

PEMANFAATAN LIMBAH KULIT UDANG MENJADI *EDIBLE COATING* UNTUK MENGURANGI PENCEMARAN LINGKUNGAN

Fronthea Swastawati¹, Ima Wijayanti², Eko Susanto³

Jurusan Perikanan, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, Semarang, 50275

E-mail: fronthea_s@yahoo.com, imawijayanti@yahoo.co.id, Eco_z13@yahoo.com

Abstrak

Devisa yang diperoleh dari sektor perikanan 34% berasal dari ekspor udang sebesar 125.596 ton pada tahun 2007 [3]. Produksi udang menghasilkan limbah \pm 65%-85% dari berat udang. Penelitian untuk memanfaatkan limbah kulit udang menjadi chitosan sebagai "*Edible Coating*" telah dilakukan melalui proses : pengeringan, penghancuran, demineralisasi, netralisasi, deproteinasi, netralisasi, deasetilasi, netralisasi dan pengeringan. Rendemen chitosan yang dihasilkan 15 % dengan kadar air 5,56%; kadar abu 0,86%; derajat deasetilasi 90%. Chitosan diaplikasikan pada ikan pindang digunakan konsentrasi : 0% dan 0,25 %. Dari hasil "*Edible Coating*" pada ikan pindang menunjukkan nilai rata-rata organoleptik dengan dan tanpa chitosan adalah : 7,93 dan 7,98 dan nilai TPC masing-masing $2,4 \times 10^3$ dan $4,5 \times 10^3$ menunjukkan perbedaan yang sangat nyata pada taraf uji 1%. Dari hasil Penelitian menunjukkan chitosan dari kulit udang bisa menjadi "*edible coating*" untuk menghambat pertumbuhan bakteri dan menambah daya awet produk perikanan.

Abstract

Utilize shrimp waste to be edible coating to reduce environmental pollution. Devisal obtained from Fisheries sector come from shrimp export were 125.596 ton at 2007 [3]. Shrimp produce 65%-85% waste. Researches to utilize shrimp waste to be chitosan as "*edible coating*" were done. Chitosan Processing were drying, destroying, demineralization, neutralization, deproteination, neutralization, deasetilization, neutralization and drying. Shrimp shell produce 15% chitosan with water content 5,56%, ash content 0,86% and deasetilization degree 90%. Chitosan were applied on salted boiled fish with concentration 0% and 1,2 %. The result show organoleptic value of Salted boiled fish without and with chitosan (0% and 0,25%) were 7,93 and 7,98 and TPC value were $2,4 \times 10^3$ and $4,5 \times 10^3$. This research show chitosan from shrimp shell could be "*edible coating*" to pursue microbial growth and to increase self life fisheries product.

Keyword : Chitosan, Edible coating, Environment Pollution , Shrimp Shell

1. Pendahuluan

Banyak pihak menilai kontribusi sektor perikanan Indonesia terhadap pembangunan ekonomi rakyat maupun negara masih sangat kecil. Seperti dari devisa yang diperoleh dari sektor perikanan adalah dari ekspor udang. Produksi Devisa yang diperoleh dari sektor perikanan 34% berasal dari ekspor udang sebesar 125.596 ton pada tahun 2007 [1]. Banyaknya produksi udang ini akan menghasilkan limbah yang banyak juga mengingat hasil samping produksi yang

berupa kepala, kulit, ekor dan kaki adalah sekitar 35%-50% dari berat awal. Limbah yang dihasilkan dari proses pembekuan udang, pengalengan udang, dan pengolahan kerupuk udang berkisar antara 30% - 75% dari berat udang.

Meningkatnya jumlah limbah udang masih merupakan masalah yang perlu dicarikan upaya pemanfaatannya. Hal ini bukan saja memberikan nilai tambah pada usaha pengolahan udang, akan tetapi juga dapat menanggulangi masalah pencemaran lingkungan yang

ditimbulkan, terutama masalah bau yang dikeluarkan serta estetika lingkungan yang kurang bagus [2].

Sebagian besar limbah udang yang dihasilkan oleh usaha pengolahan udang berasal dari kepala, kulit dan ekornya. Kulit udang mengandung protein (25%-40%), kitin (15%-20%) dan kalsium karbonat (45%-50%) (Marganof, 2003). Kandungan kitin dari kulit udang lebih sedikit dibandingkan dengan kulit atau cangkang kepiting. Hasil samping ini di Indonesia belum banyak digunakan sehingga hanya menjadi limbah yang mengganggu lingkungan, terutama pengaruh pada bau yang tidak sedap dan pencemaran air (kandungan BOD, COD dan TSS perairan di sekitar pabrik cukup tinggi). Melalui pendekatan teknologi yang tepat, potensi limbah ini dapat diolah lebih lanjut menjadi senyawa polisakarida dimana di dalamnya termasuk chitin $[(C_8H_{13}NO_5)_n]$. Chitin ini dapat diolah lebih lanjut menjadi chitosan $[(C_6H_{11}NO_4)_n]$ dan glukosamin $(C_6H_{13}NO_5)$. Ketiga produk ini mempunyai sifat mudah terurai dan tidak mempunyai sifat beracun sehingga sangat ramah terhadap lingkungan.

Chitin dan chitosan mempunyai nilai ekonomis yang cukup tinggi. Penelitian yang sudah dilakukan antara lain pada cumi segar, pindang dan ikan asin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa chitosan mampu menggantikan formalin, bahkan mutu produk yang dihasilkan lebih bagus dibandingkan dengan yang menggunakan formalin. Chitosan merupakan zat anti bakteri, efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri, hal ini disebabkan karena kitosan memiliki *polikation* alami yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri dan kapang. Chitosan merupakan bahan pengawet ikan selain garam, karena itu chitosan dapat diaplikasikan terhadap produk pindang sebagai pengganti formalin yang marak akhir-akhir ini [3].

Masalah utama yang dihadapi dalam memproduksi chitin dan chitosan di Indonesia adalah kualitas produk masih rendah, kontinuitas suplainya belum pasti dan belum bisa diakses oleh semua kalangan. Selain itu banyak masyarakat yang belum mengetahui fungsi dari chitin-chitosan pada produk perikanan.

2. Metode Penelitian

Bahan untuk membuat chitosan yaitu kulit udang, NaOH 2% dan 60%, HCl 10%, sedangkan alat-alat yang digunakan adalah panci stainless steel, pH meter, para-para, oven. Aplikasi chitosan pada produk perikanan menggunakan chitosan, asam asetat, aquades, pindang ikan layang dan ikan manyung asap, sedangkan alat-alat yang digunakan adalah gelas beker, gelas ukur, blender.

Pembuatan chitosan dari kulit udang bersifat eksperimental laboratoris dengan menggunakan

metode Linawati Hardjito [10]. Uji laboratorium dilakukan pada chitosan yang dihasilkan untuk memperoleh data primer mengenai kualitasnya dibandingkan dengan chitosan standar. Selanjutnya chitosan tersebut diaplikasikan pada produk perikanan yaitu pindang ikan layang (*Decapterus sp*) dengan dan tanpa chitosan dan dilihat efektifitas daya awet penggunaan chitosan pada produk olahan ikan.

Untuk mengetahui kualitas produk olahan perikanan yang diberi chitosan digunakan uji organoleptik. Uji organoleptik ini menggunakan *score sheet* organoleptik berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI). Nilai score berkisar antara 1 dan 9, score 9 untuk hasil yang paling baik dan score 1 untuk hasil yang paling jelek, sedangkan nilai ambang batas penerimaan adalah pada score 5. Uji yang dilakukan meliputi spesifikasi terhadap kenampakan secara keseluruhan (*appearance*), bau (*odour*) rasa dan aroma (*taste*). Kekenyalan (*teksture*) dan warna (*colour*).

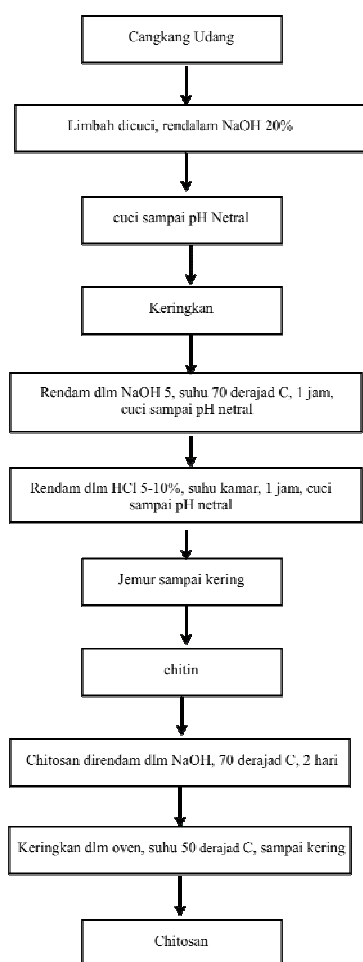
Selain itu dilakukan uji TPC untuk mengetahui jumlah bakteri yang berkaitan dengan keefektifan chitosan dalam menghambat kerja bakteri dilakukan uji laboratorium berdasarkan metode SNI.

Pembuatan Chitosan dan larutan Chitosan.

Prosedur pembuatan chitosan berdasarkan [4] tampak pada Gambar 1, sedangkan pembuatan Larutan Chitosan adalah sebagai berikut : Larutan kitosan dengan konsentrasi 0,25 % dibuat dengan cara yaitu pertama-tama ditimbang kitosan yang masih dalam bentuk serpihan sebanyak 25 g, lalu dilarutkan dengan asam asetat 1% sampai membentuk larutan tersuspensi dan kemudian ditambahkan aquades hingga volumenya mencapai 10 L. Pembuatan larutan chitosan [5] disajikan pada Gambar 2.

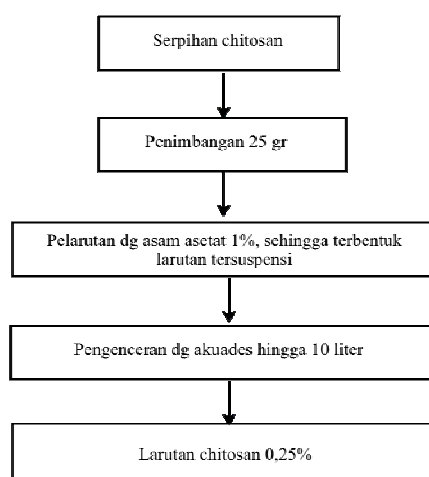
Prosedur pelapisan chitosan. Selanjutnya pindang ikan layang dan ikan manyung asap dilapisi dengan larutan chitosan yang telah dibuat. Larutan chitosan tersebut akan membentuk "edible coating". Prosedur pelapisannya adalah sebagai berikut:

1. Membuat larutan kitosan dengan konsentrasi 0.25%.
2. Setelah proses pemindangan selesai, selanjutnya ikan pindang dicelupkan ke dalam larutan kitosan (0,25%) selama 1 menit kemudian ditiriskan.
3. Dilakukan pengujian mutu yang meliputi uji organoleptik dan TPC.



Gambar 1. Alur proses pembuatan chitosan dari kulit udang

Rancangan Percobaan. Metode penelitian yang digunakan adalah *eksperimental laboratories*. Penelitian eksperimental adalah penelitian yang dilakukan dengan mengadakan manipulasi terhadap objek penelitian serta adanya kontrol (Nazir, 1999). Rancangan dasar yang digunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan pola Petak Terbagi oleh Waktu (*Split Plot in Time*). Pada pindang perlakuan yang digunakan adalah pelapisan chitosan (0,25%) dan tanpa pelapisan chitosan sebagai petak utuh (*main plot*) sedangkan lama waktu penyimpanan (0, 1, 2, dan 3 hari) sebagai petak bagian (*sub plot*), dan setiap perlakuan di ulang 3 kali.



Gambar 2. Diagram alir proses pelarutan chitosan.

3. Hasil dan Pembahasan

Analisis Fisika Kimia Chitosan. Chitosan yang dihasilkan berupa serbuk terlebih dahulu dilakukan uji chitosan yang bertujuan untuk mengetahui apakah chitosan yang digunakan masih sesuai dengan standar atau tidak. Hasil analisis parameter standar fisika kimia sampel chitosan dari cangkang Udang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis chitosan dari cangkang udang

Parameter	Hasil Penelitian yang dilakukan	Standar (BRKP, 2006)
Kadar air	5,56%	10%
Kadar abu	0,8%	2%
Viskositas	120,5 cps	200 cps
Derajat Deasetilasi	90%	>70%
Rendemen	15%	

Kadar air chitosan yang dihasilkan mempunyai nilai 5,56% (Tabel 1), nilai ini sudah memenuhi standar mutu yaitu harus dibawah 10%. Kadar air yang tinggi juga akan menyebabkan chitosan cepat mengalami kerusakan/ terdegradasi oleh jamur, karena kecenderungan chitosan untuk menarik uap air dari lingkungannya/higroskopis. Kadar abu chitosan yang dihasilkan bernilai 0,8% (Tabel 1), dan ini sudah memenuhi standar mutu yaitu harus dibawah 2%. Viskositas chitosan yang dihasilkan mempunyai nilai 120,5 cps (Tabel 1), menunjukkan bahwa chitosan yang dihasilkan bersifat encer dan dalam standar

umum (Tabel 1), bahwa chitosan tersebut tergolong chitosan yang mempunyai viskositas rendah yaitu dibawah 200 cps. Proses demineralisasi sangat berpengaruh terhadap viskositas chitosan yang dihasilkan, dimana semakin lama proses dan semakin tinggi konsentrasi asam klorida yang digunakan akan menurunkan viskositas dari chitosan karena terjadi depolimerisasi yang disebabkan oleh proses demineralisasi yang menggunakan asam kuat [6].

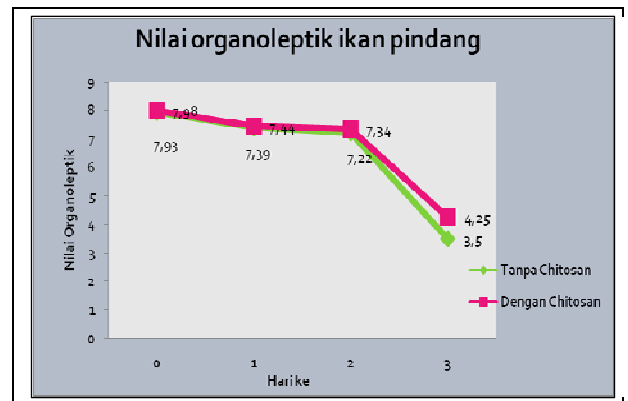
Viskositas merupakan faktor penentu dalam aplikasi komersialnya. Seperti dalam industri makanan yang memerlukan chitosan yang berviskositas rendah, atau dalam industri lem/perekat dan pengental yang memerlukan chitosan berviskositas tinggi karena mempunyai daya rekat yang tinggi (Fernandez-Kim, 2004). Kelarutan chitosan dalam asam asetat 1% bernilai 91% (Tabel 1). Nilai ini menunjukkan bahwa chitosan yang dihasilkan mendekati larut sempurna. Kelarutan chitosan sangat dipengaruhi oleh proses deasetilasi karena pada proses deasetilasi terjadi perubahan gugus asetamida (NHCOCH_3) pada chitin menjadi gugus amin (NH_2) pada chitosan. Gugus amin yang mempunyai ion H bebas inilah yang berperan sebagai donor elektron dan menyebabkan chitosan mampu larut dalam asam-asam organik.

Aplikasi Chitosan pada pindang ikan layang.

Pindang ikan layang yang telah dilapisi chitosan kemudian dilakukan pengujian organoleptik. Hasil pengujian nilai organoleptik pindang ikan layang baik yang tidak dilapisi chitosan maupun yang dilapisi chitosan disajikan pada Tabel 2.

Penilaian organoleptik yang dilakukan terhadap ikan pindang meliputi kenampakan, bau, rasa, konsistensi, lendir, dan jamur. Hasil penelitian organoleptik ini merupakan parameter untuk menentukan tingkat kesukaan dan penerimaan konsumen terhadap produk pindang ikan layang tersebut, sehingga dapat ditentukan mutu serta batas akhir penyimpanan yang sejalan dengan menurunnya penilaian organoleptik.

Perbedaan perlakuan menghasilkan mutu secara organoleptik yang berbeda pada penyimpanan hari yang sama, dimana pengolahan pindang air garam yang dilapisi chitosan menghasilkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan pengolahan pindang air garam yang tidak dilapisi chitosan. Pada penyimpanan hari ke-0 hingga hari ke-1 dan ke-2 produk pindang air garam masih layak dikonsumsi tetapi pada penyimpanan hari ke-3 produk sudah tidak layak dikonsumsi.



Gambar 3. Grafik nilai organoleptik rata-rata pindang ikan layang tanpa chitosan dan dengan chitosan

Hasil penelitian menunjukkan nilai organoleptik mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya lama penyimpanan. Hasil organoleptik pada penyimpanan hari ke-3 telah ditolak konsumen, menurut SNI No. 01-2717-1992 (lampiran 2) persyaratan organoleptik pindang ikan Layang yaitu $\geq 7,0$ dengan kriteria kenampakan utuh, bersih, rapi, sangat menarik; bau harum, segar, spesifik jenis; rasa sangat enak sekali, gurih, spesifik jenis; konsistensi padat, kompak, lentur, cukup lembab; tidak berlendir; tidak tampak jamur.

Analisis mikrobiologi yang dilakukan pada penelitian ini adalah analisis jumlah total bakteri (TPC) yang meliputi TPC pada ikan Layang segar dan pindang ikan Layang yang disimpan pada suhu kamar. Analisa ikan Layang segar dilakukan untuk mengetahui berapa jumlah koloni bakteri pada ikan segar sehingga layak atau tidak untuk dijadikan sebagai bahan baku pindang ikan, sedangkan analisa TPC pada pindang ikan Layang bertujuan untuk mengetahui pengaruh pelapisan chitosan terhadap peningkatan jumlah koloni bakteri selama penyimpanan. Adapun rata-rata nilai TPC ikan Layang segar adalah $1,6 \times 10^4$ Cfu/gr.

Hasil analisis TPC ikan segar menunjukkan bahwa ikan Layang segar masih dapat untuk dikonsumsi dan diolah lebih lanjut menjadi pindang ikan karena mengingat SNI-01-2729-1992 yang menyatakan bahwa persyaratan minimal ikan segar untuk dikonsumsi adalah mempunyai $\text{TPC} \leq 5 \times 10^5$. Analisis mikrobiologi selanjutnya dilakukan pada pindang ikan Layang sehingga dapat diketahui pengaruh pelapisan chitosan terhadap peningkatan jumlah koloni bakteri pindang ikan. Nilai jumlah total bakteri pindang ikan Layang tersaji pada Tabel 3.

Tabel 2. Hasil Rata-rata uji organoleptik pindang air garam selama penyimpanan

Spesifikasi	Hari ke-0		Hari ke-1		Hari ke-2		Hari ke-3	
	PK	TPK	PK	TPK	PK	TPK	PK	TPK
Kenampakan	7.71±0.20	7.66±0.23	7.31±0.03	7.27±0.07	7.29±0.03	7.22±0.04	5.12±0.02	4.38±0.45
Bau	8.42±0.10	8.38±0.08	7.07±0.07	7.00±0.00	7.02±0.04	6.98±0.04	5.55±0.20	5.02±0.14
Rasa	7.38±0.14	7.31±0.03	7.13±0.07	7.02±0.04	7.02±0.04	6.87±0.12	4.07±0.07	3.89±0.14
Konsistensi	7.58±0.14	7.54±0.12	7.13±0.07	7.02±0.04	7.00±0.00	7.00±0.00	5.00±0.00	3.98±0.04
Lendir	7.80±0.18	7.71±0.20	7.00±0.00	7.00±0.00	6.95±0.04	6.78±0.04	4.24±0.15	3.22±0.08
Jamur	9.00±0.00	9.00±0.00	9.00±0.00	9.00±0.00	8.74±0.37	8.47±0.00	1.53±0.54	1.00±0.01
Rata-rata	7.98±0.13	7.93±0.11	7.44±0.04	7.39±0.02	7.34±0.08	7.22±0.04	4.25±0.16	3.50±0.14

Keterangan : nilai merupakan hasil rata-rata tiga kali ulangan ± standart deviasi
 PK : Pelapisan chitosan; TPK :Tanpa pelapisan chitosan

Tabel 3. Nilai rata-rata jumlah total bakteri (CFU/gr) pindang ikan Layang selama penyimpanan (CFU/gr).

Lama penyimpanan (hari)	Perlakuan	
	PK	TPK
0	2,4 X 10 ³	4,5 X 10 ³
1	1,2 X 10 ⁴	3,8 X 10 ⁴
2	6,4 X 10 ⁴	7,5 X 10 ⁴
3	2,8 X 10 ⁵	3,7 X 10 ⁵

Keterangan :
 PK : Pelapisan Chitosan
 TPK : Tanpa Pelapisan Chitosan

Tabel 4. Nilai logaritmik rata-rata jumlah total mikroba (CFU/gr) pindang ikan Layang selama penyimpanan suhu ruang

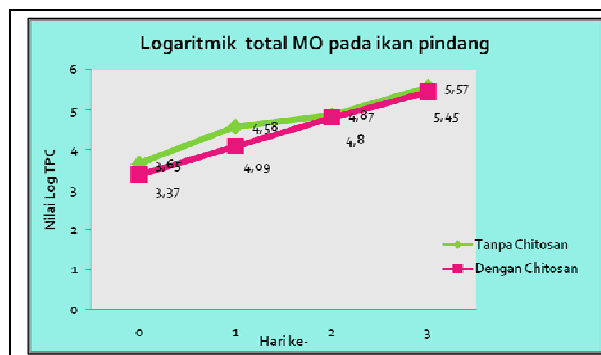
Perlakuan	Lama Penyimpanan (Hari)			
	0	1	2	3
PK	3,37±0,16 ^d	4,09±0,03 ^c	4,80±0,05 ^b	5,45±0,04 ^a
TPK	3,65±0,08 ^h	4,58±0,04 ^g	4,87±0,09 ^f	5,57±0,02 ^e

- Keterangan : -
- Nilai tersebut merupakan rata-rata tiga ulangan±standart deviasi
 - Huruf *superscript* yang berbeda pada baris yang sama memiliki pengaruh yang signifikan (p≤0,05), sedangkan huruf *superscript* yang sama memiliki pengaruh yang tidak signifikan (p>0,05)

Data di atas telah diuji secara statistik dan dinyatakan bahwa data TPC memiliki distribusi normal melalui uji *Kolmogorof-Smirnov Z* sebesar 0,638 dengan signifikansi sebesar 0,810 dan data tersebut homogen melalui uji *Test of Equality of error Variances* dengan nilai 2,366 dengan signifikansi sebesar 0,073, sehingga dapat dilanjutkan untuk uji BNJ dengan metode Tukey.

Hasil ANOVA berdasarkan lama penyimpanan pada suhu kamar menunjukkan $F_{hit} : 450,461 > F_{tab} : 3,13$ dan signifikansi $0,003 < 0,05$ ada perbedaan yang

nyata ($p < 0,05$) (lampiran 13) pada TPC produk pindang. Demikian juga perlakuan PK dan TPK menunjukkan $F_{hit} : 32,329 > F_{tab} : 4,38$ dan signifikansi $0,003 < 0,05$ ada perbedaan yang nyata ($p < 0,05$) pada produk pindang.



Gambar 4. Grafik nilai logaritma TPC pindang ikan layang selama penyimpanan.

Jumlah total bakteri pindang ikan Layang mengalami peningkatan sejalan dengan lama penyimpanan. Pada penyimpanan hari ke-2 semua perlakuan pindang ikan Layang masih dapat diterima untuk dikonsumsi, tetapi setelah hari ke-3 pindang ikan telah ditolak untuk dikonsumsi, karena jumlah total bakteri melebihi persyaratan minimal TPC yaitu $\geq 1 \times 10^5$ (SNI-01-2717-1992).

Hal ini disebabkan karena selama penyimpanan bakteri telah mulai beradaptasi dengan lingkungannya, kemudian melakukan aktivitas pertumbuhan sel melalui perombakan jaringan tubuh pindang ikan dengan bantuan enzim [7][8], pada tahap lag fase, bakteri mulai beradaptasi pada lingkungan pertumbuhannya. Pada fase ini bakteri mendapat suplai energi untuk pertumbuhannya dari penguraian senyawa-senyawa dalam daging pindang ikan yang dipercepat oleh enzim. Setelah lag fase kemudian bakteri memasuki fase yang disebut dengan fase pertumbuhan logaritmik dimana sel-sel mikroorganisme mulai memperbanyak diri yang

kecepatannya dipengaruhi oleh aktivitas air (Aw), suhu, pH, dan kandungan nutrisi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pindang ikan Layang dengan perlakuan pencelupan chitosan dapat menekan laju pertumbuhan bakteri dibandingkan dengan pindang ikan Layang yang tanpa pencelupan dalam larutan chitosan [9], diketahui bahwa jumlah koloni bakteri tanpa pelapisan chitosan lebih pesat pertumbuhannya dibandingkan dengan pindang ikan dengan pelapisan chitosan. Chitosan juga dapat digunakan sebagai pengawet karena sifat-sifat yang dimilikinya yaitu dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme perusak dan sekaligus melapisi produk yang diawetkan sehingga terjadi interaksi yang minimal antara produk dan lingkungannya. Mekanisme kerja chitosan lewat dua cara. Pertama, chitosan bisa membunuh bakteri, dengan cara mengikat organisme patogen dengan *polication* bermuatan positif. Organisme pun tidak bisa tumbuh atau bergerak. Kedua, chitosan akan melapisi kulit luar produk yang diawetkan, sehingga rasa dari dalam tidak bisa keluar dan kontaminan dari luar tidak bisa masuk [10].

4. Kesimpulan

Chitosan udang yang dihasilkan telah memenuhi standar Badan Riset Kelautan dan Perikanan (2006). Aplikasi chitosan terhadap hasil perikanan ikan layang pindang menunjukkan chitosan mampu menghambat laju pertumbuhan bakteri sehingga dapat digunakan sebagai alternatif pengawet alami.

Pemanfaatan kulit udang menjadi “edible coating” chitosan bukan saja memberikan nilai tambah pada usaha pengolahan udang, akan tetapi juga dapat menanggulangi masalah pencemaran lingkungan yang ditimbulkan, terutama masalah bau yang dikeluarkan serta estetika lingkungan yang kurang bagus.

DAFTAR ACUAN

- [1] Dadang WI, Enny PT, Yan Suhendar, Syafnijal, Evi D. Hadi, One Sucahyo. Bisnis Udang Mestinya Sudah Lepas Landas. 04 March 2008 http://www.agrina-online.com/show_article.php?rid=7&aid=122. Diakses Agustus 2008
- [2] Manjang, Y., Analisa Ekstrak Berbagai Jenis Kulit Udang Terhadap Mutu Khitosan. Jurnal Penelitian Andalas. 12 (V) : 138 – 143, 1993
- [3] Hirano. Production and Application of Chitin and Chitosan in Japan. Dept of Agricultural Biochemistry. Tottori, Japan. 1990.
- [4] _____, Bahan Alami Pengganti Formalin. Antara. <http://www.antara.Co.id.htm>, 2006.
- [5] Kurniawan, D. Pengaruh perendaman daging kerang hijau (*Perna viridis* Linn.) dalam larutan karboksimetil kitosan terhadap tingkat penurunan kandungan logam berat Hg, Cd, DAN Pb. Skripsi Sarjana Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro, Semarang, 2006.
- [6] Fernandez-Kim, Sun-Ok. Physicochemical And Functional Properties Of Crawfish Chitosan As Affected By Different Processing Protocols. A Thesis. The Department of Food Science. Agricultural and Mechanical College. Louisiana State University. US. Hal 1 – 26. <http://www.etd.lsu.edu/docs/available/unrestricted/Kim>, 2004.
- [7] Winarno, F.G. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia. Jakarta. 2002.
- [8] Suwedo Hadiwiyoto. Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan. Liberty, Yogyakarta. 1993.
- [9] Linawati Harjito. Bahan Alami Pengganti Formalin. Antara. <http://www.antara.Co.id.htm>. 2006.
- [10] Endang Sri Heruwati. Pengawetan Ikan Menggunakan Bahan Alami, Jakarta. 2006.