

**PENGARUH KONSENTRASI KHITOSAN TERHADAP
MUTU IKAN TERI (*Stolephorus heterolobus*) ASIN KERING
SELAMA PENYIMPANAN SUHU KAMAR**

TESIS

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Guna Mencapai Derajat Magister (S-2)

Program Studi Magister Manajemen Sumberdaya Pantai



Oleh :

SRI SEDJATI

K4A 004011

PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG

2006

**PENGARUH KONSENTRASI KHITOSAN TERHADAP MUTU
IKAN TERI (*Stolephorus heterolobus*) ASIN KERING
SELAMA PENYIMPANAN SUHU KAMAR**

Nama Penulis : SRI SEDJATI
NIM : K4A 004011

Tesis telah disetujui ;
Tanggal :

Pembimbing I,

Pembimbing II,

(Dr. Ir. Tri Winarni A., MSc.)

(Ir. Titi Surti, M.Phil.)

Ketua Program Studi,

(Prof. Dr. Ir. Sutrisno Anggoro, MS.)

**PENGARUH KONSENTRASI KHITOSAN TERHADAP MUTU
IKAN TERI (*Stolephorus heterolobus*) ASIN KERING
SELAMA PENYIMPANAN SUHU KAMAR**

Dipersiapkan dan disusun oleh
SRI SEDJATI
K4A 004011

Tesis telah dipertahankan di depan Tim Penguji ;
Tanggal : 27 September 2006

Ketua Tim Penguji,

(Dr. Ir. Tri Winarni A., MSc.)

Sekretaris Tim Penguji,

(Ir. Titi Surti, M.Phil.)

Anggota Tim Penguji I,

(Ir. Ratna Ibrahim, M.Phil.)

Anggota Tim Penguji II,

(Ir. Eko Nurcahya Dewi, M.Sc.)

Ketua Program Studi

(Prof. Dr. Ir. Sutrisno Anggoro, MS.)

ABSTRACT

SRI SEDJATI. K4A 004011. The Effect of Chitosan Concentration on Quality of Dried-Salted Anchovy (*Stolephorus heterolobus*) during Room Temperature Storage (Supervisors : **Tri Winarni A. and Titi Surti**)

Nowadays, more dangerous preservative stuffs are used to prepare fish processing product. Chitosan has antimicrobial characteristic and safe for human, so it can be used to preserve foodstuffs. The research is aimed to study the effect of chitosan on quality of dried-salted anchovy (*S. heterolobus*) stored at room temperature. The aim of this study were to analyze the product quality of samples and to know the correlation between independent variables (chitosan concentration and storage time) against dependent variables of product quality from chemical aspects (moisture content, water activity), microbiological (TPC, *Staphylococcus aureus*) and organoleptic test (appearance, odor, flavor and texture). The quality of dried-salted anchovy was refer to SNI 01-2708-1992.

The present work of this research employed a laboratory-experimental method with two factors and design as Randomized Complete Block. The first factor was three levels of chitosan concentration (0.0%; 0.5%;1.0%) and the second factor was five levels of storage time (0; 2; 4; 6; 8 weeks). Furthermore, the data were analyzed by ANOVA and linear regression (for chemical and microbiological aspects) and Kruskal-Wallis test for organoleptic aspects.

The results of this research indicated that different chitosan concentration was significantly reduce the total bacterial counts ($p < 0.01$). The total bacterial counts for treatment with 0.5% chitosan and 0.0% (no chitosan) were significantly different, but for 0.5% and 1.0% chitosan treatment were not significantly different. During storage at room temperature, different storage time was significantly influenced the moisture content and total bacterial counts ($p < 0.01$). There was no significant difference of moisture content at zero (0) week and after 2 weeks period of storage. However, there was significant difference of moisture content after 4, 6 and 8 weeks of storage. The total bacterial counts at 0 week and after 2, 4, 6 weeks were significantly different, but were not significantly different for 0 week and 8 weeks storage time. Water activity and organoleptic variables were not influenced chitosan concentration either storage time. The interaction of chitosan concentration and storage time were only significantly influenced the total bacterial count ($p < 0.01$).

The product qualities of all samples were referred to SNI 01-2708-1992. The range of quality tests were 16.74 – 20.36 % for moisture content, 0.625 -0.649 for water activity, 25 – 330 cfu for total bacterial counts, negative for *Staphylococcus aureus* and 6.7 – 7.3 for organoleptic tests.

Key words : Chitosan Concentration, Dried-salted Anchovy (*S. heterolobus*), Storage Time

ABSTRAKSI

SRI SEDJATI. K4A 004011. Pengaruh Konsentrasi Khitosan terhadap Mutu Ikan Teri (*Stolephorus heterolobus*) Asin Kering selama Penyimpanan Suhu Kamar (Pembimbing : **Tri Winarni A. dan Titi Surti**)

Pada masa sekarang ini banyak zat-zat kimia berbahaya digunakan sebagai bahan pengawet pada produk hasil perikanan. Khitosan memiliki sifat antimikrobal dan aman bagi manusia sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pengawet bahan makanan. Penelitian ini mempelajari penggunaan khitosan pada proses pengolahan ikan teri (*S. heterolobus*) asin kering dan disimpan pada suhu kamar. Tujuannya adalah untuk menganalisa mutu dan mengetahui pengaruh variabel independen (konsentrasi khitosan dan lama penyimpanan) terhadap variabel dependen mutu ikan teri asin kering dari aspek kimiawi (kadar air, aktifitas air), mikrobiologi (total bakteri/TPC, *Staphylococcus aureus*) dan organoleptik (kenampakan, bau, rasa, konsistensi). Standar mutu ikan teri asin kering yang digunakan adalah SNI 01-2708-1992.

Penelitian ini menggunakan metode ekperimental laboratoris dan merupakan percobaan dua faktorial dengan 2 ulangan. Rancangan percobaannya memakai Rancangan Acak Kelompok (RAK). Perlakuan pertama (A) adalah konsentrasi khitosan (tiga taraf : $A_1=0,0\%$; $A_2=0,5\%$; $A_3=1,0\%$) sedangkan perlakuan kedua (B) adalah lama penyimpanan (lima taraf : $B_1=0$; $B_2=2$; $B_3=4$; $B_4=6$; $B_5=8$ minggu). Selanjutnya data dianalisa dengan ANOVA dan regresi linier (aspek kimiawi & mikrobiologi) atau dengan analisa non parametrik Kruskal-Wallis (aspek organoleptik).

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa konsentrasi khitosan berpengaruh nyata ($p<0,01$) terhadap total bakteri. Berdasarkan hasil uji lanjutan perlakuan konsentrasi khitosan 0,5% berbeda nyata ($p<0,01$) dengan 0,0% ,tapi tidak berbeda nyata ($p>0,05$) dengan perlakuan 1,0%. Selama masa penyimpanan menunjukkan bahwa lama penyimpanan berpengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap kadar air dan total bakteri (TPC) ikan teri asin kering. Kadar air pada penyimpanan 0 minggu tidak berbeda nyata ($p>0,05$) dengan penyimpanan 2 minggu, tetapi berbeda nyata ($p<0,01$) dengan penyimpanan 4, 6 dan 8 minggu. Total bakteri pada penyimpanan 0 minggu berbeda nyata ($p<0,01$) dengan penyimpanan 2, 4 dan 6 minggu, namun tidak berbeda nyata ($p>0,05$) dengan penyimpanan 8 minggu. Interaksi antara konsentrasi khitosan dan lama penyimpanan hanya berpengaruh nyata ($p<0,01$) terhadap total bakteri.

Analisa mutu pada semua sampel dapat memenuhi standar nasional (SNI 01-2708-1992). Hasil pengujian mutu ikan teri asin kering adalah berkisar 16,74 - 20,36 % untuk kadar air, 0,625-0,649 untuk aktifitas air, 25-330 koloni/g untuk TPC, *Staphylococcus aureus* negatif dan 6,7-7,3 untuk nilai organoleptik.

Kata-kata kunci : Konsentrasi Khitosan, Ikan Teri (*S. heterolobus*) Asin Kering,

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah SWT atas segala ramat dan anugerah-Nya, yang telah memberi kesempatan dan kemudahan, sehingga penulis mampu menyelesaikan tesis dengan judul “ Pengaruh Konsentrasi Khitosan terhadap Mutu Ikan Teri (*Stolephorus heterolobus*) Asin Kering selama Penyimpanan Suhu Kamar” sebagai salah satu syarat guna mencapai derajat magister (S-2) pada Program Studi Magister Manajemen Sumberdaya Pantai, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.

Dalam penyusunan makalah tesis ini, tentunya penulis tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Dalam kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Ir. Tri Winarni A., MSc. dan Ir. Titi Surti, M.Phil. sebagai dosen pembimbing I dan II, atas segala dukungan, saran dan pengarahannya selama penyusunan tesis ini.
2. Dosen-dosen penguji : Ir. Ratna Ibrahim, M.Phil. dan Ir. Eko Nurcahya Dewi, M.Sc., atas kritik dan saran selama perbaikan tesis.
3. Ir. Sugeng H.S., MSi. yang telah membantu penyediaan khitosan.
4. Teman-teman di Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro, atas saran dan motivasi yang diberikan.
5. Teman-teman seangkatan di PS-MSDP, atas saran, dukungan dan kerja samanya selama ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih memiliki banyak kekurangan dan kelemahan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak.

Semarang, September 2006

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
BAB I : PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Pendekatan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	6
1.4. Manfaat Penelitian.....	6
1.5. Waktu dan Tempat Penelitian.....	7
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Ikan Teri (<i>Stolephorus sp.</i>).....	8
2.2. Produk Teri Asin Kering.....	8
2.3. Prinsip Dasar Pengolahan Ikan.....	9
2.4. Pengawetan Dengan Penggaraman.....	11
2.5. Kerusakan Ikan Asin.....	14
2.5.1. Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroba	15
2.6. Standar Mutu Ikan Teri Asin Kering.....	17
2.7. Khitin dan Khitosan.....	18
2.7.1. Sifat Fisiko-Kimia Khitin dan Khitosan.....	19
2.7.2. Ekstraksi Khitosan.....	22
2.8. Manfaat Khitosan.....	23
2.8.1. Khitosan sebagai Pengawet Bahan Makanan	25
BAB III : METODOLOGI	27
3.1. Bahan dan Alat	27
3.2. Metoda Penelitian.....	29
3.3. Ruang Lingkup Penelitian.....	30
3.4. Rancangan Percobaan.....	30
3.5. Variabel Penelitian.....	31
3.6. Jenis dan Sumber Data.....	32
3.7. Populasi dan Teknik Pengambilan Sampel.....	32
3.8. Teknik Analisa Data.....	32
3.9. Proses Pengolahan Ikan Teri Asin Kering.....	34

3.10. Analisa Mutu Ikan Teri Asin Kering.....	39
3.10.1. Kadar Air.....	39
3.10.2. Aktifitas Air (Aw)	39
3.10.3. Pengujian <i>Total Plate Count</i> / TPC.....	40
3.10.4. Pengujian <i>Staphylococcus aureus</i>	40
3.10.5. Uji Organoleptik.....	43
BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1. Mutu Khitosan	44
4.2. Analisis Mutu Mikrobiologis.....	44
4.2.1. Pengujian Total Bakteri (TPC).....	44
4.2.1.1. Pengaruh Perlakuan terhadap Total Bakteri (TPC)	46
4.2.1.2. Model Regresi Pengaruh Perlakuan terhadap	
Total Bakteri (TPC).....	52
4.2.2. Pengujian <i>Staphylococcus aureus</i>	55
4.3. Analisis Mutu Kimiawi.....	57
4.3.1. Pengujian Kadar Air.....	57
4.3.1.1. Pengaruh Perlakuan terhadap Kadar Air.....	58
4.3.1.2. Model Regresi Pengaruh Perlakuan terhadap	
Kadar Air.....	61
4.3.2. Pengujian Aktifitas Air.....	62
4.3.2.1. Pengaruh Perlakuan terhadap Aktifitas Air.....	64
4.3.2.2. Model Regresi Pengaruh Perlakuan terhadap	
Aktifitas Air.....	67
4.4. Analisis Mutu Organoleptik.....	68
4.4.1. Organoleptik Kenampakan.....	70
4.4.2. Organoleptik Bau.....	72
4.4.3. Organoleptik Rasa.....	74
4.4.4. Organoleptik Konsistensi.....	76
4.4.5. Kapang.....	78
4.5. Pengaruh Perlakuan terhadap Mutu Ikan Teri Asin Kering.....	79
BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN	82
5.1. Kesimpulan	82
5.2. Saran	83
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN.....	88

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Jadwal Penelitian.....	7
2. Komposisi Ikan Asin dan Teri Asin Kering (per 100 gram bahan).....	9
3. Standar Mutu Ikan Teri Asin Kering (SNI 01-2708-1992).....	18
4. Kelarutan Khitosan dalam Beberapa Asam Organik (1 gr khitosan / 100 ml larutan asam).....	22
5. Standar Mutu Khitosan.....	23
6. Kegunaan Khitosan pada Berbagai Bidang.....	24
7. Bahan yang Digunakan dalam Penelitian	28
8. Peralatan yang Digunakan dalam Penelitian	29
9. Rata-rata TPC (koloni/g) Ikan Teri Asin Kering	45
10. Ringkasan Hasil Anova TPC (koloni/g) Ikan Teri Asin Kering	51
11. Ringkasan Hasil Estimasi Regresi TPC (kol./g) Ikan Teri Asin Kering.....	53
12. Rata-rata Kadar Air (%) Ikan Teri Asin Kering	57
13. Ringkasan Hasil Anova Kadar Air (%) Ikan Teri Asin Kering	59
14. Ringkasan Hasil Estimasi Regresi Kadar Air (% bb) Ikan Teri Asin Kering..	61
15. Rata-rata Aktifitas Air (Aw) Ikan Teri Asin Kering	63
16. Ringkasan Hasil Anova Aktifitas Air (Aw) Ikan Teri Asin Kering	65
17. Ringkasan Hasil Estimasi Regresi Aktifitas Air (Aw)Ikan Teri Asin Kering..	67
18. Rata-rata Nilai Organoleptik Kenampakan Ikan Teri Asin Kering	70
19. Rata-rata Nilai Organoleptik Bau Ikan Teri Asin Kering	73
20. Rata-rata Nilai Organoleptik Rasa Ikan Teri Asin Kering	75
21. Rata-rata Nilai Organoleptik Konsistensi Ikan Teri Asin Kering	77

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Skema Pendekatan Masalah.....	5
2. Struktur Kimia Khitin.....	20
3. Struktur Kimia Khitosan.....	21
4. Diagram Alur Proses Pembuatan Ikan Teri Asin Kering.....	37
5. Skema Perlakuan Penelitian.....	38
6. Grafik TPC (koloni/g) Ikan Teri Asin Kering	45
7. Grafik Log TPC (koloni/g) Ikan Teri Asin Kering	48
8. Fase-fase Pertumbuhan Bakteri	49
9. Grafik Kadar Air (%)Ikan Teri Asin Kering	58
10. Grafik Aktifitas Air (Aw) Ikan Teri Asin Kering	63
11. Kurva <i>Sorption Isotherm</i> untuk Ikan Cod Asin Kering	67
12. Grafik Nilai Organoleptik Kenampakan Ikan Teri Asin Kering	70
13. Grafik Nilai Organoleptik Bau Ikan Teri Asin Kering	73
14. Grafik Nilai Organoleptik Rasa Ikan Teri Asin Kering	75
15. Grafik Nilai Organoleptik Konsistensi Ikan Teri Asin Kering	77

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Score Sheet Organoleptik Ikan Teri Asin Kering	89
2. Score Sheet Organoleptik Ikan Teri Segar	90
3. Identifikasi Ikan Teri Bahan Penelitian	92
4. Karakteristik Khitosan Bahan Penelitian dan Standar Internasional	93
5. Data Pengukuran Suhu (°C) dan Kelembaban Nisbi Udara/RH (%) Ruang Penyimpanan Ikan Teri Asin Kering	93
6. Tabel Nilai TPC (koloni/g) Ikan Teri Asin Kering	94
7a. Tabel Anova TPC (koloni/g) Ikan Teri Asin Kering	95
7b. Tabel Uji Lanjutan Tukey HSD Variabel Konsentrasi Khitosan terhadap TPC (koloni/g) Ikan Teri Asin Kering	95
7c. Tabel Uji Lanjutan Tukey HSD Variabel Lama Penyimpanan terhadap TPC (koloni/g) Ikan Teri Asin Kering	96
7d. Tabel Uji Lanjutan HSD Interaksi Variabel Konsentrasi Khitosan & Lama Penyimpanan terhadap TPC (koloni/g) Ikan Teri Asin Kering	97
8a. Uji R ² Model Regresi Linier Berganda TPC (koloni/g) Ikan Teri Asin Kering	98
8b. Tabel Uji F Model Regresi Linier Berganda TPC (koloni/g) Ikan Teri Asin Kering	98
8c. Tabel Uji t Model Regresi Linier Berganda TPC (koloni/g) Ikan Teri Asin Kering	98
9. Tabel Nilai Kadar Air (% bb) Ikan Teri Asin Kering	99
10a. Tabel Anova Kadar Air (% bb) Ikan Teri Asin Kering	100
10b. Tabel Uji Lanjutan Tukey HSD Variabel Lama Penyimpanan terhadap Kadar Air (% bb) Ikan Teri Asin Kering	101
11a. Tabel Uji R ² Model Regresi Linier Berganda Kadar Air (% bb) Ikan Teri Asin Kering.....	102
11b. Tabel Uji F Model Regresi Linier Berganda Kadar Air (% bb) Ikan Teri Asin Kering	102
11c. Tabel Uji t Model Regresi Linier Berganda Kadar Air (% bb) Ikan Teri Asin Kering	102
12. Tabel Nilai Aktifitas Air (Aw) Ikan Teri Asin Kering	103
13. Tabel Anova Aktifitas Air (Aw) Ikan Teri Asin Kering	104
14a. Tabel Uji R ² Model Regresi Linier Berganda Aktifitas Air (Aw) Ikan Teri Asin Kering.....	105
14b. Tabel Uji F Model Regresi Linier Berganda Aktifitas Air (Aw) Ikan Teri Asin Kering	105
14c. Tabel Uji t Model Regresi Linier Berganda Aktifitas Air (Aw) Ikan Teri Asin Kering	105

15. Tabel Nilai Organoleptik Kenampakan Ikan Teri Asin Kering	106
16a. Tabel Uji Kruskal-Wallis Variabel Konsentrasi Khitosan terhadap Nilai Organoleptik Kenampakan	107
16b. Tabel Uji Kruskal-Wallis Variabel Lama Penyimpanan terhadap Nilai Organoleptik Kenampakan	107
17. Tabel Nilai Organoleptik Bau Ikan Teri Asin Kering	108
18a. Tabel Uji Kruskal-Wallis Variabel Konsentrasi Khitosan terhadap Nilai Organoleptik Bau	109
18b. Tabel Uji Kruskal-Wallis Variabel Lama Penyimpanan terhadap Nilai Organoleptik Bau	109
19. Tabel Nilai Organoleptik Rasa Ikan Teri Asin Kering	110
20a. Tabel Uji Kruskal-Wallis Variabel Konsentrasi Khitosan terhadap Nilai Organoleptik Rasa	111
20b. Tabel Uji Kruskal-Wallis Variabel Lama Penyimpanan terhadap Nilai Organoleptik Rasa	111
21. Tabel Nilai Organoleptik Konsistensi Ikan Teri Asin Kering	112
22a. Tabel Uji Kruskal-Wallis Variabel Konsentrasi Khitosan terhadap Nilai Organoleptik Konsistensi	113
22b. Tabel Uji Kruskal-Wallis Variabel Lama Penyimpanan terhadap Nilai Organoleptik Konsistensi	113

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Teri banyak ditangkap karena mempunyai arti penting sebagai bahan makanan yang dapat dimanfaatkan baik sebagai ikan segar maupun ikan kering. Sumberdaya ikan teri yang melimpah di Indonesia merupakan suatu peluang untuk mengembangkan usaha ikan teri asin kering yang telah banyak dikerjakan oleh industri pengolah tradisional. Pengawetan ikan teri dengan cara penggaraman sebenarnya terdiri dari dua proses, yaitu proses penggaraman dan proses pengeringan. Adapun tujuan utama dari penggaraman, yaitu untuk memperpanjang daya tahan dan daya simpan ikan. Ikan yang mengalami proses penggaraman menjadi awet karena garam dapat menghambat atau membunuh mikroba penyebab pembusukan ikan. Proses pengeringan ikan teri asin akan semakin menambah penurunan kadar air dalam tubuh ikan, sekaligus menjadi faktor penghambat pertumbuhan mikroba.

Secara umum proses pengolahan ikan teri asin kering secara tradisional kurang memperhatikan aspek sanitasi dan *hygiene* dalam proses persiapan, pengolahan dan penyimpanan produk. Akibatnya adalah hasil olahan teri asin kering akan mudah mengalami kerusakan secara mikrobiologis, kimiawi dan organoleptik. Untuk mengatasi masalah ini banyak pengolah yang mengambil jalan pintas dengan cara menggunakan bahan-bahan kimia berbahaya seperti formalin. Menurut Balai POM DKI Jakarta (2005), penelitian di laboratorium menunjukkan hasil positif pemakaian formalin pada sebagian besar (57,14%) produk ikan asin dari Teluk Jakarta. Produk

ikan asin kering yang mengandung formalin di antaranya adalah : sotong asin kering (6,77 ppm), teri Medan asin kering (40,18 ppm), cucut asin kering (91,41 ppm) dan teri asin kering (2,88 ppm).

Melihat kenyataan yang terjadi di dalam industri pengolahan ikan asin, maka harus dicari jalan keluar yang tepat agar proses pengolahan ikan asin dapat menghasilkan produk yang bagus tanpa menggunakan formalin ataupun bahan kimia berbahaya lainnya. Menurut Brzeski (1987), khitosan mempunyai sifat anti jamur dan anti bakteri yang bisa diterapkan di berbagai bidang. Hasil penelitian ini memberi harapan adanya bahan pengawet alternatif pengganti formalin.

Menurut hasil penelitian Nicholas (2003), penggunaan khitosan untuk pengawetan hasil perikanan dengan menggunakan larutan khitosan 1% dalam asam asetat 1% mampu menurunkan jumlah mikroba pada *fillet* ikan salmon yang disimpan pada suhu 4°C selama 6 hari. Pada kontrol jumlah bakteri mencapai $1,97 \times 10^8$, sedangkan yang diberi perlakuan khitosan jumlah bakteri hanya 53×10^3 . Pencelupan dilakukan selama 30 detik, ditiriskan selama 15 detik dan dikemas dalam plastik sebelum dimasukkan dalam wadah *styrofoam*. Sedangkan hasil penelitian Wang dalam Nicholas (2003), menunjukkan bahwa pemakaian larutan khitosan 0,5 % - 2,5 % efektif melawan *Staphylococcus aureus*, *Samonella tyipimurium*, *Yersinia entercolitica* dan *Escherichia coli* pada produk perikanan.

Di Indonesia, penelitian aplikasi khitosan sudah diujicobakan pada proses pengolahan ikan cucut asin di Muara Angke. Menurut hasil penelitian penggunaan khitosan dengan konsentrasi 1,5% pada ikan cucut asin kering dapat memperpanjang

daya awetnya. Pada suhu kamar, ikan cucut asin yang diawetkan dengan formalin bertahan 3 bulan 2 minggu, dengan perlakuan khitosan dapat bertahan sampai 3 bulan, sedangkan tanpa khitosan hanya dapat bertahan 2 bulan saja (Suseno 2006).

Seperti halnya produk ikan asin lainnya, keberadaan mikroba dalam ikan teri asin kering adalah merupakan faktor utama penyebab kerusakan dan menjadi permasalahan yang harus ditanggulangi. Menurut penelitian Doe dan Heruwati *dalam* Heruwati (2002), model kerusakan mikrobiologis pada ikan asin merupakan fungsi dari nilai aktifitas air produk, suhu dan lama penyimpanan. Perlakuan pencelupan dalam larutan khitosan diharapkan dapat menekan pertumbuhan mikroba. Penambahan bahan kimia sebagai bahan antimikrobia menurut Pelczar dan Chan (1988), aktifitasnya berkaitan dengan konsentrasi zat tersebut, jumlah mikroorganisma, spesies mikroorganisma dan suhu.

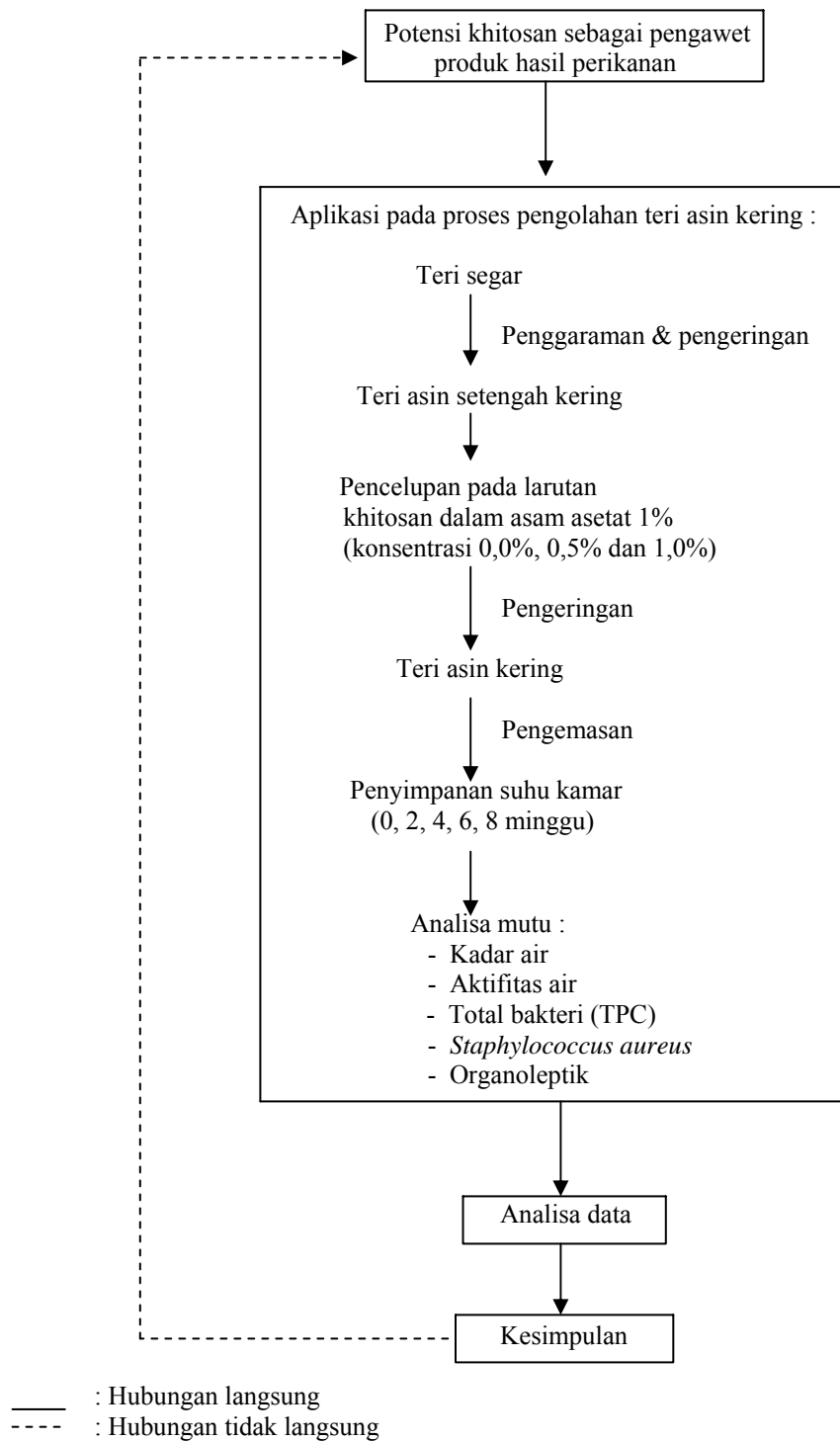
1.2. Pendekatan Masalah

Menurut Heruwati (2002), selama ini ikan asin termasuk ikan teri asin kering masih mempunyai citra buruk di mata konsumen, karena rendahnya mutu dan nilai nutrisi, serta tidak adanya jaminan mutu dan keamanan bagi konsumen. Untuk merubah citra itu harus diupayakan langkah-langkah dalam proses pengolahan yang bisa menghasilkan produk yang bermutu tinggi. Jika peluang ini dikembangkan, produk ikan teri asin kering bisa dijadikan komoditi ekspor negara Indonesia. Untuk dapat diekspor, produk tersebut harus memenuhi suatu standar. Badan Standarisasi

Nasional (1992), sudah menetapkan standar nasional untuk ikan teri asin kering, yaitu SNI 01-2708-1992.

Senyawa khitosan yang berpotensi sebagai bahan antimikrobia bisa ditambahkan pada bahan makanan karena tidak berbahaya bagi manusia. Menurut Hirano (1989), senyawa khitosan mudah terdegradasi secara alamiah, tidak mencemari lingkungan serta hampir tidak beracun (LD_{50} 16 gram per kilogram berat badan tikus). Ditegaskan pula oleh Hardjito (2006), belum ada efek negatif khitosan terhadap manusia dan toleransi untuk manusia adalah 1,333 gr / kg berat badan. Pada manusia khitosan tidak dapat dicerna sehingga tidak punya nilai kalori dan langsung dikeluarkan oleh tubuh bersama *feces*.

Aplikasi khitosan pada proses pengolahan ikan teri asin kering perlu dicoba untuk mengatasi masalah kerusakan terutama akibat keberadaan mikroba. Dengan penambahan kadar garam yang tepat dan pencelupan ikan teri asin kering dalam larutan khitosan untuk membentuk lapisan (*edible coating*) diharapkan dapat menghasilkan ikan asin yang bermutu tinggi dan tahan terhadap kerusakan, terutama karena serangan mikroba. Lebih jelas skema pendekatan masalah dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema Pendekatan Masalah

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh perlakuan konsentrasi khitosan dan lama penyimpanan maupun interaksinya terhadap mutu ikan teri asin kering. Analisa mutu ditinjau dari aspek mikrobiologi, kimia dan organoleptik. Standar mutu yang dipakai adalah standar mutu ikan teri asin kering SNI 01-2708-1992.

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan acuan dan masukan bagi para pengolah ikan teri asin kering, sehingga kualitas produk yang dihasilkan dapat bermutu lebih bagus. Pemberian kadar garam yang tepat dan pencelupan dalam larutan khitosan dapat menjadikan ikan asin tahan terhadap kerusakan mikrobiologis dan aman sehingga dapat meningkatkan kepercayaan konsumen, dan pada akhirnya akan memperluas pangsa pasar.

Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan akan bermanfaat bagi pemerintah daerah yang memiliki sentra-sentra pengolahan ikan teri asin kering dalam melaksanakan pengembangan dan pembinaan mutu hasil perikanan. Peningkatan keamanan kualitas dan kuantitas produk penggaraman ini akan memperluas peluang untuk menembus pasar luar negeri seperti produk perikanan lainnya.

1.5. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan April – Juni 2006 . Penelitian dilakukan di laboratorium Nutrisi, Kampus Kelautan Undip Teluk Awur, Jepara. Sedangkan analisis sampel dilakukan di dua tempat, yaitu di Laboratorium Kimia & Biokimia, Pusat Studi Pangan dan Gizi, Pusat Antar Universitas (PAU)-Universitas Gajah Mada dan Balai Pengawasan dan Pengujian Mutu Hasil Perikanan (BPPMHP), Semarang.

Adapun jadwal penelitiannya adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Jadwal Penelitian

Kegiatan	Minggu ke-															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	13	15	16
Persiapan bahan baku	■															
Persiapan penelitian		■														
Pembuatan ikan asin			■													
Analisa mutu				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Koleksi & analisa data							■	■	■	■	■	■	■	■		
Penyusunan tesis												■	■	■	■	■

II. TINJAUAN PUSTAKA

1.1. Ikan Teri (*Stolephorus sp.*)

Ikan teri termasuk ke dalam ordo Malacopterygii, famili Clupeidae, genus *Stolephorus* dan spesies *Stolephorus sp.* Ciri-siri umum dari spesies ini adalah mempunyai panjang 40 – 145 mm, sisiknya tipis dan mudah terlepas, linie lateral terletak antara sirip dada dan sirip perut dan berwarna keperakan (Saainin, 1984).

Ikan dari marga *Stolephorus* ini dikenal di Jawa dengan nama teri. Sedikitnya ada sembilan jenis teri yang terdapat di Indonesia, misalnya *Stolephorus heterolobus*, *S. insularis*, *S. tri*, *S. baganensis*, *S. zollingeri*, *S. commersonii* dan *S. indicus*. Ikan teri jenis *S. commersonii* dan *S. indicus* bisa mencapai ukuran panjang 17,5 cm dan dikenal dengan teri kasar atau gelagah karena ukurannya yang besar. Teri banyak ditangkap karena mempunyai arti penting sebagai bahan makanan yang dapat dimanfaatkan baik sebagai ikan segar maupun ikan kering. Larva ikan teri yang masih kecil dan transparan juga banyak digemari orang dan biasa disebut sebagai teri nasi (Nontji, 1987).

1.2. Produk Teri Asin Kering

Ikan teri seperti ikan laut pada umumnya, adalah merupakan sumber nutrisi yang penting bagi masyarakat Indonesia. Pada umumnya ikan teri mengandung protein yang jumlahnya sekitar 16% dan kandungan lemak hanya 1%. Air adalah merupakan komponen terbanyak pada daging ikan teri, yaitu 80 % (Direktorat Gizi, 1981). Proses penggaraman pada pengolahan ikan secara tradisional, mengakibatkan

hilangnya protein ikan yang dapat mencapai 5%, tergantung pada kadar garam dan lama penggaraman (Opstvedt , 1988). Secara ringkas gambaran nilai nutrisi pada ikan asin dan teri asin adalah seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Ikan Asin dan Teri Asin Kering (per 100 gram bahan)

Komponen	Ikan Asin (%)	Teri Asin (%)
1. Protein	42,00	33,40
2. Lemak	1,50	3,00
3. Fosfor	0,30	1,50
4. Besi	0,002	0,004
5. Vitamin B1	0,01	0,15

Sumber : Direktorat Gizi (1981)

Proses pengasinan teri dimulai dari pemilihan ikan teri yang akan diolah. Ikan teri yang sudah membusuk sebaiknya tidak diasinkan. Setelah pemilihan selesai, kemudian ikan teri dicuci dengan air dingin untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang tercampur dengan ikan, menghilangkan darah dan lendir. Isi perut dan insang ikan teri yang dicuci ini tidak perlu dibuang. Terdapat dua jenis produk ikan teri asin kering, yaitu teri kering asin mentah dan teri asin kering dengan perebusan.

2.3. Prinsip Dasar Pengolahan Ikan

Proses pengolahan dilakukan sebagai suatu usaha untuk memanfaatkan ikan agar dapat digunakan semaksimal mungkin sebagai bahan pangan. Ikan yang baru ditangkap dapat dipertahankan kesegarannya untuk jangka waktu yang cukup lama, dapat diolah maupun diawetkan dalam berbagai bentuk bahan pangan. Pada dasarnya

usaha-usaha tersebut pada mulanya hanya dengan memanfaatkan proses-proses alami saja yang dikerjakan secara tradisional, tetapi karena perkembangan ilmu dan teknologi maka berkembang pula pembuatan alat-alat mekanis yang dapat menunjang dan mempercepat proses, memperbanyak produk akhir sekaligus memperbaiki mutunya. Faktor-faktor alami yang banyak dimanfaatkan adalah panasnya sinar matahari. Dengan memanaskan ikan pada sinar matahari, kandungan air dapat dikurangi sehingga ikan menjadi kering dan awet.

Menurut Hadiwiyoto (1993), prinsip pengolahan dan pengawetan ikan pada dasarnya dapat digolongkan menjadi empat golongan besar, yaitu:

- a) Pengolahan dan pengawetan ikan dengan memanfaatkan faktor-faktor fisikawi. Pada metode ini yang banyak dikerjakan adalah pemanfaatan suhu tinggi ataupun suhu rendah. Yang dapat digolongkan pada metode dan pengawetan ini misalnya proses-proses pengeringan, pengasapan, sterilisasi (pengalengan), pendinginan, pembekuan, termasuk pula proses radiasi dan pengeringan beku.
- b) Pengolahan dan pengawetan ikan dengan menggunakan bahan-bahan pengawet. Tujuan penggunaan bahan pengawet antara lain :
 - 1) Menghambat pertumbuhan mikroba.
 - 2) Menghambat proses enzimatik.
 - 3) Memberikan sifat fisikawi dan organoleptik (sensorik) yang khas yang dapat memberikan nilai estetika yang tinggi.

Yang tergolong pada metode pengolahan dan pengawetan ini misalnya proses-proses penggaraman, pengasaman dan penggunaan bahan-bahan pengawet atau tambahan.

- c) Pengolahan dan pengawetan ikan dengan metoda gabungan kedua metoda tersebut di atas. Ini banyak dikerjakan untuk mencegah resiko kerusakan lebih besar pada bahan, meningkatkan faktor keamanan dan kesehatan, meningkatkan tingkat penerimaan (aseptabilitas) produk dengan tidak mengurangi mutu hasil akhir.
- d) Pengolahan yang bersifat merubah sifat bahan menjadi produk semi akhir (setengah jadi) atau produk akhir . Metode ini banyak dikerjakan misalnya pada pembuatan tepung ikan (penggilingan), pengolahan minyak ikan, pengolahan kecap ikan, pengolahan terasi dan sosis ikan.

2.4. Pengawetan dengan Penggaraman

Pengawetan ikan dengan cara penggaraman sebenarnya terdiri dari dua proses, yaitu proses penggaraman dan proses pengeringan. Hasil akhir dari pengawetan dengan proses penggaraman adalah ikan asin. Meskipun memiliki nilai gizi yang tinggi, ikan asin sering dianggap sebagai makanan masyarakat golongan rendah.

Menurut Afrianto dan Liviawaty (1994); Moeljanto (1976), secara garis besar selama proses penggaraman terjadi penetrasi garam ke dalam tubuh ikan dan keluarnya cairan dari tubuh ikan karena adanya perbedaan konsentrasi. Cairan ini dengan cepat akan melarutkan kristal garam atau mengencerkan larutan garam.

Bersamaan dengan keluarnya cairan dari dalam tubuh ikan, partikel garam memasuki tubuh ikan. Semakin lama kecepatan proses pertukaran garam dan cairan tersebut semakin lambat dengan menurunnya konsentrasi garam di luar tubuh ikan dan meningkatnya konsentrasi garam di dalam tubuh ikan. Ketika sudah terjadi keseimbangan antara konsentrasi garam di luar dan di dalam tubuh ikan, maka pertukaran garam dan cairan tersebut akan terhenti sama sekali. Pada saat itulah terjadi pengentalan cairan tubuh yang masih tersisa dan penggumpalan protein (denaturasi) serta pengerutan sel-sel tubuh ikan sehingga sifat dagingnya berubah.

Garam dapur (NaCl) adalah yang paling umum dan paling banyak digunakan untuk mengawetkan hasil perikanan daripada jenis-jenis bahan pengawet atau tambahan lainnya. Menurut Moeljanto (1993), garam dapur diketahui merupakan bahan pengawet paling tua yang digunakan sepanjang sejarah. Garam dapur mempunyai daya pengawet tinggi karena beberapa hal, antara lain :

- 1) Garam dapur dapat menyebabkan berkurangnya jumlah air dalam daging ikan sehingga kadar air dan aktifitas airnya menjadi rendah.
- 2) Garam dapur dapat menyebabkan protein daging dan protein mikroba terdenaturasi.
- 3) Garam dapur dapat menyebabkan sel-sel mikroba menjadi lisis karena perubahan tekanan osmosa.
- 4) Ion klorida yang ada pada garam dapur mempunyai daya toksisitas yang tinggi pada mikroba, dapat memblokir sistem respirasinya.

Pada pengolahan ikan asin dan pemindangan atau pemedaan, pemakaian garam dapur menjadi sangat penting. Kadar garam yang digunakan berkisar antara 10 – 40% tergantung metoda yang digunakan. Pada penggaraman basah, yaitu dengan menggunakan larutan, cukup dengan menggunakan kadar garam 10 – 15%, sedangkan pada penggaraman kering digunakan jumlah garam yang lebih banyak.

Ikan yang telah mengalami proses penggaraman, sesuai dengan prinsip yang berlaku, akan mempunyai daya simpan yang tinggi karena garam dapat berfungsi menghambat atau menghentikan sama sekali reaksi autolisis dan membunuh bakteri yang terdapat di dalam tubuh ikan. Garam menyerap cairan tubuh ikan sehingga proses metabolisme bakteri terganggu karena kekurangan cairan bahkan akhirnya mematikan bakteri.

Masing-masing organisme mempunyai toleransi yang berbeda terhadap osmose dan larutan garam. Ragi dan cendawan lebih toleran daripada sebagian besar bakteri, sehingga ragi dan cendawan lebih sering ditemukan tumbuh di atas makanan yang mempunyai kadar garam yang tinggi, seperti ikan asin (Winarno dan Fardiaz, 1973).

Penggaraman ikan dapat dilakukan dengan berbagai cara (Afrianto dan Liviawaty, 1989; Moeljanto, 1982), yaitu :

- 1) Penggaraman Kering (*Dry Salting*)

Penggaraman kering dapat digunakan baik untuk ikan yang berukuran besar maupun kecil. Ikan disusun dalam wadah atau tempat kedap air dan digarami dengan garam kristal. Ikan disusun berlapis-lapis berselang-seling dengan garam. Lapisan garam akan menyerap keluar cairan di dalam tubuh ikan,

sehingga kristal garam berubah menjadi larutan garam yang dapat merendam seluruh lapisan ikan.

2) Penggaraman Basah (*Wet Salting*)

Proses penggaraman dengan sistem ini menggunakan larutan garam sebagai media untuk merendam ikan. Larutan garam akan mengisap cairan tubuh ikan (sehingga konsentrasinya menurun) dan ion-ion garam akan segera masuk ke dalam tubuh ikan.

3) *Kench Salting*

Penggaraman ikan dilakukan dengan garam kering dan ditumpuk dalam wadah yang tidak kedap air, sehingga larutan yang terbentuk tidak tertampung. Untuk mencegah supaya ikan tidak dikerumuni lalat, hendaknya seluruh permukaan ikan ditutup dengan lapisan garam.

4) Penggaraman Diikuti Proses Perebusan

Ikan pindang merupakan salah satu contoh ikan yang mengalami proses penggaraman yang diikuti dengan perebusan. Proses pembusukan ikan dicegah dengan cara merebusnya dalam larutan jenuh.

2.5. Kerusakan Ikan Asin

Menurut Afrianto dan Liviawaty (1994), kerusakan yang sering terjadi pada ikan asin adalah kerusakan mikrobiologis. Kerusakan pada ikan asin dapat ditimbulkan oleh bakteri halofilik yang mampu mengubah tekstur maupun rupa. Bakteri halofilik dapat tumbuh pada ikan asin dengan nilai aktifitas air 0,75.

Penggunaan peralatan dan air yang bersih saat proses pengolahan adalah merupakan metode yang efektif untuk mengurangi kontaminasi bakteri halofilik.

Selain disebabkan oleh bakteri ini, kerusakan mikrobiologis pada ikan asin juga dapat disebabkan oleh jamur, ragi dan beberapa serangga dalam bentuk larva. Jamur *Sporendonemia epizoum* sering tumbuh pada ikan asin yang mengakibatkan bercak-bercak pada permukaan daging. Meskipun tidak semua jamur berbahaya bagi kesehatan, kerusakan yang ditimbulkan dapat menurunkan penerimaan konsumen.

Menurut Doe dan Olley (1990), kerusakan pada produk ikan asin secara keseluruhan dikategorikan menjadi lima, yaitu :

- 1) Kerusakan fisik
- 2) Kerusakan autolitik
- 3) Kerusakan kimia
- 4) Kerusakan mikrobiologi
- 5) Kerusakan akibat serangga

2.5.1. Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroba

Menurut Sprenger (1991); Pigott dan Tucker (1990), banyak faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri, yaitu :

- 1) Nutrien

Mikroba memerlukan beberapa nutrien agar hidup dengan baik, yaitu : unsur makro (Karbon, Hidrogen, Oksigen dan Nitrogen), unsur mikro (Sulfur dan Fosfor), dan *trace element* (Natrium, Kalium, Magnesium dan Mangan).

Beberapa bakteri patogen dan penyebab kerusakan memerlukan nutrisi dasar yang lain berupa gula, asam amino, lemak dan mineral. Untuk keperluan proses metabolisme diperlukan vitamin-vitamin sebagai fasilitator.

2) Konsentrasi ion H (pH)

Bakteri lebih suka substrat yang memiliki pH mendekati netral.

3) Kadar air

Kandungan air dalam substrat/produk makanan merupakan sarana untuk pertumbuhan mikroba.

4) Aktifitas Air (A_w)

Aktifitas air adalah banyaknya air yang ada dalam produk makanan yang dapat dimanfaatkan mikroba untuk keperluan hidupnya. Berikut ini adalah nilai A_w minimum untuk beberapa mikroorganisma.

Bakteri : A_w minimum 0,95

Ragi /*yeast* : A_w minimum 0,86

Kapang : A_w minimum 0,70

Bakteri halofilik : A_w minimum 0,75

Bakteri xerofilik : A_w minimum 0,6

Suatu produk dapat dikatakan aman jika memiliki A_w di bawah 0,60, namun pada kondisi seperti ini kerusakan kimia masih terjadi.

5) Suhu

Bakteri patogen dan penyebab kerusakan pada umumnya termasuk golongan bakteri mesofilik yang hidup dengan suhu optimum 20° – 45° C.

6) Keberadaan Oksigen

7) Kompetisi

Mikroba berkompetisi hidup pada suatu substrat karena makanan yang sama.

2.6. Standar Mutu Ikan Teri Asin Kering

Standar ikan teri asin kering ini disusun mengingat produk ini banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia dan diekspor, namun dalam pengolahan ikan teri asin kering ini masih menggunakan cara dan peralatan yang tidak selalu memenuhi persyaratan teknis, sanitasi dan *higiene*.

Standar ini berlaku untuk ikan teri asin kering dan tidak berlaku untuk produk yang mengalami pengolahan lebih lanjut. Ikan teri asin kering adalah ikan teri segar yang mengalami perlakuan pencucian, penggaraman dengan atau tanpa perebusan dan pengeringan (BSN, 1992). Persyaratan yang harus dipenuhi adalah seperti tercantum dalam Tabel 3 .

Tabel 3 . Standar Mutu Ikan Teri Asin Kering (SNI 01- 2708-1992)

Jenis analisa	Persyaratan mutu
Organoleptik	
- Nilai minimum	7,0
- Kapang	Negatif
Mikrobiologi	
- Jumlah bakteri (TPC) koloni /gr; maksimum	1×10^5
- <i>Escherichia coli</i> (APM/gr); maksimum	3
- <i>Salmonella</i> *)	Negatif
- <i>Staphylococcus aureus</i> *)	Negatif
- <i>Vibrio cholera</i> *)	Negatif
Kimia	
- Air, %bobot/bobot; maksimum	40
- Garam, % bobot/bobot; maksimum	15
- Abu tak larut dalam asam, % bobot/bobot maksimum	0,3

Ket.: *) bila diperlukan (rekomendasi)

Sumber : BSN (1992)

2.7. Khitin dan Khitosan

Khitin berasal dari kata “*Chiton*” yang berarti mantel atau lapisan luar dan pertama kali ditemukan oleh Braconot pada tahun 1811 sebagai suatu zat yang tahan terhadap pelarut alkali. Khitin merupakan senyawa terbesar kedua yang terdapat di alam setelah selulosa (Robert, 1992). Khitin ditemukan pada jaringan luar (eksoskeleton), lensa mata, tendon, lapisan gastrointestinal dan pernafasan dari anthropoda. Juga ditemukan pada organ dalam beberapa kelas seperti chepalopoda dan anelida. Pada tanaman, khitin ditemukan pada dinding sel beberapa jamur.

Jeuniaux, (1989) menambahkan khitin dihasilkan oleh beberapa jenis organisme uniselulair seperti diatom, krisoflagelata dan protozoa, khususnya siliata. Merupakan unsur pokok pada sebagian besar jamur dan kapang. Pada jaringan luar sebagian besar invertebrata khitin juga ditemukan, kecuali pada sponge, sebagian *anthozoa* dan *scyphozoa*, serta *echinodermata*. Prosentase kandungan khitin terbesar (berdasar berat kering) terdapat pada krustasea terutama dekapoda. Menurut Robert (1992), pada umumnya khitin tidak ditemukan secara murni, melainkan tergabung dengan substansi-substansi yang lain seperti protein, material anorganik terutama kalsium karbonat (CaCO_3), beberapa pigmen dan lemak.

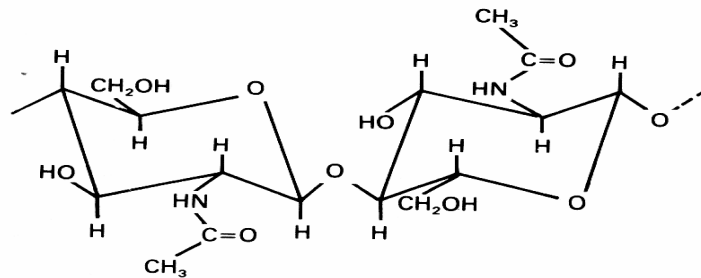
Untuk memperoleh senyawa khitosan, maka serbuk khitin dideasetilasi. Deasetilasi merupakan proses penghilangan gugus asetil, yaitu dengan cara penambahan larutan basa/alkali. Beberapa larutan yang sering digunakan adalah KOH, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, LiOH dan Na_3PO_4 .

2.7.1. Sifat Fisiko-Kimia Khitin dan Khitosan

Khitin termasuk golongan polisakarida yang mempunyai berat molekul tinggi dan merupakan melekul polimer berantai lurus dengan nama lain β -(1-4)-2-asetamida-2-dioksi-D-glukosa (N-asetil-D-Glukosamin). Struktur khitin sama dengan selulosa dimana ikatan yang terjadi antara monomernya terangkai dengan ikatan glikosida pada posisi β -(1-4). Perbedaannya dengan selulosa adalah gugus hidroksil yang terikat pada atom karbon yang kedua pada khitin diganti oleh gugus asetamida

(NHCOCH_2) sehingga khitin menjadi sebuah polimer berunit N-asetilglukosamin (Fesenden dan Fesenden, 1992).

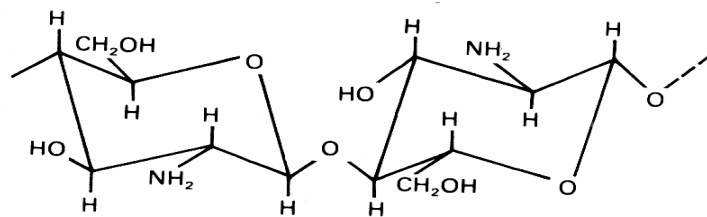
Khitin merupakan zat padat yang tak berbentuk (*amorphous*), tak larut dalam air, asam anorganik encer, alkali encer dan pekat, alkohol, dan pelarut organik lainnya tetapi larut dalam asam-asam mineral yang pekat. Khitin kurang larut dibandingkan dengan selulosa dan merupakan N-glukosamin yang terdeasetilasi sedikit, sedangkan khitosan adalah khitin yang terdeasetilasi sebanyak mungkin (Roberts, 1992).



Gambar 2. Struktur Kimia Khitin (Roberts, 1992)

Khitosan yang disebut juga dengan β -1,4-2 amino-2-dioksi-D-glukosa merupakan turunan dari khitin melalui proses deasetilasi. Khitosan juga merupakan suatu polimer multifungsi karena mengandung tiga jenis gugus fungsi yaitu asam amino, gugus hidroksil primer dan sekunder. Adanya gugus fungsi ini menyebabkan khitosan mempunyai reaktifitas kimia yang tinggi.

Khitosan merupakan senyawa yang tidak larut dalam air, larutan basa kuat, sedikit larut dalam HCl dan HNO₃, dan H₃ PO₄, dan tidak larut dalam H₂SO₄. Khitosan tidak beracun, mudah mengalami biodegradasi dan bersifat polielektrolitik. Disamping itu khitosan dapat dengan mudah berinteraksi dengan zat-zat organik lainnya seperti protein. Oleh karena itu, khitosan relatif lebih banyak digunakan pada berbagai bidang industri terapan dan industri kesehatan (Hirano, 1989).



Gambar 3. Struktur Kimia Khitosan (Robert, 1992)

Menurut Bastaman (1989), khitosan tidak larut dalam air, alkali, alkohol, dan aseton, akan tetapi dapat larut dalam pelarut asam seperti asam format dan asam asetat. Asam-asam anorganik dapat juga melarutkan khitosan pada pH tertentu, tetapi harus didahului dengan proses pengadukan dan pemanasan. Pada Tabel 4 dapat dilihat kelarutan khitosan dalam bermacam-macam larutan asam organik dengan berbagai konsentrasi.

Tabel 4. Kelarutan Khitosan dalam Beberapa Asam Organik
(1 gr khitosan /100 ml larutan asam)

Konsentrasi \ Asam	1%	5%	10%	50%	>50%
Acetic	+	+	+		
Adipic	+				
Citric			+		
Formic	+	+	+	+	+
Lactic	+	+	+		
Malic	+	+	+		
Malonic	+	+	+		
Oxalic		+			
Propionic	+	+	+	+	
Pyruvic	+	+	+		
Succinic	+	+	+		
Tartaric			+		

Sumber : Bastaman (1989)

2.7.2. Ekstraksi Khitosan

Menurut Robert (1992), proses ekstraksi khitosan terdiri dari tiga tahap, yaitu : deproteinasi, demineralisasi dan deasetilasi. Tahap deproteinasi dan demineralisasi akan menghasilkan senyawa khitin, sedangkan tahap deasetilasi akan merubah senyawa khitin menjadi khitosan.

Deproteinasi merupakan tahap penghilangan gugus protein. Pelarut yang biasa digunakan antara lain adalah NaOH, KOH, Na₂CO₃ dan K₂CO₃. Penggunaan pelarut basa kuat dalam waktu tertentu akan melepas ikatan antara protein dan khitin.

Demineralisasi merupakan tahap penghilangan gugus mineral. Mineral ini dihilangkan dengan pelarut asam, di antaranya adalah HCl, HNO₃, H₂SO₄, CH₃COOH dan HCOOH. Tetapi yang paling umum digunakan adalah HCl.

Menurut Bastaman (1989), pada proses demineralisasi ini senyawa kalsium yang pada umumnya berupa CaCO_3 akan bereaksi dengan asam klorida (HCl) dan membentuk kalsium klorida, asam karbonat dan asam fosfat yang larut dalam air. Residu yang tidak larut air adalah merupakan senyawa khitin.

Untuk memperoleh senyawa khitosan, maka serbuk khitin dideasetilasi. Deasetilasi merupakan proses penghilangan gugus asetil, yaitu dengan cara penambahan larutan basa/alkali. Beberapa larutan yang sering digunakan adalah KOH, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, LiOH dan Na_3PO_4 .

Tabel 5. Standar Mutu Khitosan

Parameter	Nilai
- Ukuran partikel	Kepingan sampai bubuk
- Kadar air (%db)	$\leq 10,0$
- Kadar Abu (%db)	$\leq 2,0$
- Warna larutan	Jernih
- Derajat deasetilasi	$\geq 70,0$
- <i>Viscosity grade</i> (cps):	
Low	< 200
Medium	200 – 799
High	800 – 2000
Extra high	> 2000

Sumber : Protan Laboratories Inc. *dalam* Bastaman (1989)

2.8. Manfaat Khitosan

Khitosan telah dimanfaatkan dalam berbagai bidang, yaitu di bidang industri, biomedik, kosmetik, pengolahan limbah dan masih banyak lagi lainnya.

Tabel 6. Kegunaan Khitosan pada Berbagai Bidang

No	Bidang	Kegunaan
1	Ekologi dan Lingkungan	<ul style="list-style-type: none"> - Koagulasi/flokulen protein, menurunkan BOD - Flokulen mikroba dan menghilangkan kandungan logam
2	Pengelolaan Limbah	<ul style="list-style-type: none"> - Menggumpalkan bahan-bahan protein dari limbah industri - Menghilangkan logam berbahaya - Menghilangkan bahan kimia berbahaya - Membentuk senyawa kompleks dengan ion-ion metal seperti Hg, Cd, dan Pb
3	Biomedik (<i>Medicine</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Menurunkan kadar kolesterol, mempercepat proses penyembuhan luka - 100% dapat digunakan sebagai lensa kontak
4	Bioteknologi	<ul style="list-style-type: none"> - Untuk proses pembuatan enzim <i>immobilized</i> - Pembentukan senyawa kompleks dengan protein
5	Teknologi Pelapis (<i>coating</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Tahan terhadap air dan melindungi permukaan
6	Fotografi	<ul style="list-style-type: none"> - Pengikat terhadap film dan melindungi dari kerusakan
7	Pertanian	<ul style="list-style-type: none"> - Pelapis biji-bijian yang bersifat fungistatik - Enkapsulasi

Sumber : Goosen, 2005.

2.8.1. Khitosan sebagai Pengawet Bahan Makanan

Khitosan merupakan produk turunan dari polimer khitin. Bentuknya mirip dengan selulosa, hanya beda pada gugus hidroksi C-2 khitin yang digantikan dengan gugus amino (NH_2). Keunikan bahan ini hingga berfungsi sebagai pengawet karena mempunyai gugus amino yang bermuatan positif yang dapat mengikat muatan negatif dari senyawa lain. Ini berbeda dengan polisakarida lain yang bermuatan netral (Roberts, 1992).

Karena sifat kimia tersebut, khitosan dapat berfungsi sebagai anti mikrobial, pelapis (*coating*), pengikat protein dan lemak. Pelapis dari polisakarida merupakan penghalang (*barrier*) yang baik, sebab pelapis jenis ini bisa membentuk matrik yang kuat dan kompak yang bersifat permiabel terhadap CO_2 dan O_2 . Sebagai pelapis khitosan mampu melindungi dan melapisi bahan makanan sehingga dapat mempertahankan rasa asli dan menjadi penghalang masuknya mikroba (Suseno, 2006 ; Hardjito, 2006).

Khitosan, sebagaimana bahan anti mikrobial lainnya berkaitan dengan banyak faktor dan keadaan yang mempengaruhi kerja penghambatan atau pembasmian mikro organisma. Menurut Pelczar dan Chan (1988), kerja bahan anti mikrobial dipengaruhi oleh :

1. Konsentrasi zat anti mikrobial
2. Jumlah mikro organisma
3. Suhu

4. Spesies mikro organisma
5. Adanya bahan organik lain

Sedangkan cara kerja bahan anti mikrobial adalah sebagai berikut :

1. Merusak dinding sel
2. Merusak permeabilitas sel
3. Menghambat sintesis protein dan asam nukleat
4. Merubah molekul protein dan asam nukleat
5. Menghambat kerja enzim.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan untuk pengolahan ikan teri asin kering berupa ikan teri segar ukuran 4-5 cm yang diperoleh dari TPI Ujung Batu, Jepara. Ikan teri yang diolah adalah ikan teri biasa ukuran sedang yang termasuk dalam spesies *Stolephorus heterolobus* (Lampiran 3). Kondisi ikan teri segar secara organoleptik (SNI 01-2345-1991) adalah sebagai berikut : (1) Mata agak cerah, bola mata rata, pupil agak keabu-abuan, kornea agak keruh (nilai 7); (2) Insang berwarna merah agak kusam, tanpa lendir (nilai 7); (3) Lendir permukaan badan mulai keruh, agak putih susu, warna terangnya mulai suram (nilai 7); (4) Daging dan perut sayatannya cemerlang, warna asli sedikit berubah di tulang belakang, perut agak lembek, ginjal mulai merah pudar, dinding perut dagingnya utuh, bau netral (nilai 7); (5) Konsistensi elastis bila ditekan dengan jari, agak lunak, sulit menyobek daging dari tulang belakang (nilai 7).

Bahan khitosan yang digunakan dalam bentuk serbuk dan dibuat larutan terlebih dahulu dengan konsentrasi tertentu dalam pelarut asam asetat (CH_3COOH) encer (1%). Khitosan yang dipakai dalam penelitian ini berasal dari Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, IPB. Mutu khitosan bahan penelitian secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 4.

Secara terperinci bahan-bahan yang digunakan dalam pengolahan ikan teri asin kering dan untuk analisa mutu kimiawi dan mikrobiologis tertera pada Tabel 7.

Tabel 7. Bahan yang Digunakan dalam Penelitian

No	Bahan	Kegunaan
1	Ikan teri (<i>Stolephorus</i> sp.)	Bahan baku ikan teri kering asin
2	Garam bata (NaCl) dan air	Pembuatan larutan garam
3	Larutan asam asetat / cuka 1%	Pembuatan larutan khitosan
4	Khitosan	Pembuatan larutan khitosan
5	<i>Butterfield's phosphat buffered</i> steril	Reagen analisa TPC dan <i>Staphylococcus aureus</i>
6	Media nutrisi agar (PCA)	Media analisa TPC
7	Media <i>Baird Parker</i>	Media isolasi <i>Staphylococcus aureus</i>
8	Media <i>Brain Heart Infusion</i> (BHI)	Media uji koagulase dan produksi nuklease <i>Staphylococcus aureus</i>
9	Media <i>Trypticase Soy Agar</i> (TSA)	Media uji katalase <i>Staphylococcus aureus</i>
10	Media Karbohidrat dengan glukosa 0,5%	Media uji fermentasi <i>Staphylococcus aureus</i>
11	Media Karbohidrat dengan manitol	Media uji fermentasi <i>Staphylococcus aureus</i>
12	<i>Parafin oil</i> steril	Media uji fermentasi <i>Staphylococcus aureus</i>
13	Manitol	Media uji fermentasi <i>Staphylococcus aureus</i>
14	<i>Phosphate saline buffer</i>	Reagen uji sensitifitas <i>Lysostaphin</i>
15	<i>Lysostaphin</i>	Reagen uji sensitifitas <i>Lysostaphin</i>
16	Toluidine blue-DNA agar	Media analisa produksi nuklease <i>Staphylococcus aureus</i>

Peralatan yang dipakai pada penelitian ini terdiri dari alat untuk pembuatan ikan teri asin kering dari proses penanganan ikan segar sampai menjadi kering serta alat untuk analisis mutu dan secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Peralatan yang Digunakan dalam Penelitian

No	Alat	Kegunaan
1	<i>Coolbox</i>	Menyimpan ikan teri sebelum diolah
2	Baskom plastik	Tempat penggaraman
3	Timbangan biasa	Menimbang bahan
4	Gelas ukur plastik	Mengukur bahan cair
5	Pengaduk	Mengaduk bahan
6	Blender	Menghancurkan bahan
7	Tampah/nyiru	Menjemur ikan teri
8	Tali plastik/nylon	Menggantung tampah
9	Kasa plastik	Menutup ikan teri saat dijemur
10	Plastik <i>Polyethylene</i> /PE	Mengemas ikan teri asin kering
11	<i>Stapler</i>	Menutup kemasan
12	Timbangan analitik	Menimbang bahan untuk analisa
13	Oven	Mengeringkan bahan pada analisa kadar air
14	Desikator	Mendinginkan alat dan bahan
15	Aw-meter	Mengukur aktifitas air
16	<i>Autoclave</i>	Sterilisasi alat dan bahan
17	Inkubator	Inkubasi
18	Pemanas spirtus	Membantu tindakan aseptis
19	Jarum ose	Menginokulasi bakteri
20	Kapas	Menutup tabung reaksi
21	<i>Tissue</i> kertas	Membersihkan dan mengeringkan alat
22	Alat-alat gelas seperti : gelas piala, pipet volume, pipet tetes, labu Erlenmeyer, cawan porselin, tabung reaksi, cawan petri, gelas ukur dan labu takar.	Sarana untuk analisa mutu kimiawi dan mikrobiologi

3.2. Metoda Penelitian

Metoda yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode eksperimental laboratorium dengan obyek penelitian pengolahan ikan teri asin kering dengan pencelupan dalam larutan khitosan. Menurut Nazir (1988), penelitian eksperimental

adalah observasi di bawah kondisi buatan (*artificial condition*), di mana kondisi tersebut dibuat dan diatur oleh peneliti. Dengan demikian, penelitian eksperimental adalah penelitian yang dilakukan dengan mengadakan manipulasi terhadap obyek penelitian serta adanya kontrol.

Tujuan dari penelitian eksperimental adalah untuk menyelidiki ada-tidaknya hubungan sebab akibat serta berapa besar hubungan sebab akibat tersebut dengan cara memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimental dan menyediakan kontrol untuk perbandingan.

3.3. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian adalah mutu ikan teri asin kering yang diolah sesuai perlakuan, yaitu perlakuan konsentrasi khitosan dan lama penyimpanan. Pengamatan dilakukan berdasar aspek mikrobiologi (analisa TPC dan *Staphylococcus aureus*), kimia (kadar air, aktivitas air) dan organoleptik (kenampakan, bau, rasa, konsistensi dan keberadaan kapang) selama masa penyimpanan suhu kamar.

3.4. Rancangan Percobaan

Penelitian ini merupakan percobaan faktorial (2 faktor) dan rancangan dasar yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua kali ulangan.

- Faktor A (konsentrasi larutan khitosan) : tiga taraf, yaitu : 0%, 0,5%, 1,0%
- Faktor B (lama penyimpanan) : lima taraf, yaitu: 0, minggu,2 minggu,
4 minggu, 6 minggu, 8 minggu.

Menurut Steel dan Torrie (1989), model linier dari rancangan tersebut adalah :

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + A_j + B_k + (AB)_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

di mana :

Y_{ijk} = respon yang ditimbulkan oleh pengaruh bersama pada ulangan ke- i ;
 $i=1,2$; faktor konsentrasi khitosan pada taraf ke- j ; $j = 1, 2, 3$; dan faktor
 lama penyimpanan pada taraf ke- k ; $k = 1,2, 3, 4$

μ = nilai tengah (rata-rata) dari seluruh nilai pengamatan

R_i = pengaruh ulangan sebagai blok

A_j = pengaruh konsentrasi khitosan pada taraf ke- j

B_k = pengaruh lama penyimpanan pada taraf ke- k

$(AB)_{jk}$ = pengaruh interaksi faktor konsentrasi khitosan ke- j dan faktor lama
 penyimpanan ke- k

ϵ_{ijk} = pengaruh kesalahan percobaan.

3.5. Variabel Penelitian

Variabel dependen yang diamati meliputi aspek kimia (kadar air, aktivitas air), mikrobiologi (analisa TPC, *Staphylococcus aureus*) dan organoleptik (kenampakan, bau, rasa, konsistensi dan keberadaan kapang) setelah ikan teri asin kering selesai diolah sesuai perlakuan dan tenggang waktu selama penyimpanan suhu kamar. Sedangkan variabel independennya (sebagai perlakuan) adalah konsentrasi larutan khitosan dan lama penyimpanan pada suhu kamar.

3.6. Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan dalam analisa adalah data primer. Data primer ini bersumber dari uji laboratorium mengenai mutu ikan teri asin kering selama masa penyimpanan suhu kamar.

3.7. Populasi dan Teknik Pengambilan Sampel

Obyek penelitian ini adalah ikan teri asin kering yang berasal dari hasil perlakuan yang diproses di laboratorium. Sampel diambil secara acak dengan teknik *Simple Random Sampling* (Nazir, 1988).

3.8. Teknik Analisa Data

Kelayakan produk ikan teri asin kering dilihat dari data pengamatan hasil penelitian dan dibandingkan dengan baku mutu produk perikanan yang ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional, yaitu Standar Nasional Indonesia (SNI) Ikan Teri Asin Kering (SNI 01-2708-1992).

Untuk melihat gambaran secara umum mengenai mutu ikan teri asin kering yang diolah sesuai perlakuan dan membandingkan di antara perlakuan-perlakuan yang diteliti, dilakukan analisa ANOVA dua jalur dengan SPSS (Santosa dan Ashari, 2003 ;Ghozali, 2005) terhadap variabel-variabel yang diamati.

Hipotesis yang akan diuji dalam penelitian faktorial ini adalah bahwa perlakuan konsentrasi khitosan dan lama penyimpanan yang berbeda akan berpengaruh terhadap mutu ikan teri asin kering.

1. H_0 : Pada perlakuan konsentrasi khitosan yang berbeda tidak terdapat perbedaan mutu pada ikan teri asin kering.
 H_1 : Pada perlakuan konsentrasi khitosan yang berbeda terdapat perbedaan mutu pada ikan teri asin kering.
2. H_0 : Pada perlakuan lama penyimpanan yang berbeda tidak terdapat perbedaan mutu pada ikan teri asin kering.
 H_1 : Pada perlakuan lama penyimpanan yang berbeda terdapat perbedaan mutu pada ikan teri asin kering.

Sedangkan untuk mengetahui korelasi perlakuan konsentrasi khitosan saat proses pengolahan (variabel independen) dengan variabel kadar air, aktivitas air, uji organoleptik dan jumlah bakteri-bakteri yang ada pada produk ikan teri asin kering (variabel dependen) selama penyimpanan akan dilakukan analisa regresi berganda.

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + e ; \text{ di mana :}$$

Y = variabel dependen

$X_1, X_2,$ = variabel indepen

a = konstanta

b_1 = koefisien perubahan Y , bila X_1 berubah; X_2 konstan

b_2 = koefisien perubahan Y , bila X_2 berubah; X_1 konstan

e = error

Keterangan :

- Variabel dependen terdiri dari :

Y_1 = Kadar air

Y_2 = Aktivitas air

Y_3 = Total bakteri /TPC (koloni/gr)

Y_4 = Jumlah *Staphylococcus aureus*

Variabel independen terdiri dari :

X_1 = Konsentrasi larutan khitosan (0,0%, 0,5%, 1,0%)

X_2 = Lama penyimpanan (0 minggu, 2 minggu, 4 minggu, 6 minggu,
8 minggu)

Data yang bukan bertipe rasio, yaitu data yang berupa data ordinal (pengujian organoleptik) tidak dapat dilakukan uji Anova maupun regresi seperti di atas. Karena tidak memenuhi syarat untuk uji statistik parametrik, maka data dianalisa dengan metode non parametrik, yaitu dengan uji n sampel bebas Kruskal-Wallis (Santosa, 2001).

3.9. Proses Pengolahan Ikan Teri Asin Kering

Metode yang digunakan untuk pengolahan ikan teri asin adalah metode penggaraman basah (*wet salting*) yang mengacu pada proses pengolahan teri asin kering yang ada di Desa Jobokutho, Jepara. Perendaman dalam larutan garam dilakukan selama satu malam dan jika menginginkan ikan teri yang tidak terlalu asin,

lama perendaman hanya 3 jam. Menurut Afrianto dan Liviawaty (1994), penggaraman basah dapat digunakan baik untuk ikan yang berukuran besar, sedang maupun kecil. Konsentrasi larutan garam yang digunakan untuk jenis penggaraman ini berkisar antara 10 – 15%.

1) Persiapan

- Ikan teri yang akan diolah dicuci dengan air bersih agar semua kotoran yang menempel dapat dihilangkan. Air yang digunakan untuk mencuci ikan teri adalah air bersih dan mengalir.
- Ikan teri yang telah bersih diletakkan dalam keranjang dan dibiarkan beberapa saat hingga tiris.

2) Proses Penggaraman

- Proses penggaraman dimulai dengan persiapan larutan garam 10%. Pembuatan larutan garam 10% dibuat dengan cara melarutkan garam 100 gram dalam air hingga berat larutan garam mencapai 1 kg. Setelah melarut sempurna, kotoran yang ada dalam larutan dibuang.
- Ikan dan larutan garam dicampur rata pada ember penggaraman sampai semua ikan terendam dalam larutan garam, ditutup dan diberi pemberat, selanjutnya ikan dibiarkan selama 3 jam.
- Ikan yang telah digarami dicuci sampai bersih, ditiriskan dan kemudian dijemur di atas rak penjemur sampai setengah kering. Waktu penjemuran sekitar 1 hari (\pm 8 jam)

3) Pencelupan dalam Larutan Khitosan

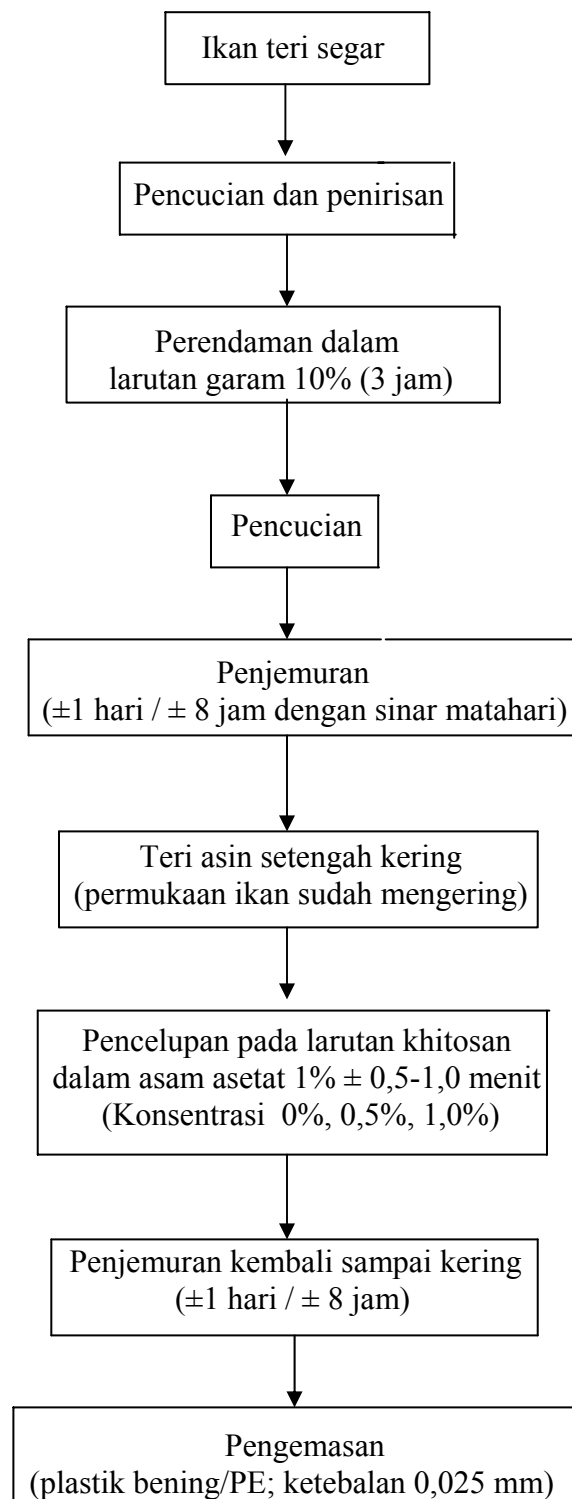
- Larutan khitosan dibuat dengan mencampurkan khitosan dalam bentuk serbuk sesuai kebutuhan dengan larutan asam asetat 1% dan diblender sampai terlarut semua. Larutan khitosan yang dipakai dibuat dengan konsentrasi 0,5% dan 1,0%.
- Ikan teri yang sudah setengah kering dicelupkan pada larutan khitosan dalam asam asetat 1% selama 0,5 – 1,0 menit. Setelah pencelupan dalam larutan khitosan, ikan ditiriskan.

4) Penjemuran setelah Proses Pencelupan

- Ikan teri setengah kering yang sudah tiris dijemur kembali hingga kering (± 1 hari / ± 8 jam).
- Ciri-ciri ikan teri telah menjadi kering adalah : ikan teri tidak lengket satu sama lain, jika ikan teri ditekuk mudah patah dan rendemennya sekitar 30%.

5) Pengemasan

- Ikan teri asin kering dikemas menggunakan kantong plastik bening *Polyethylene/PE* (ketebalan 0,025 mm) dan *distapler*.
- Penyimpanan dilakukan pada suhu kamar.



Gambar 4. Diagram Alur Proses Pembuatan Ikan Teri Asin Kering

3.10. Analisa Mutu Ikan Teri Asin Kering

3.10.1. Kadar Air (BSN, 1991)

Sampel diambil sebanyak 2 gram dimasukkan dalam cawan porselin dan dikeringkan dalam oven pada suhu 95 – 100°C selama 5 jam sampai berat konstan. Setelah itu didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang beratnya.

Perhitungan :

$$\text{Kadar Air} = \frac{(B - C)}{(B - A)} \times 100\%$$

Di mana : A = Berat cawan

B = Berat cawan + sampel awal

C = Berat cawan + sampel kering

3.10.2. Aktivitas Air (Aw)

Aktivitas air diukur dengan Aw-meter merk : ROHORIC. Prosedur pemakaian alat Aw-meter tersebut adalah sebagai berikut :

1. Sampel yang telah dihaluskan (2 -5 g) dimasukkan pada wadah sampel yang ada pada Aw-meter.
2. Wadah ditutup rapat dan dibiarkan selama 0,5 jam.
3. Rangkai alat Aw-meter merk ROHORIC.
4. Sampel dimasukkan dalam Aw-meter.
5. Tombol On ditekan.
6. Angka yang keluar ditunggu sampai konstan dan dicatat.

3.10.3. Pengujian *Total Plate Count* / TPC (BSN, 1991)

Sebanyak 25 gram sampel ditimbang dan dimasukkan ke dalam wadah blender steril atau plastik Stomacher. Larutan *Butterfield's phosphat buffered* steril ditambahkan sebanyak 225 ml dan diblender selama 1 – 2 menit. Dengan menggunakan pipet steril pindahkan 1 ml suspensi di atas serta dimasukkan ke dalam larutan *Butterfield's phosphat buffered* untuk mendapatkan pengenceran 10^{-2} . Pengenceran selanjutnya (10^{-3}) dilakukan dengan mengambil 1 ml sampel dari pengenceran 10^{-2} dengan menggunakan pipet steril dan dimasukkan ke dalam 9 ml larutan *Butterfield's phosphat buffered*. Dengan cara yang sama dilakukan pengenceran selanjutnya 10^{-4} , 10^{-5} , dan seterusnya sesuai keperluan sampel.

Setelah itu dari masing-masing pengenceran di atas diambil 1 ml dan dimasukkan ke dalam cawan petri steril serta dilakukan duplo untuk setiap pengenceran. Pada setiap cawan petri yang sudah berisi larutan sampel ditambahkan 12 – 15 ml PCA (*Plate Count Agar*) yang sudah didinginkan sampai suhu 44° - 46°C , supaya tercampur rata dilakukan pemutaran cawan ke depan dan belakang. Bila media agar di dalam petridish telah membeku, semua petridish disusun terbalik dan dimasukkan dalam inkubator bersuhu 37°C selama 48 jam. Setelah masa inkubasi selesai, dilakukan penghitungan total bakteri.

3.10.4. Pengujian *Staphylococcus aureus* (BSN, 1991)

Persiapan sampel seperti pada pengujian untuk *Total Plate Count* (TPC), kemudian dilanjutkan pada tahap isolasi, uji penggumpalan (koagulase) dan uji

tambahan (uji katalase, uji fermentasi glukosa dan manitol secara anaerob, uji sensitifitas *Lysostaphin* dan uji produksi nuklease thermostabil.

Isolasi dilakukan dengan mengambil biakan secara aseptis sebanyak 1 ml larutan sampel ke dalam tiga cawan *Baird Parker Medium* (misal : 0,4 ml, 0,3 ml dan 0,3 ml). Inokulum diratakan pada permukaan agar dengan menggunakan batang gelas bengkok dan dibiarkan selama 1 jam, kemudian cawan petri dibalik dan diinkubasikan selama 45 – 48 jam pada suhu 35°C. Koloni *Staphylococcus aureus* tersangka ditandai dengan ciri : bundar, licin dan halus, cembung, diameter 2 – 3 mm, abu-abu hingga kehitaman, tepi koloni putih dan dikelilingi dengan daerah yang terang.

Uji penggumpalan (koagulase) dilakukan dengan menginokulasikan koloni *Staphylococcus aureus* tersangka ke dalam 2 ml BHI (*Brain Heart Infusion*) broth dan diinkubasikan selama 24 jam pada suhu 35°C. Sebanyak 0,2 – 0,3 ml inokulum tersebut dipindahkan ke dalam tabung steril dan ditambahkan 0,5 ml koagulase plasma dan diaduk, selanjutnya diinkubasikan pada suhu 35°C serta diperiksa setiap 6 jam atau lebih untuk melihat terbentuknya gumpalan. Jika gumpalan yang terbentuk padat/solid dan apabila tabung dibalik tidak jatuh, ini menunjukkan reaksi 4+. Penggumpalan yang menunjukkan kurang dari 4+, harus dilakukan uji tambahan. Uji positif 1+ bila gumpalan tidak terkumpul dan sedikit, positif 2+ bila gumpalan terkumpul di bagian atas dan sedikit, dan positif 3+ apabila gumpalan terkumpul di bagian bawah dan banyak.

Uji katalase dilakukan dengan menginokulasi koloni *Staphylococcus aureus* tersangka ke dalam TSA (*Trypticase Soy Agar*) miring dan diinkubasikan selama 24 jam pada suhu 35°C. Inokulum tersebut diambil dengan jarum ose dan diletakkan di atas gelas preparat, ditetesi dengan H₂O₂ untuk melihat pembentukan gas.

Uji fermentasi glukosa dan manitol secara aerob dilakukan dengan menginokulasi 1 tabung reaksi yang berisi medium karbohidrat yang mengandung 0,5% glukosa dan lapisan atas ditutup dengan *parafin oil* steril setebal 25 ml serta diinkubasikan selama 5 hari pada suhu 35°C. Kondisi asam dihasilkan secara anaerob jika terjadi perubahan warna media dari ungu menjadi kuning dan ini menunjukkan adanya *Staphylococcus aureus*. Untuk manitol, tahapan seperti di atas diulangi tetapi dengan menggunakan manitol sebagai sumber karbohidrat.

Uji sensitifitas *Lysostaphin* dilakukan dengan menginokulasi koloni *Staphylococcus aureus* tersangka ke dalam 0,2 ml *phosphate saline buffer*. Sebanyak setengah dari suspensi tersebut dipindahkan ke dalam tabung reaksi dan dicampur dengan 0,1 ml *phosphate saline buffer* sebagai kontrol. Pada tabung aslinya ditambahkan 0,1 ml *lysostaphin* (yang telah dilarutkan dalam 0,02 ml *phosphate saline buffer* yang mengandung 1 % HCl) untuk memperoleh konsentrasi *lysostaphin* 25 mg/ml dan selanjutnya diinkubasi selama 2 jam pada suhu 35°C. Hasil positif ditunjukkan dengan adanya kekeruhan.

Uji produksi nuklease thermostabil dilakukan dengan menuang 3 ml *toluidine blue*- DNA agar ke permukaan gelas preparat. Apabila agar telah membeku, dibuat lubang dengan diameter 2 mm dengan menggunakan aspirator. Sebanyak 0,01 ml

larutan sampel yang telah dipanaskan (selama 15 menit dalam water bath mendidih) yang diambil dari kultur BHI *broth* yang telah digunakan pada uji penggumpalan ke dalam sebuah tabung serta diinkubasi di tempat yang lembab selama 4 jam pada suhu 35°C. Lingkaran berwarna merah muda cerah sekurang-kurangnya 1 mm dari tepi lubang menunjukkan reaksi positif.

3.10.5. Uji Organoleptik (BSN, 1991)

Uji organoleptik bertujuan untuk mengetahui mutu ikan asin kering dari segi kenampakan, bau/aroma, rasa, tekstur/konsistensi, yang merupakan penerimaan umum dari panelis. Uji ini dilakukan dengan menggunakan 10 panelis terlatih dari Balai Pengawasan dan Pengujian Mutu Hasil Perikanan (BPPMHP), Semarang dengan menggunakan metode hedonik (memakai lembar penilaian) yang memiliki skala 1 – 9 (seperti Lampiran 1).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Mutu Khitosan

Khitosan yang merupakan produk perikanan berbahan baku limbah kulit invertebrata laut ini, diharapkan mampu menggantikan posisi formalin sebagai pengawet makanan tanpa efek samping bagi kesehatan. Kemampuan khitosan sebagai bahan pengawet dipengaruhi oleh mutu khitosan itu sendiri. Dalam dunia perdagangan internasional sudah ada standar mutu khitosan yang telah disepakati.

Khitosan yang dipakai sebagai bahan penelitian mempunyai karakteristik mutu yang telah memenuhi standar perdagangan internasional (Lampiran 4). Kemurnian khitosan dapat dilihat dari kadar air dan kadar abu yang rendah, namun memiliki derajat deasetilasi yang tinggi. Semakin tinggi derajat deasetilasi, semakin banyak gugus amino (NH_2) pada rantai molekul khitosan sehingga khitosan semakin reaktif. Keunikan bahan pengawet khitosan ini adalah karena mempunyai gugus amino tersebut. Menurut Roberts (1992); Nicholas (2003), gugus NH_2 selanjutnya akan terprotonasi menjadi NH_3^+ yang akan mengikat muatan negatif di dalam membran sel bakteri.

4.2. Analisis Mutu Mikrobiologis

4.2.1. Pengujian Total Bakteri (TPC)

Jumlah total bakteri pada ikan teri asin kering yang diberi perlakuan pencelupan dalam larutan khitosan dan lama penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 9 . Pada

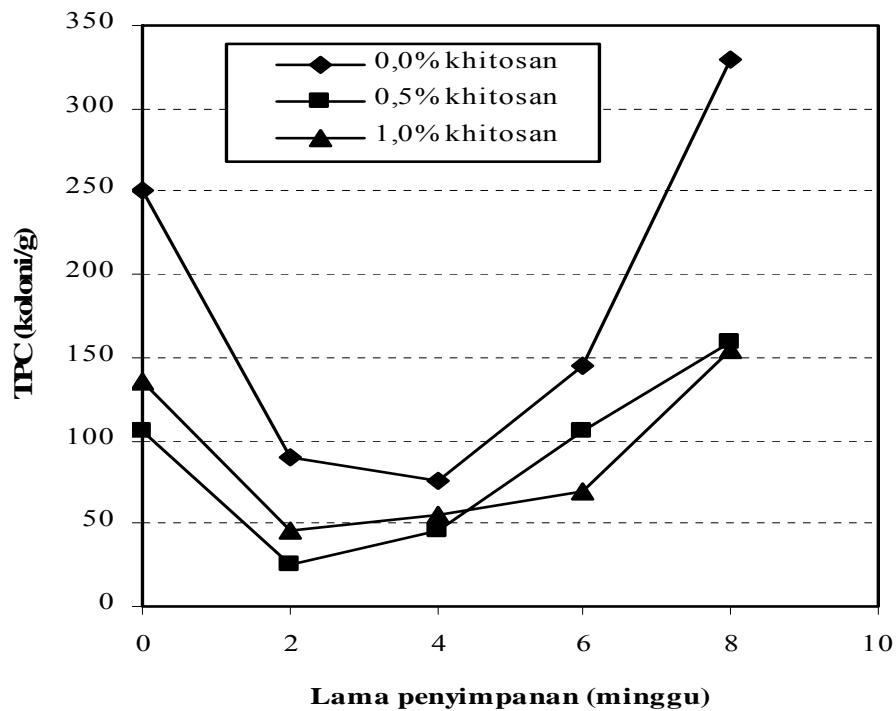
semua kombinasi perlakuan diperoleh nilai TPC di bawah 1×10^5 koloni/g yang merupakan batas maksimal dalam SNI ikan teri asin kering.

Tabel 9 . Rata-Rata TPC (koloni/g) Ikan Teri Asin Kering

Perlakuan	Konsentrasi khitosan (%)		
	0,0	0,5	1,0
Lama penyimpanan (minggu) : 0	TPC (koloni/g)		
2	250 ± 0^{ab}	105 ± 21^{de}	135 ± 21^{cd}
4	90 ± 0^{de}	25 ± 7^e	45 ± 7^{de}
6	75 ± 7^{de}	45 ± 21^{de}	55 ± 21^{de}
8	145 ± 35^{bcd}	105 ± 21^{de}	70 ± 0^{de}
8	330 ± 28^a	160 ± 42^{bc}	155 ± 35^{bc}
SNI 01-2708-1992	Maksimal 1×10^5		

Keterangan : Data merupakan rata-rata dari dua ulangan.

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$)



Gambar 6. Grafik TPC (koloni/g) Ikan Teri Asin Kering

4.2.1.1. Pengaruh Perlakuan terhadap Total Bakteri (TPC)

Kandungan protein ikan teri yang relatif tinggi (16%) dengan kandungan airnya mencapai 80 % (Dir. Gizi, 1981) akan menyebabkan ikan teri mudah rusak. Pada pengolahan tradisional secara umum, cara pengolahan yang kurang saniter dan higienis, serta penyimpanan dalam keadaan yang tidak dilindungi / dikemas dengan baik pada kondisi tropik, mengakibatkan produk ikan teri asin kering sangat rentan terhadap kerusakan mikrobiologi.

Kerusakan mikrobiologi dapat menyebabkan pembusukan produk baik oleh bakteri atau kapang yang selanjutnya dapat menurunkan penilaian organoleptik sehingga mempengaruhi penerimaan konsumen. Bakteri merupakan organisme sel satu atau uniseluler yang termasuk dalam kelompok tumbuhan, tetapi tidak mempunyai klorofil dan berkembang-biak dengan pembelahan sel atau biner. Sedangkan kapang adalah kelompok mikroba yang tergolong dalam fungi multiseluler yang membentuk filamen (*miselium*) dan pertumbuhannya pada makanan mudah dilihat karena penampaknya yang berserabut dan seperti kapas (Suriawiria, 1986; Fardiaz, 1992).

Pemakaian khitosan pada proses pengolahan ikan teri asin kering salah satunya adalah sebagai bahan antimikrobia. Sebagai suatu istilah umum, bahan antimikrobia diartikan sebagai bahan yang mengganggu pertumbuhan dan metabolisme mikroba. Menurut Tsai *et al.* (2002), aktifitas antimikrobia khitosan akan meningkat dengan kenaikan derajat deasetilasinya. Khitosan lebih efektif melawan bakteri dibanding terhadap fungi. Khitosan dengan derajat deasetilasi tinggi (95-98%) pada konsentrasi

50 – 200 ppm efektif untuk melawan bakteri *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Shyella dysenteriae*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio cholerae* dan *V. parahaemolyticus*.

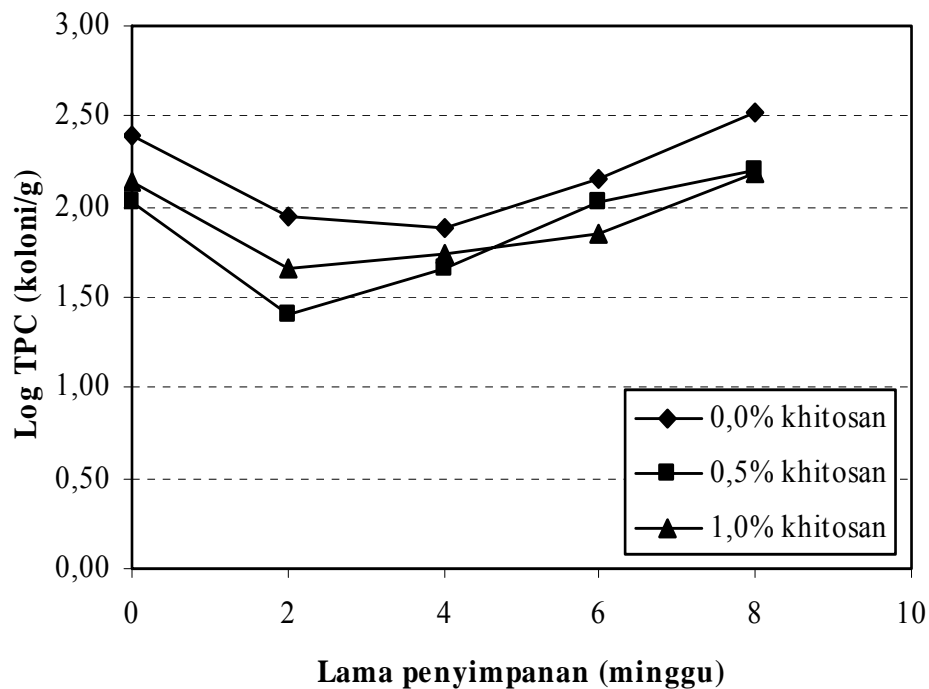
Apabila bahan antimikrobia diberikan ke bakteri, bahan tersebut tidak akan membunuh semua sel bakteri pada saat yang sama, melainkan sel-sel itu akan terbunuh dalam suatu periode waktu dengan laju eksponensial yang konstan. Laju kematian ini hakekatnya merupakan kebalikan dari pola pertumbuhan eksponensial (Pelczar dan Chan, 1988). Jumlah bakteri yang tersisa dan dapat bertahan hidup akan terus berkembang biak jika kondisi substrat mendukung kehidupannya.

Banyak faktor dan keadaan yang dapat mempengaruhi penghambatan atau pembasmian mikroba oleh bahan antimikrobia. Kesemua ini harus dipertimbangkan bagi efektifnya penerapan praktis metode pengendalian bakteri pada produk pengolahan hasil perikanan seperti halnya pemakaian larutan khitosan pada proses pengolahan ikan teri asin kering. Faktor konsentrasi zat antimikrobia dan jumlah mikroba (Pelczar dan Chan, 1988) adalah merupakan faktor penting yang harus diperhitungkan.

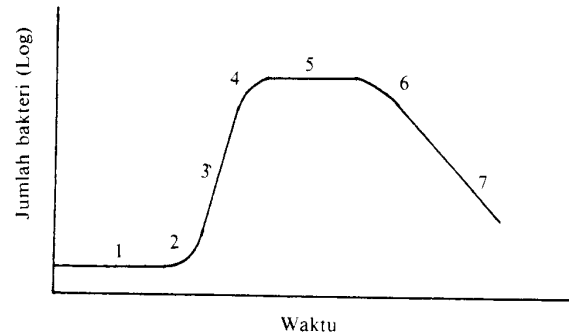
Perubahan jumlah mikroba akibat perlakuan khitosan dan lama penyimpanan dapat dilihat pada Gambar 6. Pada proses penggaraman dan pengeringan, tidak dapat mematikan semua bakteri yang ada pada ikan. Bakteri pembusuk pada umumnya tidak tahan garam, namun bakteri halofilik masih dapat bertahan hidup dengan baik, begitu pula bakteri golongan xerofilik (tahan A_w rendah). Bakteri yang sering ditemukan pada ikan asin adalah jenis *Alcaligenus*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*

dan *Corynebacterium* (Hadiwiyoto ,1993). Bakteri yang mati selama penggaraman dan pengeringan disebabkan karena aktivitas air yang cukup rendah sebagai akibat dari proses pengolahan tersebut.

Untuk melihat tingkat perkembangan bakteri dilakukan perbandingan grafik log TPC dengan grafik fase pertumbuhan bakteri.



Gambar 7. Grafik Log TPC (koloni/g) Ikan Teri Asin Kering



Gambar 8. Fase-fase Pertumbuhan Bakteri (Hadiwiyoto, 1993)
 (1) Fase lag, (2, 3, 4) Fase pertumbuhan logaritmik awal, tengah, akhir, (5) Fase pertumbuhan stasioner, (6, 7) Fase kematian logaritmik awal dan akhir

Berdasarkan perbandingan Gambar 7 dan 8, dalam grafik terlihat bahwa pada lama penyimpanan 0 sampai 2 minggu terjadi fase kematian logaritmik bakteri pada produk ikan teri asin kering. Pada perlakuan konsentrasi khitosan 0%, kematian logaritmik disebabkan oleh tindakan penggaraman dan pengeringan saat proses pengolahan. Akibatnya bisa terjadi plasmolisis ataupun toksisitas ion Cl^- pada bakteri maupun penurunan A_w yang dapat menyebabkan kematian bakteri. Sedangkan pada perlakuan konsentrasi khitosan 0,5% dan 1,0%, selain karena faktor garam (NaCl) dan pengeringan juga disebabkan oleh senyawa khitosan yang melapisi ikan teri asin kering. Senyawa khitosan mampu mengurangi jumlah bakteri lebih banyak jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol (tanpa khitosan) pada ikan teri asin kering selama penyimpanan suhu kamar.

Memasuki minggu ke-2 sampai ke-6, bakteri yang terdapat pada ikan teri asin kering mengalami fase lag dan pertumbuhan logaritmik awal. Pada saat ini, bakteri

yang masih dapat bertahan hidup beradaptasi dengan kondisi yang ada dan pada tahap selanjutnya bakteri mampu tumbuh dan berkembang biak.

Bakteri yang tersisa dan dapat hidup selanjutnya akan meningkat perkembangbiakannya selama nutrisi yang dibutuhkan tersedia. Pada minggu ke-6 sampai ke-8 pada akhir penelitian ini terjadi fase pertumbuhan logaritmik tengah, di mana jumlah bakteri pada produk ikan teri asin kering terlihat semakin banyak.

Cara kerja zat-zat kimia dalam menghambat atau mematikan mikroorganisma itu berbeda-beda, beberapa di antaranya mengubah struktur dinding sel, menghambat sintesis komponen-komponen seluler maupun menghambat metabolisme sel (Pelczar dan Chan, 1988). Mekanisme senyawa khitosan sebagai bahan antimikrobia ada beberapa kemungkinan. Sifat khitosan sebagai bahan pengkelat bisa mengkelat ion-ion logam yang dibutuhkan enzim bakteri (Muzzarelli, 1977 *dalam* Nicholas, 2003). Teori yang lain menyebutkan kation $-NH_3^+$ dapat mengacaukan metabolisme dengan cara bereaksi dengan ion-ion negatif yang ada di membran sel bakteri (Chen *et al.*, 1998 *dalam* Nicholas, 2003).

Penjelasan mengenai pengaruh perlakuan konsentrasi khitosan dan lama penyimpanan lebih tepatnya dapat dibuktikan dengan uji Anova yang secara ringkas dapat dilihat pada Tabel 10. Hasil uji Anova menunjukkan bahwa variabel konsentrasi khitosan dan lama penyimpanan berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap total bakteri ikan teri asin kering. Selain itu juga terdapat interaksi antara konsentrasi khitosan dan lama penyimpanan yang juga berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap total bakteri.

Tabel 10. Ringkasan Hasil Analisa Anova TPC (koloni/g) Ikan Teri Asin Kering

Variabel	F-hitung	Signifikansi
Konsentrasi khitosan (A)	27,491	0,000**
Lama penyimpanan (B)	24,526	0,000**
Interaksi A*B	3,911	0,001**
R ² = 0,974		

Keterangan:

* : variabel signifikan hingga pada taraf $\alpha = 5\%$

** : variabel signifikan hingga pada taraf $\alpha = 1\%$

Nilai R² sebesar 0,974 menunjukkan bahwa variabilitas total bakteri pada ikan teri asin kering yang dapat dijelaskan oleh variabilitas variabel konsentrasi khitosan, lama penyimpanan dan interaksinya adalah sebesar 97,4%, sisanya (2,6 %) disebabkan oleh variabel/faktor lain yang tidak diamati. Menurut Pelczar dan Chan (1988), banyak faktor yang mempengaruhi kerja bahan antimikrobia selain konsentrasi, yaitu : suhu, jumlah mikroorganisma awal, spesies mikroorganisma dan adanya bahan organik lain yang bisa bereaksi dengan senyawa antimikrobia. Selain itu banyak pula faktor-faktor yang secara langsung dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri. Faktor-faktor tersebut menurut Sprenger (1991) adalah : ketersediaan nutrisi, pH, kadar air, aktifitas air, suhu, keberadaan oksigen dan kompetitor.

Berdasar hasil uji lanjut Tukey (Lampiran 7b), diketahui bahwa perlakuan konsentrasi khitosan 0,0% berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) dengan perlakuan konsentrasi khitosan 0,5% dan 1,0%. Namun antar konsentrasi khitosan 0,5% dan 1,0% tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Berdasarkan hasil penelitian ini, untuk aplikasi khitosan pada proses pengolahan ikan teri asin kering pemakaian konsentrasi 0,5%

sudah bisa menekan jumlah bakteri dengan baik. Pemakaian konsentrasi khitosan yang lebih tinggi (1%) secara statistik tidak signifikan, sehingga jika dilakukan akan mempertinggi biaya produksi pengolahan ikan teri asin kering dan tidak berpengaruh terhadap kenaikan mutunya.

Uji lanjut Tukey (Lampiran 7c), menunjukkan bahwa perlakuan lama penyimpanan 0 minggu berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan lama penyimpanan 2, 4, 6 dan 8 minggu. Sedangkan lama penyimpanan 2 minggu berbeda nyata dengan lama penyimpanan 0, 6 dan 8 minggu, namun tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) dengan lama penyimpanan 4 minggu. Selama kurun waktu 2 sampai 4 minggu pertambahan jumlah bakteri relatif kecil, sehingga secara statistik tidak berbeda nyata. Pada minggu ke-4 sampai ke-8 jumlah bakteri meningkat dengan cepat seiring bertambahnya waktu penyimpanan seperti terlihat pada Gambar 6.

Interaksi antara konsentrasi khitosan dan lama penyimpanan berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap total bakteri ikan teri asin kering dan secara jelas dapat dilihat dari Tabel 9. Penurunan konsentrasi khitosan dan peningkatan lama penyimpanan akan menaikkan nilai total bakteri.

4.2.1.2. Model Regresi Pengaruh Perlakuan terhadap Total Bakteri (TPC)

Berdasarkan grafik pada Gambar 7, kurva pertumbuhan bakteri yang diperoleh dari penelitian ini secara garis besar terbagi menjadi dua bagian. Pada minggu ke-0 sampai minggu ke-2 adalah merupakan fase kematian logaritmik dan pada minggu ke-2 sampai minggu ke-8 adalah merupakan fase lag dan fase pertumbuhan

logaritmik. Untuk analisa regresi linier lebih lanjut data yang digunakan adalah dari minggu ke-2 sampai minggu ke-8.

Analisa regresi (Lampiran 8a, 8b dan 8c) yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh variabel konsentrasi khitosan dan lama penyimpanan terhadap total bakteri secara ringkas dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Ringkasan Hasil Estimasi Regresi TPC Ikan Teri Asin Kering

Variabel dan Indikator	Persamaan Linier	
	Koefisien Regresi	t- hitung (signif.)
Konstanta	14,375	0,535 (0,599)
Konsentrasi khitosan (X_1)	-78,750	-3,274 (0,004)**
Lama penyimpanan (X_2)	26,667	6,073 (0,000)**
R	0,833	
R ²	0,694	
F-hitung (signif.)	23,799 (0,000)**	

Keterangan:

* : variabel signifikan hingga pada taraf $\alpha = 5 \%$

** : variabel signifikan hingga pada taraf $\alpha = 1 \%$

Berdasarkan tabel tersebut dapat dibuat suatu persamaan dari model regresi yang bisa menjelaskan hubungan antara variabel konsentrasi khitosan dan lama penyimpanan terhadap total bakteri ikan teri asin kering.

$$\text{Persamaan Linier Berganda : } Y = 14,375 - 78,750 X_1 + 26,667 X_2$$

Besarnya koefisien determinasi (R^2) persamaan regresi yang diperoleh adalah 0,694 , hal ini berarti 69,4% variasi nilai total bakteri ikan teri asin kering dapat dijelaskan oleh variasi variabel konsentrasi khitosan dan lama penyimpanan. Dari uji Anova, nilai F hitung sebesar 23,799 dengan signifikansi 0,000. Karena signifikansi jauh lebih kecil dari 0,05, maka model regresi linier berganda ini dapat digunakan untuk memprediksi nilai total bakteri atau dapat dikatakan bahwa variabel konsentrasi khitosan dan lama penyimpanan secara bersama-sama berpengaruh terhadap total bakteri produk ikan teri asin kering. Menurut Ghozali (2005), ketepatan fungsi regresi sampel dalam menaksir nilai aktual dapat diukur dari *Goodness of fit*-nya, yaitu dengan melihat nilai dari koefisien determinasi (R^2), nilai statistik F dan nilai statistik t. Koefisien determinasi dianggap cukup baik jika di atas 0,50.

Berdasarkan uji signifikansi parameter secara individual (uji t), variabel konsentrasi khitosan dan lama penyimpanan kesemuanya signifikan ($p < 0,01$) terhadap total bakteri. Koefisien regresi konsentrasi khitosan sebesar -78,750 , nilai minus menyatakan bahwa perlakuan konsentrasi khitosan berkorelasi negatif terhadap total bakteri. Koefisien lama penyimpanan sebesar 26,667 , artinya bahwa perlakuan lama penyimpanan berkorelasi positif terhadap total bakteri. Interaksi antara kedua perlakuan berdasar persamaan regresi menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi khitosan dan peningkatan lama penyimpanan akan menaikkan total bakteri ikan teri asin kering.

4.2.2. Pengujian *Staphylococcus aureus*

Kira-kira 50% manusia membawa *Staphylococcus aureus* dalam daerah saluran tenggorokan, yaitu hidung dan tenggorokan (Gaman dan Sherrington, 1981). Dari sisi ini organisma dengan mudah pindah ke kulit, terutama tangan dan rambut. Selain pada manusia, bakteri ini juga ditemukan pada hewan, sehingga hewan juga berpotensi sebagai sumber pencemaran *Staphylococcus aureus*.

Staphylococcus aureus disebarkan oleh para pengolah bahan pangan, seperti halnya pada pengolahan ikan teri asin kering. Penanganan bahan pangan dengan tangan langsung merupakan cara penyebaran yang paling umum, terutama jika orang yang menangani bahan pangan mengalami infeksi atau luka pada tangannya. Batuk dan bersin dapat juga menyebabkan kontaminasi *Staphylococcus aureus*, begitu pula rambut yang jatuh mengotori bahan pangan.

Produk ikan teri asin kering hasil penelitian ini pada semua kombinasi perlakuannya tidak mengandung bakteri *Staphylococcus aureus*. Uji *Staphylococcus aureus* yang negatif ini disebabkan karena sejak awal penelitian dilakukan dengan sanitasi dan *hygiene* yang bagus. Ikan teri segar dicuci dengan air bersih yang mengalir. Larutan garam dibiarkan semalam dan disaring sebelum digunakan, sehingga bakteri yang mengkontaminasi garam sudah mati dan tidak mengkontaminasi ikan.

Bakteri *Staphylococcus aureus* adalah termasuk bakteri halofilik karena bakteri ini tahan larutan garam hingga 20% (Baird-Parker, 2000). Meskipun kadar garam pada proses penggaraman ikan teri asin kering ini hanya 10%, *Staphylococcus aureus*

tidak ditemukan. Hal ini disebabkan oleh nilai aktifitas air (A_w) yang cukup rendah yang berfungsi sebagai faktor pembatas kehidupan bakteri. Aktifitas air untuk syarat hidup *Staphylococcus aureus* dan bakteri halofilik lainnya adalah sekitar 0,75 (Winarno dan Fardiaz 1973). Kisaran nilai A_w pada penelitian ini adalah 0,625 – 0,649, sehingga *Staphylococcus aureus* tidak dapat tumbuh.

Penggunaan larutan khitosan dapat juga dimanfaatkan untuk membatasi pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Menurut Wang (1992) dalam Nicholas (2003), pemakaian larutan khitosan 0,5 % - 2,5 % efektif melawan *Staphylococcus aureus*, *Samonella typimurium*, *Yersinia entercolitica* dan *Escherichia coli* pada produk perikanan.

Bakteri *Staphylococcus aureus* dalam Standar Nasional Indonesia untuk ikan teri asin kering (BSN, 1992) disyaratkan harus negatif, sehingga hasil penelitian ini pada semua kombinasi perlakuan sudah memenuhi kriteria. *Staphylococcus aureus* harus negatif karena bakteri ini bersifat patogen pada manusia karena eksotoksin yang dihasilkannya. Eksotoksin ini tahan terhadap pemanasan dan dapat bertahan pada 100° C selama 30 menit, meskipun bakterinya sendiri sudah mati (Pelczar dan Chan, 1988).

Pengawasan bahan pangan agar tidak tercemar bakteri *Staphylococcus aureus* adalah dengan cara (Saksono, 1986) :

- 1) Upaya sanitasi yang bersifat pencegahan sehubungan dengan pengolahan bahan pangan, sebab badan manusia merupakan sarana utama bagi *Staphylococcus aureus*.

- 2) Upaya yang berguna untuk mencegah perbanyakannya bakteri *Staphylococcus aureus* di dalam bahan pangan selama pengolahan.
- 3) Penggunaan panas untuk menghancurkan *Staphylococcus aureus*.

4.3. Analisis Mutu Kimiawi

4.3.1. Pengujian Kadar Air

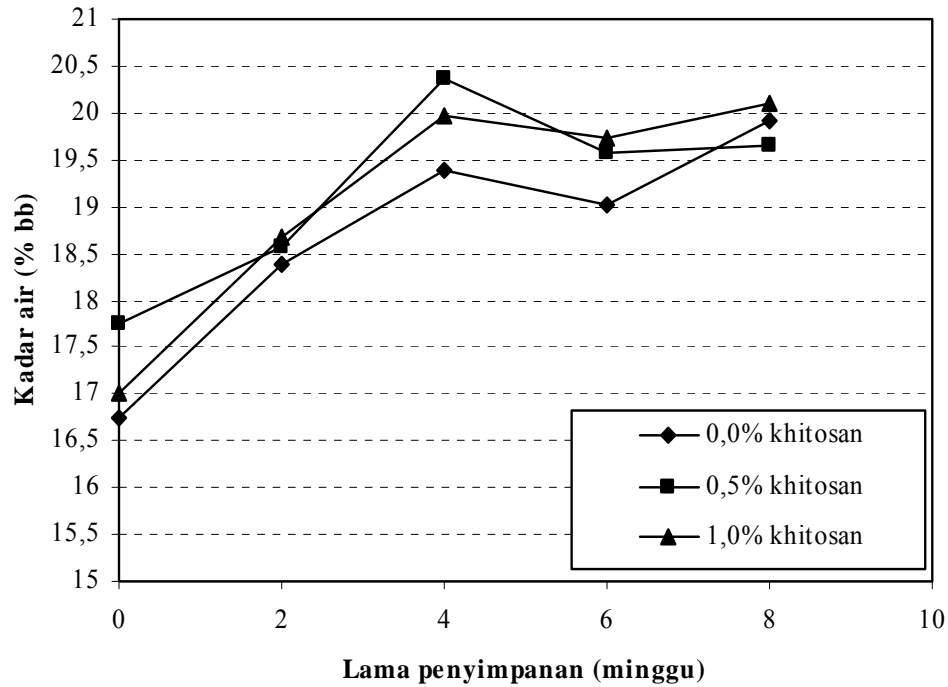
Berdasarkan Tabel 12, dapat dilihat kadar air semua perlakuan masih berada di bawah kadar air yang ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN) dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-2708-1992 untuk ikan teri asin kering, yaitu maksimal 40%. Perubahan kadar air selama masa penyimpanan minggu ke-0 sampai minggu ke-8 secara lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 6.

Tabel 12. Rata-rata Kadar Air (% bb) Ikan Teri Asin Kering

Perlakuan	Konsentrasi khitosan (%)		
	0,0	0,5	1,0
	Kadar air (% bb)		
Lama penyimpanan (minggu) : 0	16,74±2,74 ^a	17,76±2,81 ^a	17,02±2,93 ^a
2	18,39±4,09 ^a	18,56±3,71 ^a	18,68±3,59 ^a
4	19,39±2,60 ^a	20,36±2,72 ^a	19,96±2,31 ^a
6	19,01±1,20 ^a	19,56±0,69 ^a	19,73±1,77 ^a
8	19,91±2,89 ^a	19,66±3,47 ^a	20,09±3,54 ^a
SNI 01-2708-1992	Maksimal 40		

Keterangan : Data merupakan rata-rata dari dua ulangan.

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$)



Gambar 9. Grafik Kadar Air (% bb) Ikan Teri Asin Kering

4.3.1.1. Pengaruh Perlakuan terhadap Kadar Air

Air sangat berpengaruh terhadap mutu bahan pangan dan merupakan salah satu sebab bahwa di dalam pengolahan pangan air sering dikeluarkan atau dikurangi dengan cara penguapan/pengeringan. Keawetan bahan pangan erat kaitannya dengan kadar air yang dikandungnya. Kadar air menjadi salah satu faktor penyebab kerusakan bahan pangan. Air yang terkandung dalam bahan pangan merupakan media yang baik untuk mendukung pertumbuhan dan aktivitas mikroba perusak pangan. Rendahnya kadar air dalam bahan pangan diharapkan dapat memperpanjang masa simpannya.

Di dalam bahan pangan, air terdapat dalam bentuk terikat dan bebas (Winarno dan Fardiaz, 1973; Winarno, 1991). Air terikat sangat sukar dihilangkan dari bahan pangan tersebut meski dengan pengeringan. Air terikat terdiri dari dua tipe. Tipe I, yaitu molekul air yang terikat pada molekul-molekul lain melalui suatu ikatan hidrogen yang berenergi besar. Tipe II, yaitu molekul air yang membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air lainnya dan terdapat dalam mikrokapiler. Sedangkan air bebas (air tipe III) yaitu air yang secara fisik terikat dalam jaringan matrik bahan seperti membran, kapiler dan serat. Menurut Winarno (1991), jika tipe air II dihilangkan seluruhnya, kadar air bahan akan berkisar antara 3 – 7%, sedangkan jika air bebas (tipe III) yang hilang seluruhnya, kadar air berkisar antara 12 – 25% tergantung dari jenis bahan dan suhu.

Hasil uji Anova (Tabel 13) menunjukkan bahwa variabel konsentrasi khitosan tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$), sedangkan variabel lama penyimpanan berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar air ikan teri asin kering. Interaksi antara konsentrasi khitosan dan lama penyimpanan juga tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap perubahan kadar air.

Tabel 13. Ringkasan Hasil Analisa Anova Kadar Air (% bb) Ikan Teri Asin Kering

Variabel	F-hitung	Signifikansi
Konsentrasi khitosan (A)	0,774	0,480
Lama penyimpanan (B)	9,012	0,001**
Interaksi A*B	0,212	0,983
$R^2 = 0,922$		

Keterangan:

* : variabel signifikan hingga pada taraf $\alpha = 5 \%$

** : variabel signifikan hingga pada taraf $\alpha = 1 \%$

Nilai R^2 sebesar 0,992 menunjukkan bahwa variabilitas kadar air ikan teri asin kering yang dapat dijelaskan oleh variabilitas variabel konsentrasi khitosan, lama penyimpanan dan interaksinya adalah sebesar 92,2%, sisanya (7,8 %) disebabkan oleh pengaruh lain yang tidak diamati. Menurut Winarno dan Fardiaz (1973), kadar air suatu bahan yang dikeringkan dipengaruhi beberapa hal, yaitu : tingkat penguapan yang dapat berlangsung, lamanya proses pengeringan dan jalannya proses pengeringan. Selain itu, selama masa penyimpanan kadar air dipengaruhi oleh kelembaban nisbi udara di sekitarnya.

Khitosan bersifat hidrofobik, namun karena pemakaian konsentrasi khitosan yang relatif kecil, maka secara statistik tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air pada ikan teri asin kering. Pemakaian konsentrasi khitosan 0,5% dan 1% tidak menghasilkan kadar air yang berbeda nyata dibanding perlakuan kontrol (0%).

Berdasar hasil uji lanjut Tukey (Lampiran 10b), diketahui bahwa lama penyimpanan 0 minggu tidak berpengaruh nyata dengan lama penyimpanan 2 minggu, namun berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) dengan lama penyimpanan 4 minggu, 6 minggu dan 8 minggu. Grafik pada Gambar 9 menunjukkan terjadinya kenaikan kadar air ikan teri asin kering selama penyimpanan pada suhu kamar.

Kadar air pada permukaan bahan dipengaruhi oleh kelembaban nisbi (*Relative Humidity*) udara di sekitarnya. Bila kadar air bahan rendah sedangkan RH udara sekitarnya tinggi, maka akan terjadi penyerapan uap air dari udara sehingga bahan menjadi basah atau kadar airnya menjadi lebih tinggi (Doe dan Olley, 1990; Winarno dan Fardiaz, 1973).

Meskipun produk ikan teri asin kering telah dikemas dalam plastik *polyethylene* /PE, kenaikan kadar air tidak dapat dihindari selama masa penyimpanan 0 – 8 minggu. Seperti diketahui plastik PE bukanlah kemasan yang kedap udara, sehingga tidak mampu mencegah peningkatan kadar air selama penyimpanan. Kelembaban nisbi udara ruang penyimpanan berkisar antara 61,5 - 67,0 % (Lampiran 5) akan mempengaruhi produk ikan teri asin kering dalam kemasan plastik yang berkadar air relatif kecil (16,74 - 20,36%). Perbedaan ini akan menyebabkan penyerapan uap air dari udara ke dalam kemasan yang mengakibatkan penambahan kadar air.

4.3.1.2. Model Regresi Pengaruh Perlakuan terhadap Kadar Air

Ringkasan hasil analisa regresi (Lampiran 11a, 11b dan 11c) dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Ringkasan Hasil Estimasi Regresi Kadar Air Ikan Teri Asin Kering

Variabel dan Indikator	Persamaan Linier Berganda	
	Koefisien Regresi	t- hitung (signif.)
Konstanta	17,519	20,232 (0,000)**
Konsentrasi khitosan (X_1)	0,408	0,408 (0,686)
Lama penyimpanan (X_2)	0,316	2,188 (0,038)*
R	0,394	
R ²	0,155	
F-hitung (signif.)	2,477 (0,103)	

Keterangan:

* : variabel signifikan hingga pada taraf $\alpha = 5 \%$

** : variabel signifikan hingga pada taraf $\alpha = 1 \%$

Berdasarkan Tabel 14 dapat dibuat suatu persamaan dari model regresi yang bisa menjelaskan hubungan antara variabel konsentrasi khitosan dan lama penyimpanan terhadap kadar air ikan teri asin kering.

$$\text{Persamaan Linier} : Y = 17,519 + 0,408 X_1 + 0,316 X_2$$

Besarnya koefisien determinasi (R^2) persamaan linier kadar air adalah 0,155, hal ini berarti hanya 15,5% variasi kadar air ikan teri asin kering dapat dijelaskan oleh variasi variabel konsentrasi khitosan dan lama penyimpanan. Dari uji Anova diperoleh nilai F hitung sebesar 2,477 dengan signifikansi 0,103. Karena signifikansi uji F jauh lebih besar dari 0,05, maka model regresi linier ini tidak dapat digunakan untuk memprediksi kadar air ikan teri asin kering dengan tepat. Perlakuan konsentrasi khitosan dan lama penyimpanan secara bersama-sama tidak berpengaruh ($p > 0,05$) terhadap kadar air.

Berdasarkan uji signifikansi parameter secara individual (uji t), hanya variabel lama penyimpanan yang memperoleh nilai t sebesar 2,188 dengan signifikansi 0,038. Koefisien regresi lama penyimpanan sebesar 0,316 menyatakan bahwa setiap penambahan lama penyimpanan sebesar 1 minggu akan meningkatkan kadar air ikan teri asin kering sebesar 0,316 %bb.

4.3.2. Pengujian Aktifitas Air

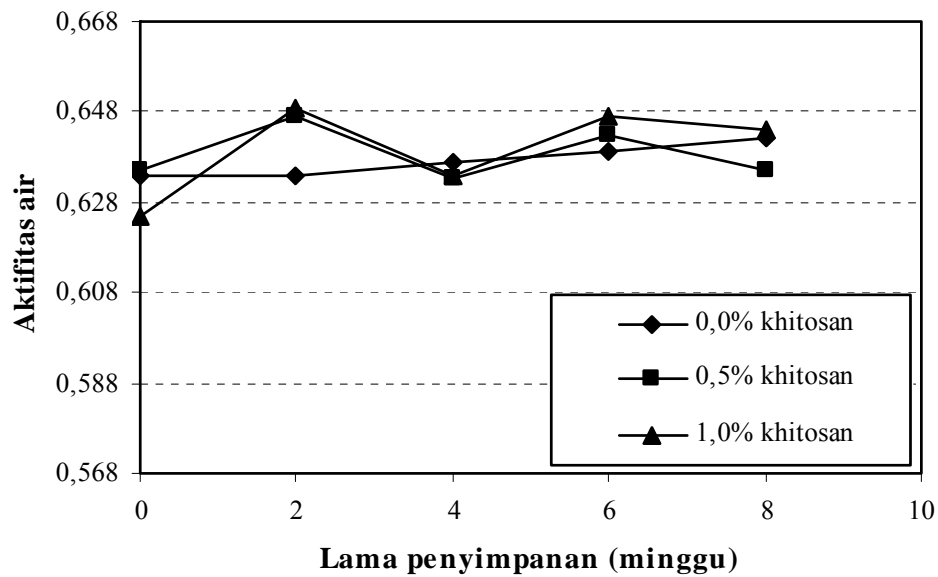
Hasil pengukuran aktifitas air pada semua kombinasi perlakuan pada ikan teri asin kering secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Rata-rata Aktifitas Air (Aw) Ikan Teri Asin Kering

Perlakuan	Konsentrasi khitosan (%)		
	0,0	0,5	1,0
	Aw		
Lama penyimpanan (minggu): 0	0,634±0,004 ^a	0,635±0,004 ^a	0,625±0,015 ^a
2	0,634±0,025 ^a	0,647±0,003 ^a	0,649±0,002 ^a
4	0,637±0,016 ^a	0,638±0,013 ^a	0,639±0,009 ^a
6	0,639±0,008 ^a	0,643±0,021 ^a	0,647±0,023 ^a
8	0,642±0,021 ^a	0,635±0,006 ^a	0,644±0,008 ^a

Keterangan : Data merupakan rata-rata dari dua ulangan.

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($p>0,05$)



Gambar 10. Grafik Aktifitas Air (Aw) Ikan Teri Asin Kering

4.3.2.1. Pengaruh Perlakuan terhadap Aktifitas Air

Kebutuhan mikroorganisma akan air dinyatakan dalam istilah *Aw* (*water activity*) atau aktifitas air, yang mempunyai hubungan dengan kelembaban nisbi udara (RH). Nilai *Aw* merupakan perbandingan tekanan uap air yang ada di dalam bahan dengan tekanan uap air murni pada suhu yang sama. Air murni memiliki nilai *Aw* sama dengan 1,0 (Winarno, 1991; Sprenger, 1991).

Penggaraman dan pengeringan bahan pangan ditujukan untuk melawan kebusukan oleh mikroorganisma. Pertumbuhan mikroorganisma tidak pernah terjadi tanpa adanya air. Menurut Winarno dan Fardiaz (1973), mikroorganisma hanya dapat tumbuh pada kisaran *Aw* tertentu. Sebagian besar bakteri membutuhkan nilai *Aw* 0,75 – 1,00 untuk tunbuh. Bahan pangan yang mempunyai *Aw* sekitar 0,70 sudah dianggap cukup baik dan tahan selama penyimpanan. Namun yang perlu diketahui bahwa kadar air tidak identik dengan *Aw*, sehingga kadar air tidak bisa dijadikan pedoman dan *Aw* harus diukur. Untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisma, *Aw* pada ikan teri asin kering harus diatur mendekati nilai 0,70.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua perlakuan menghasilkan produk ikan teri asin kering dengan *Aw* di bawah 7,00, yaitu berkisar 0,625 – 0,649 (Tabel 11). Dengan nilai *Aw* sebesar itu akan membatasi pertumbuhan mikroorganisma. Menurut Piggot dan Tucker (1990) , mikroorganisma yang masih mungkin tumbuh adalah ragi osmofilik dan bakteri xerofilik saja yang bisa hidup pada *Aw* sekitar 0,65.

Hasil uji Anova (Tabel 16) menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi khitosan dan lama penyimpanan tidak memberikan pengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap nilai *Aw*

produk ikan teri asin kering. Demikian pula untuk interaksi antara konsentrasi khitosan dan lama penyimpanan yang juga tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$).

Tabel 16. Ringkasan Hasil Analisa Anova Aktifitas Air (A_w) Ikan Teri Asin Kering

Variabel	F-hitung	Signifikansi
Konsentrasi khitosan (A)	0,158	0,885
Lama penyimpanan (B)	0,790	0,550
Interaksi A*B	0,329	0,941
$R^2 = 0,336$		

Keterangan:

* : variabel signifikan hingga pada taraf $\alpha = 5 \%$

** : variabel signifikan hingga pada taraf $\alpha = 1 \%$

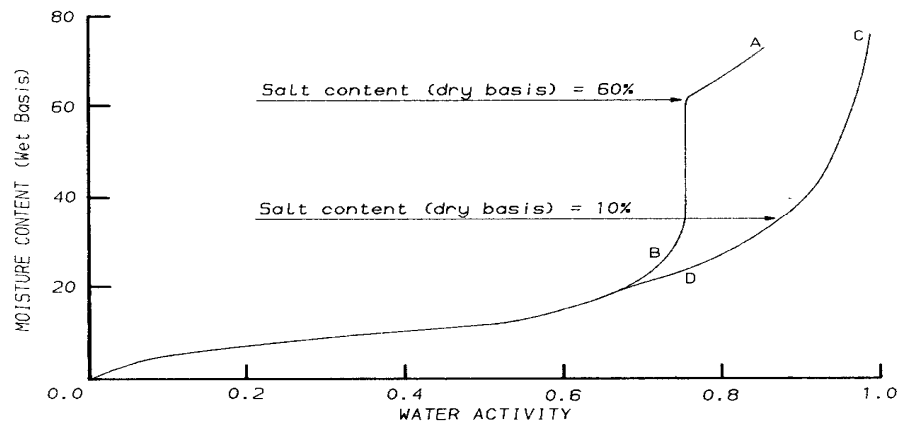
Jika produk kering terpapar dengan udara pada RH tertentu, maka akan terjadi penyerapan (*absorb*) dan pelepasan (*desorb*) uap air sampai terjadi kesetimbangan antara tekanan uap air di dalam bahan kering dengan udara sekitarnya. Pada kondisi ini maka nilai RH (%) sama dengan 100 kali nilai aktifitas air (Doe dan Olley, 1990; Springer, 1991). Pemakaian kemasan plastik bening (PE) tidak dapat menghalangi masuknya uap air dari udara sekitar. Hal ini dapat dilihat dari hubungan antara nilai A_w sampel ikan teri asin kering, yaitu 0,625 - 0,649 dan RH udara ruang penyimpanan sampel, yaitu 61,5 - 67,0 % (Lampiran 5). Nilai A_w tersebut meningkat mendekati angka seperseratus dari kelembaban nisbi (RH) yang artinya sudah mendekati terjadinya keseimbangan tekanan uap air. Peristiwa tercapainya keseimbangan tekanan uap air ditandai saat nilai A_w ikan teri asin kering mencapai 0,67, yaitu 1/100 kali nilai RH maksimum ruang penyimpanan. Proses keseimbangan ini akan mudah terjadi jika produk kering terpapar langsung (tanpa kemasan) dengan

udara. Namun pemakaian kemasan plastik PE pun hanya mampu memperlambat terjadinya proses keseimbangan tersebut.

Produk ikan teri asin kering tidak mengalami kenaikan A_w secara signifikan selama penyimpanan, namun bukan disebabkan oleh pemakaian larutan khitosan pada proses pengolahannya. Kenaikan aktifitas air yang sedikit ini disebabkan karena kelembaban nisbi udara ruang penyimpanan sampel yang relatif kecil, sehingga tidak terlalu banyak mengandung uap air.

Meskipun lama penyimpanan berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air, namun tidak berpengaruh nyata terhadap nilai A_w . Kenaikan kadar air selama penyimpanan tidak menyebabkan kenaikan yang nyata dari A_w secara statistik, karena seperti diketahui bahwa grafik hubungan A_w dan kadar air tidak berbentuk garis lurus, tetapi membentuk kurva yang disebut dengan kurva *Sorption Isotherm*. Kenaikan kadar air tidak selalu diikuti kenaikan aktifitas air. Pada pengukuran kadar air, kandungan air terikat dan air bebas terukur semuanya, sedangkan pada pengukuran aktifitas air, hanya air bebas yang terukur.

Pada Gambar 11 tertera contoh kurva *Sorption Isotherm* untuk ikan asin kering (dari ikan Cod) dengan kadar garam 10% dan 60 %. Dari gambar tersebut terlihat bahwa kenaikan kadar air tidak selalu diikuti dengan kenaikan aktifitas air.



Gambar 11. Kurva *Sorption Isotherm* untuk Ikan Cod Asin Kering (Olley *et al.*, 1988)

4.3.2.2. Model Regresi Pengaruh Perlakuan terhadap Aktifitas Air

Analisa regresi (Lampiran 14a, 14b dan 14c) yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap aktifitas air secara ringkas dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Ringkasan Hasil Estimasi Regresi Aw Ikan Teri Asin Kering

Variabel dan Indikator	Persamaan Linier	
	Koefisien Regresi	t-hitung (signif.)
Konstanta	0,634	141,048 (0,000)**
Konsentrasi khitosan (X_1)	0,003	0,636 (0,530)
Lama penyimpanan (X_2)	0,0009	1,213 (0,236)
R	0,255	
R ²	0,065	
F-hitung (signif.)	0,938 (0,404)	

Keterangan:

* : variabel signifikan hingga pada taraf $\alpha = 5 \%$

** : variabel signifikan hingga pada taraf $\alpha = 1 \%$

Model regresi linier yang diperoleh untuk memprediksi nilai aktivitas air pada ikan teri asin kering, yaitu :

$$Y = 0,634 + 0,003 X_1 + 0,0009 X_2$$

Hasil uji F model regresi menghasilkan nilai F hitung sebesar 0,938 dengan signifikansi 0,404. Nilai ini jauh lebih besar dari 0,05 sehingga dapat dikatakan bahwa variabel konsentrasi khitosan dan lama penyimpanan secara bersama-sama tidak mempengaruhi variabel aktivitas air pada ikan teri asin kering.

4.4. Analisis Mutu Organoleptik

Bakteri yang mencemari ikan teri asin kering tidak semuanya bersifat patogen, tetapi hanya bersifat sebagai perusak saja. Bakteri inilah yang menghasilkan substansi-substansi yang dapat mempengaruhi kenampakan, bau, rasa dan konsistensi yang pada akhirnya membuat bahan pangan tersebut tidak layak dikonsumsi manusia. Menurut BSN (1992), batasan yang ditetapkan dalam SNI 01-2708-1992 untuk nilai organoleptik ikan teri asin kering adalah minimal 7.

Senyawa yang paling berperan dalam proses kerusakan produk pengolahan hasil perikanan adalah protein. Tetapi dalam proses kerusakan ini komponen-komponen lemak, karbohidrat dan senyawa-senyawa lainnya juga ikut terbongkar dan memberi andil pada proses kerusakan. Terjadinya proses kerusakan ada 3 tahap (Hadiwiyoto, 1993) :

1. Kontaminasi oleh bakteri perusak dan terjadinya perkembangan populasi secara cepat.
2. Pembongkaran senyawa-senyawa mikromolekul yang sudah ada pada ikan, seperti misalnya asam amino bebas, peptida, gula reduksi dan asam laktat. Senyawa-senyawa tersebut diubah menjadi metabolit-metabolit sederhana untuk memenuhi kebutuhan hidup bakteri, namun merupakan senyawa kimia yang tidak diinginkan karena merusak bahan pangan.
3. Pemecahan senyawa-senyawa makromolekul, terutama protein. Setelah menjadi senyawa mikromolekul, senyawa ini juga akan dibongkar menjadi metabolit sederhana, seperti : putresin, hidrogen sulfida, asam-asam organik dan amonia. Metabolit-metabolit hasil pembongkaran ini pada akhirnya akan mempengaruhi kenampakan, bau, rasa dan konsistensi bahan pangan.

Untuk melihat mutu ikan teri asin kering secara cepat dan murah adalah dengan uji organoleptik. Uji organoleptik ini menggunakan panelis atau penguji yang telah terlatih dengan baik. Para panelis akan memberikan skor/nilai pada faktor kenampakan, bau, rasa dan konsistensi. Nilai yang makin tinggi menunjukkan mutu yang makin bagus. Skor yang dipakai adalah dari angka 1 sampai 9. Kesulitan dalam cara ini terletak pada pemberian nilai, perbedaan yang kecil sering tidak kelihatan.

4.4.1. Organoleptik Kenampakan

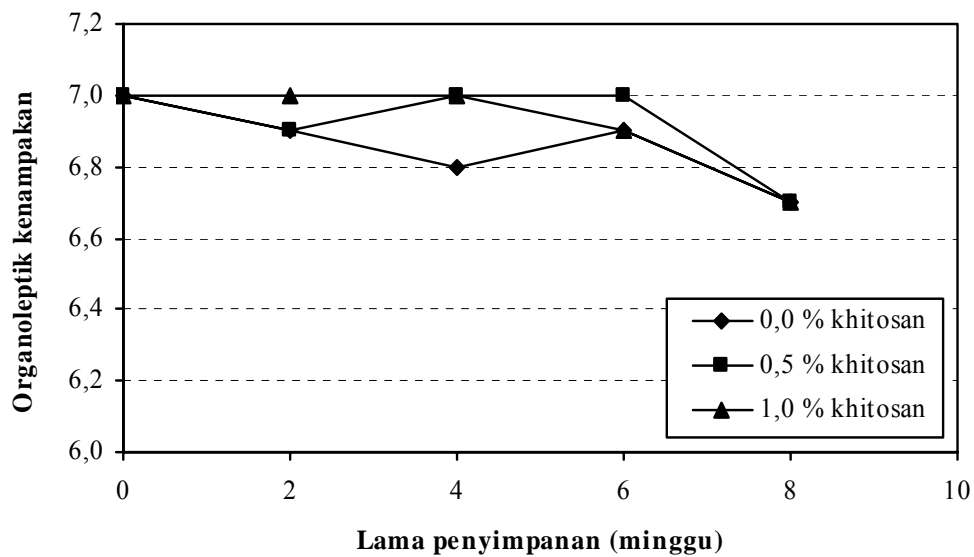
Penilaian organoleptik kenampakan ikan teri asin kering hasil penelitian secara lengkap tertera pada Tabel 18.

Tabel 18. Rata-rata Nilai Organoleptik Kenampakan Ikan Teri Asin Kering

Perlakuan	Konsentrasi khitosan (%)			
	0,0	0,5	1,0	
Lama penyimpanan (minggu) :	Nilai organoleptik kenampakan			
	0	7,0 ± 0,0 ^a	7,0 ± 0,0 ^a	7,0 ± 0,0 ^a
	2	6,9 ± 0,2 ^a	6,9 ± 0,2 ^a	7,0 ± 0,0 ^a
	4	6,8 ± 0,2 ^a	7,0 ± 0,0 ^a	7,0 ± 0,0 ^a
	6	6,9 ± 0,2 ^a	7,0 ± 0,0 ^a	6,9 ± 0,2 ^a
8	6,7 ± 0,0 ^a	6,7 ± 0,0 ^a	6,7 ± 0,0 ^a	
SNI 01-2708-1992	Minimal 7,0			

Keterangan : Data merupakan rata-rata dari dua ulangan.

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$)



Gambar 12. Grafik Nilai Organoleptik Kenampakan Ikan Teri Asin Kering

Rata-rata nilai yang diperoleh adalah 6,7 – 7,0. Nilai 7 ini pada spesifikasi kenampakan adalah : utuh, bersih dan agak kusam (Lampiran 1). Untuk ikan teri asin kering, nilai organoleptik yang ditetapkan oleh SNI 01-2708-1992 adalah minimal 7 (BSN, 1992), jadi produk penelitian masih memenuhi kriteria. Kenampakan yang agak kusam adalah disebabkan oleh garam yang menempel pada permukaan ikan teri asin kering yang biasanya menimbulkan warna keputihan.

Pengaruh panas selama pengeringan dapat menyebabkan terjadinya reaksi pencoklatan (*Maillard*) antara senyawa amino dengan gula pereduksi. Gula pereduksi pada ikan merupakan hasil pemecahan glikogen sesaat setelah ikan mati. Reaksi antara asam amino dan gula pereduksi akan membentuk melanoidin, suatu polimer berwarna coklat yang dapat menurunkan nilai kenampakan produk. Pencoklatan juga terjadi karena reaksi antara protein, peptida dan asam amino dengan hasil dekomposisi lemak (Lee, 1983). Reaksi *Maillard* ini mudah terjadi pada bahan pangan yang berkadar air lebih besar dari 2% (Jay, 1992).

Indriati *et al.*, (1991) menemukan bahwa reaksi pencoklatan ikan asin di Indonesia kebanyakan terjadi pada produk berkadar garam 7,70% – 16,90% dengan nilai aktifitas air (A_w) antara 0,70 – 0,78. Untuk mempertahankan mutu ikan asin, hal-hal tersebut di atas harus menjadi pertimbangan di dalam melakukan proses pengolahan.

Selama masa penyimpanan 8 minggu, pada semua perlakuan konsentrasi khitosan (0,0%; 0,5%; 1,0%) penurunan nilai organoleptik kenampakan relatif kecil.

Hal ini berkaitan dengan total bakteri yang ada pada ikan teri asin kering yang jumlahnya relatif kecil dan jauh di bawah ketentuan SNI ikan teri asin kering (BSN,1992), yaitu maksimal : 1×10^5 koloni/g sampel. Jumlah bakteri yang sedikit ini akan meminimalisasi tingkat kerusakan. Selain itu, nilai A_w ikan teri asin kering yang relatif kecil (antara 0,625 – 0,649) juga akan meminimalisasi terjadinya reaksi pencoklatan.

Berdasarkan uji statistik Kruskal-Wallis (Lampiran 16a, 16b, 16c), dapat dikatakan bahwa variabel konsentrasi khitosan (signifikansi 0,499) dan lama penyimpanan (signifikansi 0,055) tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap variabel organoleptik kenampakan ikan teri asin kering. Demikian pula untuk pengaruh interaksi keduanya juga tidak signifikan (Tabel 18).

4.4.2. Organoleptik Bau

Lemak dan protein yang dipecah oleh bakteri perusak yang mencemari ikan teri asin kering akan menghasilkan bau yang tidak diinginkan. Bau ini berasal dari metabolit-metabolit sederhana yang dihasilkan oleh bakteri. Menurut Bligh *et al.*, (1988), pengeringan dapat mendorong terjadinya oksidasi dan ketengikan pada lemak sehingga dapat menurunkan nilai organoleptik bau.

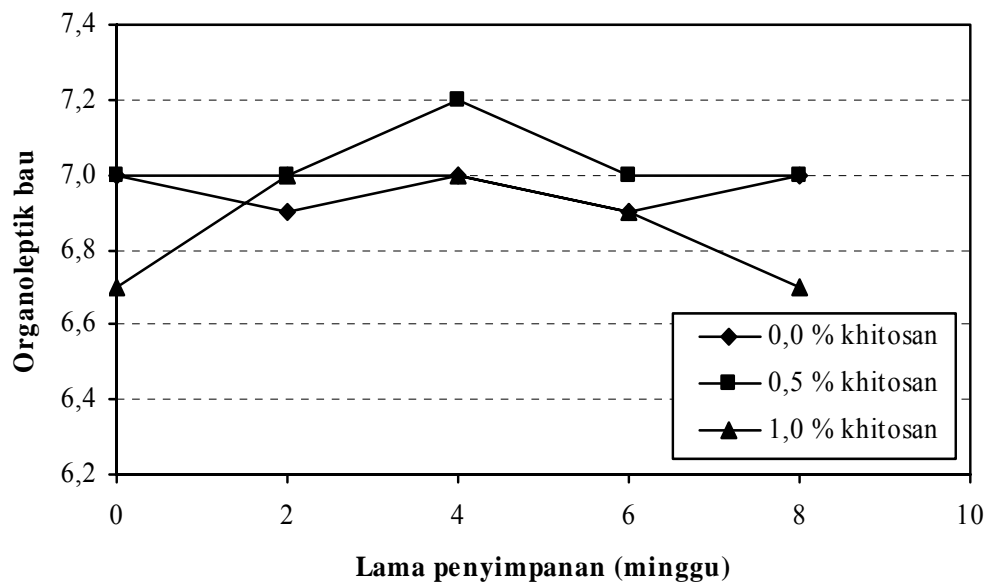
Dari semua kombinasi perlakuan, semuanya memperoleh nilai organoleptik bau berkisar antara 6,7 – 7,2. Berdasarkan Lampiran 1, nilai 7 pada spesifikasi bau memiliki ciri-ciri : hampir netral dan sedikit bau tambahan. Secara lengkap penilaian organoleptik bau ikan teri asin kering dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19. Rata-rata Nilai Organoleptik Bau Ikan Teri Asin Kering

Perlakuan	Konsentrasi khitosan (%)		
	0,0	0,5	1,0
	Nilai organoleptik bau		
Lama penyimpanan (minggu) : 0	7,0 ± 0,0 ^a	7,0 ± 0,0 ^a	6,7 ± 0,0 ^a
2	6,9 ± 0,2 ^a	7,0 ± 0,0 ^a	7,0 ± 0,0 ^a
4	7,0 ± 0,0 ^a	7,2 ± 0,0 ^a	7,0 ± 0,0 ^a
6	6,9 ± 0,2 ^a	7,0 ± 0,0 ^a	6,9 ± 0,0 ^a
8	7,0 ± 0,0 ^a	7,0 ± 0,0 ^a	6,7 ± 0,0 ^a
SNI 01-2708-1992	Minimal 7,0		

Keterangan : Data merupakan rata-rata dari dua ulangan.

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$)



Gambar 13. Grafik Nilai Organoleptik Bau Ikan Teri Asin Kering

Jika dibandingkan dengan standar nilai organoleptik yang ditetapkan dalam SNI 01-2708-1992, produk yang dihasilkan oleh penelitian ini masih bisa memenuhi kriteria tersebut. Aktifitas air yang cukup rendah (0,625 – 0,649) dapat menghambat pertumbuhan bakteri sehingga mengurangi perombakan senyawa makromolekul (lemak & protein) oleh bakteri.

Melihat hasil uji statistik Kruskal-Wallis (Lampiran 18a, 18b, 18c), dapat dikatakan bahwa variabel konsentrasi khitosan, lama penyimpanan maupun interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$). Pengaruh interaksi antara konsentrasi khitosan dan lama penyimpanan terhadap variabel organoleptik bau ikan teri asin kering dapat dilihat pada Tabel 19. Pemakaian khitosan tidak menurunkan nilai organoleptik bau, sehingga untuk aplikasi lebih lanjut tidak akan mempengaruhi penerimaan konsumen terhadap produk teri asin kering yang menggunakan khitosan sebagai pengawet. Selama masa penyimpanan 8 minggu, penurunan nilai organoleptik bau relatif kecil, sehingga secara statistik tidak berbeda. Pada tingkat kerusakan lebih lanjut, metabolit sederhana yang berasal dari protein dan lemak akan menghasilkan bau amonia, busuk, tengik dan bau lainnya yang tidak diinginkan.

4.4.3. Organoleptik Rasa

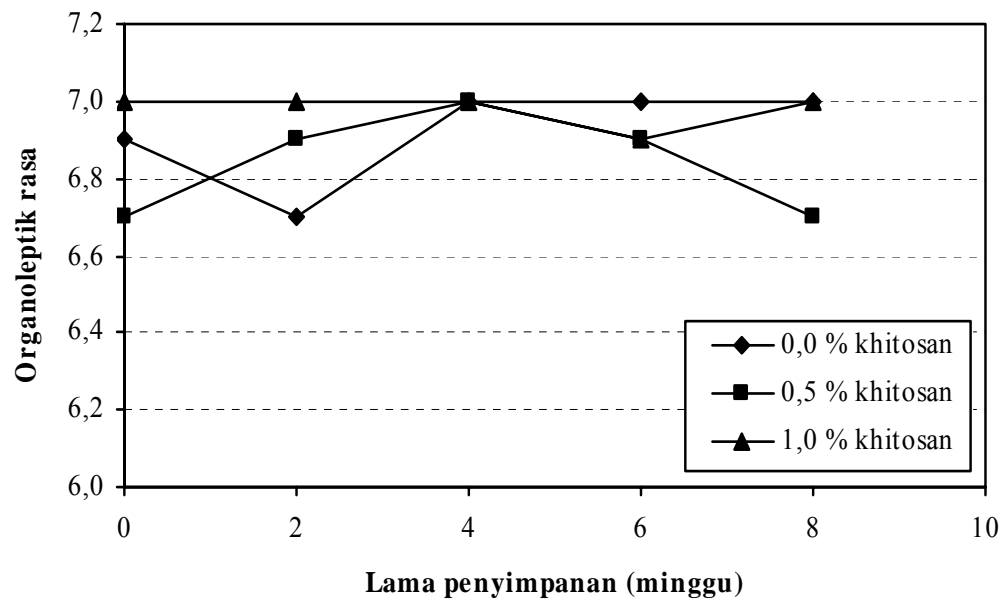
Hasil penilaian organoleptik rasa pada semua kombinasi perlakuan adalah antara 6,7 – 7,0. Jika dibandingkan dengan SNI 01-2708-1992, ikan teri asin kering hasil penelitian ini masih sesuai dengan standar nilai organoleptik. Kriteria skor 7 (Lampiran 1) adalah : enak, spesifik jenis, sedikit rasa tambahan.

Tabel 20. Rata-rata Nilai Organoleptik Rasa Ikan Teri Asin Kering

Perlakuan	Konsentrasi khitosan (%)		
	0,0	0,5	1,0
	Nilai organoleptik rasa		
Lama penyimpanan (minggu) : 0	6,9 ± 0,2 ^a	6,7 ± 0,0 ^a	7,0 ± 0,0 ^a
2	6,7 ± 0,0 ^a	6,9 ± 0,2 ^a	7,0 ± 0,0 ^a
4	7,0 ± 0,0 ^a	7,0 ± 0,0 ^a	7,0 ± 0,0 ^a
6	7,0 ± 0,0 ^a	6,9 ± 0,2 ^a	6,9 ± 0,2 ^a
8	7,0 ± 0,0 ^a	6,7 ± 0,0 ^a	7,0 ± 0,0 ^a
SNI 01-2708-1992	Minimal 7,0		

Keterangan : Data merupakan rata-rata dari dua ulangan.

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$)



Gambar 14. Grafik Nilai Organoleptik Rasa Ikan Teri Asin Kering

Komponen citarasa pada ikan teri asin kering juga dipengaruhi oleh peristiwa perombakan senyawa makromolekul yang menghasilkan zat-zat yang tidak diinginkan dalam bahan pangan. Selama penyimpanan dari minggu ke-0 sampai ke-8 penurunan nilai rasa tidak terlalu nampak untuk semua perlakuan konsentrasi khitosan. Hal ini terjadi karena jumlah bakteri relatif kecil sehingga senyawa makromolekul yang dirombak juga sedikit dan tidak begitu mempengaruhi rasa.

Jika dilihat dari hasil uji statistik Kruskal-Wallis (Lampiran 20a, 20b, 20c), dapat dikatakan bahwa variabel konsentrasi khitosan tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap variabel organoleptik rasa (signifikansi 0,145) ikan teri asin kering, demikian pula untuk variabel lama penyimpanan (signifikansi 0,508). Interaksi antara konsentrasi khitosan dan lama penyimpanan juga tidak memberi pengaruh nyata (signifikansi 0,450) terhadap perubahan nilai organoleptik rasa (Tabel 20).

4.4.4. Organoleptik Konsistensi

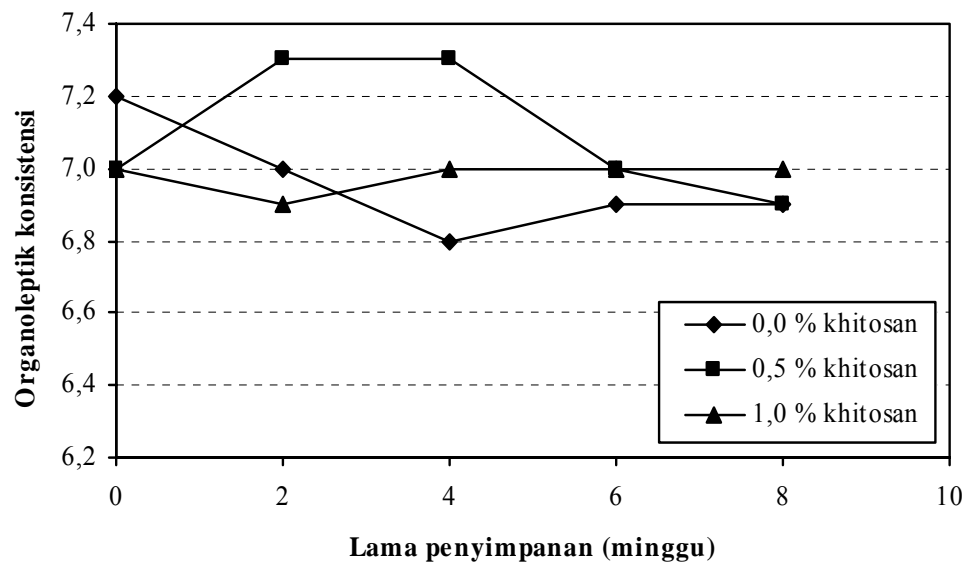
Konsistensi suatu bahan pangan erat kaitannya dengan kandungan air yang ada dalam bahan pangan tersebut. Semakin kecil kandungan airnya maka bahan pangan akan semakin rapuh (Winarno, 1991). Penilaian organoleptik ikan teri asin kering pada semua kombinasi perlakuan adalah berkisar 6,9 – 7,3. Skor 7 pada penilaian organoleptik konsistensi memiliki kriteria : terlalu keras tidak rapuh. Ikan teri asin kering yang terlalu keras kemungkinan disebabkan terlalu kering saat menjemur ikan asin. Secara lengkap penilaian organoleptik konsistensi dapat dilihat pada Tabel 21.

Tabel 21. Rata-rata Nilai Organoleptik Konsistensi Ikan Teri Asin Kering

Perlakuan	Konsentrasi khitosan (%)		
	0,0	0,5	1,0
	Nilai organoleptik konsistensi		
Lama penyimpanan (minggu) : 0	7,2 ± 0,2 ^a	7,0 ± 0,0 ^a	7,0 ± 0,0 ^a
2	7,0 ± 0,0 ^a	7,3 ± 0,0 ^a	6,9 ± 0,0 ^a
4	6,8 ± 0,3 ^a	7,3 ± 0,0 ^a	7,0 ± 0,0 ^a
6	6,9 ± 0,2 ^a	7,0 ± 0,4 ^a	7,0 ± 0,0 ^a
8	6,9 ± 0,1 ^a	6,9 ± 0,2 ^a	7,0 ± 0,0 ^a
SNI 01-2708-1992	Minimal 7,0		

Keterangan : Data merupakan rata-rata dari dua ulangan.

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$)



Gambar 15. Grafik Nilai Organoleptik Konsistensi Ikan Teri Asin Kering

Jika dilihat dari hasil uji statistik Kruskal-Wallis (Lampiran 22a, 22b, 22c), dapat dikatakan bahwa baik variabel konsentrasi khitosan dan lama penyimpanan tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap variabel organoleptik konsistensi ikan teri asin kering. Demikian pula untuk interaksi antara konsentrasi khitosan dan lama penyimpanan juga tidak signifikan (Tabel 21). Konsistensi suatu produk erat kaitannya dengan kadar air. Pada penelitian ini penambahan kadar air relatif kecil sehingga belum menurunkan nilai organoleptik konsistensi ikan teri asin kering.

Tindakan pengemasan pada produk ikan teri asin kering adalah merupakan suatu usaha perlindungan terhadap pengaruh kelembaban udara di ruang penyimpanan. Jika tidak dikemas, udara yang lembab akan dapat meningkatkan kadar air dengan cepat dan ikan teri asin akan menjadi lembek. Penambahan kadar air akan menurunkan nilai konsistensi.

4.4.5. Kapang

Ikan teri asin kering hasil penelitian pada semua kombinasi perlakuan tidak terlihat adanya pertumbuhan kapang sehingga dapat memenuhi kriteria yang tercantum dalam SNI 01-2708-1992, yaitu kapang harus negatif. Seperti diketahui bahwa kapang tumbuh pada nilai aktifitas air (A_w) sekitar 7 (Winarno, 1991; Piggot dan Tucker, 1990). Nilai A_w ikan teri asin kering hasil penelitian nilainya berkisar dari 0,625 – 0,649, jadi kecil kemungkinan kapang dapat tumbuh.

Kapang yang sering tumbuh pada kondisi aktifitas air rendah, selain menurunkan nilai estetika, juga potensial untuk menghasilkan racun. Menurut

penelitian Wheeler *et al.* dan Santoso *et al.* dalam Heruwati (2002), jenis kapang yang dominan pada ikan asin adalah *Polypaecilum pisce* dan *Aspergillus niger*, sedangkan jenis kapang xerofilik yang ditemukan meliputi *A. awamori*, *A. carbonarius*, *A. glaucus*, *A. tamarii* dan *Eurotium glaucus*. Menurut Doe dan Olley (1990), kapang *Polypaecilum pisce* yang ditemukan dari produk ikan asin asal Indonesia dapat tumbuh optimum pada suhu 30°C dan aktifitas air 0,90 – 0,96.

4.5. Pengaruh Perlakuan terhadap Mutu Ikan Teri Asin Kering

Kualitas atau mutu adalah merupakan suatu karakteristik/sifat dari sebuah produk atau komoditi secara keseluruhan. Sifat-sifat tersebut yang membedakan tingkat penerimaan/akseptabilitas bagi konsumen (Sprenger, 1991). Menurut SNI 01-2708-1992 (BSN, 1992), mutu yang bagus untuk ikan teri asin kering yaitu jumlah TPCnya kurang dari 1×10^5 koloni/g, *Escherichia coli* kurang dari 3 APM, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Vibrio cholera* negatif, kadar air maksimal 40%, kadar garam maksimal 15%, kadar abu maksimal 0,3%, nilai organoleptik minimal 7 dan kapang harus negatif.

Secara keseluruhan, ikan teri asin kering pada semua kombinasi perlakuan masih sesuai dengan kriteria yang ditetapkan dalam SNI 01-2708-1992. Hasil analisa mutunya adalah sebagai berikut : kadar air 16,74-20,36%; total bakteri 25-350 koloni/g; *Staphylococcus aureus* negatif; nilai organoleptik 6,7-7,3 dan kapang negatif.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi khitosan tidak berpengaruh terhadap mutu kimiawi maupun organoleptik ikan teri asin kering dan hanya berpengaruh terhadap mutu mikrobiologisnya saja. Hal ini sesuai dengan penelitian-penelitian sebelumnya bahwa senyawa khitosan memiliki aktifitas sebagai anti bakteri (Nicholas,2003; Suseno,2006; Hardjito,2006). Mekanisme khitosan adalah berkaitan dengan gugus NH^{3+} yang reaktif terhadap muatan negatif molekul lain yang ada di sekelilingnya (Roberts, 1992).

Pemakaian khitosan pada pengolahan ikan teri asin kering tidak berpengaruh terhadap nilai organoleptik. Pencelupan dalam larutan khitosan tidak menurunkan nilai organoleptik kenampakan, bau, rasa dan konsistensi produk yang dihasilkannya, sehingga tidak mengurangi penerimaan konsumen.

Dalam penelitian ini perlakuan pencelupan dalam larutan khitosan 0,5% terbukti efektif meningkatkan mutu mikrobiologis. Jumlah total bakteri pada ikan teri asin kering yang dicelup dalam larutan khitosan 0,5% berbeda sangat nyata dengan kontrol (tanpa pencelupan). Konsentrasi khitosan 0,5% mampu menurunkan jumlah bakteri hingga 50% pada lama penyimpanan 8 minggu pada suhu kamar.

Perlakuan lama penyimpanan mempengaruhi mutu kimiawi (kadar air) dan mutu mikrobiologis (total bakteri) ikan teri asin kering, namun selama 8 minggu masa penyimpanan (suhu kamar) belum mempengaruhi mutu mikrobiologisnya. Hal ini diduga berkaitan erat dengan bahan kemasan dan kondisi udara di lingkungan tempat penyimpanan. Dalam penelitian ini digunakan bahan kemasan dari plastik jenis *polyethylene/PE* yang tidak kedap udara. Parker (1986), menyatakan bahwa

polyethylene adalah plastik yang sangat ringan, transparan, kuat dan mempunyai ketahanan fisik yang lebih baik terhadap uap air. Plastik jenis ini paling banyak diproduksi dibanding jenis plastik lainnya dan pada umumnya digunakan sebagai bahan pengemas.

Meski plastik PE memiliki ketahanan fisik terhadap uap air yang relatif baik, seiring bertambahnya waktu penyimpanan penurunan mutu ikan teri asin kering tidak dapat dihindari. Bertambahnya lama penyimpanan menyebabkan peningkatan kadar air dan total bakteri, namun peningkatan kedua parameter tersebut belum menurunkan nilai organoleptik ikan teri asin kering. Pada penelitian ini kenaikan kadar air dan total bakteri relatif kecil, sehingga pengaruhnya terhadap proses perombakan senyawa makromolekul (protein dan lemak) menjadi metabolit-metabolit sederhana yang mudah menguap dan berbau juga relatif kecil. Menurut Fardiaz (1992), mikroorganisma memiliki berbagai enzim yang dapat memecah komponen-komponen makanan menjadi senyawa sederhana yang mengakibatkan perubahan-perubahan sifat makanan, seperti warna/kenampakan, bau, rasa dan tekstur/konsistensi.

Interaksi antara variabel konsentrasi khitosan dan lama penyimpanan hanya mempengaruhi mutu biologis ikan teri asin kering, yaitu berpengaruh terhadap nilai total bakteri. Penurunan konsentrasi khitosan dan penambahan lama penyimpanan akan mengakibatkan peningkatan total bakteri.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Perlakuan konsentrasi khitosan (0,0%; 0,5%; 1,0%) maupun lama penyimpanan (0, 2, 4, 6, 8 minggu) mempengaruhi mutu mikrobiologis ikan teri asin kering, yaitu berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap total bakteri.
2. Perlakuan konsentrasi khitosan tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap mutu kimiawi ikan teri asin kering, baik terhadap kadar air maupun aktifitas air. Sedangkan perlakuan lama penyimpanan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar air.
3. Perlakuan konsentrasi khitosan maupun lama penyimpanan tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap mutu organoleptik ikan teri asin kering.
4. Interaksi antara konsentrasi khitosan dan lama penyimpanan hanya mempengaruhi mutu mikrobiologis, yaitu berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap total bakteri. Penurunan konsentrasi khitosan dan peningkatan lama penyimpanan akan menaikkan nilai total bakteri ikan teri asin kering.

5.2. Saran

1. Pemakaian konsentrasi khitosan 0,5% pada pengolahan ikan teri asin kering bisa dicoba untuk diaplikasikan lebih lanjut dan tidak perlu memakai konsentrasi 1,0%, karena perlakuan konsentrasi khitosan 1,0% tidak berbeda nyata dengan 0,5%. Konsentrasi khitosan 0,5% sudah mampu menekan

jumlah bakteri dibanding perlakuan kontrol selama 8 minggu masa penyimpanan.

2. Dalam proses pembuatan ikan teri asin kering yang paling sulit adalah memperoleh penilaian organoleptik yang tinggi. Yang harus diusahakan adalah mutu bahan baku yang berkualitas tinggi dan menentukan kadar air yang tepat, di mana pada kadar air tersebut aktifitas air dan total bakterinya cukup rendah namun ikan terinya tetap kompak dan lentur (tidak mudah patah).

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianto, E. dan E. Liviawaty. 1994. *Pengawetan dan Pengolahan Ikan*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Arsyad, H. 1990. *Penuntun Pengolahan Ikan (Suatu Rangkuman)*. Penerbit Mahkota, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 1991. *Metode Pengujian Mikrobiologi Produk Perikanan : Metode Pengujian Staphylococcus aureus (SNI 01-2338)*. Balai Bimbingan dan Pengujian Mutu Hasil Perikanan, Ditjen Perikanan, Jakarta.
- _____. 1991. *Metode Pengujian Mikrobiologi Produk Perikanan : Penentuan Angka Lempeng Total (SNI 01-2339)*. Balai Bimbingan dan Pengujian Mutu Hasil Perikanan, Ditjen Perikanan, Jakarta.
- _____. 1991. *Metode Pengujian Organoleptik Produk Perikanan (SNI 01-2345)*. Balai Bimbingan dan Pengujian Mutu Hasil Perikanan, Ditjen Perikanan, Jakarta.
- _____. 1991. *Metode Pengujian Kimia Produk Perikanan : Penentuan Kadar Air (SNI 01-2356)*. Balai Bimbingan dan Pengujian Mutu Hasil Perikanan, Ditjen Perikanan, Jakarta.
- _____. 1992. *Standar Nasional Indonesia Ikan Teri Asin Kering (SNI 01-2708- 1992)*. Balai Bimbingan dan Pengujian Mutu Hasil Perikanan, Ditjen Perikanan, Jakarta.
- Baird-Parker, T.C. 2000. *Staphylococcus aureus* in Barbara M.L., Tony C.B. dan Graham W.G (Eds.). *The Microbiological Safety and Quality of Food*. Vol. III. Aspen Publisher, Inc., Maryland.
- Balai POM. 2005. Press Release Kepala Balai POM DKI Jakarta tentang Bahaya Penggunaan Formalin pada Produk Pangan No : PO.07.05.841.1205.2392 Tanggal 26 Desember 2005, Jakarta.
(www.pom.go.id/public/press_release/detail.asp?id=23)
- Bastaman, S. 1989. *Studies on Degradation and Extraction of Chitin and Chitosan from Prawn Shell*. Thesis. The Departemen of Mechanical, Manufacturing, Aeronautical and Chemical Engineering. The Queen's University, Belfast (tidak dipublikasikan).

- Bligh, E.G., S.J. Shaw, and A.D. Woyewoda. 1988. *Effects of Drying and Smoking on Lipids of Fish* in J.R. Burt (Ed.) *Fish Smoking and Drying : The Effect of Smoking and Drying on The Nutritional Properties of Fish*. Elsevier Applied Science, London.
- Brzeski, M.M. 1987. Chitin and Chitosan Putting Waste to Good Use. *Infofish*. No.5/87:31-33
- Departemen Perindustrian. 1982. *Pembuatan Ikan Asin*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Hasil Perikanan. Publikasi No.4.
- Direktorat Jendral Perikanan. 1992. *Standar Nasional Indonesia (SNI) Ikan Teri Asin Kering (SNI 01-2708)*. Balai Bimbingan dan Pengujian Mutu Hasil Perikanan, Jakarta.
- Doe, P.E. dan J. Olley. 1990. *Drying and Dried Products in Z.E. Sikorski (Ed.) Sea Food: Resources, Nutritional Composition, and Preservation* . CRC Press, Inc., Florida.
- East, G.C. and J.E. McIntyre. 1989. *The Production of Fibers from Chitosan in Gudmund, S., T. Anthosen, P. Sandford (Eds.) Chitin and Chitosan: Sources, Chemistry, Biochemistry, Physicall Properties and Applications*. Elsevier Science Published Ltd., England
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan I*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Gaman, P.M. dan K.B. Sherrington. 1981. *Ilmu Pangan : Pengantar Ilmu Pangan Nutrisi dan Mikrobiologi*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Ghozali, I. 2001. *Aplikasi Analisis Multivariat dengan Program SPSS*. Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang.
- Goosen, M.F.A. (ed.). 2005. *Applications of Chitin and Chitosan in* <http://www.vonl.com/chips/appchit.htm>
- Hardjito, Linawati. 2006. *Ganti Formalin dengan Khitosan* (Suara Merdeka Edisi Minggu 22 Januari)
- Hadiwiyoto, S. 1993. *Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan Jilid 1*. Liberty, Yogyakarta.

- Heruwati, E.S. 2002. *Pengolahan Ikan secara Tradisional : Prospek dan Peluang Pengembangan*, Jurnal Litbang Pertanian 21 (3) : 92-99.
- Hirano. 1989. *Production and Application on Chitin and Chitosan in Japan* In Gudmund, S., T. Anthosen, P. Sandford (Eds.) *Chitin and Chitosan: Sources, Chemistry, Biochemistry, Physical Properties and Applications*. Elsevier Science Published Ltd., England.
- Indriati, N., Tazwir dan E.S. Heruwati. 1991. *Penyebab Kerusakan pada Ikan Asin, Pengecer dan Grosir di Jakarta*, Jurnal Penelitian Pascapanen Perikanan 71: 49-55.
- Jay, J.M. 1992. *Modern Food Microbiology*. Fourth Edition. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Jeuniaux, C. 1989. *Sources of Chitin, Estimated from New Data on Chitin Biomass and Production*. In Gudmund, S., T. Anthosen, P. Sandford (Eds.) *Chitin and Chitosan: Sources, Chemistry, Biochemistry, Physical Properties and Applications*. Elsevier Science Published Ltd., England.
- Lee, F.A. 1983. *Basic Food Chemistry*. Second Edition. The AVI Publishing Company, Inc., Connecticut.
- Moeljanto. 1984. *Penanganan Ikan Segar*. PT. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Nazir, M. 1988. *Metode Penelitian*. Ghalia Indonesia, Jakarta.
- Nicholas, T.A. 2003. *Antimicrobial Use of Native and Enzymatically Degraded Chitosan for Seafood Application*. Thesis. The University of Maine, Maine (tidak dipublikasikan).
- Opstvedt, J. 1988. *Influence of Drying and Smoking on Protein Quality in Fish* in J.R. Burt (Ed.) *Fish Smoking and Drying : The Effect of Smoking and Drying on The Nutritional Properties of Fish*. Elsevier Applied Science, London.
- Pelczar, M.J. dan E.C.S. Chan. 1988. *Dasar-Dasar Mikrobiologi 2*. Penerbit UI – Press, Jakarta.
- Piggot, G.M. dan B.W. Tucker. 1990. *Seafood : Effects of Technology on Nutrition*. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Pudjaatmaka, A.H. (Trans.), Fessenden, J.R. and J.S. Fessenden. 1992. *Kimia Organik* Jilid II. Penerbit Erlangga, Jakarta.

- Prasetyo, K.W. 2004. *Pemanfaatan Limbah Cangkang Udang; Sebagai bahan Pengawet Kayu Ramah Lingkungan dalam Harian Ekonomi Rakyat* (Kamis, 15 Juli 2004).
- Robert, G.A.F. 1992. *Chitin Chemistry*. The Macmillan Press Ltd., London.
- Saanin, H. 1984. *Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan* Jilid I. Binacipta, Bandung.
- Saksono, L. 1986. *Pengantar Sanitasi Makanan*. Penerbit Alumni, Bandung.
- Santosa, S. 2001. *Buku Latihan SPSS Statistik Non Parametrik*. Penerbit PT Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia, Jakarta.
- Santosa, S. 2004. *Buku Latihan SPSS Statistik Multivariat*. Penerbit PT Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia, Jakarta.
- Santosa, P.B. dan Ashari. 2003. *Statistik : Teori dan Aplikasi Program MS. Excel & SPSS Versi 11*. Badan Penerbit Universita Diponegoro, Semarang.
- Sprenger, R.A. 1991. *Hygiene for Management*. Highfield Publications, South Yorkshire.
- Steel, R.G.D. dan J.H. Torrie. 1989. *Prinsip dan Prosedur Statistika*. Gramedia, Jakarta.
- Suara Merdeka. 2005. *Ganti Formalin dengan Chitosan*. (Rabu, 8 September).
- Suriawiria, U. 1986. *Pengantar Mikrobiologi Umum*. Penerbit Angkasa, Bandung.
- Suseno, S.H. 2006. *Kitosan Pengawet Alami Alternatif Pengganti Formalin dalam Semiloka & Temu Bisnis : Teknologi untuk Peningkatan Daya Saing Wilayah Menuju Kehidupan yang Lebih Baik*. Jeparatech Expo 11 – 15 April 2006, Jepara.
- Tsai, Guo-Jane, Wan-Huey Su, Hsing-Chen Chen and Choring-Lang Pan. 2002. *Antimicrobial Activity of Shrimp Chitin and Chitosan from Different Treatments and Applications of Fish Preservation*. Fisheries Science. Vol.68:170-177

Winarno, F.G. dan S. Fardiaz. 1973. *Dasar Teknologi Pangan* . Departemen Teknologi Hasil Pertanian – Fatemeta, IPB, Bogor.

_____ . 1991. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Lampiran 1. Score Sheet Organoleptik Ikan Teri Asin Kering (BSN,1991)

- Jenis produk : Nama :
 Tanggal :
- Cantumkan kode sampel pada kolom yang tersedia sebelum melakukan pengujian.
 - Berikan tanda \surd pada nilai yang dipilih sesuai kode sampel yang diuji.

SPESIFIKASI	NILAI	KODE SAMPEL			
I. KENAMPAKAN :					
-Utuh, bersih, rapi, bercahaya menurut jenis.	9				
- Utuh, bersih, kurang rapi, bercahaya menurut jenis.	8				
-Utuh, bersih agak kusam.	7				
-Utuh, kurang bersih, agak kusam.	6				
-Sedikit rusak fisik, kurang bersih, bbrp.bag. berkarat.	5				
-Sedikit rusak fisik, warna sudah berubah.	4				
-Sebagian hancur, kotor.	3				
-Hancur, kotor sekali, warna berubah dr.spesifik jenis.	1				
II. BAU :					
-Harum, spesifik jenis, tanpa bau tambahan.	9				
-Kurang harum, tanpa bau tambahan.	8				
-Hampir netral, sedikit bau tambahan.	7				
-Netral, sedikit bau tambahan.	6				
-Bau tambahan mengganggu, tdk.busuk, agak tengik	5				
-Tengik, agak apek, bau amoniak.	4				
-Tidak enak, agak busuk, amoniak keras	3				
-Busuk	1				
III. RASA :					
-Sangat enak sekali,spesifik jenis,tanpa rasa tambahan.	9				
-Sangat enak, spesifik jenis, tanpa rasa tambahan.	8				
-Enak, spesifik jenis, sedikit rasa tambahan.	7				
-Agak enak, spesifik jenis, sedikit rasa tambahan.	6				
-Biasa, sedikit rasa tambahan mengganggu.	5				
-Kurang enak, sedikit rasa tambahan mengganggu.	4				
-Tidak enak, agak busuk.	3				
-Sangat tidak enak, busuk.	1				
IV. KONSISTENSI :					
-Padat, kompak, lentur, cukup kering.	9				
-Padat, kompak, lentur, kurang kering.	8				
-Terlalu keras, tidak rapuh.	7				
-Padat, tidak rapuh.	6				
-Lunak, basah, tidak mudah terurai.	5				
-Kering, rapuh, mudah terurai.	4				
-Lunak, rapuh, mudah terurai.	3				
-Lunak, basah, mudah terurai.	2				
-Basah, berair, terurai jelas	1				
V. KAPANG :					
-Tidak ada/tidak tampak.	9				
-Ada/tampak	1				

Lampiran 2. Score Sheet Organoleptik Ikan Teri Segar (BSN, 1991)

SPESIFIKASI	NILAI
I. MATA	
- Cerah, bola mata, menonjol, kornea jernih.	9
- Cerah, bola mata rata, kornea jernih.	8
- Agak cerah, bola mata rata, pupil agak keabu-abuan, kornea agak keruh.	7
- Bola mata agak cekung, pupil berubah agak keabu-abuan, kornea agak keruh.	6
- Bola mata agak cekung, pupil agak keabu-abuan, kornea agak keruh.	5
- Bola mata cekung, pupil mulai berubah menjadi putih susu, kornea keruh.	4
- Bola mata cekung, pupil putih susu, kornea keruh.	3
- Bola mata tenggelam, ditutupi lendir kuning yang tebal.	1
II. INSANG	
- Warna merah cemerlang, tanpa lendir.	9
- Warna merah kuning cemerlang, tanpa lendir.	8
- Warna merah agak kusam, tanpa lendir.	7
- Merah agak kusam, sedikit lendir.	6
- Mulai ada dekolonisasi merah muda, merah coklat, sedikit lendir.	5
- Mulai ada dekolonisasi merah muda, sedikit lendir.	4
- Warna merah coklat, lendir tebal.	3
- Warna merah coklat, atau kelabu, lendir tebal.	2
- Warna putih kelabu, lendir tebal sekali.	1
III. LENDIR PERMUKAAN BADAN	
- Lapisan lendir jernih, transparan, mengkilat cerah, belum ada perubahan warna	9
- Lapisan lendir mulai keruh, agak putih susu, warna terangnya mulai suram	7
- Lendir tebal menggumpal, mulai berubah warna.	5
- Lendir tebal, menggumpal dan berwarna kuning.	3
- Lendir berwarna kekuningan sampai coklat dan tebal, warna cerah hilang, terjadi pengeringan lendir karena terkena udara	1
IV. DAGING DAN PERUT	
- Sayatan daging sangat cemerlang, berwarna asli, tidak ada perubahan sepanjang tulang belakang, perut utuh, ginjal merah terang, dinding perut dagingnya utuh, bau isi perut segar.	9
- Sayatan daging cemerlang, berwarna asli, tidak ada pemerahan sepanjang tulang belakang, perut utuh, ginjal merah terang, dinding perut dagingnya utuh, bau isi perut netral.	8
- Sayatan daging cemerlang, berwarna asli, tidak ada perubahan sepanjang tulang belakang, perut agak lembek, ginjal mulai merah pudar, dinding perut dagingnya utuh, baunya netral.	7
- Sayatan daging masih cemerlang, agak kemerahan sepanjang tulang belakang, dinding perut agak lembek, sedikit bau susu.	6
- Sayatan daging mulai pudar, banyak kemerahan sepanjang tulang belakang, perut agak lembek, bau seperti susu.	5
- Sayatan daging tidak cemerlang, kemerahan sepanjang tulang belakang, rusuk mulai lembek, bau perut sedikit asam.	4
- Sayatan daging kusam, warna merah jelas sekali pada sepanjang tulang belakang, dinding perut agak lunak sekali, bau asam amoniak.	3

Lanjutan Lampiran 2.

- Sayatan daging kusam sekali, warna merah jelas sekali pada sepanjang tulang belakang, dinding perut agak lunak sekali, bau busuk.	1
V. KONSISTENSI	
- Padat, elastis bila ditekan dengan jari, sulit menyobek dari tulang belakang.	9
- Agak padat, elastis bila ditekan dengan jari, sulit menyobek dari tulang belakang, kadang-kadang agak lunak sesuai dengan jenisnya.	8
- Elastis bila ditekan dengan jari, agak lunak, sulit menyobek dari tulang belakang.	7
- Agak lunak, kurang elastis bila ditekan dengan jari, agak mudah menyobek dari tulang belakang.	6
- Agak lunak, belum ada bekas jari bila ditekan, mudah menyobek dari tulang belakang.	5
- Lunak, bekas jari terlihat bila ditekan tetapi cepat hilang, mudah menyobek dari tulang belakang.	4
- Lunak, bekas jari terlihat lama bila ditekan, mudah menyobek dari tulang belakang.	3
- Lunak, bekas jari terlihat lama bila ditekan, mudah sekali menyobek dari tulang belakang.	2
- Sangat lunak, bekas jari terlihat lama bila ditekan, mudah sekali menyobek dari tulang belakang.	1

Lampiran 3. Identifikasi Ikan Teri Bahan Penelitian (Saanin, 1984)



Kingdom : Animalia
Pilum : Chordata
Sub Pilum : Vertebrata
Kelas : Pisces
Sub Kelas : Teleostei
Ordo : Malacopterigii
Famili : Clupeidae
Sub Famili : Engraulidae
Genus : *Stolephorus*
Spesies : *Stolephorus heterolobus* Riipp

Lampiran 4. Karakteristik Khitosan Bahan Penelitian dan Standar Internasional

Parameter	Karakteristik Khitosan	
	Bahan Penelitian*	Standar Internasional**
- Ukuran partikel	Butiran/bubuk < 2 mm	Kepingan sampai bubuk
- Kadar air	7,54%	≤ 10,0
- Kadar abu	0,75%	≤ 2,0
- Kadar protein	-	-
- Derajat deasetilasi	75,42%	≥ 70,0
- Bau	Tidak berbau	Tidak berbau
- Warna larutan	Jernih (agak putih)	Jernih
- Viscositas	300 cp	200 – 799

Sumber : *Suseno (2006)

** Protan Laboratories Inc. dalam Bastaman (1989)

Lampiran 5. Data Pengukuran Suhu (° C) dan Kelembaban Nisbi Udara /RH (%) Ruang Penyimpanan Ikan Teri Asin Kering

Waktu Pengukuran	Suhu (° C)			Kelembaban Nisbi Udara (%)		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Rata-rata	Ulangan 1	Ulangan 2	Rata-rata
06.00	29,0	29,0	29,3	64,5	64,0	64,3
09.00	29,5	29,0	29,3	64,5	64,0	64,3
12.00	30,5	31,0	30,8	67,0	67,0	67,0
15.00	31,0	31,0	31,0	66,5	66,5	66,5
18.00	31,0	31,0	31,0	61,0	62,0	61,5
21.00	31,0	31,0	31,0	61,5	62,0	61,8
24.00	31,0	30,5	30,8	66,5	65,0	65,8
03.00	30,5	31,0	30,8	65,5	65,0	65,3

Lampiran 6. Tabel Nilai TPC (koloni/g) Ikan Teri Asin Kering

Sampel	Ulangan 1	Ulangan 2	Rata-rata
A1B1	250	250	250±0
A2B1	120	90	105±21
A3B1	150	120	135±21
A1B2	90	90	90±0
A2B2	20	30	25±7
A3B2	50	40	45±7
A1B3	80	70	75±7
A2B3	60	30	45±21
A3B3	70	40	55±21
A1B4	170	120	145±35
A2B4	120	90	105±21
A3B4	70	70	70±0
A1B5	310	350	330±28
A2B5	190	130	160±42
A3B5	180	130	155±35

Ket.:A= konsentrasi larutan khitosan (1=0,0%; 2=0,5%; 3=1,0%)

B=lama penyimpanan (1=0 minggu; 2=2 minggu; 3= 4 minggu; 4= 6 minggu; 5= 8 minggu)

Lampiran 7a. Tabel Anova TPC (koloni/g) Ikan Teri Asin Kering

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	192700,000	15	12846,667	36,805	,000
Intercept	427213,333	1	427213,333	1223,940	,000
A	51706,667	2	25853,333	74,068	,000
B	115953,333	4	28988,333	83,050	,000
Blok	2613,333	1	2613,333	7,487	,016
A * B	22426,667	8	2803,333	8,031	,000
Error	4886,667	14	349,048		
Total	624800,000	30			
Corrected Total	197586,667	29			

R Squared = ,974 (Adjusted R Squared = ,944)

Lampiran 7b. Tabel Uji Lanjutan Tukey HSD Variabel Konsentrasi Khitosan terhadap TPC (koloni/g) Ikan Teri Asin Kering

		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
(I) konsentrasi khitosan (%)	(J) konsentrasi khitosan (%)			
,0	,5	90,00	8,355	,000
	1,0	86,00	8,355	,000*
,5	,0	-90,00	8,355	,000*
	1,0	-4,00	8,355	,882
1,0	,0	-86,00	8,355	,000*
	,5	4,00	8,355	,882

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the ,05 level.

Lampiran 7c. Tabel Uji Lanjutan Tukey HSD Variabel Lama Penyimpanan terhadap TPC (koloni/g) Ikan Teri Asin Kering

		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
(I) lama penyimpanan (minggu)	(J) lama penyimpanan (minggu)			
0	2	110,00	10,787	,000*
	4	105,00	10,787	,000*
	6	56,67	10,787	,001*
	8	-51,67	10,787	,002*
2	0	-110,00	10,787	,000*
	4	-5,00	10,787	,989
	6	-53,33	10,787	,002*
	8	-161,67	10,787	,000*
4	0	-105,00	10,787	,000*
	2	5,00	10,787	,989
	6	-48,33	10,787	,004*
	8	-156,67	10,787	,000*
6	0	-56,67	10,787	,001*
	2	53,33	10,787	,002*
	4	48,33	10,787	,004*
	8	-108,33	10,787	,000*
8	0	51,67	10,787	,002*
	2	161,67	10,787	,000*
	4	156,67	10,787	,000*
	6	108,33	10,787	,000*

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the ,05 level.

Lampiran 7d. Tabel Uji Lanjutan HSD Interaksi Variabel Konsentrasi Khitosan & Lama Penyimpanan terhadap TPC (koloni/g) Ikan Teri Asin Kering

	Subset				
VAR	1	2	3	4	5
A2B2	25				
A2B3	45				
A3B2	45	45			
A3B3	55	55			
A3B4	70	70			
A1B3	75	75			
A1B2	90	90			
A2B1	105	105			
A2B4	105	105			
A3B1		135	135		
A1B4		145	145	145	
A3B5			155	155	
A2B5			160	160	
A1B1				250	250
A1B5					330
Sig.	tn	tn	tn	tn	tn

Ket.: Alpha = ,05.

tn = tidak berbeda nyata

Contoh uji lanjut HSD:

$$\begin{aligned}
 - \text{HSD}_{0,05} &= q_{0,05} (\text{df error} = 14; k = 15) = 5,72 \sqrt{(\text{MS error}/n_1 + \text{MS error}/n_2)} \\
 &= 5,79 \sqrt{(349,048/2 + 349,048/2)} \\
 &= 106,866
 \end{aligned}$$

- Beda dua *mean* adalah signifikan jika : $|(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)| > \text{HSD}_{0,05}$

Beda antara		Mean Difference	Kesimpulan
A1B1	A1B2	160,0000	Signifikan
	A1B3	175,0000	Signifikan
	A1B4	105,0000	Tidak Signifikan
	A1B5	80,0000	Tidak Signifikan

Lampiran 8a. Tabel Uji R² Model Regresi Linier Berganda TPC (koloni/g)
Ikan Teri Asin Kering

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,833	,694	,665	48,10393

a Predictors: (Constant), lm. penyimpanan (minggu), kons. khitosan (%)

b Dependent Variable: TPC (kol/minggu)

Lampiran 8b. Tabel Uji F Model Regresi Linier Berganda TPC (koloni/g)
Ikan Teri Asin Kering

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	110139,583	2	55069,792	23,799	,000
	Residual	48593,750	21	2313,988		
	Total	158733,333	23			

a Predictors: (Constant), lm. penyimpanan (minggu), kons. khitosan (%)

b Dependent Variable: TPC (kol/minggu)

Lampiran 8c. Tabel Uji t Model Regresi Linier Berganda TPC (koloni/g)
Ikan Teri Asin Kering

Model		Unstandardized Coefficients	Std. Error	Standardized Coefficients	t	Sig.
		B		Beta		
1	(Constant)	14,375	26,891		,535	,599
	kons. khitosan (%)	-78,750	24,052	-,395	-3,274	,004
	lm. penyimpanan (minggu)	26,667	4,391	,733	6,073	,000

a Dependent Variable: TPC (kol/minggu)

Lampiran 9. Tabel Nilai Kadar Air (% bb) Ikan Teri Asin Kering

Sampel	Ulangan 1	Ulangan 2	Rata-rata
A1B1	18,68	14,80	16,74±2,74
A2B1	19,74	15,77	17,76±2,81
A3B1	19,09	14,95	17,02±2,93
A1B2	21,28	15,50	18,39±4,09
A2B2	21,18	15,93	18,56±3,71
A3B2	21,22	16,14	18,68±3,59
A1B3	21,23	17,55	19,39±2,60
A2B3	22,28	18,43	20,36±2,72
A3B3	21,59	18,32	19,96±2,31
A1B4	19,86	18,16	19,01±1,20
A2B4	20,05	19,07	19,56±0,69
A3B4	20,98	18,48	19,73±1,77
A1B5	21,95	17,86	19,91±2,89
A2B5	22,11	17,20	19,66±3,47
A3B5	22,59	17,59	20,09±3,54

Ket.:A=konsentrasi larutan khitosan (1=0,0%; 2=0,5%; 3=1,0%)

B=lama penyimpanan (1=0 minggu; 2=2 minggu; 3= 4 minggu; 4= 6 minggu; 5= 8 minggu)

Lampiran 10a. Tabel Anova Kadar Air (% bb) Ikan Teri Asin Kering

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	147,304	15	9,820	11,069	,000
Intercept	10814,046	1	10814,046	12189,334	,000
A	1,374	2	,687	,774	,480
B	31,980	4	7,995	9,012	,001
Blok	112,443	1	112,443	126,743	,000
A * B	1,508	8	,188	,212	,983
Error	12,420	14	,887		
Total	10973,770	30			
Corrected Total	159,724	29			

a R Squared = ,922 (Adjusted R Squared = ,839)

Lampiran 10b. Tabel Uji Lanjutan Tukey Variabel Lama Penyimpanan terhadap Kadar Air (%bb) Ikan Teri Asin Kering

		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
(I) Lama penyimpanan (minggu)	(J) Lama penyimpanan (minggu)			
0	2	-1,37000	,543805	,142
	4	-2,72833	,543805	,001
	6	-2,26167	,543805	,007
	8	-2,71167	,543805	,002
2	0	1,37000	,543805	,142
	4	-1,35833	,543805	,147
	6	-,89167	,543805	,498
	8	-1,34167	,543805	,154
4	0	2,72833	,543805	,001
	2	1,35833	,543805	,147
	6	,46667	,543805	,907
	8	,01667	,543805	1,000
6	0	2,26167	,543805	,007
	2	,89167	,543805	,498
	4	-,46667	,543805	,907
	8	-,45000	,543805	,918
8	0	2,71167	,543805	,002
	2	1,34167	,543805	,154
	4	-,01667	,543805	1,000
	6	,45000	,543805	,918

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the ,05 level.

Lampiran 11a. Tabel Uji R² Model Regresi Linier Berganda Kadar Air (% bb) Ikan Teri Asin Kering

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,394	,155	,092	2,235774

a Predictors: (Constant), Lama penyimpanan (minggu), Kons. khitosan (%)

Lampiran 11b. Tabel Uji F Model Regresi Linier Berganda Kadar Air (% bb) Ikan Teri Asin Kering

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	24,760	2	12,380	2,477	,103
	Residual	134,964	27	4,999		
	Total	159,724	29			

a Predictors: (Constant), Lama penyimpanan (minggu), Kons. khitosan (%)

b Dependent Variable: Kadar air (%)

Lampiran 11c. Tabel Uji t Model Regresi Linier Berganda Kadar Air (% bb) Ikan Teri Asin Kering

		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
Model		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	17,519	,866		20,232	,000
	Kons. khitosan (%)	,408	1,000	,072	,408	,686
	Lama penyimpanan (minggu)	,316	,144	,387	2,188	,038

a Dependent Variable: Kadar air (%)

Lampiran 12. Tabel Nilai Aktifitas Air (Aw) Ikan Teri Asin Kering

Sampel	Ulangan 1	Ulangan 2	Rata-rata
A1B1	0,637	0,631	0,634 ± 0,004
A2B1	0,637	0,632	0,635 ± 0,004
A3B1	0,635	0,614	0,625 ± 0,015
A1B2	0,651	0,616	0,634 ± 0,025
A2B2	0,649	0,645	0,647 ± 0,003
A3B2	0,647	0,650	0,649 ± 0,002
A1B3	0,648	0,626	0,637 ± 0,016
A2B3	0,642	0,634	0,638 ± 0,013
A3B3	0,640	0,638	0,639 ± 0,009
A1B4	0,633	0,645	0,639 ± 0,008
A2B4	0,628	0,658	0,643 ± 0,021
A3B4	0,630	0,663	0,647 ± 0,023
A1B5	0,657	0,627	0,642 ± 0,021
A2B5	0,639	0,631	0,635 ± 0,006
A3B5	0,649	0,638	0,644 ± 0,008

Ket.:A=konsentrasi larutan khitosan (1=0,0%; 2=0,5%; 3=1,0%)

B=lama penyimpanan (1=0 minggu; 2=2 minggu; 3= 4 minggu; 4= 6 minggu; 5= 8 minggu)

Lampiran 13. Tabel Anova Aktifitas Air (Aw) Ikan Teri Asin Kering

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1,308E-03	15	8,717E-05	,473	,919
Intercept	12,250	1	12,250	66510,389	,000
A	5,820E-05	2	2,910E-05	,158	,855
B	5,823E-04	4	1,456E-04	,790	,550
Blok	1,825E-04	1	1,825E-04	,991	,336
A * B	4,845E-04	8	6,056E-05	,329	,941
Error	2,578E-03	14	1,842E-04		
Total	12,254	30			
Corrected Total	3,886E-03	29			

a R Squared = ,336 (Adjusted R Squared = -,374)

Lampiran 14a. Tabel Uji R² Model Regresi Linier Berganda Aktifitas Air (Aw)
Ikan Teri Asin Kering

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,255	,065	-,004	,011601

a Predictors: (Constant), Lama penyimpanan (minggu), Konsentrasi khitosan (%)

b Dependent Variable: Aw

Lampiran 14b. Tabel Uji F Model Regresi Linier Berganda Aktifitas Air (Aw)
Ikan Teri Asin Kering

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,000	2	,000	,938	,404
	Residual	,004	27	,000		
	Total	,004	29			

a Predictors: (Constant), Lama penyimpanan (minggu), Konsentrasi khitosan (%)

b Dependent Variable: Aw

Lampiran 14c. Tabel Uji t Model Regresi Linier Berganda Aktifitas Air (Aw)
Ikan Teri Asin Kering

		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
Model		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,634	,004		141,048	,000
	Kons. khitosan (%)	3,300E-03	,005	,118	,636	,530
	Lama penyimpanan (minggu)	9,083E-04	,001	,226	1,213	,236

a Dependent Variable: Aw

Lampiran 15. Tabel Nilai Organoleptik Kenampakan Ikan Teri Asin Kering

Sampel	Ulangan 1	Ulangan 2	Rata-rata
A1B1	7,0	7,0	7,00 ± 0,00
A2B1	7,0	7,0	7,00 ± 0,00
A3B1	7,0	7,0	7,00 ± 0,00
A1B2	7,0	6,7	6,85 ± 0,21
A2B2	7,0	6,7	6,85 ± 0,21
A3B2	7,0	7,0	7,00 ± 0,00
A1B3	6,6	7,0	6,80 ± 0,21
A2B3	7,0	7,0	7,00 ± 0,00
A3B3	7,0	7,0	7,00 ± 0,00
A1B4	7,0	6,7	6,85 ± 0,21
A2B4	7,0	7,0	7,00 ± 0,00
A3B4	7,0	6,7	6,85 ± 0,21
A1B5	6,7	6,7	6,70 ± 0,00
A2B5	6,7	6,7	6,70 ± 0,00
A3B5	6,7	6,7	6,70 ± 0,00

Ket.:A=konsentrasi larutan khitosan (1=0,0%; 2=0,5%; 3=1,0%)

B=lama penyimpanan (1=0 minggu; 2=2 minggu; 3= 4 minggu; 4= 6 minggu; 5= 8 minggu)

Lampiran 16a. Tabel Uji Kruskal-Wallis Variabel Konsentrasi Khitosan terhadap Nilai Organoleptik Kenampakan

	Ranking Org. Kenampakan
Chi-Square	1,389
df	2
Asymp. Sig.	,499

Kruskal Wallis Test

Grouping Variable: Kons. khitosan (0,0%; 0,5%; 1,0%)

Lampiran 16b. Tabel Uji Kruskal-Wallis Variabel Lama Penyimpanan terhadap Nilai Organoleptik Kenampakan

	Ranking Org. Kenampakan
Chi-Square	9,257
df	4
Asymp. Sig.	,055

Kruskal Wallis Test

Grouping Variable: Lama penyimpanan (0; 2; 4; 6; 8 minggu)

Lampiran 17. Tabel Nilai Organoleptik Bau Ikan Teri Asin Kering

Sampel	Ulangan 1	Ulangan 2	Rata-rata
A1B1	7,0	7,0	7,00 ± 0,00
A2B1	7,0	7,0	7,00 ± 0,00
A3B1	6,7	6,7	6,70 ± 0,00
A1B2	6,7	7,0	6,85 ± 0,21
A2B2	7,0	7,0	7,00 ± 0,00
A3B2	7,0	7,0	7,00 ± 0,00
A1B3	7,0	7,0	7,00 ± 0,00
A2B3	7,3	7,0	7,15 ± 0,21
A3B3	7,0	7,0	7,00 ± 0,00
A1B4	7,0	6,7	6,85 ± 0,21
A2B4	7,0	7,0	7,00 ± 0,00
A3B4	6,7	7,0	6,85 ± 0,21
A1B5	7,0	7,0	7,00 ± 0,00
A2B5	7,0	7,0	7,00 ± 0,00
A3B5	6,7	6,7	6,70 ± 0,00

Ket.:A=konsentrasi larutan khitosan (1=0,0%; 2=0,5%; 3=1,0%)

B=lama penyimpanan (1=0 minggu; 2=2 minggu; 3= 4 minggu; 4= 6 minggu; 5= 8 minggu)

Lampiran 18a. Tabel Uji Kruskal-Wallis Variabel Konsentrasi Khitosan terhadap Nilai Organoleptik Bau

	Ranking org. bau
Chi-Square	5,124
df	2
Asymp. Sig.	,077

Kruskal Wallis Test

Grouping Variable: Kons. khitosan (0,0%; 0,5%; 1,0%)

Lampiran 18b. Tabel Uji Kruskal-Wallis Variabel Lama Penyimpanan terhadap Nilai Organoleptik Bau

	Ranking org. bau
Chi-Square	3,637
df	4
Asymp. Sig.	,457

Kruskal Wallis Test

Grouping Variable: Lama penyimpanan (0; 2; 4; 6; 8 minggu)

Lampiran 19. Tabel Nilai Organoleptik Rasa Ikan Teri Asin Kering

Sampel	Ulangan 1	Ulangan 2	Rata-rata
A1B1	7,0	6,7	6,85 ± 0,21
A2B1	6,7	6,7	6,70 ± 0,00
A3B1	7,0	7,0	7,00 ± 0,00
A1B2	6,7	6,7	6,70 ± 0,00
A2B2	6,7	7,0	6,85 ± 0,21
A3B2	7,0	7,0	7,00 ± 0,00
A1B3	7,0	7,0	7,00 ± 0,00
A2B3	7,0	7,0	7,00 ± 0,00
A3B3	7,0	7,0	7,00 ± 0,00
A1B4	7,0	7,0	7,00 ± 0,00
A2B4	6,7	7,0	6,85 ± 0,21
A3B4	6,7	7,0	6,85 ± 0,21
A1B5	7,0	7,0	7,00 ± 0,00
A2B5	6,7	6,7	6,70 ± 0,00
A3B5	7,0	7,0	7,00 ± 0,00

Ket.:A=Konsentrasi larutan khitosan (1=0,0%; 2=0,5%; 3=1,0%)

B=Lama penyimpanan (1=0 minggu; 2=2 minggu; 3= 4 minggu; 4= 6 minggu; 5= 8 minggu)

Lampiran 20a. Tabel Uji Kruskal-Wallis Variabel Konsentrasi Khitosan terhadap Nilai Organoleptik Rasa

	Ranking org. rasa
Chi-Square	3,861
df	2
Asymp. Sig.	,145

Kruskal Wallis Test

Grouping Variable: Kons. khitosan (0,0%; 0,5%; 1,0%)

Lampiran 20b. Tabel Uji Kruskal-Wallis Variabel Lama Penyimpanan terhadap Nilai Organoleptik Rasa

	Ranking org. rasa
Chi-Square	3,303
df	4
Asymp. Sig.	,508

Kruskal Wallis Test

Grouping Variable: Lama penyimpanan (0; 2; 4; 6; 8 minggu)

Lampiran 21 . Tabel Nilai Organoleptik Konsistensi Ikan Teri Asin Kering

Sampel	Ulangan 1	Ulangan 2	Rata-rata
A1B1	7,3	7,0	7,15 ± 0,21
A2B1	7,0	7,0	7,00 ± 0,00
A3B1	7,0	7,0	7,00 ± 0,00
A1B2	7,0	7,0	7,00 ± 0,00
A2B2	7,3	7,3	7,30 ± 0,00
A3B2	6,7	7,0	6,85 ± 0,21
A1B3	7,0	6,6	6,80 ± 0,28
A2B3	7,3	7,3	7,30 ± 0,00
A3B3	7,0	7,0	7,00 ± 0,00
A1B4	6,7	7,0	6,85 ± 0,21
A2B4	7,3	6,7	7,00 ± 0,42
A3B4	7,0	7,0	7,00 ± 0,00
A1B5	7,0	6,8	6,90 ± 0,14
A2B5	7,0	6,0	6,85 ± 0,21
A3B5	7,0	7,0	7,00 ± 0,00

Ket.:A=konsentrasi larutan khitosan (1=0,0%; 2=0,5%; 3=1,0%)

B=lama penyimpanan (1=0 minggu; 2=2 minggu; 3= 4 minggu; 4= 6 minggu; 5= 8 minggu)

Lampiran 22a. Tabel Uji Kruskal-Wallis Variabel Konsentrasi Khitosan terhadap Nilai Organoleptik Konsistensi

	Ranking org.konsistensi
Chi-Square	2,042
df	2
Asymp. Sig.	,360

Kruskal Wallis Test

Grouping Variable: Kons. khitosan (0,0%; 0,5%; 1,0%)

Lampiran 22b. Tabel Uji Kruskal-Wallis Variabel Lama Penyimpanan terhadap Nilai Organoleptik Konsistensi

	Ranking org.konsistensi
Chi-Square	2,123
df	4
Asymp. Sig.	,713

Kruskal Wallis Test

Grouping Variable: Lama penyimpanan (0; 2; 4; 6; 8 minggu)