masyarakat) dan penulis juga telah melaksanakan Praktek Lapangan di PT. Indo American Seafoods (Anak Perusahaan PT. Indokom Samudra Persada) Lampung Selatan dengan judul “Proses Produksi Nugget Udang (*Ebikatsu*) dari Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*)” pada tahun 2013 yang dibimbing oleh Bapak Ace Baehaki.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, atas segala rahmat dan karuniannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat dan salam selalu tercurah kepada junjungan kita Baginda Rasulullah SAW. Skripsi dengan judul “Aktivitas antibakteri kompleks kitosan monosakarida pada matriks pangan surimi ikan gabus (*Channa striata*)” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan di Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Herpandi, S.Pi., M.Si., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknologi Hasil Perikanan.
3. Bapak Dr. Ace Baehaki, S.Pi., M.Si. dan Ibu Shanti Dwita Lestari, S.Pi., M.Sc. selaku dosen pembimbing atas segala bimbingan dan pengarahannya kepada penulis selama pelaksanaan penelitian hingga penyelesaian skripsi dan telah memberikan kepercayaan kepada penulis untuk ikut serta dalam penelitian yang dibiayai oleh Dana Hibah Bersaing DIKTI 2014.
4. Bapak Herpandi, S.Pi., M.Si., Ph.D., Bapak Agus Supriadi, S.Pt., M.Si. dan Ibu Siti Hanggita R.J., S.TP., M.Si. selaku dosen penguji untuk saran serta arahan bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi.
5. Bapak Rinto, S.Pi., M.P., Ibu Susi Lestari, 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., Ibu Rodiana Nopianti, S.Pi., M.Sc., Ibu Sherly Ridowati N.I., S.TP., M.Sc. dan Bapak Sabri Sudirman, S.Pi., M.Si. untuk ilmu yang telah diberikan selama ini kepada penulis.
6. Keluargaku, yaitu kedua orang tua, Mama dan Papa, kakakku Kak Darwin dan kedua adikku Iqbal dan Adrian untuk segala doa, dukungan dan kasih sayangnya.
7. Mbak Ana, Mbak Ani, Mbak Upiet dan Mbak Anna atas bantuannya yang telah diberikan kepada penulis.
8. Selly Ratna Sari sebagai inspirator dalam penelitianku ini atas ilmu dan pengalamannya yang telah dibagi kepada penulis.

9. Teman-teman THI 2009, Linda, Atul, Iie, Shela, Sandy, Mala, Zhie2, Chintya, Hadi, Yaya, Ivan, Fajar, Diaz, Winda, Siska, Wahyu, Ulil, Franzo, Hernandez, Yan, Agus, Sardofin, Reza, Danu, Mego, Hariyanto dan Jon Iqbal atas pertemanan, persahabatan, motivasi, doa serta bantuan yang telah diberikan selama ini.
10. Puti dan Rhodo atas bantuan, dukungan dan motivasi kepada penulis dalam penelitian ini.
11. Anda, Ayiz, Karin, Kak Ayu, Kak Eka, Kak Damai, Mbak Septi, Bang Kiki, Kak Amrin, Mbak Diyan, Mbak Karmira, Mbak Oka, Hali, Imran, Iqbal, Taufik, Rio, Yudi dan Joni yang sudah banyak membantu selama pelaksanaan penelitian.
12. Teman-teman BDA Tari, Herna, Menik, Lesi, Yeni, Putra, GAS, Windi, Cen, Rolis dan Syarif atas bantuan yang telah diberikan selama penelitian.

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, November 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Kerangka Pemikiran	3
1.3. Tujuan dan Kegunaan	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Deskripsi Ikan Gabus (<i>Channa striata</i>)	5
2.2. Karakteristik dan Komposisi Kimia Daging Ikan Gabus	6
2.3. Surimi	6
2.4. Bakteri	7
2.5. Antibakteri	9
2.6. Kitosan sebagai Antibakteri	9
2.7. Komplek Kitosan Monosakarida dan Pengaruh Reaksi Maillard terhadap Aktivitas Antibakteri	12
2.8. Pengaruh Interaksi Kitosan dan Modifikasinya dengan Matriks Pangan terhadap Aktivitas Antibakteri	14
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN	17
3.1. Tempat dan Waktu	17
3.2. Bahan dan Metode	17
3.3. Analisis Data	28
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1. Analisis Produk Reaksi Maillard	30
4.2. Analisis Kimia Surimi	33
4.3. Analisis Aktivitas Antibakteri	34

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	80
5.1. Kesimpulan	80
5.2. Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Ikan gabus (<i>Channa striata</i>)	5
Gambar 2.2. Struktur kimia kitin dan kitosan	10
Gambar 4.1. Absorbansi produk reaksi Maillard kompleks kitosan monosakarida dengan standar deviasi	30
Gambar 4.2. Total bakteri pada surimi yang tidak diinokulasikan bakteri uji dengan media PCA selama waktu inkubasi	42
Gambar 4.3. Total bakteri pada surimi yang diinokulasikan bakteri <i>Bacillus subtilis</i> dengan media PCA selama waktu inkubasi	50
Gambar 4.4. Total bakteri spesifik <i>Bacillus subtilis</i> pada surimi dengan media selektif TSA selama waktu inkubasi	54
Gambar 4.5. Total bakteri pada surimi yang diinokulasikan bakteri <i>Listeria monocytogenes</i> dengan media PCA selama waktu inkubasi	57
Gambar 4.6. Total bakteri spesifik <i>Listeria monocytogenes</i> pada surimi dengan media selektif <i>Listeria agar based</i> (OXFORD formula) selama waktu inkubasi	62
Gambar 4.7. Total bakteri pada surimi yang diinokulasikan bakteri <i>Vibrio cholerae</i> dengan media PCA selama waktu inkubasi	66
Gambar 4.8. Total bakteri spesifik <i>Vibrio cholerae</i> pada surimi dengan media selektif TCBS selama waktu inkubasi	71

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Komposisi gizi ikan gabus (dalam 100 g bahan)	6
Tabel 2.2. Standar mutu kitosan	11
Tabel 3.1. Daftar analisis keragaman	29
Tabel 4.1. Uji lanjut BNT warna coklat (indikator produk reaksi Maillard)	32
Tabel 4.2. Komponen kimia pada matriks pangan surimi ikan gabus	34
Tabel 4.3. Rerata diameter daerah hambatan bakteri	35
Tabel 4.4. Total bakteri pada surimi yang tidak diinokulasikan bakteri uji dengan media PCA selama waktu inkubasi	41
Tabel 4.5. Uji lanjut BNT TPC surimi yang tidak diinokulasikan bakteri uji dengan media PCA	46
Tabel 4.6. Total bakteri pada surimi yang diinokulasikan bakteri <i>Bacillus subtilis</i> dengan media PCA selama waktu inkubasi	49
Tabel 4.7. Uji lanjut BNJ TPC surimi yang diinokulasikan bakteri <i>Bacillus subtilis</i> dengan media PCA	51
Tabel 4.8. Total bakteri spesifik <i>Bacillus subtilis</i> pada surimi dengan media selektif TSA selama waktu inkubasi	53
Tabel 4.9. Total bakteri pada surimi yang diinokulasikan bakteri <i>Listeria monocytogenes</i> dengan media PCA selama waktu inkubasi	56
Tabel 4.10. Uji lanjut BNJ TPC surimi yang diinokulasikan bakteri <i>Listeria monocytogenes</i> dengan media PCA	59
Tabel 4.11. Total bakteri spesifik <i>Listeria monocytogenes</i> pada surimi dengan media selektif <i>Listeria agar based</i> (OXFORD formula) selama waktu inkubasi	61
Tabel 4.12. Uji lanjut BNJ TPC bakteri spesifik <i>Listeria monocytogenes</i> pada surimi dengan media <i>Listeria agar based</i> (OXFORD formula)	64
Tabel 4.13. Total bakteri pada surimi yang diinokulasikan bakteri <i>Vibrio cholerae</i> dengan media PCA selama waktu inkubasi	65

Tabel 4.14. Uji lanjut BNJ TPC surimi yang diinokulasikan bakteri <i>Vibrio cholerae</i> dengan media PCA	68
Tabel 4.15. Total bakteri spesifik <i>Vibrio cholerae</i> pada surimi dengan media selektif TCBS selama waktu inkubasi	69
Tabel 4.16. Uji lanjut BNJ TPC bakteri spesifik <i>Vibrio cholerae</i> pada surimi dengan media selektif TCBS	74

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram alir tahapan penelitian	88
Lampiran 2. Diagram alir pembuatan kompleks kitosan monosakarida	89
Lampiran 3. Kompleks kitosan monosakarida	90
Lampiran 4. Pembuatan larutan 1 N NaOH (1 Liter)	92
Lampiran 5. Teladan pengolahan data warna coklat (indikator produk reaksi Maillard)	93
Lampiran 6. Teladan pengolahan data diameter daerah hambatan (antibakteri metode kertas cakram) bakteri <i>Bacillus subtilis</i>	95
Lampiran 7. Teladan pengolahan data diameter daerah hambatan (antibakteri metode kertas cakram) bakteri <i>Listeria monocytogenes</i>	97
Lampiran 8. Teladan pengolahan data diameter daerah hambatan (antibakteri metode kertas cakram) bakteri <i>Vibrio cholerae</i>	99
Lampiran 9. Teladan pengolahan data TPC surimi ikan gabus yang tidak diinokulasikan bakteri uji dengan media PCA	101
Lampiran 10. Teladan pengolahan data TPC surimi ikan gabus yang diinokulasikan bakteri <i>Bacillus subtilis</i> dengan media PCA	104
Lampiran 11. Teladan pengolahan data TPC bakteri spesifik <i>Bacillus subtilis</i> pada surimi ikan gabus dengan media selektif TSA	107
Lampiran 12. Teladan pengolahan data TPC surimi ikan gabus yang diinokulasikan bakteri <i>Listeria monocytogenes</i> dengan media PCA	110
Lampiran 13. Teladan pengolahan data TPC bakteri spesifik <i>Listeria monocytogenes</i> pada surimi dengan media selektif <i>Listeria agar based (OXFORD formula)</i>	113
Lampiran 14. Teladan pengolahan data TPC surimi ikan gabus yang diinokulasikan bakteri <i>Vibrio cholerae</i> dengan media PCA.....	116

Lampiran 15. Teladan pengolahan data TPC bakteri spesifik
Vibrio cholerae pada surimi ikan gabus dengan
media selektif TCBS 119

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ikan gabus (*Channa striata*) merupakan ikan air tawar berprotein tinggi. Ikan gabus diketahui mengandung senyawa-senyawa penting yang berguna bagi tubuh, diantaranya protein yang cukup tinggi, lemak, air dan beberapa mineral (Sediaoetama, 1985). Kandungan protein yang tinggi, daging yang putih dan kenyal membuat ikan gabus bernilai ekonomi tinggi. Ikan gabus termasuk jenis ikan yang dapat menghasilkan produk surimi yang baik, karena berdaging putih, dagingnya mengandung sedikit lemak dan tidak amis (Syafra, 1986).

Kitosan adalah polimer hidrofilik bermuatan positif yang diperoleh dari hasil deasetilasi kitin dan merupakan komponen utama dari cangkang krustasea (López-León *et al.*, 2005). Kitosan secara luas diaplikasikan sebagai biopolimer fungsional dalam makanan dan farmasi. Kitosan menunjukkan aktivitas antibakteri dan karena itu telah mendapat perhatian sebagai pengawet makanan potensial yang berasal dari alam (Chen *et al.*, 1998).

Dewasa ini, modifikasi kitosan diperlukan untuk meningkatkan efektivitas antibakteri dalam sistem pangan tertentu. Pada penelitian sebelumnya oleh Handayani (2014), menyimpulkan bahwa produk reaksi maillard yang dihasilkan dari kompleks kitosan monosakarida (pencampuran kitosan dengan glukosa, galaktosa dan fruktosa) dapat menghambat pertumbuhan bakteri pada surimi ikan gabus yang diinokulasikan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Vibrio parahaemolyticus* lebih efektif dibandingkan kitosan tanpa monosakarida.

Reaksi Maillard yang disebut juga reaksi pencoklatan non enzimatik adalah reaksi antara gugus amino dan gula pereduksi. Selain berkontribusi pada pembentukan warna tertentu dan rasa, telah dilaporkan produk reaksi Maillard (Maillard *reaction products*/MRPs) meningkatkan aktivitas antibakteri (Jing dan Kitts, 2002). Dalam reaksi Maillard gugus amino kitosan bereaksi dengan gugus karbonil gula pereduksi (monosakarida). Dilaporkan MRPs yang dihasilkan dari pemanasan kitosan-glukosa (kompleks kitosan glukosa) menunjukkan aktivitas antibakteri lebih tinggi daripada kitosan atau glukosa saja (Kanatt *et al.*, 2008).

Di sisi lain, aktivitas antibakteri kitosan serta modifikasinya telah banyak dibuktikan dengan metode *in vitro*, namun hasil tersebut belum dibuktikan pada sistem pangan yang kompleks, karena interaksi kitosan dan bahan campuran dalam modifikasinya dengan bahan makanan kemungkinan akan mengganggu efektivitas antibakteri selain perubahan penting lain yang bersamaan dibawa oleh sifat sensori dan tekstur dari matriks pangan. Rhoades dan Roller (2000), menyimpulkan bahwa kitosan memiliki potensi untuk digunakan sebagai pengawet makanan, namun matriks pangan tampaknya memainkan peran penting terhadap kapasitas efek antibakteri. Matriks pangan merupakan kumpulan komponen organik yang dikenal sebagai gizi yang terkandung di dalam suatu bahan pangan.

Berdasarkan latar belakang di atas, penting dilakukan uji aktivitas antibakteri suatu modifikasi kitosan yaitu kompleks kitosan monosakarida pada matriks pangan surimi ikan gabus yang diharapkan dengan penambahan kompleks kitosan monosakarida pada surimi ikan gabus dapat menghambat bakteri yang mengkontaminasi hasil perikanan. Kompleks kitosan monosakarida (*chitosan monosaccharides complex/CMC*) merupakan suatu modifikasi kitosan yang dihasilkan dari penambahan atau pencampuran kitosan dengan berbagai macam monosakarida seperti glukosa, galaktosa dan fruktosa yang membentuk suatu bahan campuran yang telah terbukti dapat menghasilkan antibakteri lebih baik dibandingkan dengan kitosan tanpa monosakarida karena adanya kontribusi dari produk reaksi Maillard yang terbentuk dalam campuran tersebut yang dapat meningkatkan efektifitas sifat antibakteri (Mahae *et al.*, 2011). Akan tetapi, dalam penelitian ini tetap dilakukan pengujian aktivitas antibakteri secara *in vitro* untuk membandingkan dengan kapasitas antibakteri pada matriks pangan.

Penelitian ini menggunakan gula pereduksi terbaik sebagai bahan modifikasi dengan kitosan yang membentuk kompleks kitosan monosakarida dalam meningkatkan aktivitas antibakteri, yaitu glukosa, galaktosa dan fruktosa (Sari, 2013). Bakteri uji yang mewakili bakteri pembusuk dan patogen pada ikan, yaitu dari Gram positif (*Bacillus subtilis* dan *Listeria monocytogenes*) dan Gram negatif (*Vibrio cholerae*). Sementara, surimi ikan gabus dipakai sebagai contoh matriks pangan hasil perikanan.

1.2. Kerangka Pemikiran

Kontaminasi bakteri terhadap bahan pangan telah menjadi permasalahan yang sangat mengganggu terutama yang berkaitan dengan umur simpan dan masalah kerusakan bahan pangan yang diakibatkan mikroorganisme seperti bakteri, salah satunya pembusukan. Selain itu, bakteri yang mengkontaminasi bahan pangan tidak hanya memberi dampak pada kerusakan bahan pangan, akan tetapi beberapa spesies bakteri dapat menimbulkan penyakit berbahaya jika sampai ikut dikonsumsi manusia bersamaan pangan yang terkontaminasi.

Beberapa penelitian untuk mengatasi permasalahan bakteri di dalam bahan pangan telah dilakukan. Salah satunya adalah penggunaan kompleks kitosan monosakarida. Berdasarkan penelitian Sari (2013), telah diteliti aktivitas antibakteri modifikasi kitosan yang ditambahkan berbagai monosakarida yaitu glukosa, galaktosa dan fruktosa yang dinamakan kompleks kitosan monosakarida pada bakteri *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, *Listeria monocytogenes* dan *Vibrio cholerae* yang terbukti keefektifannya lebih tinggi dibandingkan kitosan tanpa penambahan monosakarida. Hal ini karena adanya kontribusi produk reaksi Maillard yang terbentuk dari pencampuran kitosan dan serbuk monosakarida dengan bantuan pemanasan terhadap peningkatan aktivitas antibakteri kitosan. Akan tetapi, penelitian tersebut hanya berdasarkan hasil pengujian secara *in vitro*, sehingga belum bisa dipastikan keefektifan aktivitas tersebut jika diaplikasikan pada sistem pangan yang lebih kompleks. Devlieghere *et al.* (2004), mengatakan aktivitas antimikroba kitosan sangat tergantung pada matriks bahan pangan tempatnya terlarut.

Mengacu kepada hal tersebut maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang aktivitas antibakteri kompleks kitosan monosakarida yang diaplikasikan di dalam matriks pangan hasil perikanan, contohnya surimi ikan gabus. Dalam penelitian ini dilakukan analisis penghitungan total bakteri di dalam surimi ikan gabus yang dipakai sebagai model matriks pangan yang mengandung komponen gizi seperti yang terdapat dalam bahan pangan hasil perikanan pada umumnya, dimana surimi telah ditambahkan kompleks kitosan monosakarida dan diinokulasikan bakteri uji (*Bacillus subtilis*, *Listeria monocytogenes* dan *Vibrio cholerae*). Diduga penambahan kompleks kitosan monosakarida dengan

perbedaan jenis monosakarida, yaitu glukosa, galaktosa dan fruktosa pada surimi ikan gabus menimbulkan interaksi yang berpengaruh terhadap aktivitas antibakteri yang dihasilkan, khususnya pada bakteri *Bacillus subtilis*, *Listeria monocytogenes* dan *Vibrio cholerae*. Hasil aktivitas antibakteri pada matriks pangan ini akan dibandingkan dengan hasil aktivitas antibakteri kompleks kitosan monosakarida terhadap ketiga bakteri uji yang sama secara *in vitro*.

Manfaat penelitian yaitu dari hasil penelitian ini dapat diketahui tentang keefektifan kompleks kitosan monosakarida sebagai bahan antibakteri setelah diaplikasikan pada bahan pangan yang menimbulkan interaksi antara komponen gizi dengan bahan kompleks kitosan monosakarida yang dapat mempengaruhi kapasitas penghambatan bakteri sehingga menjadi sumber informasi untuk menjadikan kompleks kitosan monosakarida sebagai suatu solusi untuk mengatasi masalah pada pangan yang terkontaminasi bakteri pembusuk dan patogen, dan khususnya pangan hasil perikanan.

1.3. Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh interaksi antara bahan kompleks kitosan monosakarida dengan matriks pangan, yaitu surimi ikan gabus (*Channa striata*) terhadap aktivitas antibakteri kompleks kitosan monosakarida (*chitosan monosaccharides complex/CMC*). Adapun kegunaan dari penelitian ini adalah memberikan informasi tentang aktivitas antibakteri kompleks kitosan monosakarida di dalam matriks pangan surimi ikan gabus sehingga dapat dijadikan acuan untuk penggunaan kompleks kitosan monosakarida sebagai bahan antibakteri pada bahan pangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianti L.H. 2010. *Pengawet Makanan Alami dan Sintetis*. Penerbit Alfabeta, Bandung.
- Afriwanty M.D. 2008. *Mempelajari Pengaruh Penambahan Tepung Rumpit Laut (Kappaphycus alvarezii) terhadap Karakteristik Fisik Surimi Ikan Nila (Oreochromis sp.)* Skripsi S1 (Dipublikasikan). Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Angka S.L. dan Suhartono M.T. 2000. *Bioteknologi Hasil Laut*. Pusat Pangkajian Sumberdaya dan Pesisir Lautan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- AOAC. 2005. *Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist*. Benyamin Franklin Station, Washington D.C.
- Atlas R.M. 1997. *Principles of Microbiology. Second Ed.* WNC Brown, Iowa.
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. *Penentuan Angka Lempeng Total (ALT) pada Produk Perikanan. SNI 01-2332.3-2006*. BSN, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. *Penentuan Kadar Lemak Total pada Produk Perikanan. SNI 01-2354.3-2006*. BSN, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2010. *Penentuan Kadar Abu dan Abu Tak Larut Asam pada Produk Perikanan. SNI 2354.1-2010*. BSN, Jakarta.
- Bastaman S. 1989. *Studies on Degradation and Extraction of Chitin and Chitosan from Prawn Shells*. University Belfast.
- Benjakul S. dan Sophanodora P. 1993. Chitosan production from carapace and shell of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Asean Food Jurnal*. 8(4):145-148.
- Burcharan R.E. dan Gibbons N.E. 1974. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. 8th Ed.* William and Wilkins, Baltimore
- Carvalo J.N. 1998. *Studi Profil Asam Amino dan Mineral Zn pada Ikan Gabus dan Ikan Tomang*. (Dipublikasikan). UB Malang, Malang.
- Chakraborty A. dan Basak S. 2007. pH-Induced structural transitions of caseins. *J. Photochem. Photobiol. B: Biol.* 87:191-199.
- Chang K.L.B., Tsai G., Lee J. dan Fu W. 1997. Heterogenous N-deacetylation of chitin in alkaline solution. *Carbohydr. Res.* 303:327-332.

- Chang L.H., Chen C.Y. dan Tan F.J. 2011. Antioxidative properties of a chitosan-glucose Maillard reaction product and its effect on pork qualities during refrigerated storage. *Food Chem.* 124:589-595.
- Chen C.S., Liao W.Y. dan Tsai G.J. 1998. Antibacterial effects of N-sulfo benzoyl chitosan and application to oyster preservation. *J. Food Protection.* 61:1124-1128.
- Chevalier F., Chobert J.M., Genot C. dan Haertle T. 2001. Scavenging of free radical, antimicrobial, and cytotoxic activities of the Maillard reaction of beta lactoglobulin glycosylated with several sugars. *J. Agric. Food Chem.* 49:5031-5038.
- Chung Y.C., Wang H.L., Chen Y.M. dan Li S.L. 2003. Effect of abiotic factors on the antibacterial activity of chitosan against waterborne pathogens. *Bioresour Technology.* 88:179-184.
- Chung Y.C. 2004. Relationship between antibacterial activity of chitosan and surface characteristics of cell wall. *Acta Pharmacologica Sinica.* 7:932-936.
- 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.
- Davis W.W. dan Stout T.R. 1971. Disc plate method of microbiological antibiotic assay: I. factors influencing variability and error I. *Appl. Microbiol.* 22(4): 659-665.
- deMan J.M. 1997. *Kimia Makanan.* Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Devlieghere F., Vermeulen A. dan Debevere J. 2004. Chitosan: antimicrobial activity, interactions with food components and applicability as a coating on fruit and vegetables. *Food Microbiol.* 21:703-714.
- Fardiaz S. 1992. *Mikrobiologi Pangan I.* Penerbit Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Fernandes J.C., Tavarina F.K., Soares J.C., Ramos O.S., João M.M., Pintado M.E. dan Xavier M.F. 2008. Antimicrobial effects of chitosans and chitooligosaccharides, upon *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*, in food model systems. *Food Microbiol.* 25:922-928.
- Hadiwiyoto S. 1993. *Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan Jilid I.* Liberty, Yogyakarta.
- Hanafiah K.A. 2010. *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi. Edisi Ketiga.* Rajawali Pers, Jakarta.

- Handayani S. 2014. *Aktivitas Kompleks Kitosan Monosakarida dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri Pseudomonas aeruginosa dan Vibrio parahaemolyticus pada Surimi Ikan Gabus (Channa striata)*, Skripsi S1 (Tidak dipublikasikan). Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Indralaya.
- Harish P.K.V. dan Tharanathan R. N. 2007. Chitin/chitosan: modifications and their unlimited application potential - an overview. *Trends in Food Science and Technology*. 18:117-131.
- Hodge J.E. dan Rist C.E. 1953. Amadori rearrangement under new conditions and its significance for nonenzymatic browning reactions. *Journal of American Chemical Society*. 75:316-322.
- Hudayanti M. 2004. *Aktivitas Antibakteri Rimpang Temulawak (Curcuma xanthorrhiza Roxb.)*, Skripsi S1 (Dipublikasikan). Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Indra A.S. 1993. *Hidrolisis Kitin Menjadi Kitosan serta Aplikasinya sebagai Pendukung Padat*, Laporan Penelitian. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam ITS, Surabaya.
- Jauhari A. 2013. *Dasar-dasar Ilmu Gizi*. Penerbit Jaya Ilmu, Yogyakarta.
- Jing H. dan Kitts D.D. 2002. Chemical and biochemical properties of casein-sugar Maillard reaction products. *Food and Chemical Toxicology*. 40:1007-1015.
- Jumaa M. dan Muller B.W. 1999. Physicochemical properties of chitosan-lipid emulsions and their stability during the autoclaving process. *Int. J. Pharm.* 183:175-184.
- Jumaa M., Furkert F.H. dan Muller B.W. 2002. A new lipid emulsion formulation with high antimicrobial efficacy using chitosan. *J. Eur. Pharm. Biopharm.* 53:115-123.
- Kaban J. 2009. Modifikasi kimia dari kitosan dan aplikasi produk yang dihasilkan. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap dalam Bidang Kimia Organik Sintesis pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, diucapkan di Hadapan Rapat Terbuka. Universitas Sumatera Utara.
- Kanatt S.R., Chander R. dan Sharma A. 2008. Chitosan glucose complex- A novel food preservative. *Food Chem.* 106:521-528.
- Knorr D. 1982. Functional properties of chitin and chitosan. *J. Food Sci.* 8:593.

- Kottelat M., Kartikasari dan Nuraini S. 1993. Ikan Air Tawar Indonesia Bagian Barat dan Sulawesi. Periplus Edition (HK) Ltd Bekerjasama dengan Proyek EMDL. Kantor Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup RI. Jakarta. 293 halaman.
- Kusmiyati 2007. Uji aktivitas senyawa antibakteri dari mikroalga *Porphyridium cruentum*. Biodiversitas. 8:48-53.
- Lehninger A.L. 1982. *Dasar-dasar Kimia*. Jilid 1. Terjemahan Maggy Thenawijaya. Erlangga, Jakarta.
- Li X.X., Shi X.W., Wang M.A. dan Du Y.M. 2011. Xylan chitosan conjugate – A potential food preservative. Food Chem. 126:520-525.
- Lin H.Y. dan Chou C.C. 2004. Antioxidative activities of water-soluble disaccharide chitosan derivatives. Int. Food Res. 37:883-889.
- López-León T., Carvalho E.L.S., Seijo B., Ortega-Vinuesa J.L. dan Bastos-González D. 2005. Physicochemical characterization of chitosan nanoparticles: electrokinetic and stability behavior. J. Coll. Inter Sci. 283:344-351.
- Lyubina S.Y., Strelina I.A., Nudga L.A., Plisko Y.A. dan Bogatova I.N. 1983. Flowbirefringence and viscosity of chitosan solution in acetic acid of various ionic strengths. Polym. Sci. 25:1964-1982.
- Mahae N.C., Chalata dan Muhamud. 2011. Antioxidant and antimicrobial properties of chitosan sugar complex. Int. J. Food Res. 18:1543-1551.
- Marlina, Dedy A. dan Insanil A. 2007. Deteksi gen ctx pada bakteri *Vibrio cholerae* isolat limbah cair rumah sakit dan uji resistensinya terhadap beberapa antibiotik. Jurnal Farmasi FMIPA Universitas Andalas Padang, Padang.
- McGilvery dan Goldstein. 1996. *Biokimia Suatu Pendekatan Fungsional*. Edisi 3. Airlangga University Press, Surabaya.
- Meidina 2005. Aktivitas antibakteri oligomer kitosan hasil degradasi kitosanase *Bacillus licherformis* MN-2. Tesis S2 (Dipublikasikan). Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Mekawati, Fachriyah E. dan Sumardjo D. 2000. Aplikasi kitosan hasil tranformasi kitin limbah udang (*Penaeus merguensis*) untuk adsorpsi ion logam timbal. Jurnal Sains dan Matematika. 8(2):51-54.
- Murray P.R., Rosenthal, Kobayashi dan Pfaller M.A. 2002. *Medical Microbiology*. 4th Ed. Mosby a Harcourt Health Science Company, Toronto.

- Myllyniemi A.L. 2004. *Development of Microbiological Methods for The Detection and Identification of Antimicrobial Residues in Meat*. PhD Dissertation (Published). University of Helsinki.
- No H.K., Park N.Y., Lee S.H. dan Meyers S.P. 2002. Antibacterial activity of chitosan and oligomers with different molecular weights. *Int J. Food Microbiol.* 74:62-72.
- Okada M. 1992. History of surimi technology in Japan. In: Lanier T.C. dan Lee C.M. (Eds). *Surimi Technology*. Marcel Dekker Inc, New York.
- Patil R.S., Chormade V. dan Desphande M.V. 2000. Chitinolytic enzymes an exploration. *Enz. Microb. Technol.* 26:473-483.
- Pelzcar M.J.Jr. dan Chan E.C.S. 1986. *Dasar-dasar Mikrobiologi. Volume 1-2*. Terjemahan. Hadioetomo R.S. UI Press, Jakarta.
- Peranginangin R., Wibowo S., Nuri Y. dan Fawza. 1999. *Teknologi Pengolahan Surimi*. Instalasi Penelitian Perikanan Laut Slipi, Balai Penelitian Perikanan Laut, Jakarta.
- Prawira A. 2008. *Pengaruh Penambahan Tepung Alginat (Na-alginat) terhadap Mutu Kamaboko Berbahan Dasar Surimi Ikan Gabus (Channa striata)*. (Dipublikasikan). Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Rabea E.I., Badawy M.E.T., Stevens C.V., Smaghe G. dan Steuerbaut W. 2003. Chitosanas antimicrobial agent: applications and mode of action. *J. Biomacromol.* 4:1457-1465.
- Rao S.M., Chawla P.S., Chander R. dan Sharma A. 2011. Antioxidant potential of Maillard reaction products formed by irradiation of chitosan-glucose solution. *Carbohydrate Polymer.* 83:714-719.
- Ray B. 2001. *Fundamental Food Microbiology. Edisi 2*. CRC Press, New York.
- Rhoades J. dan Roller S. 2000. Antimicrobial actions of degraded and native chitosan against spoilage organisms in laboratory media and foods. *App. Environ Microbiol.* 66:80-86.
- Rivoal K., Queguiner S., Boscher E., Bougeard S., Ermel G., Salvat G., Federighi M., Jugiau F. dan Protais J. 2010. Detection of *Listeria monocytogenes* in raw and pasteurized liquid whole eggs and characterization by PFGE. *Int. J. Food Microbiol.* 138:56-52.
- Robert G.A.F. 1992. *Chitin Chemistry*. The Macmillan Press Ltd, London.

- Sari R.S. 2013. *Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri Kompleks Kitosan Monosakarida (chitosan monosaccharides complex)*. Skripsi S1 (Tidak dipublikasikan). Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Indralaya.
- Sediaoetama D.A. 1985. *Ilmu Gizi*. Penerbit Dian Rakyat, Jakarta.
- Setiyono A., Winarsih W., Syakir M. dan Bermawie N. 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, Bogor.
- Sudarshan N.R., Hoover D.G. dan Knorr D. 1992. Antibacterial action of chitosan. *Food Biotechnol.* 6:257-272.
- Sugita P., Srijanto B., Arifin B. dan Setyowati E.V. 2009. *Stabilitas Ketoprofen Tersalut Gel Kitosan – Gom Guar*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Suptijah P., Salamah E., Sumaryanto H., Purwatiningsih S. dan Santoso J. 1992. Pengaruh berbagai isolasi kitin kulit udang terhadap mutunya. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Suzuki T. 1981. *Fish and Krill Protein*. Applied Science Publ. Ltd., London.
- Syafra Z. 1986. *Sifat Fisik dan Kimia Produk Surimi Ikan Gabus (Ophiocephallus striatus Blkr) dengan Bahan Pengisi Tepung Tapioka*. Skripsi S1 (Dipublikasikan). Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Syarban H. 1982. *Percobaan Pembiakan Ikan Gabus (Ophiocephalus striatus Bloch) dalam Fish Cage di Desa Jantur Kecamatan Muaramuntai, Kab Kutai Kalimantan Timur*. Laporan Penelitian. Univesitas Mulawarman.
- Thatte M.R. 2004. *Synthesis and Antibacterial Assessment of Water-Soluble Hydrophobic Chitosan Derivatives Bearing Quaternary Ammonium Functionality*, PhD Dissertation (Published). The Louisiana State University, India.
- Tokura S. dan Nishi N. 1995. *Spesification and Characteriation of Chitin and Chitosan of Working Papers*. University Kebangsaan of Malaysia, Malaysia.
- Tsai G.J., Su W.H., Chen H.C. dan Pan C.L. 2002. Antimicrobial activity of shrimp chitin and chitosan from different treatments and applications of fish preservation. *Fisheries Science.* 68(1):170-177.
- Universitas Negeri Yogyakarta. 2010. *Bahan Ajar: Mikrobiologi Pangan*. Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.

- Van Boekel M.A.J.S. 1998. Effect of heating on Maillard reactions in milk. *Food Chem.* 62:403-414.
- Wicken A.J. dan Knox K.W. 1983. Cell surface amphiphiles of gram positive bacteria. *Toxicon Suppl.* 3:501-512.
- Winarno F.G. 1991. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Winarno F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Xin W.P., Xu dan Liu Q. 2001. Antioxidant activity of water-soluble chitosan derivatives. *Bioorganic Medicinal Chemistry Letters.* 11:1699-1701.
- Yeboah, K.F., Alli, I. dan Yaylayan, A.V. 1999. Reactivity of D-glucose and D-fructose during glycation of bovine serum album. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 67: 415-420.
- Yokotsuka T. 1986. Soy sauce biochemistry. *Adv. Food. Res.* 30:195-329.
- Yulisma A., Yulvizar C. dan Rudi E. 2012. Pengaruh konsentrasi kitosan dan lama penyimpanan terhadap *total plate count* (TPC) bakteri pada ikan kembung (*Rastrellinger* sp.) asin. *Jurnal ilmiah pendidikan biologi, Biologi edukasi.* 4(2), hlm 72-76.