

**PERENDAMAN "POST MORTEM"
SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN UMUR SIMPAN
PINDANG IKAN TONGKOL**

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Menyelesaikan
Studi Tingkat Strata I Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember



Milik UPT Perpustakaan
UNIVERSITAS JEMBER



Oleh :

Asal : Hadiah
Pembelian
Terima : Tgl, 25 FEB 2003
No. Induk : SRS

S
Klass
641.4
ZAI
P
C.1

Zainun

NIM. 981710101042

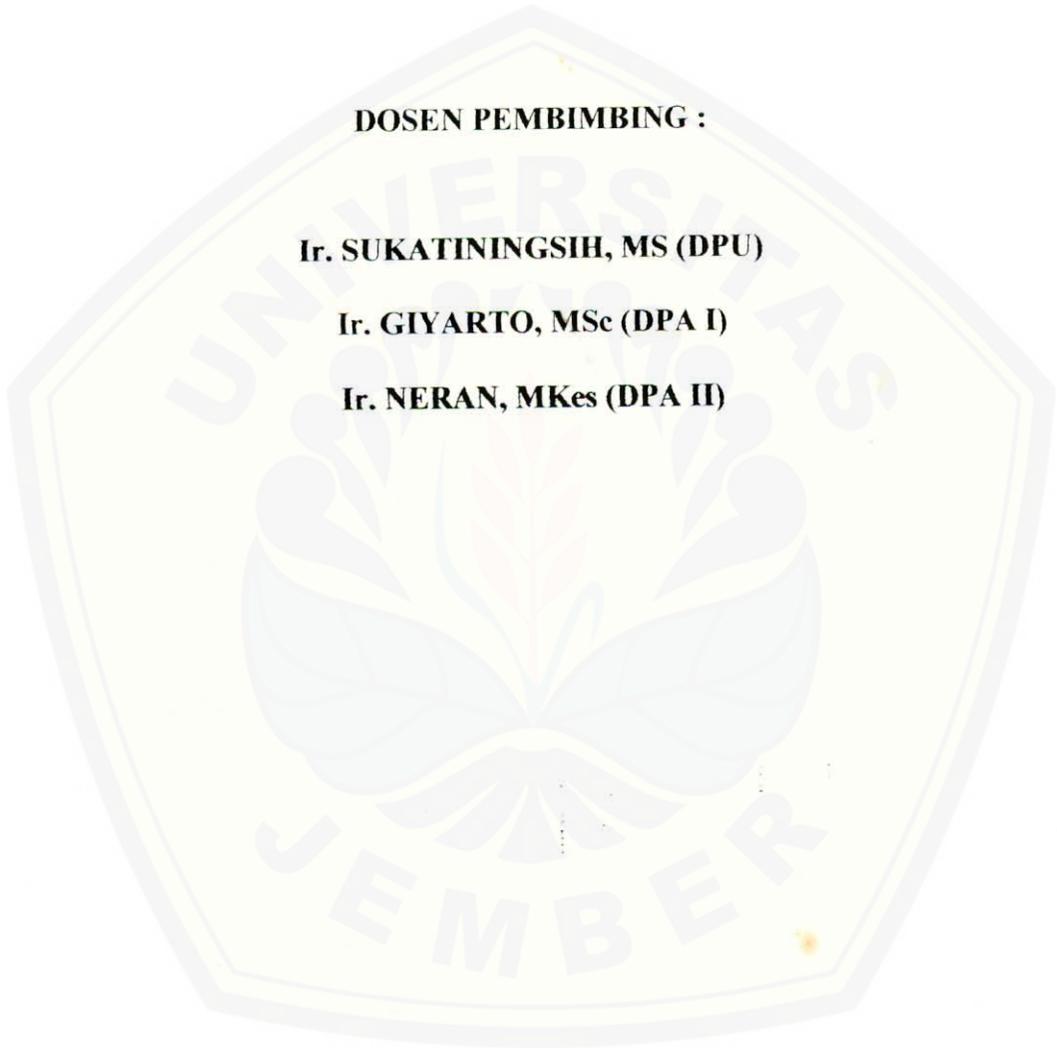
**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2002**

DOSEN PEMBIMBING :

Ir. SUKATININGSIH, MS (DPU)

Ir. GIYARTO, MSc (DPA I)

Ir. NERAN, MKes (DPA II)



MOTTO

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PERSEMBAHAN

Sumber segala ilmu adalah Engkau ya Allah

Sumber segala tauladan adalah engkau ya Rasulullah

Penyebab dorongan ini adalah engkau ya ayah bundaku

Penyebab keberanian itu adalah engkau ya guru-guruku

Ta'zim untuk :

- ❖ *Ayah bundaku, M. Tafrichan dan Nur Fauziyah. Semoga ananda mendapat anugerah Allah tuk dapat menjadi syafa'at bagi ayah bunda menuju ke hadiratNya.*
- ❖ *Mak Sup, caca' Syaichuddin, mba' Lilik Maharani dan my little Nelly "ciput" serta keluarga besar ayah bunda. Makacih atas rame-ramenya.*
- ❖ *My spiritual teachers. Limpahan ilmu, ridlo dan restu panjenengan memantapkan hati tuk selalu maju, meringankan kaki tuk melangkah.*
- ❖ *My "Syeikh Amongraga", Aa' Amin. Thanks for blossoming the rose of my heart.*

Diterima Oleh :

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)

Dipertahankan pada :

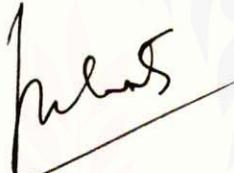
Hari : Senin

Tanggal : 20 Januari 2003

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua



Ir. Sukatiningsih, MS
NIP.130 809 066

Anggota I



Ir. Giyarto, MSc
NIP.132 052412

Anggota II



Ir. Neran, MKes
NIP.130 521 900

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian



Hj. Siti Hartanti, MS
NIP. 130 350 763

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur hanya untuk Allah Pengatur alam semesta, sholawat dan salam untuk junjungan Muhammad Rasulullah saw beserta seluruh para sahabat beliau dan keluarganya.

Dengan rasa kebahagiaan yang mendalam penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung atas terselesaikannya skripsi ini, antara lain :

1. Ir. Hj. Siti Hartanti, MS, selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember,
2. Ir. Susijahadi, MS, selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember,
3. Ir. Sukatiningsih, MS, Ir. Giyarto, MSc dan Ir. Neran, MKes, selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan memberi arahan dalam penelitian dan penulisan karya ilmiah ini,
4. Bapak dan ibu dosen atas ketulusannya dalam mentransfer ilmu,
5. Teknisi Laboratorium THP atas kerja samanya,
6. Kru Pindang Ikan Tongkol (Teh Dian & Teh Orin) "Ngrakit kolom lagi yuk!",
7. Rekan-rekan mahasiswa TP'98 semuanya.

Dengan kerendahan hati penulis menerima dengan senang hati segala bentuk kritik dan saran atas perbaikan skripsi ini. Semoga karya tulis ini dapat memberikan manfaat.

Jember, Januari 2003

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL DALAM	i
HALAMAN DOSEN PEMBIMBING	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
RINGKASAN	xii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Kegunaan Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Ikan Tongkol.....	4
2.2 Perubahan Biokimia Post Mortem.....	4
2.3 Kerusakan Produk Ikan	5
2.4 Pengaruh pH Terhadap Mikroba	8
2.5 Degradasi Protein.....	9
2.6 Ikan Pindang	10
2.7 Asam Cuka.....	10
2.8 Kapur/Sluke Lime	11
2.9 Garam	12
2.10 Hipotesa	12
III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN.....	13
3.1 Alat dan Bahan.....	13
3.1.1 Alat.....	13

3.1.2 Bahan.....	13
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	13
3.3 Metode Penelitian.....	13
3.3.1 Rancangan Penelitian dan Analisa	13
3.3.2 Parameter Pengamatan.....	14
3.3.3 Pelaksanaan Penelitian	14
3.4 Prosedur Analisa.....	16
3.4.1 Total Mikroba.....	16
3.4.2 Kadar Histamin	16
3.4.3 Kadar Total Volatile Nitrogen (TVN).....	18
3.4.4 Nilai pH.....	19
3.4.5 Kadar Air	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Total Mikroba	20
4.2 Histamin.....	22
4.3 Total Volatile Nitrogen(TVN).....	27
4.4 PH	30
4.5 Kadar Air	33
V. KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi Kimia Daging Ikan Tongkol (<i>Eutynnus sp.</i>)	4
2. Analisa Sidik Ragam Nilai Histamin	23
3. Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Tingkat pH Perendam Terhadap Nilai Histamin	24
4. Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Lama Perendaman Terhadap Nilai Histamin	25
5. Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Tingkat pH Perendam dan Lama Perendaman Terhadap Nilai Histamin	26
6. Analisa Sidik Ragam Nilai TVN	29
7. Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Lama Perendaman Terhadap Nilai TVN.....	29
8. Analisa Sidik Ragam Nilai pH	31
9. Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Tingkat pH Perendam Terhadap Nilai pH.....	32
10. Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Lama Perendaman Terhadap Nilai pH.....	32
11. Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Tingkat pH Perendam dan Lama Perendaman Terhadap Nilai pH.....	33
12. Analisa Sidik Ragam Kadar Air	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Mekanisme Kerja Perubahan Biokimia Post Mortem Pada Ikan	8
2. Diagram Alir Produksi Pindang Ikan Tongkol	15
3. Histogram Log Total Mikroba Pindang Ikan Tongkol Pada Berbagai pH Larutan Perendam dan Lama Perendaman Selama Penyimpanan	20
4. Histogram Kadar Histamin Pindang Ikan Tongkol Pada Berbagai pH Larutan Perendam dan Lama Perendaman Selama Penyimpanan	22
5. Histogram Total Volatile Nitrogen Pindang Ikan Tongkol Pada Berbagai pH Larutan Perendam dan Lama Perendaman Selama Penyimpanan	27
6. Histogram Nilai pH Pindang Ikan Tongkol Pada Berbagai pH Larutan Perendam dan Lama Perendaman Selama Penyimpanan.....	30
7. Histogram Kadar Air Pindang Ikan Tongkol Pada Berbagai pH Larutan Perendam dan Lama Perendaman Selama Penyimpanan.....	34

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : a. Data Total Mikroba
 b. Data Histamin
- Lampiran 2 : a. Data Total Volatile Nitrogen (TVN)
 b. Data pH
- Lampiran 3 : a. Data Mentah Kadar Air
 b. Data Kadar Air (%WB)
- Lampiran 4. Contoh Perhitungan Histamin dan TVN



VARIASI PERENDAMAN “POST MORTEM” SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN UMUR SIMPAN PINDANG IKAN TONGKOL, oleh Zainun (981710101042), Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian dengan Ir. Sukatiningsih, MS sebagai Dosen Pembimbing Utama (DPU), Ir. Giyarto, MSc sebagai Dosen Pembimbing Anggota (DPA) dan Ir. Neran, MKes sebagai Dosen Pembimbing Lapangan (DPL).

RINGKASAN

Pindang ikan tongkol merupakan salah satu produk perikanan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan protein hewani. Kebutuhan tersebut didukung oleh adanya potensi hasil perikanan laut yang cukup melimpah. Upaya optimalisasi pengolahan ikan tongkol menjadi produk pindang masih menemui kendala karena produk tersebut mudah rusak. Oleh karena itu perlu adanya upaya untuk memperpanjang umur simpan pindang ikan tongkol. Salah satu teknologi yang dapat digunakan adalah dengan menjaga kondisi kesegaran ikan sebagai bahan baku pembuatan pindang ikan tongkol dengan perlakuan perendaman post mortem.

Tujuan penelitian ini adalah menentukan tingkat pH larutan perendam, lama perendaman dan kombinasi keduanya pada perendaman post mortem sebagai upaya penyediaan ikan segar untuk pembuatan pindang ikan tongkol dengan kualitas baik.

Penelitian dilaksanakan dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK), menggunakan dua faktor dan masing-masing faktor terdiri dari 4 dan 2 level. Faktor pertama (A) adalah tingkat pH yaitu A1 = pH 3, A2 = pH 5, A3 = pH 7, A4 = pH 9 dan faktor kedua (B) adalah lama perendaman yaitu B1 = 10 menit, B2 = 20 menit, dengan dua kali perulangan. Parameter pengamatan dalam penelitian meliputi : a) total mikroba, b) histamin, c) *total volatile nitrogen* (TVN), d) pH dan e) kadar air. Data hasil pengamatan dianalisa dengan metode deskriptif disajikan dalam bentuk grafik dan ditunjang dengan analisa statistik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH larutan perendam yang dapat meminimalkan kerusakan adalah. Perendaman post mortem pada larutan dengan pH 3 (A1) dapat memperpanjang umur simpan pindang ikan tongkol sampai 3 hari penyimpanan. Perendaman post mortem selama 20 menit (B2) dapat memperpanjang umur simpan pindang ikan tongkol sampai 3 hari penyimpanan. Kombinasi perlakuan yang efektif untuk meminimalkan kerusakan pindang ikan tongkol adalah A3B2 dengan total mikroba pada awal pengamatan sebesar 1.1×10^6 cfu/gr bahan, kadar histamin 9.24 mg/100 gr bahan, TVN 0.14 mg/gr bahan, pH 6.05 dan kadar air 65.9%. Pada pengamatan hari ke 3 total mikroba sebesar 1.5×10^7 cfu/gr bahan, kadar histamin 160.31 mg/100 gr bahan, TVN 0.2 mg/gr bahan, pH 7.26 dan kadar air 69.3%. Sedangkan pada pengamatan hari ke 6 total mikroba sebesar 2.1×10^8 cfu/gr bahan, kadar histamin 228.57 mg/100 gr bahan, TVN 0.25 mg/gr bahan, pH 8.18 dan kadar air 70.18%.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banyak sekali komoditi pangan yang dihasilkan dari perairan seperti ikan, udang, kerang/tiram, kepiting, tripang, cumi-cumi, rumput laut dan sebagainya. Ikan umumnya lebih banyak dikenal dari pada hasil perikanan lainnya, karena ikan paling banyak ditangkap dan dikonsumsi. Sebagai bahan pangan, kedudukan ikan menjadi sangat penting karena mengandung protein yang cukup tinggi sehingga digolongkan sebagai sumber protein (Anies dan Rizal, 1988).

Produksi ikan laut di Jember pada tahun 2000 mencapai 9.385,35 ton yang tersebar di beberapa wilayah kecamatan yaitu Puger, Kencong, Gumukmas, Tempurejo, Ambulu. Sedangkan perikanan darat sebesar 1.786,97 ton tersebar di seluruh wilayah Jember. Salah satu jenis ikan laut yang banyak dikenal dan dikonsumsi oleh masyarakat adalah ikan tongkol (*Eutynnus sp*). Produksi ikan tongkol di Kabupaten Jember termasuk terbesar setelah ikan lemuru dengan nilai produksi untuk tahun 2000 sebesar 1.139,40 ton atau senilai Rp 22.788.000.000,00 (Anonim, 2000).

Jenis ikan tongkol (*Eutynnus sp*) merupakan jenis ikan yang dapat diproduksi sebagai produk pemindangan (Hadiwiyoto, 1983). Dalam produksi ikan olahan di Jember khususnya perikanan laut termasuk jenis ikan tongkol, pemindangan menempati urutan pertama dengan produksi 1.824,80 ton yang produknya didistribusikan pada kota-kota sekitar yaitu Probolinggo, Surabaya, Malang, Banyuwangi, Jawa Tengah dan Jawa Barat serta Bali (Anonim, 2000).

Ikan seperti halnya produk lain mudah mengalami kerusakan, begitu pula ikan tongkol (*Eutynnus sp*). Jika sudah mengalami masa rigor mortis akan mengalami pembusukan dan seringkali menyebabkan keracunan jika dikonsumsi. Pembusukan terjadi akibat tingginya jumlah protein yang rusak dan kadar histamin pada ikan tersebut.



Ikan yang menggelepar menyebabkan kekurangan oksigen dan glikogen otot rendah. Perubahan glikogen menjadi asam laktat menjadi sedikit dan penurunan pH tidak besar. Akibatnya ikan lebih cepat mengalami kebusukan. Keadaan asam akan menghambat pertumbuhan bakteri. Untuk mempertahankan keawetan ikan, proses rigor mortis harus diperlambat selama mungkin agar pertumbuhan bakteri dan reaksi enzimatik dapat dicegah (Anies dan Rizal, 1988).

Menurut Kimata (1961) bahwa produksi histamin adalah salah satu indikator kerusakan ikan yang tingginya dipengaruhi oleh suhu dan pH lingkungan.

Tingkat keasaman (pH) bahan makanan merupakan parameter yang berpengaruh terhadap kehidupan mikroorganisme dalam bahan makanan tersebut selama pengolahan, penyimpanan serta distribusinya. Beberapa jenis mikroorganisme mampu tumbuh pada kisaran pH yang lebar. Ada anggapan bahwa mikroorganisme mampu melakukan stabilisasi pH isi selnya secara efisien, namun kenyataan membuktikan bahwa pH lingkungan berpengaruh terhadap pH sel mikroorganisme. Suatu percobaan menunjukkan bahwa penurunan pH isi sel lebih efektif apabila lingkungannya diasamkan dengan asam organik (Sardjono, 1988).

Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Sukatiningsih dkk (2001), dapat diketahui bahwa produksi pindang ikan tongkol dengan perendaman pada larutan asam cuka 0,1 % selama 10 menit sebelum pemindangan menghasilkan pindang ikan tongkol dengan rasa yang tidak asam (normal) dan mampu memperlama umur simpan pindang ikan tongkol.

1.2 Permasalahan

Mutu pindang ikan tongkol yang beredar di pasaran umumnya belum memungkinkan produk tersebut untuk dikategorikan sebagai komoditi yang memiliki umur simpan lama. Hal ini dikarenakan produk ini mudah mengalami kerusakan setelah penyimpanan 2 hari. Padahal

pandang ikan tongkol memiliki prospek yang bagus terlebih jika mampu bertahan lama.

Salah satu upaya untuk memperbaiki umur simpan pandang ikan tongkol adalah dengan penggunaan bahan baku yang baik. Bahan baku yang baik artinya adalah bahwa ikan tongkol yang akan dipandang harus memiliki kondisi post mortem yang higienis. Dan proses rigor mortis diperlambat selama mungkin agar pertumbuhan mikroorganisme dan reaksi enzimatik dapat dicegah. Teknologi yang dapat digunakan untuk tujuan tersebut diantaranya adalah dengan memberikan perlakuan awal post mortem dengan perendaman dalam larutan dengan pengaturan pH dan lama perendaman. Namun sampai saat ini belum diketahui tingkat pH larutan perendam dan lama perendaman post mortem yang dapat menghasilkan pandang ikan tongkol dengan kerusakan minimal yang ditandai dengan rendahnya kadar histamin sebagai satu indikator kerusakan terpenting.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh pH larutan perendam pada perendaman post mortem terhadap umur simpan pandang ikan tongkol.
2. Mengetahui pengaruh lama perendaman post mortem terhadap umur simpan pandang ikan tongkol.
3. Mengetahui kombinasi pH dan lama perendaman post mortem terhadap umur simpan pandang ikan tongkol.

1.4 Kegunaan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pH larutan perendam dan lama perendaman yang dapat mempertahankan mutu pandang ikan tongkol. Dengan demikian dapat mengurangi ikan pandang yang rusak dan memperbaiki perekonomian masyarakat yang memproduksi pandang ikan tongkol. Selain itu informasi tersebut dapat digunakan sebagai referensi untuk menemukan perlakuan lain yang lebih efektif.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ikan Tongkol

Ikan tongkol (*Eutynnus sp.*) atau dikenal dengan *frigate mackerel* termasuk jenis ikan yang disukai konsumen karena mempunyai beberapa keunggulan. Keunggulan ikan tongkol terdapat dalam cirinya yaitu mempunyai daging tebal, tidak bersisik dan rasanya lebih enak (Anonim,1998). Ikan tongkol mempunyai rupa yang bersih dan bercahaya yang merefleksikan warna yang khas dari spesies ikan serta tidak mudah rusak fisiknya. Pada pengolahan menjadi pindang, ikan tersebut memberi rasa enak yang khas, rasa asin yang lembut, aroma ikan rebus dan teksturnya lembut dan basah (Putro, 1983).

Ikan mengandung beberapa zat gizi penting yang dibutuhkan oleh manusia. Berikut ini adalah kandungan gizi yang terdapat dalam ikan tongkol(*Eutynnus sp.*) seperti yang tercantum pada Tabel 1.

Tabell. Komposisi Kimia Daging Ikan Tongkol (*Eutynnus sp.*)

Komponen	Kandungan(%)
Air	71,70
Protein	26,00
Lemak	1,00
Mineral	1,30
Vitamin A	0,40-0,70 mg/g
Vitamin D3	10,00-40,00 mg/g

Sumber : Zaitsev, 1969 dalam Sutrisno, 2000.

2.2 Perubahan Biokimia Post Mortem

Segera setelah ikan tertangkap lalu mati, maka akan terjadi perubahan biokomia post mortem pada ikan. Perubahan-perubahan ini dapat terlihat pada daging ikan. Secara fisik daging ikan mula-mula akan kehilangan elastisitasnya kemudian akan kejang, kaku lalu menjadi lemas lagi. Fase post mortem ini dapat dibagi tiga yaitu pre-rigor, rigor mortis dan post rigor.

Pada fase pre rigor konsentrasi ATP masih cukup tinggi dan energi yang terbentuk masih cukup rendah, tidak cukup untuk mengakibatkan terjadinya penggabungan antara protein aktin dan protein miosin menjadi aktomiosin sehingga ikan menjadi lunak dan lentur.

Pada fase rigor mortis daging menjadi keras (kaku dan rigid) hal ini terjadi setelah 1-7 jam ikan mati dan apabila dibekukan maka fase ini terjadi setelah 3-120 jam. Daging ikan yang kaku tersebut disebabkan terjadinya kontraksi yang merupakan hasil interaksi protein aktin dan protein miosin membentuk aktomiosin. Dengan terbentuknya aktomiosin ini ukuran sarkomer akan menjadi lebih pendek sehingga daging mengkerut dan menjadi kaku sedangkan relaksasi merupakan kebalikannya (Anies dan Rizal, 1988).

Saat ikan segar mengalami kerusakan, ikan tersebut melewati fase rigor mortis dan terjadilah autolisis yang menyebabkan turunnya tingkat kelarutan protein. Umumnya produk-produk perikanan memiliki kandungan asam amino yang tinggi dan nilai tersebut akan menurun seiring dengan waktu simpan. Hal ini yang menurunkan kesegaran pada produk perikanan (Nelankar, 1958 dalam Simidu et al, 1961).

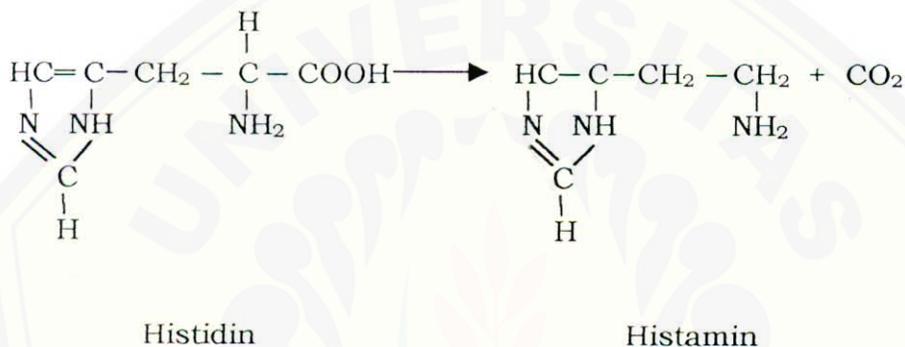
Kontaminasi bakteri perusak maupun patogen biasanya masuk melalui saluran pencernaan, menyebar ke dinding saluran pencernaan hingga daging sekitar saluran pencernaan. Proses ini didukung oleh aktifitas enzim proteolitik, dimana pada saluran pencernaan enzim yang diperoleh dari bakteri melekat pada saluran pencernaan (Jay, 1986).

2.3 Kerusakan Produk Ikan

Masyarakat luas telah mengetahui bahwa kerusakan produk ikan dikarenakan kandungan histamin. Hal ini dipercaya bahwa histamin diproduksi oleh aktivitas bakteri penyebab kerusakan (Kimata, 1961). Aktivitas bakteri dekarboksilase menyebabkan terbentuknya histamin dengan mendekarboksilasi histidin bebas yang banyak terdapat pada otot. Akibat mengkonsumsi ikan *scromboid* yang terkontaminasi oleh bakteri menyebabkan keracunan histamin. Di antara perikanan *scromboid* adalah ikan tuna, tongkol dan lain-lain (Jay, 1986).

Menurut Taylor (1988), proses tersebut selain disebabkan oleh mikroba juga disebabkan proses autolisis. Wojtowicz, 1972 dalam Ernawati (2000) menyatakan bahwa yang berperan dalam autolisis adalah enzim lipase dan protease.

Histamin merupakan dekarboksilasi enzimatik dari histidin. Histamin tersebar secara luas pada organisme terutama pada jaringan kulit dan paru-paru. Histamin berada pada jaringan tersebut dalam bentuk inaktif dan dilepas hanya ketika diperlukan. Reaksi dekarboksilasi histidin menjadi histamin adalah sebagai berikut (Wirahadikusuma, 1989) :



Histamin dapat menyebabkan gangguan kesehatan bagi yang mengkonsumsinya, karena itu FDA menetapkan pedoman bila kadar histamin 20mg/100gr bahan menunjukkan adanya kesalahan penanganan pasca panen dan bila kadarnya mencapai 100mg/100gr bahan dikatakan membahayakan kesehatan, sedangkan kadar yang mendekati ambang batas keracunan adalah 50mg/100gr bahan (Taylor, 1988).

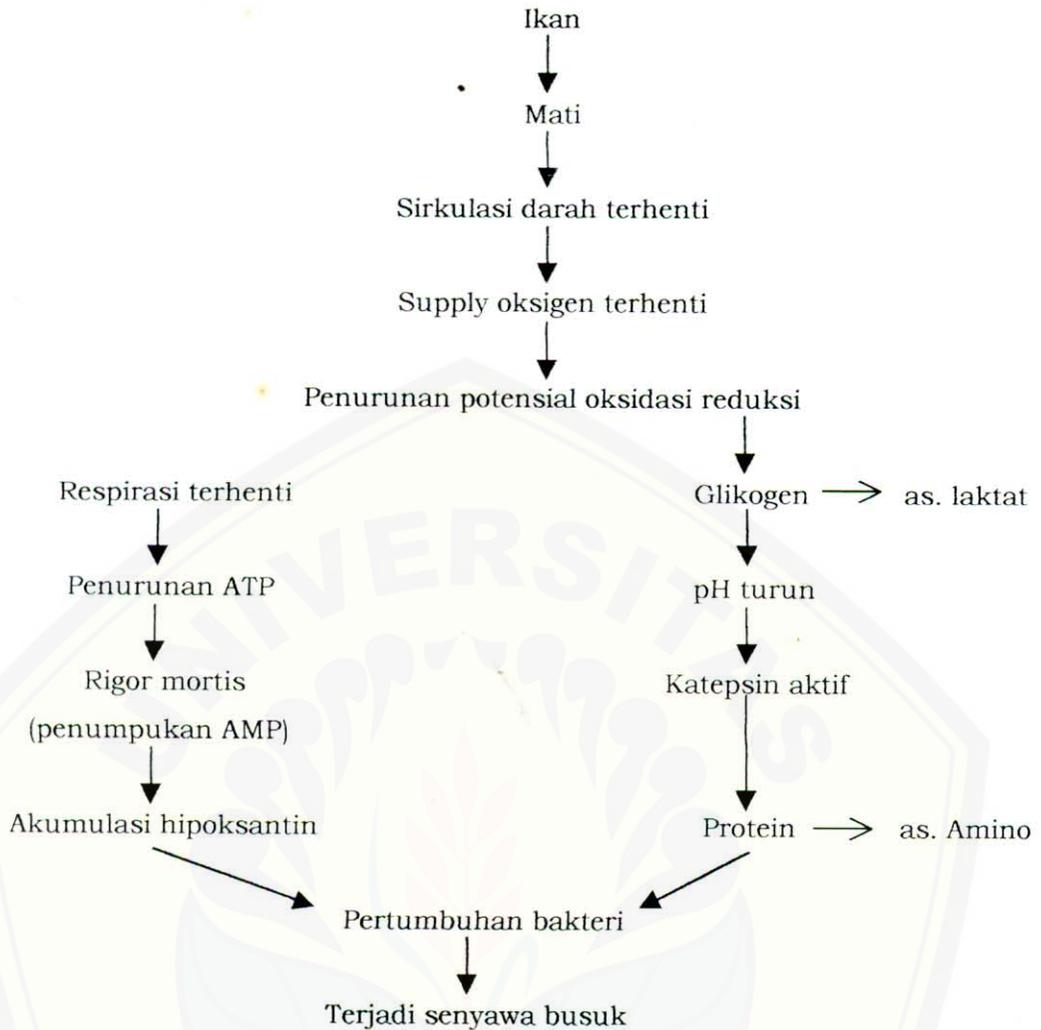
Bakteri yang mempunyai peranan dalam gejala keracunan scromboid akibat histamin adalah jenis *Proteus sp*, terutama *P. morganii*, dimana batasan produksi histamin sampai 400 mg%. Diantara bakteri lain yang diketahui berperan dalam pembentukan histidin dekarboksilase adalah *K. pneumoniae*, *Hafnia alvei*, *Citrobacter freundii*, *Clostridium perfringens*, *Enterobacter aerogenes*, *Vibrio alginolyticus* dan *Proteus sp* lain. Pembentuk histamin yang kuat adalah *P. morganii*, *Proteus sp* dan *Klebsiella sp*. Sedangkan yang kategori lemah adalah *H. alvei* dan *Proteus sp* (Jay, 1986).

Kimata (1961) menyatakan bahwa produksi histamin dipengaruhi oleh suhu dan pH lingkungan. PH optimum pada produksi histamin adalah antara 3,5-4,5 pada suhu 35°C. Histidin dekarboksilase dari sumber bakteri hanya aktif pada keadaan asam sedangkan enzim dari sumber hewan aktif pada keadaan alkali. Igarasi (1939) dalam Kimata (1961) melaporkan bahwa temperatur optimal untuk pembentukan histamin adalah 27-28 °C.

Selain itu kerusakan ikan ditandai juga dengan indikasi-indikasi lain sebagaimana dinyatakan oleh Anies dan Rizal (1988). Pada ikan yang mati meleemasnya daging ikan setelah mengalami kekakuan disebabkan kerusakan struktur jaringan daging ikan. Selama enzim-enzim masih aktif, enzim-enzim akan merusak apa saja yang dijumpainya. Enzim proteolitik akan memecah protein menjadi molekul-molekul mikro. Padahal protein ini sebagian besar merupakan penyusun benang-benang daging, penyusun dinding sel, dan lain-lain. Karena protein ini telah terpecah maka kekuatan benang-benang atau dinding sel sudah menurun.

Disamping bekerjanya enzim proteolitik pada proses post rigor terjadi hidrolisa kreatin posfat dan ATP oleh fosfatase. Kreatin posfat akan diubah menjadi kreatin dan posfat. Sedangkan ATP menjadi ADP dan fosfat organik. ADP akan terurai menjadi ribosa, fosfat amonia dan hipoksantin. Peruraian ini akan mengakibatkan pH-nya naik menjadi 6,2-6,6, bahkan kalau ikan banyak bergerak pH-nya dapat mencapai 7,0. Peristiwa ini disebut alkalin rigor. Jika jumlah hipoksantin semakin tinggi maka ikan semakin rusak.

Secara umum mekanisme kerja perubahan biokimia post mortem pada ikan dapat digambarkan sebagai berikut (Anies dan Rizal, 1988).



Gambar 1. Mekanisme Kerja Perubahan Biokimia Post Mortem Pada Ikan

2.4 Pengaruh pH Terhadap Mikroba

Tingkat keasaman (pH) bahan makanan merupakan parameter yang berpengaruh terhadap kehidupan mikroorganisme dalam bahan tersebut selama pengolahan, penyimpanan serta distribusinya. Beberapa jenis mikroba mampu tumbuh pada kisaran pH yang lebar. Ada anggapan bahwa mikroorganisme mampu melakukan stabilisasi pH isinya secara efisien, namun kenyataan membuktikan bahwa pH lingkungan berpengaruh terhadap pH sel mikroorganisme. Suatu percobaan menunjukkan bahwa penurunan pH isi sel lebih efektif apabila lingkungannya diasamkan dengan asam organik. Setiap kelompok mikroorganisme mempunyai toleransi yang bervariasi terhadap keasaman isi sel dan disamping itu membran sitoplasma

selnya juga mempunyai permeabilitas terhadap asam yang sangat bervariasi. Kisaran pH untuk pertumbuhan setiap kelompok mikroorganisme sangat bervariasi namun pada umumnya pertumbuhannya optimum pada pH 7 (Sardjono, 1988).

Aktifitas antimikroba asam organik terbesar adalah pada keadaan tak terdisosiasi karena mudah terpenetrasi ke dalam sel. Hipotesa penghambatan aktifitas mikroorganisme oleh asam organik dinyatakan sebagai kerusakan permeabilitas membran sitoplasma dan selanjutnya mengganggu kestabilan sistem transportasi substrat dan elektron di dalam sel. Dengan penurunan pH, proporsi molekul asam yang tak terdisosiasi menjadi bertambah, dengan demikian sifat antimikrobanya juga bertambah (Sardjono, 1988).

2.5 Degradasi Protein

Kadar protein pada ikan tongkol adalah sekitar 20-30%. Oleh karena aktifitas enzim, reaksi biokimia dan bakterial, molekul protein dapat diuraikan menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana yaitu asam amino yang penting bagi pertumbuhan tubuh. Pada proses pembusukan, protein akan mengalami degradasi tetapi degradasi ini hanya terjadi pada tingkat lanjut sedangkan pada tahap-tahap permulaan tidak terjadi degradasi protein. Pada tahap lanjut pembusukan protein akan terpecah menjadi dipeptida, asam amino, trimetilaminoksida dan senyawa-senyawa nitrogen lainnya. Kemudian degradasi lebih lanjut akan menghasilkan senyawa-senyawa yang berbau tidak sedap, misalnya putresin, isobutilamin, isoamilamin, kadaverin dan lain-lain (Anies dan Rizal, 1988).

Mekanisme pembentukan *volatile nitrogen* ini adalah bersumber dari pemecahan ikatan C-N dalam molekul protein. Ikatan ini dapat dipecah oleh zat pengoksidasi seperti gugus peroksida dalam lemak sehingga menghasilkan trimetilamin (TMA). Aldehida yang merupakan hasil oksidasi lemak jika bereaksi dengan amino nitrogen akan menghasilkan senyawa alifatis yang dapat menguap (Ketaren, 1985).

Bakteri yang tergolong proteolitik adalah bakteri yang memproduksi enzim proteinase ekstraseluler, yaitu enzim pemecah protein yang diproduksi di dalam sel kemudian dilepaskan keluar dari sel. Semua bakteri mempunyai enzim proteinase di dalam sel tetapi tidak semua bakteri mempunyai enzim proteinase ekstraseluler (Sardjono, 1988).

2.6 Ikan Pindang

Ikan pindang adalah ikan yang diawetkan dengan garam yang disertai dengan proses perebusan. Pemandangan adalah suatu teknik pengolahan tradisional yang sekaligus dapat mengawetkan ikan. Pemandangan tidak dapat digolongkan dalam penggaraman ikan karena caranya berbeda. Perbedaan yang spesifik antara pemandangan dengan penggaraman adalah adanya proses perebusan dalam pemandangan. Cara yang umum adalah dengan merebus ikan dalam larutan garam atau menggaraminya sebelum dituangi air laut atau air tawar.

Teknik pemandangan dibedakan atas dua kelompok yaitu pemandangan garam dan pemandangan air garam. Pemandangan dengan air garam menghasilkan produk dengan kenampakan bersih, warna hampir sama dengan ikan segar dan rasanya tidak terlalu asin. Pemandangan garam yaitu proses pemandangan dimana ikan yang sudah ditaburi garam disusun berlapis-lapis dalam wadah lalu dikukus (Hadiwiyoto, 1993).

Dalam proses pemandangan, ikan diawetkan dengan cara mengukus atau merebusnya dalam lingkungan bergaram dan bertekanan normal untuk menghambat aktifitas bakteri atau membunuh bakteri pembusuk maupun aktifitas enzim (Afrianto dan Liviawati, 1989).

2.7 Asam Cuka

Penggunaan asam organik untuk memperpanjang umur simpan sering dijumpai pada industri pangan. Pada umumnya pemilihan jenis bahan pengawet asam organik didasarkan pada sifat kelarutan, murah,

mudah didapat, tidak mempengaruhi rasa serta tidak toksik bagi manusia (Sardjono, 1988).

Asam cuka merupakan asam yang dapat diperoleh secara tradisional oleh masyarakat dan merupakan bahan yang sudah dikenal masyarakat. Asam cuka merupakan 4 % asam asetat dalam air (Winarno, 1986).

Mekanisme kerja asam sebagai bahan pengawet berdasarkan pada permeabilitas dari membran sel mikroba terhadap molekul asam yang tidak terdisosiasi. Molekul asam yang tidak terdisosiasi ini akan mudah masuk ke dalam membran sel mikroba. Oleh karena itu di dalam sel pH netral, maka asam akan terurai atau terdisosiasi sehingga di dalam sel banyak terdapat ion hidrogen. Hal ini menyebabkan pH sel jadi rendah sehingga dapat merusak organ sel mikroba (Laksmi dan Winarno, 1978).

Perkembangan mikroorganisme yang menyebabkan pembusukan sebagian besar dapat dihambat pada medium asam yang mengandung asam cuka 1 sampai 2%. Kombinasi perlakuan asam cuka dengan garam kalsium efektif untuk mencegah perkembangan hifa jamur (Winarno, 1993).

2.8 Kapur/Sluke Lime Ca(OH)_2

Kapur ini diperoleh dengan menambah air pada batu kapur yang sudah di bakar.



Kapur ini dalam bentuk tepung putih dan bersifat lebih kaustik dari pada kapur oksida (Sumarno, 1987).

Kapur tohor (CaO) digunakan dalam pengolahan bahan pangan disebabkan beberapa pertimbangan, yaitu :

- a. mudah di dapat dengan harga cukup murah
- b. kapur tohor bersifat basa

(Soejardi, 1968).

2.9 Garam

Natrium klorida adalah komponen bahan pangan yang tidak dapat diabaikan. Pada konsentrasi rendah garam dapat memberi sumbangan yang besar terhadap cita rasa dan pada konsentrasi tinggi garam bekerja sebagai bakteriostatik. Mikroba patogen *Clostridium botulinum* dapat dihambat pertumbuhannya dengan konsentrasi garam 10-12%. Garam tidak dapat membuat semua jenis mikroba mati, namun kebanyakan mikroba yang menyebabkan pembusukan dapat dihambat dengan baik (Buckle, 1987).

Fungsi ganda garam sebagai pengawet adalah sebagai antiseptik dan menghilangkan sejumlah air yang tersedia untuk pertumbuhan mikroorganisme. Pemberian garam dengan konsentrasi tertentu bisa menyebabkan plasmolisis pada sel-sel mikroorganisme. Jika mikroba diletakkan dalam larutan garam maka air di dalam sel akan keluar menembus membran dan mengalir ke dalam larutan garam. Hal ini disebabkan garam mempunyai tekanan osmosis tinggi dan sel-sel mikroba akan mengalami plasmolisis serta terhambat pertumbuhannya (Winarno, 1993).

Pada umumnya konsentrasi garam 10-15% sudah cukup untuk membunuh sebagian besar jenis bakteri kecuali jenis bakteri halofilik, ada yang tahan sampai konsentrasi garam 26,6%. Selain jenis bakteri halofilik terdapat juga jenis bakteri yang toleran terhadap garam yaitu dapat hidup tanpa atau dengan garam (Frazier dan Westhoff, 1978).

2.10 Hipotesa

1. Perlakuan perendaman post mortem pada larutan dengan pH tertentu dapat memperpanjang umur simpan pindang ikan tongkol paling lama.
2. Lama perendaman tertentu dapat meningkatkan fungsi efektifitas larutan perendam sehingga meningkatkan umur simpan pindang ikan tongkol.
3. Pada pH dan lama perendaman tertentu dapat memperpanjang umur simpan pindang ikan tongkol paling lama.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

3.1.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi peralatan gelas, homogeniser, sentrifuge, shaker, spektrofotometer, timbangan analitik, pisau, biuret, pH meter, inkubator, mortar, wadah plastik, eksikator, kertas saring dan colony counter, kolom kromatografi modifikasi.

3.1.2 Bahan

Bahan yang digunakan adalah ikan tongkol segar dari Puger, garam krosok, kapur, asam cuka 25 % (cap Segitiga), media PCA, NaOH 1 N, NaOH 2M, NaOH 0,01M, H₂O, H₃PO₄ 3,57 N, Ortoftalatdikarboksilaldehid (OPT) 1%, HCl 0,1 N, HCL 0,01 M, metanol, indikator PP.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Pengendalian Mutu Jurusan Teknologi Hasil Pertanian dan laboratorium Boikimia Fakultas MIPA Universitas Jember pada bulan Maret sampai Juli 2002.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Rancangan Penelitian dan Analisa Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 faktor yaitu:

Faktor pertama (A) adalah tingkat pH larutan perendam, meliputi:

A1 = larutan dengan pH 3.

A2 = larutan dengan pH 5.

A3 = larutan dengan pH 7.

A4 = larutan dengan pH 9.

Faktor kedua (B) adalah lama perendaman, meliputi:

B1 = 10 menit.

B2 = 20 menit.

Variasi perlakuan dinotasikan sebagai berikut :

A0B0 (sampel tanpa perendaman atau kontrol)

A1B1 A1B2

A2B1 A2B2

A3B1 A3B2

A4B1 A4B2

Tiap perlakuan diulang 2 kali.

Data hasil pengamatan dianalisa dengan menggunakan angka rata-rata. Penafsiran hasil dilakukan dengan melihat perbedaan angka rata-rata tersebut. Data disajikan dalam bentuk histogram untuk memperbandingkan frekuensi kelompok-kelompok yang berbeda yang diklasifikasikan menurut pengukuran nominal (Junaidi,1995) dan ditunjang dengan analisa statistik.

3.3.2 Parameter Pengamatan

- a. Total mikroba
- b. Kadar histamin
- c. Total Volatile Nitrogen (TVN)
- d. PH
- e. Kadar air

Pengamatan dilakukan pada hari ke-0, ke-3 dan hari ke-6.

Pengamatan total mikroba dan kadar air dilakukan pada hari pertama sedangkan parameter lain dilakukan pada hari selanjutnya. Penyimpanan sampel pada suhu 5°C dalam plastik.

3.3.3 Pelaksanaan Penelitian

A. Penelitian pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk menentukan konsentrasi bahan perendam pada kisaran pH yang akan digunakan pada penelitian inti. Penentuan konsentrasi dilakukan dengan cara mengukur pH larutan berkonsentrasi tinggi kemudian ditera menjadi larutan dengan konsentrasi lebih rendah sampai didapat larutan perendam dengan pH yang dikehendaki. Hasil yang diperoleh adalah :

pH 3 dapat diperoleh dari asam cuka dengan konsentrasi 5 %.

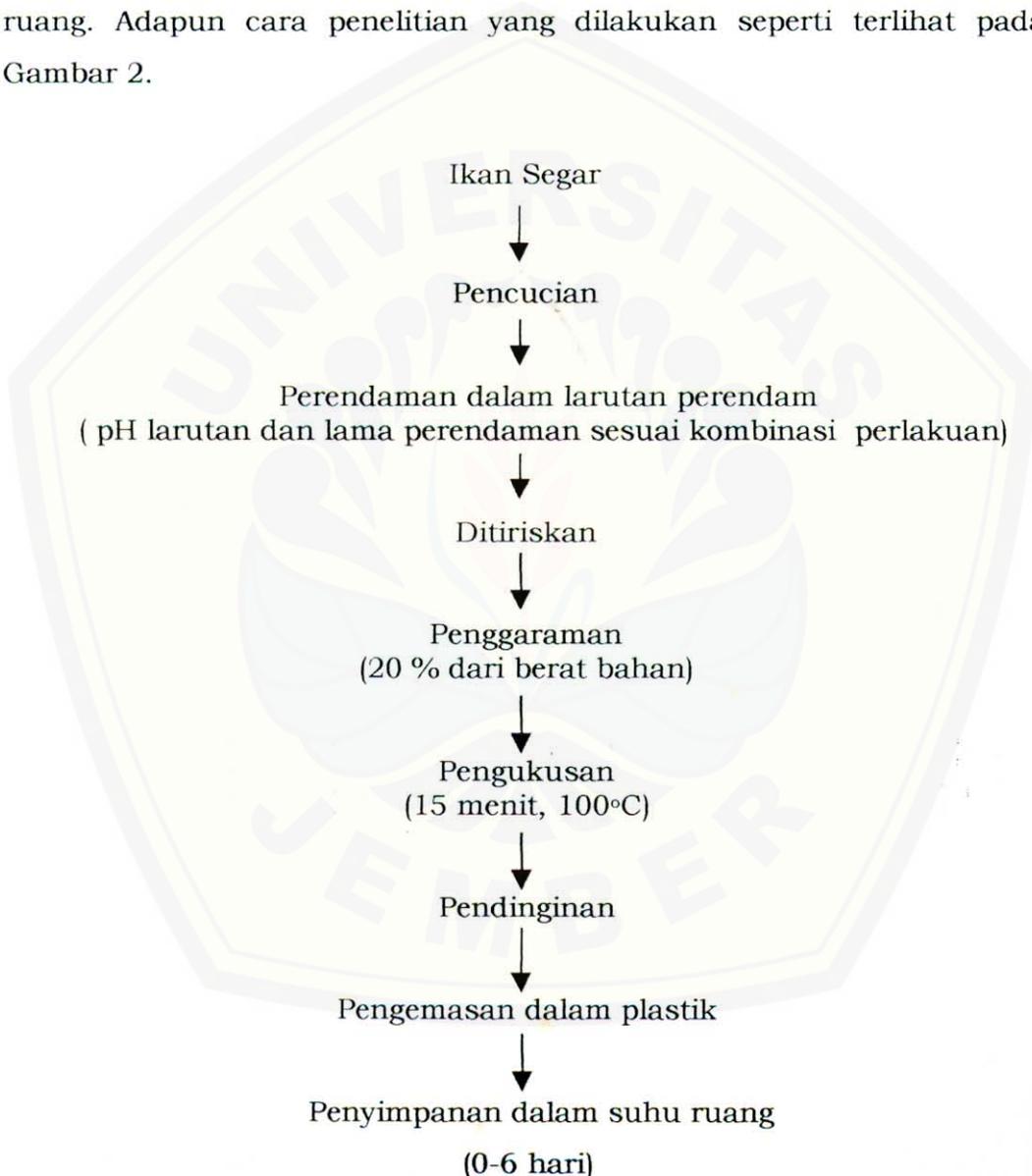
pH 5 dapat diperoleh dari asam cuka dengan konsentrasi 0,04 %.

pH 7 dapat diperoleh dari larutan kapur dengan konsentrasi 0,01 %.

pH 9 dapat diperoleh dari larutan kapur dengan konsentrasi 0,07 %.

B. Penelitian inti

Ikan tongkol yang masih segar ditempatkan dalam wadah berisi es setelah dicuci kemudian diperlakukan sesuai dengan perlakuan yaitu direndam dalam larutan perendam dengan lama perendaman sesuai kombinasi perlakuan. Sampel dikukus selama 15 menit setelah ditaburi garam sebanyak 20 % berat bahan. Kemudian pindang didinginkan. Hasil pemindangan dikemas dalam plastik dan disimpan dalam suhu ruang. Adapun cara penelitian yang dilakukan seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir produksi pindang ikan tongkol

3.4 Prosedur Analisa

3.4.1 Total Mikroba (Anonim, 1998)

1. Memasukkan media PCA 10 c ke dalam tabung, menyumbat dengan kapas steril dan disterilkan dalam otoklaf (temperatur 121 °C) selama 15 menit.
2. Menimbang 1 gr bahan yang telah dihaluskan dan dimasukkan ke dalam 99 ml aquades steril, gojog sampai homogen.
3. Mengambil 1 cc suspensi bakteri pada no. 1(10^{-2}) dan dimasukkan dalam tabung reaksi yang berisi 9 cc aquades steril, digojog hingga homogen, didapat suspensi bakteri dengan pengenceran 10^{-3}
4. Dengan cara sama dilakukan hingga pengenceran 10^{-7}
5. Mengambil 1 cc suspensi bakteri dari masing-masing pengenceran memakai pipet steril dan dimasukkan dalam petridish yang sudah diberi tanda sesuai faktor pengenceran.
6. Menuangkan medium tegak yang telah dicairkan dengan suhu sekitar 50°C pada masing-masing petridish tersebut pada no.5 dan menutupi segera serta digoyang-goyangkan supaya terjadi pencampuran antar suspensi bakteri dengan medium secara merata.
7. Menginkubasikan pada suhu kamar selama 24-48 jam dalam keadaan petridish terbalik.
8. Mengamati koloni yang tumbuh pada masing-masing petridish dan menghitung jumlah koloni yang terbentuk dengan colony counter.

3.4.2 Kadar Histamin (SNI, 1991)

A. Pembuatan larutan standar

1. Memipet 5 ml (duplo) masing-masing larutan kerja ke dalam labu erlenmeyer 50 ml. Pipet HCl 0,1 N ke dalam labu-labu tersebut dan kocok. Pipet 3 ml NaOH 1 N kocok. Dalam 5 menit pipet 1 ml larutan OPT dan kocok. Sesudah tepat 4 menit, pipet 3 ml larutan H_3PO_4 3,57 N dan kocok..

1. Mempersiapkan larutan blanko dengan menggunakan larutan 5 ml HCl 0,1 N sebagai pengganti larutan histamin.
2. Dalam 1,5 jam mencatat intensitas fluoresensi (I) dari larutan kerja dengan menggunakan air dalam sel referensi (sel pembanding). Menggunakan panjang gelombang eksitasi 350 nm dan panjang gelombang emisi 444 nm. Plot (dikoreksi terhadap blanko) terhadap μg histamin/5 ml larutan.

B. Penentuan

1. Menimbang 10 g contoh dan 50 ml metanol, dihancurkan hingga homogen dengan blender berkecepatan tinggi. Memindahkan ke dalam labu takar 100 ml, membilas batang pengaduk dan wadah blender dengan metanol dan menuangkan ke dalam labu takar tersebut. Memanaskan ke dalam water bath pada suhu 60°C dan didiamkan selama 15 menit pada suhu tersebut.
2. Pendinginan pada suhu kamar, mengencerkan dengan metanol dan menyaring melalui kertas saring lipat. Filtrat ini tahan disimpan selama beberapa minggu (adanya pengendapan selama penyimpanan dapat diabaikan).
3. Membilas 4-5 ml air ke dalam kolom dan membuang eluatnya. Memipet 1 ml filtrat contoh di atas ke dalam kolom dan menambahkan 4-5 ml air. Seketika membuka kran kolom dan mengalirkan eluatnya ke dalam labu takar 50 ml yang berisi 5 ml larutan HCl 1 N. Bila tinggi cairan di atas resin telah turun sampai ketinggian kira-kira 2 cm, ditambahkan lagi 5 ml H_2O dan membiarkan eluatnya terus mengalir.
4. Melanjutkan lagi penambahan H_2O dengan volume yang lebih besar sampai didapat eluat sebanyak 35 ml. Menghentikan aliran eluat, mengencerkan eluat dalam labu takar sampai batas volume dengan H_2O , menutup dan kocok. Mendinginkan eluat ini dalam refrigerator.
5. Memipet 5 ml eluat ke dalam erlenmeyer 50 ml dan pipet 10 ml larutan HCl 0,1 N. Mengerjakan dengan prosedur yang sama

dengan pembuatan kurva standar mulai dari kalimat "pipet 3 ml larutan NaOH 1 N...".

C. Perhitungan

Plot I (diukur dari meter deflection atau response recorder dan koreksi blanko), terhadap μg histamin/5ml larutan. Kurva harus garis lurus dengan slope:

$$m = \frac{(I_a/1,5) + I_b + 2I_c}{3}$$

mg larutan/100g ikan = 10 F (1/m) (Is)

Keterangan : M = slope

Ia = fluoresense dari 1,5 μg histamin standar

Ib = fluoresense dari 1,0 μg histamin standar

Ic = fluoresense dari 0,5 μg histamin standar

Is = fluoresense dari sampel

F = faktor pengenceran.

3.4.3 Kadar Total Volatile Nitrogen /TVN (Anonim, 1999)

1. 10 gr sampel diekstrak dengan 30 ml TCA 5% sehingga seluruh protein mengendap dan seluruh volatil bernitrogen larut dalam larutan TCA.
2. Mengambil 5 ml ekstrak TCA dan di tambahkan 5 ml NaOH 2 M.
3. Mengekstrak TCA kemudian didestilasi sehingga komponen volatile bernitrogen ditangkap oleh larutan 15 ml HCl 0,01 M.
4. Destilat ditambah beberapa tetes merah fenol, lalu dititrasi dengan NaOH 0,01 M standar sampai titik akhir.
5. Perhitungan nilai TVN sampel sebagai berikut :

$$\text{TVN (mg/gr bahan)} = \frac{(B-S) \times 14 \times N \text{ NaOH}}{M}$$

Dimana : 14 = bobot atom nitrogen

S = volume NaOH 0,01 M untuk titrasi sampel

M = berat sampel (g)

B = volume NaOH 0,01 M untuk titrasi blanko

3.4.4 Nilai pH (Anonim, 1999)

1. Kalibrasi alat dengan larutan pH standar (pH 3, 7 dan 9)
2. Bahan dihaluskan, disuspensikan dalam air bebas ion sebanyak 2 gram dalam 10 ml air bebas ion.
3. Mengukur pH bahan hingga pH konstan.

3.4.5 Kadar air (Anonim, 1999)

1. Botol timbang dikeringkan dalam oven 100 -105 °C selama 15 menit dan dinginkan dalam eksikator, timbang (a gram).
2. Ditimbang dengan cepat 2-5 gram sampel yang telah dihaluskan dalam botol timbang (b gram).
3. Oven botol dan isinya selama 4-5 jam dalam keadaan botol terbuka.
4. Memindahkan botol dan isi yang telah dioven ke dalam eksikator selama 30 menit, timbang.
5. Dikeringkan lagi ke dalam oven 30 menit dan didinginkan lagi ke eksikator, timbang kembali, dilakukan berulang-ulang sampai diperoleh berat konstan (c gram).
6. Menghitung kadar air dengan perhitungan :

$$\text{Kadar air \% (wb)} = (b-c)/(b-a) \times 100\%$$

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianto, E. dan E. Liviawaty. 1989. *Pengawetan dan Pengolahan Ikan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Anies, I. dan S. Rizal. 1988. *Pengetahuan Bahan untuk Industri Pertanian*. Jakarta: Mediyatama Sarana Perkasa.
- Anonim. 1998. *Petunjuk Praktikum Mikrobiologi Pengolahan I*. Fakultas. Jember: Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- . 1999. *Petunjuk Praktikum Analisis Hasil Pertanian*. Fakultas. Jember: Teknologi Hasil Pertanian Universitas Jember.
- . 2000. *Data Statistik 2000* . Jember: Dinas Perikanan Kabupaten Jember.
- Buckle, K.A. 1987. *Ilmu Pangan*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Dewan Standarisasi Nasional (DSN). 1991. *Standar Nasional Indonesia*. Jakarta.
- Ernawati, D. 2000. *Studi Kandungan Histamin Pada Proses Pengolahan Bekasang*. Makasar: Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Hasanuddin.
- Frazier, W.C. dan D.C. Westhoff. 1979. *Food Microbiology*. New York: Graw Hill, Ltd.
- Hadiwiyoto, S. 1993. *Hasil-hasil Olahan Susu, Ikan, Daging dan Telur*. Yogyakarta: Liberty.
- Jay, J.M. 1986. *Modern Food Microbiology-third Edition*. New York: Wayne State University, Van Nostrand Reinhold.
- Junaidi, P. 1995. *Pengantar Analisis Data*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Lemak dan Minyak*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Kimata, M. 1961. *The Histamin Problem. Fish as Food*. New York and London: Academic Press.
- Kimata, M. and M. Akamutsu. 1955. *Two Different Types of Achromobacter histamineum Producing a Large Amount of Histamin*. Kyoto Univ: Mem. Research Inst. Food Sci.

- Kimata, M. and A. Kawai. 1953c. *A New Species of Bacterium Which Produces Large Amounts of Histamin on Fish Meats Found in Spoiled Fresh Fish*. Kyoto Univ: Mem. Research Inst. Food Sci.
- . 1953d. *The Freshness of Fish and The Amount of Histamin Present in The Meat I*. Kyoto Univ: Mem. Research Inst. Food Sci.
- . 1958. *Studies on The Histamin Formation of Proteus morganii*. Kyoto Univ: Mem. Research Inst. Food Sci. Fisheries Ser. Special Issue.
- Laksmi, B.S dan Winarno. 1978. *Dasar-dasar Pengawetan, Sanitasi dan Keracunan*. Bogor: Departemen Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian IPB.
- Martoharsono, S. 1982 *Biokimia Jilid II*. Yogyakarta Gajah Mada University Press.
- Putro, S. 1983. *Boiled- Salted Fish as a Possible Substitute for Dried Salted Fish : Problems and Prospect*. Rome: Prossiding of The Workshop on The Production and Storage of Dried Fish, FAO.
- Sardjono. 1988. *Mikrobiologi Pengolahan Pangan*. Yogyakarta: Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Universitas Gajah Mada.
- Simidu, W. Hibiki, S. and Nagasaki, S. 1961. *Studies on Putrefaction of Aquatic Products VIII on Putrefaction of Some White Muscle Fishes, Mollusks and Shrimp Bull*, Japan: Soc. Sci. Fisheries 20.
- Soejardi. 1968. *Dasar-dasar Teknologi Gula*. Yogyakarta: Akademi Gula Negara Yogyakarta.
- Sudarmadji, S. dkk. 1984. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*, Yogyakarta: Liberty.
- Sukatiningsih, dkk. 2000. *Petunjuk Praktikum dan Evaluasi Gizi dalam Pengolahan*. Jember: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- . 2001. *Pengembangan Teknologi Pengolahan Pindang*. Jember: Universitas Jember.
- Sumarno. 1987. *Teknik Budidaya Kacang Tanah*. Bandung: Sinar Baru.
- Sutrisno, A. 1999. *Pengaruh Penyanganan dan Cara Pemasakan Terhadap Nilai Gizi Protein Ikan Pindang Tongkol (eutynnus sp)*. Jember: Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

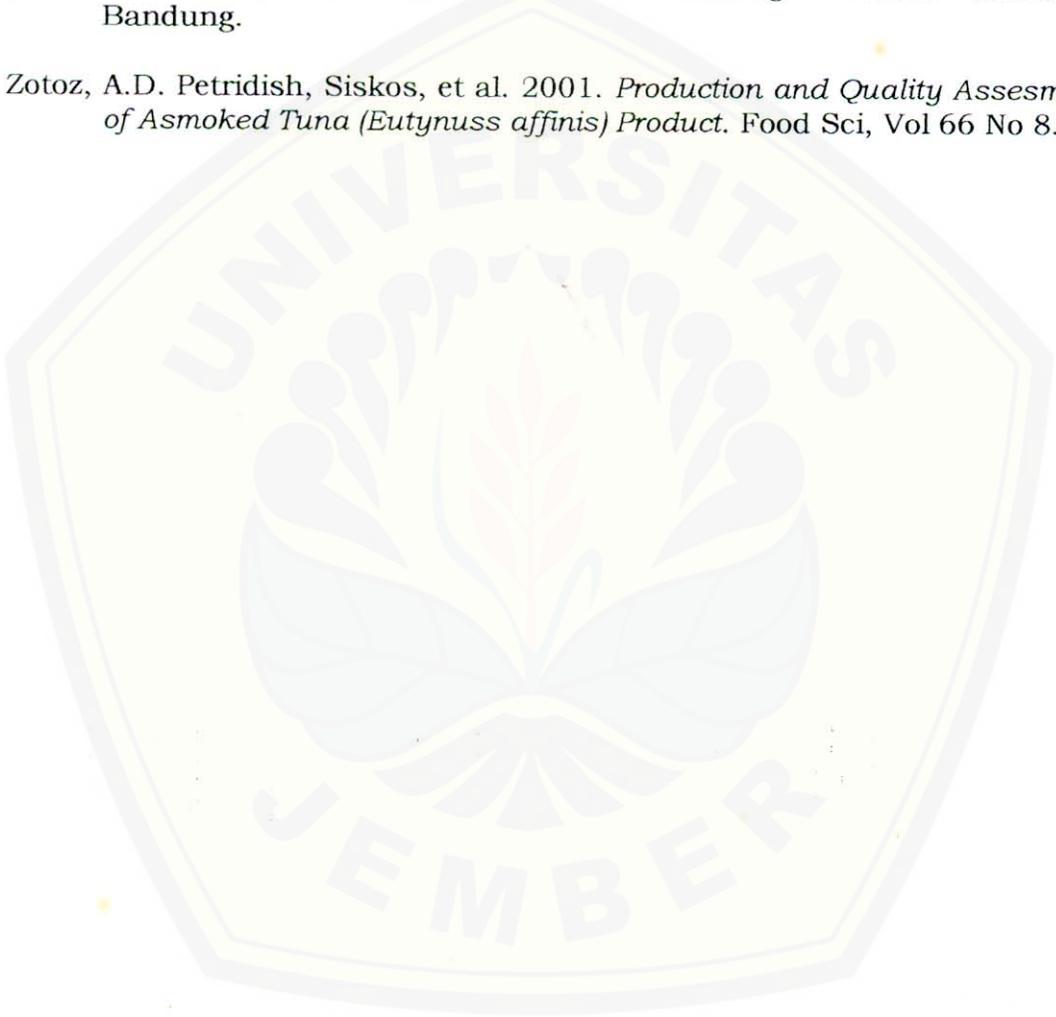
Taylor, L. 1988 *Marine Toxins of Microbial Origin* Food Tech.

Winarno, F.G. 1993. *Pangan, Gizi, Teknologi dan Konsumen*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

----- . 1986. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Wirahadikusuma, M. 1989. *Biokimia*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Zotoz, A.D. Petridish, Siskos, et al. 2001. *Production and Quality Assesment of Asmoked Tuna (Eutynuss affinis) Product*. Food Sci, Vol 66 No 8.



Lampiran 1

a. DATA TOTAL MIKROBA

Perlakuan	H-0			H-3			H-6			Jumlah Bakteri/gr Bahan (10 ⁶)		
	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	H-0	H-3	H-6
A0B0	5	1	-	167	49	21	TBUD	247	68	0.5	17	250
A1B1	3	1	-	138	31	16	732	201	59	0.3	14	200
A2B1	5	2	-	141	45	22	847	232	63	0.5	14	230
A3B1	9	4	1	153	47	27	TBUD	242	67	0.9	15	240
A4B1	8	2	1	162	51	26	TBUD	239	75	0.8	16	240
A1B2	2	1	-	111	60	31	679	259	76	0.2	11	260
A2B2	7	4	2	132	68	42	TBUD	255	84	0.7	13	260
A3B2	11	5	3	153	67	39	TBUD	209	93	1.1	15	210
A4B2	10	7	3	177	78	47	TBUD	271	107	1	18	270

b. DATA HISTAMIN

Perlakuan	Ulangan I			Ulangan II			Rata-rata			mg Histamin/100 gr Bahan		
	H-0	H-3	H-6	H-0	H-3	H-6	H-0	H-3	H-6	H-0	H-3	H-6
A0B0	2.47	47.52	63.12	2.79	47.34	62.65	2.63	47.43	62.885	10.35	186.5422	247.3267
A1B1	3.79	59.74	67.81	3.67	60.91	69.34	3.73	60.325	68.575	14.69	237.2582	269.7055
A2B1	2.91	51.05	56.58	3.57	53.08	61.12	3.24	52.065	58.85	12.75	204.7716	231.4571
A3B1	2.12	64.11	76.66	2	61.11	73.25	2.06	62.61	74.955	8.12	246.2451	294.798
A4B1	1.78	52.16	64.34	1.84	51.73	64.73	1.81	51.945	64.535	7.11	204.2997	253.8162
A1B2	3.65	60.72	79.06	4.25	64.61	80.26	3.95	62.665	79.66	15.54	246.4614	313.3028
A2B2	3.44	44.42	52.64	3.41	47.01	55	3.425	45.715	53.82	13.47	179.7971	211.6741
A3B2	2.37	38.65	56.17	2.33	42.87	60.06	2.35	40.76	58.115	9.24	160.3091	228.5663
A4B2	2.09	61.76	68.54	2.35	59.74	67.94	2.22	60.75	68.24	8.73	238.9298	268.3879

Lampiran 2

a. DATA TOTAL VOLATILE NITROGEN (TVN)

Perlakuan	Ulangan I			Ulangan II			Rata-rata Titrasi			Rata-rata TVN (mg/gr bahan)		
	H-0	H-3	H-6	H-0	H-3	H-6	H-0	H-3	H-6	H-0	H-3	H-6
A0B0	16.5	14.04	11.5	14.06	13.5	11.02	15.28	13.77	11.26	0.13	0.17	0.24
A1B1	17	15.02	11.51	17	16.02	13.5	17	15.52	12.5	0.08	0.12	0.21
A2B1	18	15	11.18	15.58	16.5	12.08	16.79	15.75	11.63	0.09	0.12	0.23
A3B1	15.07	14.08	11.25	16.5	15	13	15.78	14.54	12.12	0.12	0.15	0.22
A4B1	14.05	15	11.08	18.58	15.55	11.58	16.32	15.28	11.33	0.1	0.13	0.24
A1B2	18.57	14.02	11.03	17.5	13.5213	11.04	18.04	13.77	11.04	0.05	0.17	0.25
A2B2	16.5	12.5	11.06	17.1	13	12.07	16.8	12.75	11.56	0.09	0.2	0.24
A3B2	14.98	12.5	11.08	15.02	13.5	11.08	15	13	11.08	0.14	0.2	0.25
A4B2	14.54	11.58	9.5	14.52	11.57	12.07	14.53	11.58	10.78	0.15	0.24	0.26

b. DATA pH

Perlakuan	Ulangan I			Ulangan II			Rata-rata pH		
	H-0	H-3	H-6	H-0	H-3	H-6	H-0	H-3	H-6
A0B0	6.03	6.49	7.5	5.97	6.85	7.6	6	6.57	7.55
A1B1	5.98	6.62	8.13	5.93	6.38	7.86	5.95	6.5	8
A2B1	6.08	7.05	7.44	5.91	7.2	7.46	5.99	7.13	7.45
A3B1	6.1	6.35	8.06	5.91	6.4	8.14	6.01	6.38	8.1
A4B1	6.12	6.56	7.44	6.05	6.59	7.47	6.09	6.57	7.46
A1B2	5.78	6.69	8.09	5.91	6.46	8	5.85	6.58	8.05
A2B2	6.02	6.98	7.82	5.97	6.83	7.66	5.99	6.91	7.74
A3B2	6.09	7.08	8.27	6.02	7.43	8.08	6.05	7.26	8.18
A4B2	6.01	6.41	7.86	6.21	6.69	7.93	6.11	6.55	7.9

Lampiran 3

a. DATA MENTAH KADAR AIR

Perlakuan	H-0			H-3			H-6			H-0			H-3			H-6		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
A0B0	10.18	11.18	10.52	22.27	23.15	22.55	11.65	12.65	11.97	9.66	10.39	9.92	9.21	9.99	9.48	9.94	11.19	10.33
A1B1	11.43	12.05	11.64	25.35	26.47	25.74	11.07	12.34	11.47	9.22	10.14	9.54	10.77	12.73	10.65	7.95	9.1	8.34
A2B1	23.51	24.16	23.74	10.77	11.78	11.13	9.57	10.59	9.89	25.37	26.18	25.65	9.65	10.47	9.94	11.82	13.01	12.2
A3B1	23	24.01	23.36	9.62	10.77	10.09	9.73	10.87	10.13	11.83	12.81	12.18	9.75	10.82	10.07	22.71	24.11	23.22
A4B1	9.91	11.03	10.29	9.58	10.13	9.57	10.79	12.21	11.27	10.79	11.95	11.19	18.36	19.15	18.62	16.37	17.62	16.74
A1B2	9.59	10.63	9.94	9.62	10.04	9.76	9.78	10.79	10.08	12.66	13.68	13.01	11.43	12.53	11.73	11.45	12.75	11.72
A2B2	11.58	12.44	11.86	12.66	13.52	12.95	9.56	10.99	9.96	9.63	10.74	10	8.14	9.27	8.5	11.79	12.43	11.99
A3B2	22.29	23.35	22.65	11.26	12.1	11.52	11.57	12.36	11.81	18.37	19.39	18.71	11.58	12.38	11.82	11.46	12.36	11.65
A4B2	22.46	23.6	22.84	11.45	12.23	11.68	12.01	13.69	12.34	17.05	18.15	17.41	22.43	23.3	22.69	17.03	17.75	17.27

b. DATA KADAR AIR (%WB)

Perlakuan	Ulangan I			Ulangan II			Rata-rata		
	H-0	H-3	H-6	H-0	H-3	H-6	H-0	H-3	H-6
A0B0	65.12	68.12	68.31	64.5	66.12	68.54	64.81	67.11	68.42
A1B1	65.51	65.1	68.6	65.01	66.31	66.71	65.25	65.7	67.66
A2B1	63.9	65.26	69.13	65.02	64.93	68.12	64.45	65.07	68.63
A3B1	64.83	64.93	64.92	64.11	65.84	66.64	64.45	65.37	65.78
A4B1	65.91	66.13	66.21	65.54	67.35	67.91	65.7	66.74	67.06
A1B2	66.14	66.02	70	66.25	72.98	73.02	66.15	69.5	71.51
A2B2	66.9	66.66	71.63	66.71	68.97	68.53	66.81	67.82	70.08
A3B2	65.93	68.96	69.61	65.91	69.64	70.74	65.9	69.3	70.18
A4B2	66.41	70.38	80.42	67	70.24	67.41	66.72	70.31	73.92

Lampiran 4

CONTOH PERHITUNGAN HISTAMIN

Data fluoresense yang diperoleh : Ia = 11,39

$$Ib = 7,47$$

$$Ic = 3,91$$

$$Is = 10,35$$

$$\begin{aligned} m &= \frac{(Ia/1,5) + Ib + 2Ic}{3} \\ &= \frac{(11,39/1,5) + 7,47 + 2(3,91)}{3} \\ &= 7,63 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F &= \frac{\text{ml eluat} + \text{ml } 0,1 \text{ N HCl}}{\text{ml eluat}} \\ &= \frac{5 + 10}{5} \\ &= 3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{mg histamin/100 gr ikan} &= 10.F. (1/m).Is \\ &= 10.3.(1/7,63).10,35 \\ &= 40,69 \end{aligned}$$

CONTOH PERHITUNGAN TVN

Data ml titrasi yang diperoleh adalah 15,28

$$\begin{aligned} \text{TVN (mg/gr bahan)} &= \frac{(B-S) \times 14 \times N \text{ NaOH}}{M} \\ &= \frac{(20-15,28) \times 14 \times 0,01}{5} \\ &= 0,132 \end{aligned}$$

