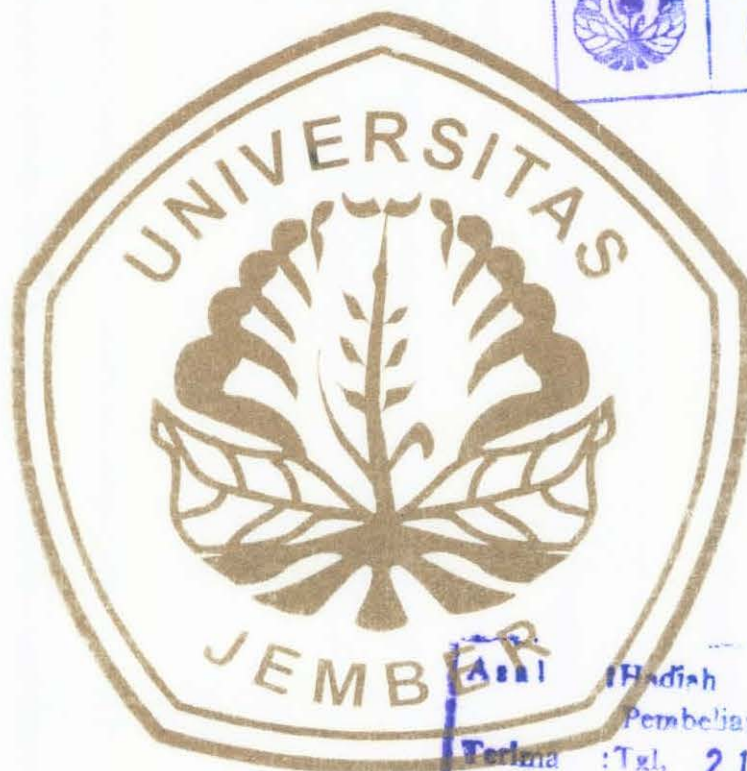


PENGARUH BERAT EKSTRAK BUAH NANAS (*Ananas comusus* Var. *dulcis*) DAN LAMA INKUBASI TERHADAP KADAR PROTEIN TERLARUT KECAP IKAN YANG DIBUAT SECARA ENZIMATIS

SKRIPSI



Milik UPT Perpustakaan
UNIVERSITAS JEMBER



Asal: Hadiah
Pembelian
Terima: Tgl. 21 NOV 2002
No. Induk: SRS

Klass
664.58
SUP
P
e.1

Oleh:

Suprihno

NIM. 960210103324

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2002

MOTTO

إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ
حَتَّىٰ يُغَيِّرُوا مَا بِأَنفُسِهِمْ (الرعد: ١١)

Artinya :

“ *Sesungguhnya Allah tidak akan merubah nasib suatu kaum, sehingga kaum itu sendiri yang merubahnya* “

(QS : 13: 11)

“ **Beri saya Sepuluh Pemuda Yang Revolusioner, Akan Saya Gemparkan Dunia**”

(Bung Karno Penyambung Lidah Rakyat).

PERSEMBAHAN

Skripsi ini Ku persembahkan Untuk :

1. Ayah dan Ibunda tercinta, yang senantiasa berdoa dan berkorban untuk keberhasilan-ku.
2. Ustadz K.H. Hasyim Halimi Pimpinan Pondok Pesantren Shuffah Hizbullah dan Madrasah Al Fattah yang senantiasa memberi spirit dan motifasi dalam menggapai kesuksesan-ku
3. Saudara – saudara ku di Himpunan yang selalu memberi semangat“ *Yakin Usaha Sampai* “ bagi keberhasilan-ku
4. Almamater yang ku banggakan

**PENGARUH BERAT EKSTRAK BUAH NANAS (*Ananas comusus*
Var. dulcis) DAN LAMA INKUBASI TERHADAP KADAR PROTEIN
TERLARUT KECAP IKAN YANG DIBUAT SECARA ENZIMATIS**

SKRIPSI

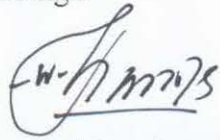
Di ajukan untuk dipertahankan di depan Tim Penguji guna memenuhi salah satu syarat menyelesaikan tugas akhir studi strata satu pada Program Studi Pendidikan Biologi Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Oleh :

Nama : Suprihno
NIM : 960210103324
Angkatan Tahun : 1996
Daerah Asal : Lampung Selatan
Tempat Tanggal Lahir : Lampung, 17 Januari 1975
Jurusan/Program : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
/ Pendidikan Biologi

Di Setujui Oleh :

Pembimbing I



drh. Wuryanti Handayani, M.Si

NIP. 131 459 744

Pembimbing II



Drs. Slamet Hariyadi, M.Si

NIP. 131 993 439

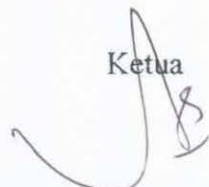
PENGESAHAN

Telah dipertahankan di depan tim penguji dan diterima oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember pada :

Hari : Kamis
Tanggal : 26 September 2002
Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember

Tim penguji

Ketua



Dra. Puji Astuti, Msi
NIP. 131 660 788

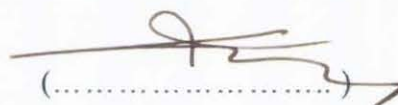
Sekretaris



Drs. Slamet Harivadi, M.Si
NIP. 131 993 439

Anggota :

1. drh. Wuryanti Handayani, Msi
NIP. 131 459 744
2. Ir. Imam Mudakir, Msi
NIP. 131 877 580


(.....)
(.....)

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Jember




Drs. Dwi Suparno, M. Hum
NIP.131 274 727

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT. Atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulisan skripsi dengan judul "**Pengaruh Berat Ekstrak Buah Nanas (*Ananas comusus Var. dulcis*) Dan Lama Inkubasi Terhadap Kadar Protein Terlarut Kecap Ikan Yang Dibuat Secara Enzimatis**" dapat terselesaikan dengan baik. Pada kesempatan ini Penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Rektor Universitas Jember.
2. Kepala Perpustakaan Universitas Jember.
3. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.
4. Ketua Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.
5. Ketua Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.
6. Ketua Laboratorium Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.
7. Drh. Wuryanti Handayani, M.Si dan Drs. Slamet Hariyadi, M.Si selaku dosen Pembimbing I dan Pembimbing II.
8. Kak Pardi, Basuki dan segenap civitas Ponpes Al Fatah Lamsel, Kawan-kawan Bio 96' (Eko, Watik, Maria, dkk.), Arek-Arek Bio 97' (Jat, Muslih, Nanang, Dian, Leli, Munib, dkk.), Patner kerja di Cita Grup (Ebid, Hudi, Kris, dkk.) Saudara Seperjuangan (Mas yon, Mas Mahfud dan Istri, Mas Gogon, Alfian dan Istri, Awang, Agung, Dayat, Babun, Desi, Nunung, Ita, Yuli, Titin dkk.)
9. Semua pihak yang telah membantu Penulis menyelesaikan skripsi ini.

Penulis berdoa semoga amal baik mereka diterima Allah SWT. dan mereka diberi imbalan yang lebih besar, terakhir penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi masyarakat. Amin.

Jember, juni 2001

Suprihno

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN MOTO	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN PENGAJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xiii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Komposisi Ikan dan Gizi	5
2.2 Protein dan Sifat – Sifatnya	6
2.2.1 Protein	6
2.2.2 Asam Amino dan Struktur Protein	7
2.2.3 Struktur Susunan Molekul Protein	8
2.2.4 Kelarutan Protein	9
2.2.5 Sifat Fisiko Kimia Protein	10
2.2.6 Denaturasi Protein	11
2.3 Enzim Bromelin	12

2.4 Kecap	15
2.5 Kecap Ikan	15
2.6 Hipotesis	16
III. METODE PENELITIAN	17
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.2 Alat dan Bahan	17
3.3 Metode Penelitian	17
3.4 Prosedur Penelitian	19
3.5 Pengamatan	19
3.6 Prosedur Analisa Data	19
3.6.1 Kadar Protein Terlarut	19
3.6.2 Derajat Keasaman (pH)	20
3.6.3 Analisa Data	20
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Hasil Penelitian	22
4.1.1 Kadar Protein Terlarut	22
4.1.2 Derajat Keasaman (pH)	28
4.2 Pembahasan	33
4.2.1 Kadar Protein Terlarut	33
4.2.2 Derajat Keasaman (pH)	34
V. KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN – LAMPIRAN	41

DAFTAR TABEL

No.	URAIAN	HAL.
1.	Komposisi kimia beberapa produk perikanan dalam persen	5
2.	Kandungan enzim bromelin dalam buah nanas	13
3.	Komposisi produk kecap ikan yang dibuat secara enzimatis	16
4.	Analisis Sidik Ragam kadar protein terlarut kecap ikan yang dibuat secara enzimatis	22
5.	Hasil uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) kadar protein terlarut kecap ikan terhadap persentase berat ekstrak buah nanas	23
6.	Hasil uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) kadar protein terlarut kecap ikan terhadap berbagai lama inkubasi	24
7.	Hasil uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) pengaruh persentase berat ekstrak buah nanas dan lama inkubasi terhadap kadar protein terlarut kecap ikan	25
8.	Analisis Sidik Ragam derajat keasaman (pH) kecap ikan yang dibuat secara enzimatis	27
9.	Hasil uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) pH kecap ikan terhadap persentase berat ekstrak buah nanas	28
10.	Hasil uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) pH kecap ikan terhadap berbagai lama inkubasi	29
11.	Hasil uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) pengaruh persentase berat ekstrak buah nanas dan lama inkubasi terhadap pH kecap ikan yang dihasilkan	30

DAFTAR GAMBAR

No.	URAIAN	HAL.
1.	Gugus amino rantai cabang	7
2.	Ikatan polipeptida antara asam amino	8
3.	Skema pembuatan kecap ikan secara enzimatis	21
4.	Hubungan persentase berat ekstrak buah nanas dan kadar protein terlarut kecap ikan yang dibuat secara enzimatis	24
5.	Hubungan lama inkubasi dan kadar protein terlarut kecap ikan yang dibuat secara enzimatis	25
6.	Hubungan persentase berat ekstrak buah nanas dan lama inkubasi terhadap kadar protein terlarut kecap ikan yang dibuat secara enzimatis	27
7.	Hubungan berat ekstrak buah nanas dan derajat keasaman (pH) kecap ikan yang dibuat secara enzimatis	29
8.	Hubungan lama inkubasi dan derajat keasaman (pH) kecap ikan yang dibuat secara enzimatis	30
9.	Hubungan berat ekstrak buah nanas dan lama inkubasi terhadap derajat keasaman (pH) kecap ikan yang dibuat secara enzimatis	32

DAFTAR LAMPIRAN

No.	URAIAN	HAL.
1.	Matrik Penelitian	41
2.	Tabel Hasil Perhitungan kadar Protein Terlarut	42
3.	Tabel Hasil Perhitungan dua arah kadar Protein Terlarut	42
4.	Tabel Analisis Sidik Ragam Kadar Protein Terlarut	43
5.	Tabel uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) terhadap persentase ekstrak nanas	44
6.	Tabel hasil uji beda jarak berganda kadar protein terlarut kecap ikan terhadap persentase ekstrak nanas	44
7.	Tabel uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) terhadap faktor lama inkubasi	45
8.	Tabel Hasil uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) terhadap faktor inkubasi	45
9.	Gambar Hubungan persentase berat ekstrak buah nanas dan kadar protein terlarut kecap ikan.	46
10.	Gambar Hubungan lama inkubasi dan kadar protein terlarut kecap ikan yang dibuat secara enzimatis.	46
11.	Tabel Uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) terhadap kombinasi persentase ekstrak nanas dan lama inkubasi	47
12.	Tabel perhitungan uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) terhadap kombinasi persentase ekstrak nanas dan lama inkubasi	48
13.	Gambar Hubungan Persentase ekstrak buah nanas dan lama inkubasi terhadap kadar protein terlarut.	49
14.	Tabel Uji polinomial orthogonal	50

No.	URAIAN	HAL.
15.	Tabel perhitungan Uji polinomial orthogonal	51
16.	Tabel Hasil Perhitungan pH Kecap ikan	52
17.	Tabel dua arah Perhitungan pH kecap ikan	52
18.	Tabel analisis Sidik Ragam pH kecap ikan	53
19.	Tabel Uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) pH kecap ikan terhadap persentase ekstrak nanas	54
20.	Tabel hasil Uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) pH kecap ikan terhadap persentase ekstrak nanas	54
21.	Tabel Uji DMRT pH kecap ikan terhadap lama inkubasi	55
22.	Tabel hasil Uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) pH kecap ikan terhadap lama inkubasi	55
23.	Gambar hubungan persentase berat ekstrak buah nanas dan pH kecap ikan yang dibuat secara enzimatis	56
24.	Gambar hubungan lama inkubasi dan pH kecap ikan	56
25.	Tabel Uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) pH kecap ikan terhadap kombinasi persentase ekstrak nanas dan lama inkubasi	57
26.	Tabel perhitungan Uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) pH kecap ikan terhadap kombinasi persentase ekstrak nanas dan lama inkubasi	58
27.	Gambar Hubungan Persentase ekstrak buah nanas dan lama inkubasi terhadap pH kecap ikan .	59
28.	Tabel Uji polinomial orthogonal	60
29.	Tabel perhitungan Uji polinomial ortogonal pH kecap ikan terhadap kombinasi persentase ekstrak nanas dan lama inkubasi	61
30.	Foto - foto Penelitian	62

ABSTRAK

Suprihno, Juni 2002, Pengaruh Berat Ekstrak Buah Nanas (*Ananas comusus* Var. *dulcie*) dan Lama Inkubasi Terhadap Kadar Protein Terlarut Kecap Ikan yang Dibuat Secara Enzimatis. Skripsi, Program Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

Pembimbing : (1). drh. Wuryanti Handayani, M.Si
(2). Drs. Slamet Hariyadi, M.Si

Ikan merupakan sumber protein hewani paling tinggi yang dapat memberikan kontribusi penyediaan protein hewani bagi tubuh. Tubuh manusia memerlukan 20–40 gram protein perhari. Kecap ikan mempunyai kualitas protein yang lebih baik dari bahan asalnya. Peningkatan ini terjadi karena perubahan distribusi asam amino. Telah diteliti pembuatan kecap secara enzimatis dengan menggunakan buah nanas, yang diduga mengandung enzim protease terutama enzim bromelin. Tujuan penelitian ini adalah : (1) mengetahui pengaruh berat ekstrak buah nanas yang optimum terhadap kadar protein terlarut kecap ikan yang dibuat secara enzimatis; (2) mengetahui lama inkubasi yang optimum terhadap kadar protein terlarut kecap ikan yang dibuat secara enzimatis; (3) mengetahui kombinasi pengaruh berat ekstrak buah nanas dan lama inkubasi yang optimum dalam pembuatan kecap ikan secara enzimatis. Penelitian dilakukan di Laboratorium Biologi FKIP Universitas Jember, mulai bulan Januari – Maret 2002. Metode yang digunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) secara faktorial 5 x 4 dengan menggunakan dua taraf; (1) faktor N (berat ekstrak buah nanas), (2) faktor W (lama Inkubasi). Analisis data menggunakan analisis sidik ragam, diteruskan dengan uji DMRT 5 % dan dilanjutkan dengan uji polinomial orthogonal. Dari hasil penelitian dan hasil analisis diketahui bahwa pengaruh berat ekstrak buah nanas yang optimum dalam pembuatan kecap secara enzimatis adalah pada berat ekstrak buah nanas 100 % dari berat ikan rucah dan lama inkubasi 5 hari, menghasilkan kecap ikan berkadar protein 2.196 %.

Kata Kunci : Buah nanas, lama inkubasi, protein terlarut, dan enzim bromelin



1.1 . Latar Belakang

Kepulauan Indonesia merupakan daerah kontinental dengan perairan campuran arus dari samudra Indonesia dan samudra Pasifik serta perairan darat yang luas, kaya akan sumber daya perairan. Hasil perairan tersebut merupakan salah satu sumber daya alam yang potensial, dimana produksi ikan Indonesia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Peningkatan hasil perikanan ini dapat dijadikan sebagai sumber protein hewani bagi masyarakat (Soepitasari, 1999: 4).

Ikan merupakan sumber protein hewani paling tinggi, sehingga dapat memberi kontribusi penyediaan protein hewani paling besar. Protein ikan mengandung asam amino yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah dan kesinambungan yang baik, dimana konsumsi 20 sampai 40 gram protein ikan perhari dalam makanan cukup untuk mengatasi masalah kekurangan protein. Oleh karena itu ikan merupakan salah satu bahan makanan sumber protein yang sangat dibutuhkan bagi manusia Samaatmaja (1983: 8).

Masalah lain yang membutuhkan perhatian adalah kebutuhan masyarakat akan protein yang belum terpenuhi. Hal ini terjadi karena, pertambahan jumlah penduduk yang tak sebanding dengan pertambahan jumlah pangan, mengakibatkan timbulnya kekurangan protein dan energi. Kekurangan ini akan dipertajam karena pola konsumsi makanan yang salah, padahal tubuh manusia mengandung 72 % air, 22 % protein dan sisanya merupakan bahan lemak, karbohidrat, vitamin dan mineral (Roedjito, 1989: 179). Hasil produksi ikan di Indonesia selama ini sebenarnya mampu memenuhi kebutuhan masyarakat. Akan tetapi Kendala utama yang dihadapi adalah daya tahan ikan yang sangat singkat. Ikan segar mudah sekali busuk/rusak, yaitu sekitar 5-8 jam setelah penangkapan (Wahyuni, dan Astawan, 1989: 69). Kerusakan ini berkaitan erat dengan penanganan yang kurang baik, sistem distribusi dan fasilitas yang kurang memadai, kurangnya industri perikanan yang dapat memanfaatkan produksi yang berlimpah.

Usaha meningkatkan konsumsi ikan sudah selayaknya dilakukan dengan berbagai upaya, salah satu diantaranya adalah diversifikasi hasil olahan ikan yang dapat didistribusikan kepada masyarakat tanpa menanggung resiko, seperti kerusakan hasil ikan laut. Salah satu hasil diversifikasi pengolahan ikan adalah dibuat campuran kecap yang dikenal dengan kecap ikan.

Secara tradisional kecap dibuat dengan cara fermentasi, yaitu menggunakan mikroba untuk menfermentasikan kedelai. Dengan semakin majunya teknologi pangan, kini kecap tidak hanya dibuat dari kedelai melainkan juga dari ikan dengan bantuan enzim. Dibandingkan dengan cara pembuatan kecap secara fermentasi maka pembuatan kecap secara enzimatik akan memerlukan waktu yang lebih singkat dengan kadar protein yang lebih tinggi. Pembuatan kecap ikan secara enzimatik yaitu dengan menggunakan enzim-enzim protease seperti enzim bromelin yang terdapat dalam buah nanas, dan papain yang terdapat dalam buah pepaya (Suhartono, 1992: 30). Bromelin merupakan salah satu dari sekian banyak enzim proteolitik yang berasal dari buah nanas. Sebagai enzim proteolitik bromelin mampu memecah molekul-molekul protein menjadi molekul-molekul protein yang lebih kecil bahkan sampai ke asam amino, sehingga dalam proses pembuatan kecap enzim tersebut berguna untuk membantu melarutkan protein agar pembuatan kecap lebih cepat.

Aktivitas enzim bromelin dipengaruhi beberapa faktor diantaranya kematangan buah, pH, suhu, Konsentrasi dan waktu. Berdasarkan latar belakang diatas maka perlu dilakukan penelitian dengan judul “ **Pengaruh berat ekstrak buah nanas (*Ananas comusus Var. dulcis*) dan lama inkubasi terhadap kadar protein terlarut kecap ikan yang dibuat secara enzimatik** “, untuk mengetahui pengaruh enzim bromelin yang terdapat pada buah nanas dan lama inkubasi terhadap kualitas kecap ikan yang dibuat secara enzimatik sehingga dapat menghasilkan kecap ikan yang terbaik.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- 1) berapakah berat ekstrak buah nanas yang optimum terhadap kadar protein terlarut kecap ikan yang dibuat secara enzimatis?
- 2) berapa lama inkubasi yang optimum dalam pembuatan kecap ikan yang dibuat secara enzimatis?
- 3) berapa pengaruh berat ekstrak buah nanas dan lama inkubasi yang optimum dalam pembuatan kecap ikan yang dibuat secara enzimatis ?

1.3 Batasan Masalah

- 1) Ikan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan rucah, yaitu ikan laut dengan ukuran yang kecil-kecil sehingga mempunyai nilai ekonomi rendah, *Clupea koringsbergeri* (lengkuru), *Tylosorus macrolepis* (pet-lepet), *Corythoichthys fasciatus* (akpaka), *Sporus sarba* (ketombol), *Oxyurichthys microlepis* (janggalah).
- 2) Buah nanas yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah nanas spesies (*Ananas comusus* Var. *dulcis*) atau sering disebut dengan nama daerah nanas bogor. Usia buah nanas tersebut 80 – 85 hari yaitu Buah nanas yang sudah mulai menguning/masak.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

- 1) mengetahui pengaruh berat ekstrak buah nanas yang optimum dalam pembuatan kecap ikan secara enzimatis.
- 2) mengetahui lama inkubasi yang optimum dalam pembuatan kecap ikan secara enzimatis.
- 3) mengetahui kombinasi berat ekstrak buah nanas dan lama inkubasi yang optimum dalam pembuatan kecap ikan secara enzimatis.

1.5 Manfaat Penelitian

- 1) Bagi Peneliti untuk lebih mendalami Biokimia tentang pengaruh enzim terhadap protein terlarut sehingga dapat bermanfaat dalam pengolahan hasil-hasil perikanan.
- 2) Memberikan informasi kepada masyarakat nelayan mengenai pembuatan kecap ikan secara enzimatis dalam rangka penganekaragaman pengolahan ikan untuk mengatasi kerusakan ikan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

1.1. Komposisi Ikan dan Gizi

Ikan merupakan sumber protein paling tinggi. Secara umum ikan dan produk hasil perairan lain mengandung komponen kimia yaitu air : 65 – 85 %, Protein 16 – 22% lemak : 0,5 - 10 %, karbohidrat kurang dari 10 % dan abu 1,2 – 1,7 %. Tabel 1 berikut memperlihatkan komposisi kimia beberapa olahan ikan (Syarif dan Irawati, 1988: 178).

Tabel 1. Komposisi kimia beberapa produk perikanan dalam persen.

Jenis	Air	Protein	Lemak	Karbohidrat	Abu
Harde Mackerel	72,8	18,7	6,9	0,1	1,5
Flat Fish	76,9	19,0	2,2	0,3	1,6
Salmon	69,3	20,7	8,4	0,1	1,5
Sardine	64,6	19,2	13,8	0,5	1,9

Sumber: Standard Komposisi makanan Jepang 1982 dalam Syarif dan Irawati, 1988: 180.

Kandungan Protein produk ikan satu setengah kali lebih tinggi dari pada hewan pedaging. Ada dua keunggulan dari protein ikan yaitu : mengandung jaringan ikat yang sedikit dan komposisi asam amino yang lengkap. Jenis protein ini sangat sesuai untuk dikonsumsi dengan beras/nasi dan kacang-kacangan, karena mengandung asam amino lysin dan methionin yang tinggi, dimana kedua jenis asam amino diatas sangat sedikit terdapat pada beras dan jenis kacang-kacangan (Syarif dan Irawati, 1988: 179).

Menurut Winarno (1993: 116) komposisi ikan sangat bervariasi, hal ini merupakan refleksi dari perbedaan kandungan lemaknya, yaitu antara 1 % - 25 %. Ikan yang mengandung lemak lebih dari 5 % biasanya dagingnya lebih banyak

mengandung pigmen, sedangkan ikan dengan kadar lemak rendah dagingnya berwarna putih.

Disamping itu ikan juga kaya akan kandungan mineral, yaitu : kalsium, fosfor, natrium, dan besi, serta tembaga. Demikian juga kandungan vitamin dalam ikan bervariasi, bergantung pada kandungan lemaknya. Vitamin A dan D terdapat pada minyak hati dan jeroan ikan. Telur ikan (Fish roe) merupakan sumber tiamin. Kandungan iodin dan flour pada ikan biasanya lebih tinggi dari pada makanan lain. Souphin shark (ikan hiu) dan gray fish adalah ikan – ikan utama yang digunakan manusia untuk memproduksi vitamin A secara komersial yang diambil dari hatinya (Winarno, 1993: 317).

2.2. Protein dan Sifat-sifatnya.

2.2.1. Protein

Protein merupakan polimer asam amino yang mengandung unsur-unsur C, H, O dan N, sebagian molekul protein juga mengandung fosfor, belerang, dan ada pula jenis protein yang mengandung unsur logam seperti besi dan tembaga (Winarno, dkk, 1980: 5).

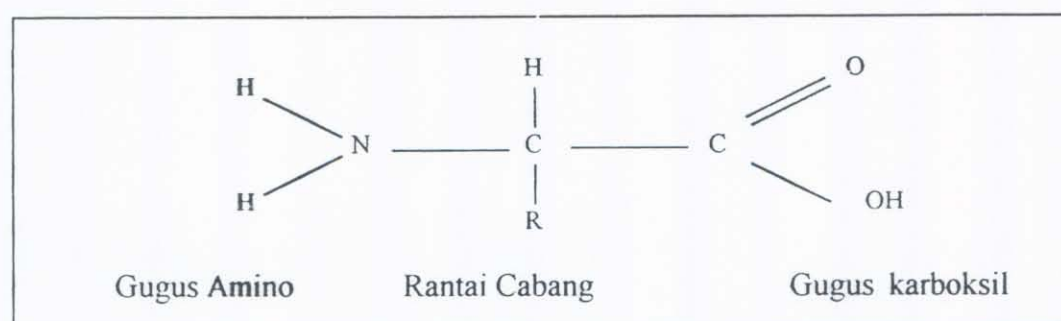
Protein sangat penting bagi kelangsungan makhluk hidup, yang berfungsi sebagai zat pembangun, bahan bakar, dan zat pengatur dalam tubuh, sebagai zat pembangun, protein merupakan bahan pembentuk jaringan – jaringan baru yang selalu terjadi dalam tubuh. Pada masa pertumbuhan proses pembentukan jaringan terjadi secara besar-besaran, pada masa kehamilan proteinlah yang membentuk jaringan janin dan pertumbuhan embrio. Protein juga mengganti jaringan tubuh yang rusak dan yang perlu dirombak. (Winarno, 1992: 50).

Protein ikut pula mengatur berbagai proses tubuh baik langsung maupun tidak langsung dalam membentuk zat-zat pengatur proses dalam tubuh. Dalam setiap sel yang hidup, protein merupakan bagian – bagian yang sangat penting pada sebagian besar jaringan tubuh, protein merupakan komponen terbesar setelah air.

Walaupun peranan dan jenisnya begitu beragam tetapi protein tersusun dari senyawa yang relatif sederhana. Seluruh protein baik yang diisolasi dari bakteri maupun sel hewan tinggi, dibangun oleh 20 macam asam amino yang sama. Asam-asam amino ini dihubungkan satu dengan lainnya melalui ikatan kovalen, ikatan peptida dengan urutan yang khas. Dari 20 macam asam amino ini, sel dapat membentuk beraneka ragam protein seperti, enzim, hormon, protein lensa mata, protein kulit serat, antibiotik dan banyak lagi protein-protein (senyawa-senyawa) yang mempunyai aktivitas biologik (Arbianto: 1996:13).

2.2.2 Asam Amino dan Struktur Protein

Bila suatu protein dihidrolisa dengan asam alkali atau enzim akan dihasilkan campuran asam-asam amino. Sebuah molekul asam amino terdiri dari sebuah gugus amino, sebuah gugus karboksil, sebuah atom hidrogen, dan gugus R yang terikat pada sebuah atom C yang dikenal sebagai karbon α , (Winarno, 1992: 52).

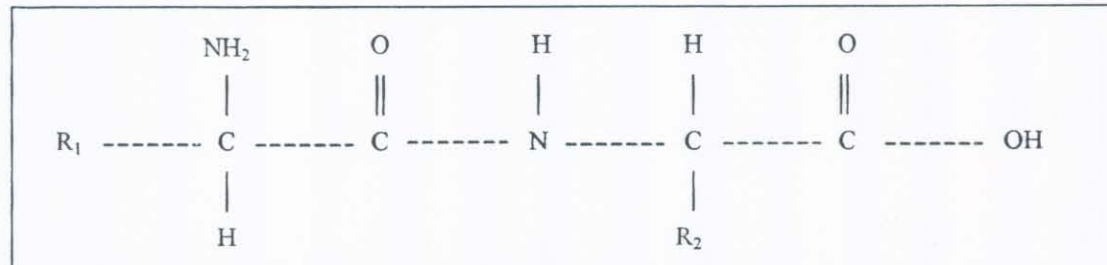


Gambar 1. Struktur molekul asam amino dapat dilihat pada gambar 1.

Menurut Winarno (1992: 53) terdapat 24 macam rantai R yang berbeda ukuran, bentuk, muatan dan reaktifitasnya. Hal ini yang membedakan 24 macam asam amino yang sudah dikenal. Rantai cabang R dapat berupa atom hidrogen pada glisin, metil pada alanin atau berupa gugus lainnya, baik gugus alifatik, hidroksil maupun aromatik.

Molekul protein tersusun dari sejumlah asam amino yang saling berikatan satu sama lain. Ikatan antara asam amino yang satu dengan gugus karboksil dari asam amino yang lain dengan mengeluarkan satu molekul air, ikatan ini sering disebut ikatan peptida (Arbianto, 1996: 25).

Menurut Email Fisher *dalam* Winarno (1992: 57) asam-asam amino digabungkan oleh suatu ikatan peptida (- CONH -). Gugus karboksil suatu asam amino berkaitan dengan gugus amino dari molekul asam amino lain akan menghasilkan dipeptida. Kemudian gugus asam amino dan karboksil bebas dari dipeptida tersebut dapat bereaksi lagi dengan asam-asam amino lainnya membentuk polipeptida.



Gambar 2. Ikatan Peptida antara asam amino (dipeptida).

2.2.3 Struktur Susunan Molekul Protein

Arbianto menyatakan (1996: 29) struktur protein paling sedikit dapat dikelompokkan menjadi 4 tingkatan struktur :

- 1) Struktur primer, yaitu struktur yang berbentuk linier dari residu-residu asam amino sepanjang rantai polipeptida melibatkan pembentukan ikatan kovalen dari ikatan peptida.
- 2) Struktur Sekunder, yaitu struktur dua dimensi dari molekul protein dimana terjadi folding (melipat) yang beraturan seperti α helik atau β sheet (lipatan beta). Dalam struktur sekunder disamping adanya ikatan kovalen antar asam amino dan ikatan disulfida dari gugus amino juga terdapat ikatan – ikatan hidrogen dari gugus – gugus polar pada residu asam amino.

- 3) Struktur tersier, yaitu struktur tiga dimensi yang sederhana dari rantai polipeptida, disamping terjadi folding dalam struktur ini terjadi juga interaksi-interaksi non kovalen lain seperti interaksi vander waals, gugus non polar, dari satu polipeptida.
- 4) Struktur kuarternmer, merupakan struktur molekul protein yang kompleks, tidak terbatas hanya terdiri dari satu rantai polipeptida, tetapi mengandung beberapa rantai polipeptida (Arbianto, 1996: 29).

Menurut Winarno (1992: 61) protein dapat digolongkan menurut struktur satuan molekulnya, kelarutannya, adanya senyawa lain dalam molekul, tingkat degradasi dan fungsinya.

- a. Protein fibriler/skleroprotein, adalah protein yang berbentuk serabut, protein ini tidak larut dalam pelarut – pelarut encer, baik larutan garam, asam basa, ataupun alkohol. Susunan molekulnya terdiri dari rantai molekul yang panjang sejajar dengan rantai utama, kegunaan protein ini terutama untuk membentuk struktur bahan dan jaringan. Contoh: kalogen pada tulang rawan, miosin pada otot, karotin pada rambut dan fibrin pada gumpalan darah.
- b. Protein globuler/sferoprotein yaitu protein yang berbentuk bola, banyak terdapat pada bahan pangan seperti susu, telur dan daging. Protein ini larut dalam larutan garam dan asam encer, juga lebih mudah berubah dibawah pengaruh suhu, konsentrasi garam, pelarut asam dan basa dibandingkan protein fibriler. Protein ini mudah terdenaturasi, yaitu susunan molekulnya berubah yang diikutinya dengan perubahan sifat fisik dan fisiologisnya seperti yang dialami oleh enzim dan hormon (Winarno, 1992: 61).

2.2.4. Kelarutan Protein

Menurut Winarno (1992: 62) berdasarkan kelarutannya protein dapat dibagi dalam beberapa grup yaitu; albumin, globulin, glutelin, Prolamin, histin, dan protamin. Sifat-sifat protein tersebut antara lain :

- a. Albumin; larut dalam air terkoagulasi dalam panas, contohnya albumin telur, serum dan laktalbumin dalam susu

- b. Globulin; tidak larut dalam air, terkoagulasi oleh panas, larut dalam larutan garam encer, dan mengendap dalam larutan garam berkonsentrasi tinggi (salting out). Contohnya; legum dalam buah kacang-kacangan.
- c. Glutelin; tidak larut dalam pelarut netral tetapi larut dalam asam/basa encer, contohnya : glutelin dalam gandum dan orizenin dalam buah.
- d. Histin; larut dalam air tidak larut dalam amoniak encer, histin dapat mengendap dalam pelarut protein lain, histin yang terkoagulasi dalam pemanasan dapat larut lagi dalam larutan asam encer. Contohnya glubulin dalam hemoglobin.
- e. Protamin; larut dalam air dan tidak terkoagulasi dalam panas, larutan protamin encer dan dapat mengendapkan protein lain, bersifat basa kuat, dan dengan asam kuat membentuk garam kuat. Contohnya salmin dalam ikan salmon, klupein dalam ikan berring dan siprimin pada ikan karper.

2.2.5. Sifat Fisiko Kimia Protein

Sifat fisikokimia setiap protein tidak sama, tergantung pada jumlah dan jenis asam aminonya. Ada protein yang larut dalam air, ada pula yang tidak larut dalam pelarut lemak, seperti etil eter. Bila dalam suatu larutan protein ditambahkan garam, daya larut protein akan berkurang, akibatnya protein akan terpisah sebagai endapan. Peristiwa pemisahan protein ini disebut salting out (Winarno, 1992: 64).

Apabila protein dipanaskan atau ditambah alkohol maka protein akan menggumpal. Hal ini disebabkan alkohol menarik mantel air yang melingkupi molekul-molekul protein selain itu penggumpalan juga terjadi karena aktifitas enzim-enzim proteolitik.

Protein dapat bersifat amfoter (dapat bereaksi dengan asam maupun basa). Hal ini disebabkan protein mempunyai muatan, karena memiliki gugus amino dan karboksil pada ujung-ujung rantai molekul protein. Tiap molekul protein mempunyai daya reaksi dengan asam dan basa yang berbeda tergantung pada letak dan jumlah gugus amino dan karboksil dalam molekul protein tersebut. Dalam larutan asam (pH rendah) molekul protein akan bermuatan positif dan bila dilakukan hidrolisa maka

molekul protein akan bergerak ke arah elektroda negatif (pH tinggi) molekul protein akan bermuatan negatif dan akan menuju ke elektroda positif atau anoda.

Pada pH tertentu muatan gugus amino dan karboksil bebas akan saling menetralkan sehingga molekul protein akan tidak bermuatan (netral). Pada pH ini disebut pH titik iso elektrolitik. Tiap jenis protein mempunyai titik iso elektrolitik yang berlainan. Pengendapan paling cepat terjadi pada titik iso elektrolitik dan prinsip ini digunakan dalam proses-proses pemisahan serta pemurnian protein (Winarno, 1992: 65).

2.2.6 Denaturasi protein

Martoharsono (1998: 48) menyatakan bahwa sebagian besar molekul protein akan menampilkan aktivitas biologisnya pada kisaran pH dan suhu tertentu. Pada pH dan suhu yang tinggi protein globulin mengalami perubahan fisik. Protein dapat mengalami perubahan/denaturasi dengan cara fisik dan kimiawi. Salah satu sifat yang tampak adalah kelarutannya yang menurun akibat pemanasan, misalnya pembentukan gumpalan putih pada telur apabila dipanaskan, sedangkan dengan cara kimia dapat dilakukan dengan penambahan bahan kimia tertentu.

Bila susunan ruang atau rantai polipeptida suatu molekul protein berubah, maka dikatakan protein ini terdenaturasi. Sebagian besar protein globulin mudah mengalami denaturasi. Jika ikatan-ikatan yang membentuk konfigurasi molekul tersebut rusak, molekul akan mengembang (Winarno, 1992: 67).

Ada dua macam denaturasi, yaitu pengembangan rantai polipeptida dan pemecahan protein menjadi unit yang lebih kecil tanpa disertai pengembangan molekul. Yang pertama terjadi pada rantai polipeptida, sedangkan yang ke dua terjadi pada bagian-bagian molekul yang tergabung dalam ikatan sekunder. Ikatan-ikatan yang dipengaruhi oleh proses denaturasi ini adalah ikatan hidrogen, ikatan hidrofilik, ikatan ionik dan ikatan intra molekuler (Winarno, 1992: 68).

Pemecahan atau pengembagan molekul protein yang terdenaturasi akan membuka gugus reaktif pada rantai polipeptida, selanjutnya akan terjadi pengikatan kembali pada gugus reaktif yang sama atau berdekatan. Bila unit ikatan yang terbentuk cukup banyak sehingga protein tidak lagi terdispersi sebagai suatu koloid, maka protein tersebut mengalami koagulasi. Apabila ikatan-ikatan antara gugus reaktif protein tersebut menahan seluruh cairan, akan terbentuk gel, sedangkan bila cairan terpisah dari protein yang terkoagulasi itu, protein akan mengendap (Winarno, 1992: 68).

Protein yang terkoagulasi berkurang kelarutannya. Lapisan molekul protein bagian dalam yang bersifat hidrofobik berbalik keluar, sedangkan bagian luarnya yang bersifat hidrofil terlipat ke dalam. Pelipatan atau pembalikan terjadi khususnya bila larutan protein akan menggumpal dan mengendap (Winarno, 1992: 69).

2.3. Enzim Bromelin

Enzim adalah suatu protein yang mempunyai struktur tiga dimensi tertentu yang mampu mengkatalis reaksi biologik (aktivitas biokatalitik). Enzim menaikkan laju reaksi karena dengan adanya enzim, maka reaksi yang terjadi akan mempunyai energi aktivasi lebih rendah dari reaksi biasanya (Arbianto, 1996:125).

Aktivitas suatu enzim dinyatakan sebagai kemampuan enzim tersebut dalam mengubah substrat menjadi suatu produk. Aktivitas katalitik suatu enzim pada prinsipnya adalah proses katalis pemindahan elektron atom atau gugus fungsional. (Arbianto, 1996:127). Enzim bromelin yang berasal dari buah nanas (*Ananas comusus,L*) sebagai enzim proteolitik mampu memecah molekul-molekul protein menjadi bentuk asam amino. Kemampuan enzim bromelin hampir sama dengan papain. Karena kemampuannya sebagian besar enzim ini digunakan untuk mempertahankan ketahanan daging pada suhu chiling dan untuk menggempakan/melembutkan daging (Indrawati *dalam* Soebowo, 1992: 11).

Enzim bromelin dalam tanaman nanas terdapat pada buah, tangkai, kulit, daun dan batang dengan jumlah yang berbeda-beda. Tabel berikut memperlihatkan prosentase (%) kandungan enzim dalam buah nanas.

Tabel 2. Kadar bromelin pada buah nanas

Bagian tanaman	Prosentase (%)
Buah utuh	0,060 – 0,080
Daging buah	0,080 – 0,125
Kulit buah	0,050 – 0,075
Tangkai	0,040 – 0,060
Batang	0,100 – 0,600

Sumber: Omar, idrus, dan rozak (1978) dalam Suhartono, 1992: 52.

Buah nanas yang masih hijau atau belum matang, umumnya kandungan enzimnya lebih sedikit, konsentrasi enzim akan meningkat dengan meningkatnya kematangan. Konsentrasi enzim cenderung tetap selama pertumbuhan. Tetapi pada saat buah matang konsentrasinya meningkat, kemudian pada akhir pematangan kandungan enzimnya menurun (Suhartono, 1992: 52)

Aktivitas enzim bromelin dipengaruhi oleh beberapa hal diantaranya adalah ; tingkat kematangan buah, pH, suhu, konsentrasi dan waktu.

a. kematangan buah

Semakin matang buah maka enzim bromelin dalam buah tersebut makin kurang aktif. Hal ini disebabkan pada proses pematangan buah terjadi pembentukan senyawa tertentu. Dalam hal ini enzim sebagai protein ikut terpakai dalam senyawa tersebut sehingga sebagian struktur enzim akan rusak, akibatnya keaktifannya pun berkurang.

b. Pengaruh pH

Enzim adalah protein yang tersusun atas asam amino, oleh karena itu pengaruh pH berhubungan erat dengan sifat asam basa yang dipunyai oleh

protein. Pada umumnya enzim menunjukkan titik optimal aktivitas pada pH tertentu (Martoharsono, 1998: 96). Aktivitas enzim bromelin optimum pada pH 6,5 dimana enzim mempunyai konformasi yang mantap dan juga mempunyai aktivitas yang maksimum. Apabila pH yang digunakan terlalu tinggi atau terlalu rendah akan terjadi denaturasi protein yang kecepatan katalisisnya menurun.

c. Pengaruh suhu

Pengaruh reaksi sebagian besar naik dengan naiknya suhu sampai batas tertentu. Tiap naik 10°C kecepatan reaksinya naik dua kali. Suhu mempunyai dua pengaruh yang saling berlawanan terhadap aktivitas enzim. Pertama naiknya suhu akan menaikkan aktivitas enzim sebaliknya juga mendenaturasikan enzim (Martoharsono, 1998: 97). Suhu optimum untuk enzim bromelin adalah 50°C diatas dan dibawah suhu tersebut keaktifannya lebih rendah, karena energi kinetika dibawah suhu optimum substrat maupun enzim cukup rendah sehingga kemungkinan substrat dan enzim untuk bertemu dan bereaksi kecil, sehingga kecepatan reaksi lebih rendah.

d. Pengaruh konsentrasi dan waktu

Menurut Harraw dan Maeur *dalam* Indrawati (1983: 52), kecepatan katalisis enzim meningkat pada konsentrasi enzim yang lebih besar dan waktu yang lebih lama. Dengan bertambahnya mol enzim maka konsentrasi substrat yang tertentu akan menyebabkan kecepatan katalisis semakin besar, walaupun hubungan ini belum tentu bersifat linier. Waktu yang lebih lama akan menyebabkan daya kerja enzim untuk mengkatalisis substrat menjadi lebih lama dan tentunya akan menyebabkan hasil katalisis yang lebih banyak dan tergantung pula dengan konsentrasi substrat yang ada.

Penggunaan buah nanas pada pembuatan kecap ikan dimaksudkan sebagai sumber enzim bromelin yang akan menghidrolisa protein ikan menjadi molekul-molekul protein yang lebih kecil. Disamping itu enzim bromelin tidak menghasilkan hasil hidrolisa yang memberikan rasa pahit. Penggunaan enzim bromelin pada pembuatan kecap tersebut adalah untuk mempercepat proses pembuatan kecap.

2.4. Kecap

Kecap dikenal oleh masyarakat sebagai bahan penyedap masakan ataupun sebagai bumbu, bahkan ada yang mempergunakannya sebagai lauk (Sardjono, 1980: 15). Pengertian kecap menurut standard Industri Indonesia adalah cairan kental yang mengandung protein yang diperoleh dari perebusan kedelei yang sudah diragikan dan ditambah gula, garam dan rempah. Pembuatan kecap biasanya dilakukan dengan tiga macam yaitu dengan proses fermentasi, hidrolisa asam dan kombinasi keduanya. Bila dibandingkan dengan kecap yang dibuat dengan proses asam, kecap yang dibuat dengan proses fermentasi lebih baik dalam hal flavor dan aroma (Sulistiyani, 1989: 17).

Bahan dasar pembuatan kecap adalah kedelei, kecipir, koro benguk dan beberap jenis kacang-kacangan lain. Disamping itu kecap dapat dibuat dari protein hewani misalnya ikan, keong sawah, dan jenis hewan lain. Untuk bahan-bahan tersebut kecap yang dihasilkan harus diberi keterangan dibelakang namanya untuk membedakan dengan kecap kedelei dan yang lain.

Bahan – bahan yang telah dibuat menjadi kecap mempunyai kualitas protein lebih baik dari pada bahan asalnya. Peningkatan ini terjadi karena peningkatan nilai cerna ataupun perubahan distribusi asam amino. Protein sukar dicerna, namun dengan dibuat kecap terjadi peningkatan nilai cerna, sebab telah terjadi pemecahan beberapa protein bermokul besar menjadi molekul-molekul yang lebih kecil. Perubahan ini juga merubah protein yang tadinya sukar larut menjadi terlarut yang memungkinkan untuk mudah dicerna dalam sistem pencernaan (Suparmo, 1989: 55).

2.5. Kecap Ikan

Kecap ikan merupakan suatu produk hasil hidrolisa ikan (baik secara fermentasi/garam, enzimatis maupun kimiawi) yang berbentuk cairan dan warna coklat jernih. kandungan gizi utama kecap ikan adalah protein terhidrolisa, senyawa nitrogen terlarut dan mineral terutama natrium, kalsium dan iodium. Pembuatan kecap ikan secara fermentasi dengan menggunakan garam sedang pembuatan kecap

secara enzimatik dengan menggunakan enzim bromelin atau papain. Kedua enzim protease tersebut mampu menguraikan protein menjadi beberapa komponen seperti peptida, pepton dan asam amino (Wahyuni, dan Astawan, 1989: 111). Spesifikasi produk kecap ikan yang diolah dengan cara enzimatik adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Komposisi produk kecap ikan yang di buat secara enzimatik dalam persen.

Pengamatan	Prosentase (%)
Protein	3,90
NPN (mg N)	160,00
TMA (mg N)	9,62

(BPPP dan Pusat Pengembangan Perikanan IPB: 1993: 141)

2.6. Hipotesis

- 1) Ada pengaruh berat ekstrak buah nenas terhadap kualitas kecap ikan yang dibuat secara enzimatik.
- 2) Ada pengaruh lama inkubasi terhadap kualitas kecap ikan yang dibuat secara enzimatik.
- 3) Pada berat ekstrak buah nenas dan lama inkubasi tertentu akan menghasilkan kecap ikan yang berkualitas.



III. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Biologi FKIP Universitas Jember, mulai 9 Januari – 25 Maret 2002.

3.2. Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan adalah ikan rucah *Clupea koringsbergeri* (lengkuru), *Tylosorus makrolepis* (pet-lepet), *Corythoichthys fasciatus* (akpaka), *Sporus sarba* (ketombol), *Oxyurichthy mikrolepis* (janggalah), buah nanas spesies (*Ananas comusus* Var. *dulcis*). Bahan kimia: indikator fenolptalein, formaldehida 40%, Na₂SO₄, kertas saring larutan buffer dengan pH 7,00.

Alat yang digunakan antara lain : kotak inkubasi, dandang, gelas, penggiling daging, bak kecil, blender, freezer, neraca, pH-meter, kain saring, buret, termometer, pemanas air/kompor.

3.3. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) secara faktorial 5 X 4 dengan menggunakan dua faktor, Macam dan kombinasi perlakuan adalah sebagai berikut:

(1). Faktor N : Berat ekstrak buah nanas

No : Berat ekstrak buah nanas 0 % (kontrol perlakuan)

N₁ : Berat ekstrak buah nanas 25 %

N₂ : Berat ekstrak buah nanas 50%

N₃ : Berat ekstrak buah nanas 100%

N₄ : Berat ekstrak buah nanas 200%

Keterangan: prosentase (%) berat buah nanas dari berat ikan.

(2) Faktor W : Lama inkubasi

W_0 : lama inkubasi 0 hari (kontrol perlakuan)

W_1 : lama inkubasi 3 hari

W_2 : lama inkubasi 5 hari

W_3 : lama inkubasi 7 hari

Berdasarkan dua faktor tersebut diperoleh kombinasi perlakuan sebagai berikut:

N_0W_0 N_0W_1 N_0W_2 N_0W_3

N_1W_0 N_1W_1 N_1W_2 N_1W_3

N_2W_0 N_2W_1 N_2W_2 N_2W_3

N_3W_0 N_3W_1 N_3W_2 N_3W_3

N_4W_0 N_4W_1 N_4W_2 N_4W_3

Model statistik rancangan percobaan menurut Gaspersz (188 : 1990) yang dapat digunakan adalah:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan :

Y_{ijk} = Nilai pengamatan satuan percobaan ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan ij (taraf ke-I dari faktor N dan dan taraf ke j dari faktor W).

μ = Nilai tengah umum.

α_i = Pengaruh faktor N pada level ke-I.

β_j = Pengaruh faktor W pada level ke-j.

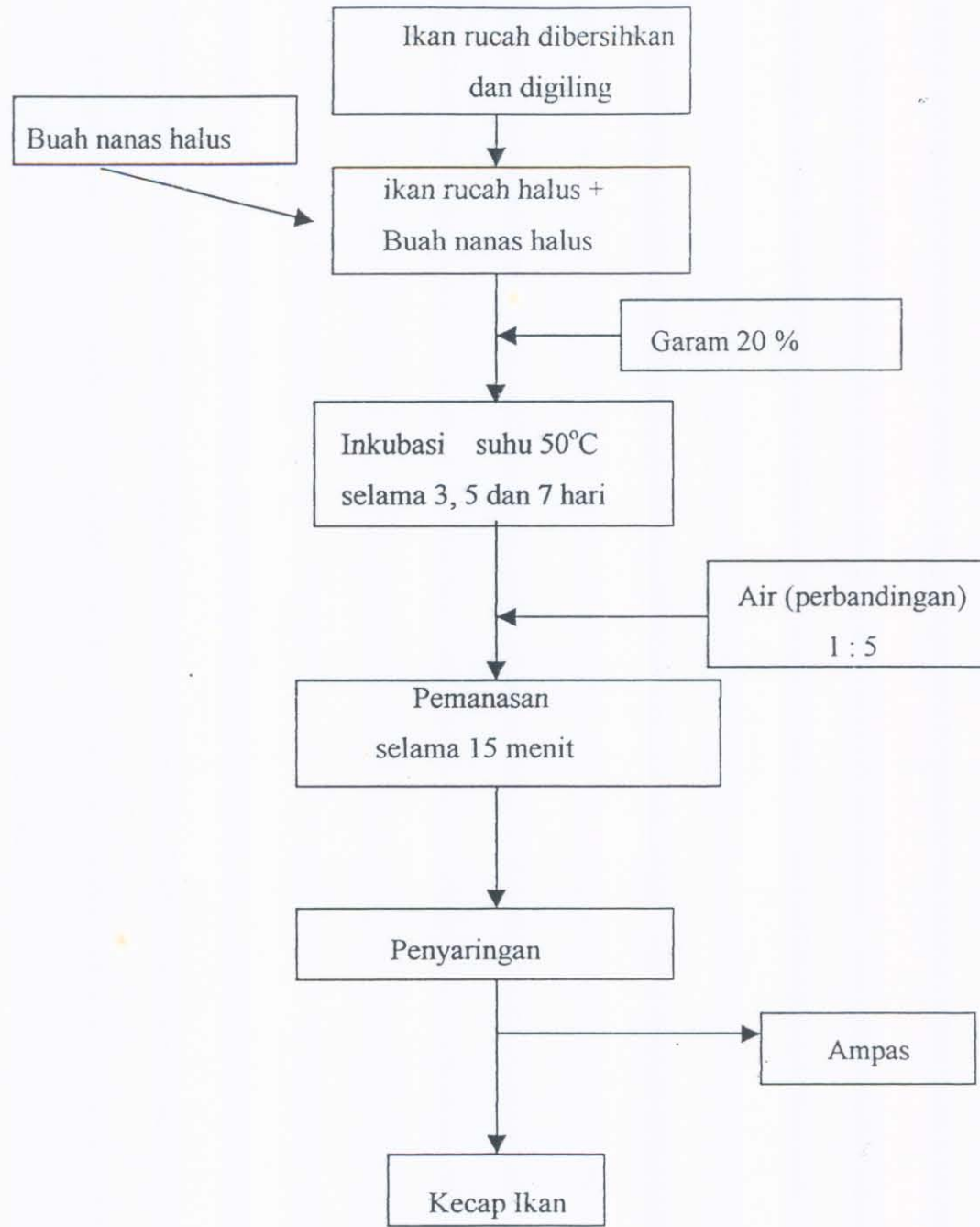
$(\alpha\beta)_{ij}$ = Pengaruh interaksi taraf ke-I faktor N dan taraf ke-j faktor W.

ϵ_{ijk} = pengaruh galat dari satuan percobaan ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan ij.

3.4. Prosedur Penelitian

3.4.1 Pembuatan kecap ikan

- 1) Ikan rucah dibersihkan dan digiling.
- 2) Buah nanas di kupas kulitnya dan dihaluskan dengan blender.
- 3) Mencampur gilingan ikan rucah dan buah nanas sesuai perbandingan.
- 4) Tambahkan garam 20 % dari berat buah nanas dan ikan rucah, kemudian memasukkan dalam dandang dan ditutup rapat.
- 5) Subtrat tersebut diinkubasi pada suhu 50° C selama tiga, lima, dan tujuh hari (sesuai perlakuan).
- 6) Saring subtrat dan panaskan sampai mendidih selama 15 menit.
- 7) Dihasilkan kecap ikan.



Gambar 3. Skema pembuatan kecap Ikan (Wahyuni, dan Astawan, 1989: 110).

3.5 Pengamatan

Pengamatan dilakukan terhadap kecap meliputi:

- 1) kadar protein terlarut
- 2) pH

3.6 Prosedur Analisis dan Data

3.6.1 Kadar Protein Terlarut

- 1) Menimbang 5 gram kecap, dimasukkan ke labu ukur 100 ml dan masukkan aquadest sampai tanda batas, kemudian disaring.
- 2) Mengambil 25 ml filtrat dimasukkan ke dalam gelas elemenyer 250 ml ditambah indikator fenolptalein 0,1% sebanyak 2 sampai 3 tetes dan kemudian di titrasi dengan larutan standar NaOH yang telah distandarisasi ($\pm 0,1$ N) sampai terjadi warna merah jambu. (Volume titrasi I)
- 3) Kemudian menambahkan 5 ml formaldehida dan dititrasi kembali dengan larutan standart 0,1 N NaOH sampai terjadi warna merah jambu. (Volume titrasi II)
- 4) Membuat larutan blanko yaitu mengganti 25 ml filtrat dengan 25 ml aquadest yang selanjutnya dititrasi dengan NaOH 0,1. (Volume Titrasi blanko)
- 5) Titrasi terkoreksi adalah volume titrasi II dikurangi titrasi blanko.

Perhitungan :

$$\%N = \frac{\text{Titrasi blanko} \times N.NaOH \times 14,008 \times 100\%}{\text{berat bahan} \times 10}$$

$$\% \text{ Protein} = \% N \times 6,25$$

(Sudarmadji, Haryono, dan Suhardi, 1997:161).

3.6.2 Pengukuran pH

- 1) Mengambil sampel kecap secukupnya.
- 2) Memasukkan elektroda pH meter yang telah dikalibrasi dengan baffle pH 7,00 ke dalam sampel cairan kecap.
- 3) pH dibaca pada skala yang ditunjukkan oleh angka penunjuk pH meter.

3.6.3. Analisis Data

Untuk mengetahui pengaruh dari berbagai perlakuan dilakukan perhitungan analisis sidik ragam. Kemudian untuk mengetahui perbedaan pengaruh dari masing-masing perlakuan digunakan uji DMRT 5%, sedangkan untuk mengetahui hubungan masing-masing berat buah nanas dan lama inkubasi terhadap kualitas kecap ikan digunakan analisis regresi Polinomial Ortogonal (Stell dan Torrie, 1993 : 552).



4.1. Hasil Penelitian

Dari penelitian yang telah dilakukan tentang pengaruh berat ekstrak buah nanas (*Ananas comusus* Var. *Dulcis*) dan lama inkubasi terhadap kadar protein terlarut kecap ikan yang dibuat secara enzimatis, didapatkan hasil sebagai berikut :

4.1.1 Kadar Protein Terlarut

Hasil pengamatan kadar protein terlarut kecap ikan yang dibuat secara enzimatis berkisar antara 0,58 sampai 2,20 persen, dengan rata-rata 1,03 persen. Hasil analisis sidik ragam kadar protein terlarut kecap ikan yang dihasilkan menunjukkan bahwa persentase berat ekstrak buah nanas dan lama inkubasi memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar protein terlarut kecap ikan yang dihasilkan. Hasil analisis sidik ragam kadar protein terlarut kecap ikan dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Analisis sidik ragam kadar protein terlarut kecap ikan yang dibuat secara enzimatis.

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Perlakuan	19	13.46981	0.70894	38.63219**	1.85	2.39
Faktor A	4	4.34812	1.08703	59.23555**	2.61	3.83
Faktor B	3	4.78169	1.59390	86.85629**	2.84	4.31
Interaksi AB	12	4.34001	0.36167	19.70838**	2.00	2.66
Galat	40	0.73404	0.01835			
Total	59	14.20385				

Keterangan ** berbeda sangat nyata
CV 13.12%

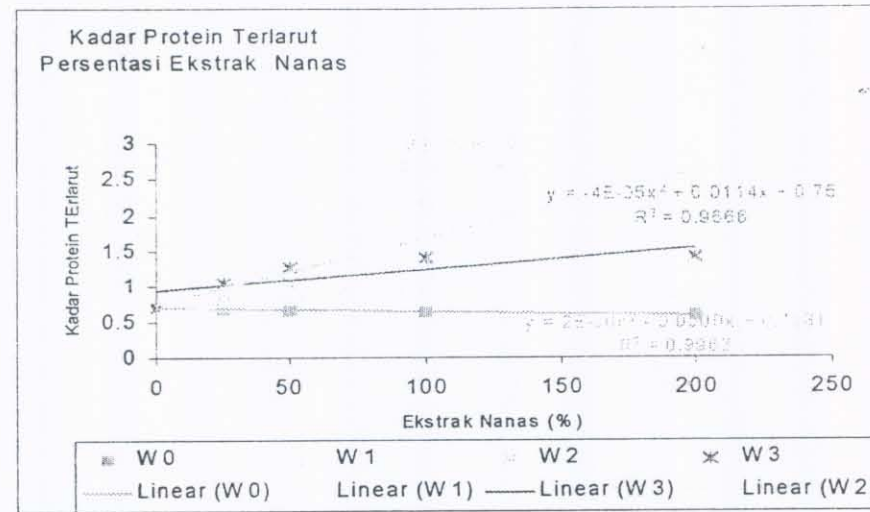
Untuk mengetahui perlakuan mana yang berbeda pengaruhnya, pada persentase berat ekstrak buah nanas terhadap kadar protein terlarut, di lakukan uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) dan hasilnya terlihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Beda Jarak Berganda Duncan (DMRT) kadar protein terlarut kecap ikan terhadap persentase berat ekstrak buah nanas.

Buah Nanas	Rata-rata	p	SSR5%	DMRT5%	Notasi
N ₄	1.401	1	3.17	0.124	a
N ₃	1.287	2	3.10	0.121	a
N ₂	0.950	3	3.01	0.118	b
N ₁	0.830	4	2.86	0.112	c
N ₀	0.696	5			d

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji duncan taraf 5%

Pada tabel 5. dapat dilihat bahwa kadar protein terlarut terendah terdapat pada perlakuan N₀ (0,70 %) dan kadar protein tertinggi pada perlakuan N₄ (1,40%) yaitu pada berat ekstrak buah nanas 200% dari berat ikan. Namun demikian kadar protein terlarut pada kecap ikan dengan persentase berat ekstrak buah nanas 200% (N₄) tidak berbeda nyata dengan perlakuan persentase berat ekstrak buah nanas 100% (N₃). Hasil perbandingan rata-rata dengan metode polinomial ortogonal pengaruh persentase berat buah nanas terhadap kadar protein terlarut kecap ikan menunjukkan kecenderungan yang linier seperti terlihat pada gambar 4.



Gambar 4. Hubungan persentase berat buah nanas dan kadar protein terlarut kecap ikan yang dibuat secara enzimatik.

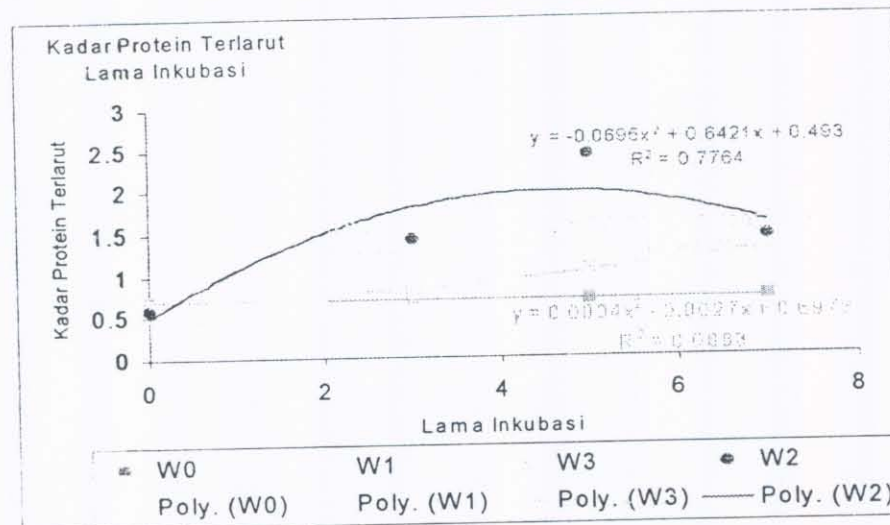
Hasil uji beda jarak berganda Duncan kadar protein terlarut kecap ikan terhadap lama inkubasi, terlihat bahwa kadar protein terlarut terendah terdapat pada perlakuan W0 (0,66 %) dan kadar protein tertinggi terdapat pada perlakuan W2 (1,40%) yaitu pada lama inkubasi 5 hari. Seperti terlihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) kadar protein terlarut kecap ikan terhadap berbagai lama inkubasi.

Lama Inkubasi	Rata-rata	p	SSR5%	DMRT5%	Notasi
W ₂	1.400	1	3.10	0.108	a
W ₃	1.174	2	3.01	0.105	b
W ₁	0.911	3	2.86	0.100	c
W ₀	0.647	4			d

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji duncan taraf 5%

Hasil perbandingan rata-rata dengan metode polinomial ortogonal pengaruh lama inkubasi terhadap kadar protein terlarut kecap ikan menunjukkan kecenderungan yang kuadratik seperti terlihat pada gambar 5. berikut :



Gambar 5. Hubungan lama inkubasi dan kadar protein terlarut kecap ikan yang dibuat secara enzimatik.

Terlihat pada grafik tersebut bahwa mulai hari ke 0 – hari ke 1 kadar protein terlarut cenderung menurun kemudian mulai hari ke 2 sampai hari ke 5 kadar protein terlarut meningkat pesat dan tidak ada kenaikan lagi mulai hari ke 6 – hari ke 7 bahkan ada kecenderungan menurun.

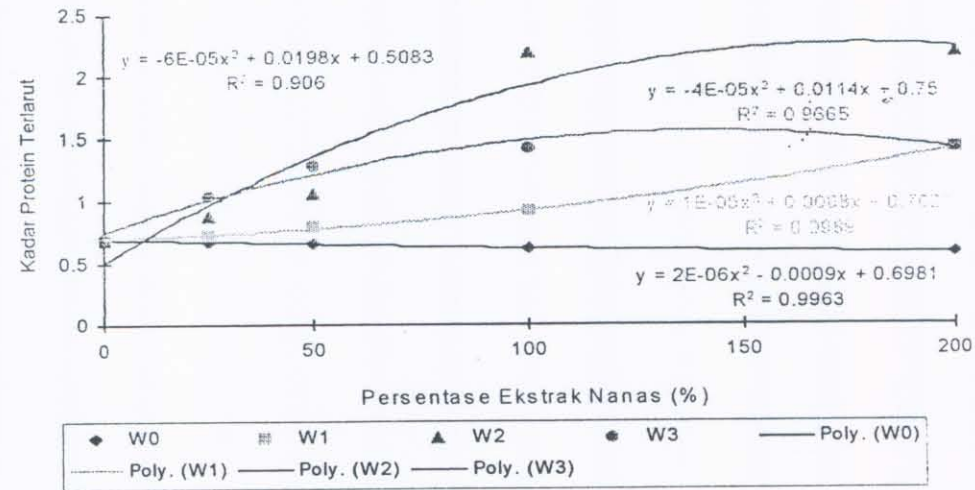
Pada analisis uji beda jarak berganda Duncan kadar protein terlarut kecap ikan terhadap interaksi kedua perlakuan yaitu persentase berat ekstrak buah nanas (N) dan lama inkubasi (W) memberikan pengaruh yang sangat nyata. Kadar protein terlarut terendah terdapat pada perlakuan N4W0 (0,58 %) dan kadar protein tertinggi terdapat pada perlakuan N3W2 (2,20 %), seperti terlihat pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) kadar protein terlarut kecap ikan yang dibuat secara enzimatis

Kombinasi Perlakuan	Rata-rata	p	SSR5%	DMRT5%	Notasi
N ₃ W ₂	2.196	1	3.47	0.271	a
N ₄ W ₂	2.190	2	3.465	0.271	a
N ₄ W ₃	1.420	3	3.46	0.271	b
N ₃ W ₃	1.419	4	3.45	0.270	b
N ₄ W ₁	1.417	5	3.44	0.269	b
N ₂ W ₃	1.285	6	3.43	0.268	bc
N ₂ W ₂	1.058	7	3.42	0.267	cd
N ₁ W ₃	1.046	8	3.405	0.266	cd
N ₃ W ₁	0.914	9	3.39	0.265	de
N ₁ W ₂	0.872	10	3.37	0.264	def
N ₂ W ₁	0.795	11	3.35	0.262	defg
N ₁ W ₁	0.725	12	3.33	0.260	efg
N ₀ W ₁	0.702	13	3.3	0.258	efg
N ₀ W ₃	0.702	14	3.27	0.256	efg
N ₀ W ₀	0.696	15	3.22	0.252	efg
N ₀ W ₂	0.684	16	3.17	0.248	efg
N ₁ W ₀	0.678	17	3.1	0.242	efg
N ₂ W ₀	0.660	18	3.01	0.235	efg
N ₃ W ₀	0.620	19	2.86	0.224	fg
N ₄ W ₀	0.579	20			g

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji duncan taraf 5%

Untuk mengetahui interaksi yang paling berpengaruh antara kadar protein kecap ikan yang dihasilkan terhadap persentase berat ekstrak buah nenas dan lama inkubasi, dilakukan dengan uji metode polinomial ortogonal. Hal ini dapat dilihat pada gambar 6 berikut.



Gambar 6. Hubungan persentase buah nanas (N) dan lama inkubasi (W) terhadap kadar protein terlarut

Pada gambar tersebut menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan memberikan pengaruh yang sangat nyata. Semakin tinggi persentase berat ekstrak buah nanas maka kadar protein semakin tinggi. Begitu juga semakin lama waktu inkubasi maka kadar protein semakin tinggi kecuali pada W0. Pada W0N0 – W0N4 (Hari pertama) terlihat gambar grafik membentuk garis linear dengan kadar protein terlarut semakin menurun, kemudian pada W1N0 – W1N4 (hari ke tiga) membentuk grafik kurva terbuka, dan pada W2N0 – W2N4 (hari ke lima) menunjukkan kecenderungan Kuadratik, dan selanjutnya pada W3N0 – W3N4 (hari ke tujuh) menunjukkan kurva yang sama dengan hari ke lima (W2) akan tetapi kadar protein terlarut kecap ikan cenderung lebih rendah.

4.1. 2 Derajat Keasaman (pH)

Hasil pengamatan derajat keasaman (pH) kecap ikan berkisar antara 4,42 sampai dengan 6,67, dengan pH rata-rata 5,42. Hasil analisa sidik ragam derajat keasaman (pH) kecap ikan yang dihasilkan menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan yang diberikan, terhadap derajat keasaman yang dihasilkan berbeda sangat nyata,

perlakuan persentase berat ekstrak buah nanas terhadap pH kecap ikan yang dihasilkan berbeda sangat nyata, dan perlakuan lama inkubasi terhadap pH yang dihasilkan berbeda sangat nyata. Dan interaksi keduanya memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap pH kecap ikan yang dihasilkan, seperti terlihat pada tabel 8.

Tabel 8. Analisis sidik ragam derajat keasaman (pH) kecap ikan yang dibuat secara enzimatis.

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Perlakuan	19	31.77626	1.67243	11.13991**	1.85	2.39
Faktor A	4	17.79210	4.44802	29.62782**	2.61	3.83
Faktor B	3	10.25686	3.41895	22.77328**	2.84	4.31
Interaksi AB	12	3.72730	0.31061	2.06893*	2.00	2.66
Galat	40	6.00520	0.15013			
Total	59	37.78146				
Keterangan	**	berbeda sangat nyata				
	*	berbeda nyata				
	CV	7.15%				

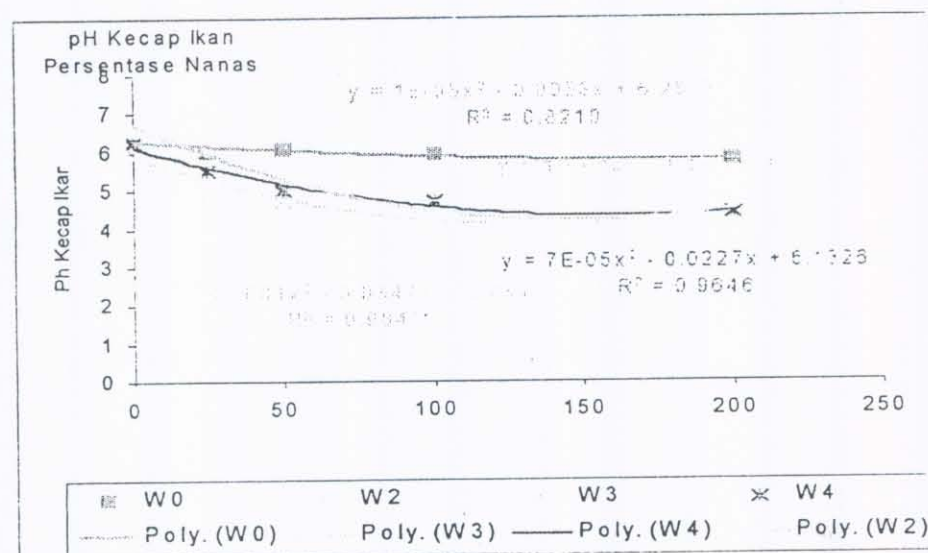
Untuk mengetahui pengaruh derajat keasaman (pH) kecap ikan yang dihasilkan terhadap perlakuan persentase berat buah nanas dilakukan uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) dan hasilnya berbeda sangat nyata seperti terlihat pada tabel 9. Pada tabel tersebut terlihat bahwa pH kecap ikan tertinggi terdapat pada perlakuan N0 (6,34) dan pH terendah terdapat pada perlakuan N4 (4,80), seperti terlihat pada tabel 9.

Tabel 9. Hasil uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) pH kecap ikan yang dihasilkan terhadap persentase berat ekstrak buah nanas

Buah Nanas	Rata-rata	p	SSR5%	DMRT5%	Notasi
N ₀	6.343	1	3.17	0.355	a
N ₁	5.653	2	3.10	0.347	b
N ₂	5.273	3	3.01	0.337	c
N ₃	5.015	4	2.86	0.320	cd
N ₄	4.795	5			d

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji duncan taraf 5%

Hasil perbandingan rata-rata dengan metode polinomial orthogonal menunjukkan kecenderungan membentuk kurva terbuka seperti terlihat pada gambar 7. berikut :



Gambar 7. Hubungan Persentase berat buah nanas dan derajat keasaman (pH) kecap ikan yang dibuat secara enzimatik.

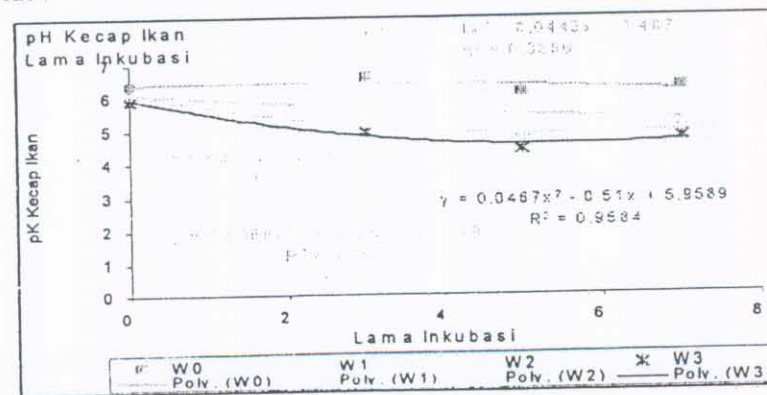
Hasil uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) pH kecap ikan yang dihasilkan terhadap lama inkubasi berbeda sangat nyata, seperti terlihat pada tabel 12. Pada tabel tersebut terlihat bahwa pH terendah terdapat pada perlakuan W2 (4,92) yaitu dalam waktu 5 hari dan pH tertinggi terletak pada perlakuan W0 (6,03) yaitu pada waktu 0 hari. Seperti tabel 10.

Tabel 10. Hasil uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) pH kecap ikan yang dihasilkan terhadap lama inkubasi

Lama Inkubasi	Rata-rata	p	SSR5%	DMRT5%	Notasi
W ₀	6.034	1	3.10	0.310	a
W ₁	5.515	2	3.01	0.301	b
W ₃	5.189	3	2.86	0.286	c
W ₂	4.925	4			c

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji Duncan taraf 5%

Hasil perbandingan rata-rata dengan metode polinomial ortogonal menunjukkan kecenderungan yang kuadratik; pada hari ke 0 – hari ke 1 pH kecap ikan menunjukkan garis yang linear (konstan) tidak ada perubahan, kemudian pada hari ke 1 – hari ke 5 pH kecap ikan cenderung menurun, dan selanjutnya penurunan terhenti pada hari ke 6 – ke 7 bahkan ada kecenderungan naik, seperti terlihat pada gambar 8. berikut :



Gambar 8. Hubungan Lama inkubasi dan derajat keasaman (pH) kecap ikan yang dibuat secara enzimatik

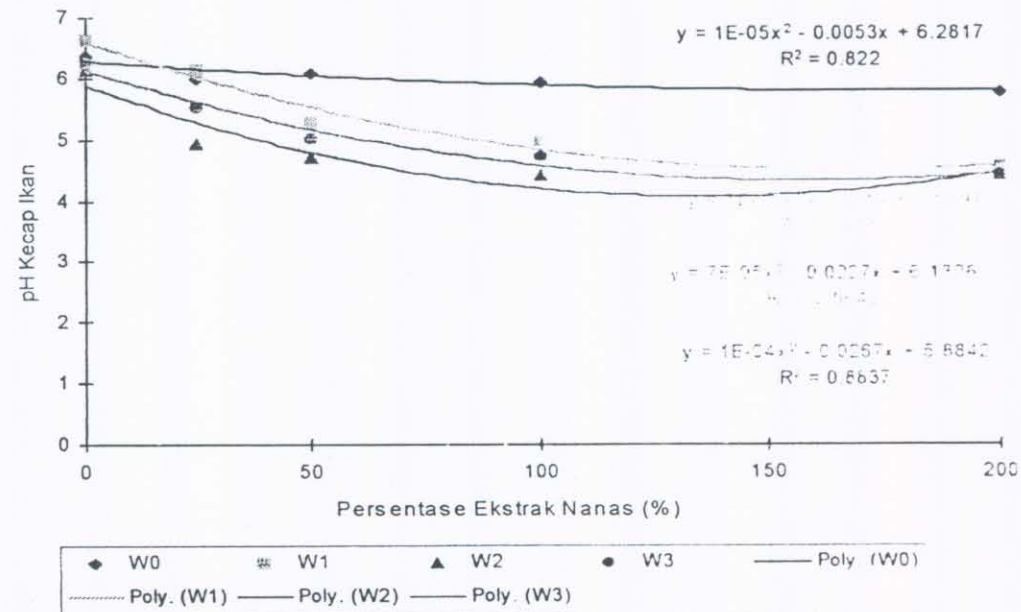
Pada analisis Uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) pengaruh persentase buah ekstrak nanas dan lama inkubasi terhadap pH kecap ikan yang dihasilkan menunjukkan pengaruh yang berbeda sangat nyata. Seperti terlihat pada tabel 11. pada tabel tersebut terlihat bahwa pH terendah terdapat pada perlakuan N3W2 (4,41) dan pH tertinggi terdapat pada perlakuan N0W1 (6,62). Seperti terlihat pada tabel 11. berikut:

Tabel 11. Hasil uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) pengaruh persentase berat ekstrak buah nanas dan lama inkubasi terhadap pH kecap ikan

Kombinasi Perlakuan	Rata-rata	p	SSR5%	DMRT5%	Notasi
N ₀ W ₁	6.617	1	3.47	0.776	a
N ₀ W ₀	6.367	2	3.465	0.775	ab
N ₀ W ₃	6.250	3	3.46	0.774	abc
N ₁ W ₁	6.150	4	3.45	0.772	abc
N ₀ W ₂	6.140	5	3.44	0.770	abc
N ₂ W ₀	6.093	6	3.43	0.767	abc
N ₁ W ₀	6.003	7	3.42	0.765	abcd
N ₃ W ₀	5.927	8	3.405	0.762	abcd
N ₄ W ₀	5.780	9	3.39	0.758	bcd
N ₁ W ₃	5.523	10	3.37	0.754	cde
N ₂ W ₁	5.267	11	3.35	0.749	def
N ₂ W ₃	5.017	12	3.33	0.745	efg
N ₃ W ₁	4.990	13	3.3	0.738	efg
N ₁ W ₂	4.933	14	3.27	0.732	efg
N ₃ W ₃	4.737	15	3.22	0.720	fg
N ₂ W ₂	4.717	16	3.17	0.709	fg
N ₄ W ₁	4.550	17	3.1	0.693	fg
N ₄ W ₂	4.430	18	3.01	0.673	g
N ₄ W ₃	4.420	19	2.86	0.640	g
N ₃ W ₂	4.407	20			g

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji duncan taraf 5%

Untuk mengetahui pengaruh interaksi kedua perlakuan terhadap pH kecap ikan di lakukan uji perbandingan rata-rata dengan metode polinomial ortogonal, seperti terlihat pada gambar 9. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa persentase berat ekstrak buah nanas dan lama inkubasi memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap pH kecap ikan yang dihasilkan dan memberikan kecenderungan yang kuadratik..



Gambar 9. Grafik hubungan pengaruh persentase berat ekstrak buah nanas (N) dan lama inkubasi (W) terhadap pH kecap ikan yang dihasilkan

Dari gambar 9. tersebut dapat dilihat bahwa pengaruh persentase berat buah nanas (N) dan lama inkubasi (W) terhadap pH kecap ikan yang dihasilkan menunjukkan kecenderungan garis linear, pada semua perlakuan (W0N0 – W3N4) pH kecap ikan yang dihasilkan menunjukkan penurunan seiring dengan penambahan persentase berat buah nanas dan penambahan waktu.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Kadar Protein terlarut

Hasil pengamatan dan analisis kadar protein terlarut kecap ikan yang dibuat secara enzimatis menunjukkan bahwa, persentase berat ekstrak buah nanas dan lama inkubasi memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar protein terlarut kecap ikan (tabel 4), dan hasil perbandingan rata-rata dengan metode polinomial ortogonal menunjukkan kecenderungan linear (gambar 4). Semakin besar persentase ekstrak berat buah nanas, akan semakin tinggi kadar protein terlarut kecap ikan yang dihasilkan. Pada gambar 4, terlihat bahwa dengan kenaikan prosentase berat ekstrak buah nanas kadar protein terlarut semakin tinggi sampai 200% dari berat ikan rucah. Hal ini dimungkinkan karena semakin tinggi prosentase berat ekstrak buah nanas maka konsentrasi enzim bromelin yang ikut bereaksi sebagai katalis terhadap reaksi hidrolisis protein sehingga semakin banyak. Akibatnya semakin banyak juga asam amino – asam amino yang dihasilkan. Sesuai dengan pendapat Harraw dan Macur dalam Irawati, dkk (1983; 52), bahwa kecepatan reaksi meningkat pada konsentrasi enzim yang lebih besar akan tetapi kecepatan reaksi akan menurun pada titik tertentu. Meningkat dan menurunnya kecepatan reaksi hidrolisis tersebut akibat proses hidrolisis protein yang dikatalis oleh enzim bromelin mengalami dua tahap. Pertama bahwa enzim bromelin (Eb) akan bergabung dengan substrat protein (Sp) dalam reaksi dapat balik, membentuk kompleks enzim bromelin-substrat protein (EbSp).



Kedua, kompleks enzim bromelin-substrat protein (EbSp) kemudian terurai dalam reaksi dapat balik kedua, menghasilkan produk reaksi asam amino (Aa) dan Enzim bromelin Eb bebas.



Karena dua tahap reaksi tersebut merupakan tahap reaksi yang membatasi kecepatan reaksi hidrolisis protein, maka dalam reaksi enzimatik harus seimbang dengan konsentrasi kompleks enzim bromelin-substrat protein (EbSp). Pada setiap saat reaksi enzimatik, enzim terdapat dalam dua bentuk, bentuk bebas atau tak-terikat dan bentuk sudah terikat misalnya EbSp. Kecepatan reaksi katalis ini akan menjadi maksimum jika semua enzim bromelin terdapat sebagai kompleks EbSp dan konsentrasi substrat protein tinggi, karena menurut hukum aksi masa, kesetimbangan reaksi pertama akan digeser ke kanan jika konsentrasi substrat protein ditingkatkan. Hal ini menunjukkan bahwa jika semua enzim bromelin bebas akan membentuk EbSp. Pada reaksi kedua dalam siklus katalik ini, kompleks EbSp akan cepat terurai menghasilkan produk Asam amino (Aa) dan enzim bromelin bebas. Tetapi untuk konsentrasi substrat protein tinggi, enzim bromelin bebas akan segera berikatan dengan molekul Sp yang lain. Pada keadaan ini enzim bromelin senantiasa jenuh oleh substrat protein. Hal ini sesuai dengan pendapat Lehninger (1993; 240) yang menyatakan bahwa pada konsentrasi yang rendah, kecepatan reaksi pun rendah, tetapi kecepatan ini akan meningkat dengan meningkatnya konsentrasi substrat, sehingga pada keadaan jumlah molekul antara substrat protein dan enzim sama kecepatan reaksi menjadi maksimum, dan apabila jumlah konsentrasi substrat protein lebih tinggi enzim akan menjadi jenuh.

Pada hasil pengamatan dan analisis kadar protein terlarut kecap ikan, menunjukkan bahwa lama inkubasi memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar protein terlarut kecap ikan yang dihasilkan (tabel 7). Hasil uji perbandingan rata-rata dengan metode polinomial ortogonal menunjukkan kecenderungan yang kuadratik (gambar 2). Hal ini dimungkinkan karena waktu kontak yang lebih lama akan menyebabkan daya kerja enzim untuk mengkatalisis menjadi lebih lama dan tentunya akan menyebabkan hasil yang lebih banyak yang tergantung pula dengan konsentrasi substrat yang ada. Hal ini sesuai dengan pendapat Indrawati, dkk (1983;

30). Bahwa semakin lama waktu inkubasi akan semakin tinggi kadar protein terlarut yang dihasilkan. Pada gambar 5 dapat dilihat, bahwa kandungan protein terlarut kecap ikan mulai hari pertama dan hari berikutnya semakin naik dan akan menurun setelah hari ke lima. Hal ini disebabkan karena pada saat seluruh subtrat protein telah terhidrolisis menjadi asam amino –asam amino maka enzim bromelin akan mengikat subtrat protein yang lain, dan berlangsung terus-menerus sampai pada suatu saat tertentu enzim bromelin jenuh terhadap subtrat. Apabila jumlah mol enzim bromelin sama dengan mol subtrat protein maka seluruh enzim bromelin akan mengikat subtrat protein dan kecepatan reaksi hidrolisis protein akan maksimum. Kecepatan reaksi akan tergantung dari kadar enzim bromelin dan subtrat protein, oleh karenanya waktu yang dibutuhkan pun akan lebih cepat. Hal ini sesuai dengan pendapat Martoharsono (1982: 86) bahwa pada reaksi enzimatik apabila seluruh subtrat protein telah mengikat subtrat protein maka kecepatan reaksi menjadi maksimum.

Untuk mengetahui interaksi pengaruh perlakuan N (persentase berat buah nanas) dan W (lama inkubasi) dilakukan uji polinomial ortogonal. Hasil uji perbandingan rata – rata dengan metode polinomial ortogonal menunjukkan bahwa yang paling berpengaruh adalah pada perlakuan W2 (N3W2 dan N4W2) yaitu pada waktu inkubasi 5 hari dan konsentrasi berat ekstrak buah nanas 100 dan 200 % dari berat ikan rucah, dengan kadar protein terlarut 2,20 (N3W2) dan 2,19 (N4W2). Keduanya menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji beda nyata Duncan taraf 5%. Hal ini di mungkinkan karena kecepatan reaksi meningkat pada konsentrasi yang lebih besar dan waktu yang lebih lama. Dengan bertambahnya berat ekstrak buah nanas dan waktu yang lama akan memberikan kesempatan kepada enzim bromelin yang terdapat dalam buah nanas tersebut untuk mengkatalisis protein menjadi lebih lama sehingga menghasilkan asam amino yang lebih banyak. Hal ini sesuai dengan pendapat Hardani (1991: 14) bahwa konsentrasi enzim bromelin dan waktu kontak antara enzim dan subtrat akan berpengaruh terhadap produk yang dihasilkan. Hal ini terjadi karena reaksi hidolisis protein pada saat subtrat dan enzim bertemu membutuhkan waktu untuk memecah protein menjadi asam amino, dan semakin

tinggi konsentrasi enzim bromelin yang ikut bereaksi sebagai katalis, maka waktu yang dibutuhkan untuk mengkatalisis seluruh protein menjadi lebih cepat.

4.2.2 Derajat Keasaman (pH)

Hasil pengamatan dan analisa derajat keasaman (pH) kecap ikan yang dihasilkan, dapat dilihat bahwa persentase berat ekstrak buah nanas dan lama inkubasi memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap pH kecap ikan yang dihasilkan (Tabel 8). Hasil Uji perbandingan rata-rata dengan metode polinomial ortogonal menunjukkan kecenderungan membentuk kurva terbuka (gambar 7.) Semakin tinggi persentase berat ekstrak buah nanas maka semakin rendah pH kecap ikan yang dihasilkan. Pada tabel 9 dapat dilihat bahwa N0 (persentase ekstrak buah nanas 0%) menunjukkan pH tertinggi 6,3, kemudian pH kecap ikan akan menurun seiring dengan penambahan konsentrasi berat ekstrak buah nanas. Dan pH terendah terjadi pada N4 (persentase berat ekstrak buah nanas 200%) dengan pH 4,8. Hal ini karena buah nanas banyak mengandung asam-asam organik sehingga, konsentrasi H^+ dalam ekstrak buah nanas tinggi. Dengan demikian penggunaan ekstrak buah nanas yang semakin banyak akan semakin menurunkan pH kecap ikan yang dihasilkan.

Hasil pengamatan dan analisis derajat keasaman (pH) kecap ikan, menunjukkan bahwa lama inkubasi berpengaruh sangat nyata terhadap pH kecap ikan yang dihasilkan (Tabel 10). Hasil uji perbandingan rata-rata polinomial ortogonal menunjukkan kecenderungan kuadratik (gambar 8). Semakin lama waktu inkubasi akan semakin rendah pH kecap ikan yang dihasilkan. Pada tabel 10 tersebut dapat dilihat bahwa pH kecap ikan mengalami penurunan pada hari pertama (W0) pH kecap ikan menunjukkan 6,0 dan ketiga (W1) dengan pH 5,5 kemudian pada hari kelima menunjukkan pH terendah dengan pH 4,9 namun tidak berbeda nyata pada uji beda Duncan taraf 5% dengan hari ke tujuh (W3) dengan pH 5,2. Hal ini disebabkan oleh adanya, waktu yang lama bagi enzim bromelin untuk mengkatalisis protein lebih lama sehingga akan menghasilkan asam amino yang lebih banyak. Pada keadaan

tertentu penurunan pH kecap ikan akan terhenti pada saat enzim bromelin dalam ekstrak buah nanas telah menjadi jenuh terhadap substrat. Pada keadaan ini kandungan asam amino dalam kecap ikan pun tetap atau cenderung turun, karena sifat asam amino juga menyumbangkan sifat asam. Hal ini sesuai dengan pendapat Hardani (1991; 30) bahwa pada suatu saat enzim-enzim bromelin akan menjadi jenuh terhadap substrat protein, apabila dalam keadaan reaksi tersebut konsentrasi protein lebih besar dari enzim bromelin. Selain itu adanya dekomposisi karbohidrat dalam buah nanas akan menghasilkan asam-asam organik.

Untuk mengetahui hubungan interaksi pengaruh persentase berat buah nanas (N) dan lama inkubasi (W) terhadap pH kecap ikan yang dihasilkan, dilakukan Uji polinomial ortogonal. Hasil uji tersebut menunjukkan kecenderungan kuadratik, membentuk kurva terbuka. Hal ini terjadi karena pH kecap ikan berbanding lurus terhadap persentase buah nanas dan lama inkubasi begitu pula akan berbanding lurus dengan kadar protein terlarut. Semakin besar persentase buah nanas, semakin lama waktu inkubasi dan semakin banyak kadar protein terlarut maka pH kecap ikan akan cenderung menurun.



5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengamatan dan hasil analisa statistik Pengaruh berat ekstrak buah nanas (*Ananas comusus* Var. *dulcis*) dan lama inkubasi terhadap kadar protein terlarut kecap ikan yang dibuat secara enzimatik, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengaruh berat ekstrak buah nanas yang optimum dalam pembuatan kecap ikan secara enzimatik adalah pada berat ekstrak buah nanas 200 % dari berat ikan rucah dengan kadar protein terlarut 1,40 %, namun tidak berbeda nyata dengan berat ekstrak buah nanas 100% dari berat ikan rucah.
2. Pengaruh lama inkubasi yang optimum dalam pembuatan kecap ikan secara enzimatik adalah pada lama inkubasi 5 hari dengan kadar protein terlarut 1,40%.
3. Pengaruh kombinasi berat buah nanas dan lama inkubasi yang optimum dalam pembuatan kecap ikan secara enzimatik adalah pada berat ekstrak buah nanas 100 % dari berat ikan rucah dan lama inkubasi 5 hari, menghasilkan kecap ikan berkadar protein 2.20%.

5.2 Saran.

Sesuai dengan hasil penelitian, kami sarankan kepada masyarakat dalam proses pembuatan kecap ikan dalam memanfaatkan buah nanas sebagai sumber enzim bromelin dalam pembuatan kecap ikan secara enzimatik kepada masyarakat dengan berat buah nanas 100 % dari berat ikan rucah dan lama inkubasi 5 hari, dan untuk peneliti lanjutan disarankan menggunakan kulit atau empulur buah nanas karena pada kulit dan empulur buah nanas pun mengandung enzim bromelinnya tinggi. Dengan demikian dapat memanfaatkan limbah buah nanas.

DAFTAR PUSTAKA

- Arbianto, P. 1996. *Biokimia Konsep – Konsep Dasar*. Bandung: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Proyek Pendidikan Tenaga Guru.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Institut Pertanian Bogor. 1993. *Kumpulan Hasil – Hasil Penelitian Pasca Panen Perikanan*. Bogor.
- Gespersz, I. 1990. *Metode Perancangan Percobaan untuk Ilmu – Ilmu Pertanian, Teknik, dan Biologi*. Bandung: Armico.
- Hadiwiyoto, S. 1893. *Hasil Olahan Susu, Ikan, Daging dan Telur*. Yogyakarta: Ubersy.
- Hardani, D.P. 1991. *Pengaruh Perbandingan Berat Ikan lemuru engan berat Bongkol Nanas dalam Pembuatan Kecap Ikan Secara Non Fermentasi*. Jember Puslit Unej.
- Indrawati, T. 1983. *Pembuatan Kecap Keong Sawah Dengan Menggunakan Enzim Bromelin*, Jakarta: Balai Pustaka.
- Lehninger, A. L. 1993. *Dasar – Dasar Biokimia I*, Jakarta : Erlangga.
- Manitto, P. 1992. *Biosistesis Produk Alami*, Semarang: IKIP Semarang Press
- Marthoharsono, S. 1998. *Biokimia I*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Røedjito, D. 1989. *Kajian Penelitian Gizi*. Jakarta: MS Press.
- Sardjono. 1980. *Mikrobiologi dan Biokimia Fermentasi Soy sauce dan kecap*. PAU Pangan dan Gizi, Universitas Gajah Mada
- Sastrosupadi, A. 2000. *Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian*. Yogyakarta: Kanisius.
- Soebowo. 1992. *Pengaruh Lama Fermentasi dan Konsentrasi dalam Larutan Garam Terhadap karakteristik Kecap Biji Kecipir*. Jember: Lembaga Penelitian Universitas Jember.

- Soepitasari. 1999. *Studi Kelayakan Pendirian Industri Kecil Tepung Terasi*. Jember: Lembaga Penelitian Universitas Jember
- Sudarmadji, S.B Haryono, dan Suhardi. *Prosedur Analisis Untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty
- Suhartono, M. 1992. *Protease*. Bogor: Pusat Antar Universitas Bioteknologi Institut Pertanian Bogor.
- Sulistiyani, 1989. *Mempelajari Pengaruh Konsentrasi Garam dan Lama Fermentasi Perendaman Biji Kecap Pada Pembuatan Kecap Kecapir*. Jember: Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- Suparmo, 1989, *Aspek Nutrisi Proses Fermentasi*, PAU Pangan dan Gizi, Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Sumaatmaja, D. 1983. *Industri Pengolahan Ikan Sebagai Sumber Protein Hewani*. Bogor: Departemen Perindustrian, Badan Penelitian dan Pengembangan Industri Hasil Pertanian Bogor.
- Stell, RGD, dan HJ.Torrie, 1992. *Prinsip dan Prosedur Statistika*. Jakarta: Direktora Jenderal Perikanan.
- Syarif, R dan A.Irawati, 1998. *Pengetahuan Bahan Untuk Industri Pertanian*. Jakarta: Madiyatama Sarana Perkasa.
- Wahyuni, M dan M. Astawan, 1987. *Teknologi Pengolahan Pangan Hewan Tepat Guna*. Jakarta: Akademika Pressindo.
- Winarno, F.G. Fardiaz, S.dan Fardiaz, D. 1980. *Pengantar Teknologi Pangan*. Jakarta: Gramedia.
- Winarno, F.G. 1992. *Kimia Pangan dan Gizi*: Jakarta. Gramedia
- _____ 1993. *Pangan, Gizi, Teknologi dan Konsumen*: Jakarta. Gramedia.

Lampiran : 1 Matrik Penelitian

MATRIK PENELITIAN

Judul	Masalah	Variabel	Indikator	Sumber Data	Metode	Hipotesis
Pengaruh berat ekstrak buah nanas dan lama inkubasi terhadap kadar protein terlarut kecap ikan yang dibuat secara enzimatis	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bagaimana berat ekstrak buah nanas yang optimum dalam pembuatan kecap ikan yang dibuat secara enzimatis ? 2. Berapa lama inkubasi yang dalam pembuatan kecap secara enzimatis ? 3. Bagaimana pengaruh berat ekstrak buah nanas dan lama inkubasi yang optimum dalam pembuatan kecap ikan yang dibuat secara enzimatis ? 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Variabel bebas : Perbandingan berat ikan rucuh dan berat ekstrak buah nanas serta lama inkubasi 2. Variabel terikat : Kadar Protein terlarut dan pH 	<p>Variabel bebas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Berat ekstrak buah nanas : 0%, 25%, 50%, 100% dan 200% dari berat ikan lama inkubasi: 0, 3, 5 dan 7 hari <p>Variabel terikat :</p> <ul style="list-style-type: none"> Kadar Protein Terlarut dan pH 	<ul style="list-style-type: none"> - Data hasil penelitian di laboratorium - Kepustakaan 	<p>Jenis Penelitian Eksperimen</p> <p>Rancangan penelitian menggunakan R.A1 secara Faktorial 4 X 5 dengan menggunakan 2 faktor</p> <p>Analisa data dilakukan dengan analisis sidik ragam dilanjutkan dengan Uji DMRT 5 % dan analisis regresi dengan metode polinom ortogonal</p>	<p>Hipotesis Penelitian :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Ada pengaruh berat buah nanas terhadap kualitas kecap ikan yang dibuat secara enzimatis 2) Ada pengaruh lama inkubasi terhadap kualitas kecap ikan yang dibuat secara enzimatis 3) Pada berat buah nanas dan lama inkubasi tertentu akan menghasilkan kecap ikan yang berkualitas

Lampiran : 2. Tabel Hasil Perhitungan kadar Protein Terlarut

Parameter : **Kadar Protein Terlarut**
 Desain : RAL Faktorial 5x4

Kombinasi Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
N0W0	0.6899	0.7249	0.6723	2.0871	0.6957
N0W1	0.6723	0.7424	0.6899	2.1046	0.7015
N0W2	0.7249	0.6545	0.6723	2.0517	0.6839
N0W3	0.7599	0.6723	0.6723	2.1045	0.7015
N1W0	0.6899	0.6549	0.6899	2.0347	0.6782
N1W1	0.6549	0.7599	0.7599	2.1747	0.7249
N1W2	0.8500	0.7774	0.9876	2.6150	0.8717
N1W3	0.8650	1.1801	1.0926	3.1377	1.0459
N2W0	0.6545	0.6723	0.6545	1.9813	0.6604
N2W1	0.7249	0.7774	0.8825	2.3848	0.7949
N2W2	0.8825	1.1977	1.0926	3.1728	1.0576
N2W3	0.8825	1.3902	1.5829	3.8556	1.2852
N3W0	0.6198	0.6374	0.6023	1.8595	0.6198
N3W1	0.8200	0.8300	1.0926	2.7426	0.9142
N3W2	2.2833	2.1607	2.1432	6.5872	2.1957
N3W3	1.1977	1.4428	1.6179	4.2584	1.4195
N4W0	0.5848	0.5848	0.5673	1.7369	0.5790
N4W1	1.2432	1.3027	1.7054	4.2513	1.4171
N4W2	2.3183	2.0731	2.1782	6.5696	2.1899
N4W3	1.3580	1.4479	1.4539	4.2598	1.4199
Jumlah	19.4763	20.6834	21.8101	61.9698	
Rata-rata	0.9738	1.0342	1.0905		1.0328

Lampiran : 3. Tabel Hasil Perhitungan dua arah kadar Protein Terlarut

Tabel dua arah

Prosentase Nanas	Lama Fermentasi				Jumlah	Rata-rata
	W0	W1	W2	W3		
N0	2.0871	2.1046	2.0517	2.1045	8.3479	0.6957
N1	2.0347	2.1747	2.6150	3.1377	9.9621	0.8302
N2	1.9813	2.3848	3.1728	3.8556	11.3945	0.9495
N3	1.8595	2.7426	6.5872	4.2584	15.4477	1.2873
N4	1.7369	4.2513	6.5696	4.2598	16.8176	1.4015
Jumlah	9.6995	13.6580	20.9963	17.6160	61.9698	
Rata-rata	0.6466	0.9105	1.3998	1.1744		1.0328

Lampiran : 4. Tabel Analisis Sidik Ragam Kadar Protein Terlarut

Sidik Ragam Kadar Protein Terlarut

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Perlakuan	19	13.46981	0.70894	38.63219**	1.85	2.39
Faktor A	4	4.34812	1.08703	59.23555**	2.61	3.83
Faktor B	3	4.78169	1.59390	86.85629**	2.84	4.31
Interaksi AB	12	4.34001	0.36167	19.70838**	2.00	2.66
Galat	40	0.73404	0.01835			
Total	59	14.20385				
Keterangan	**	berbeda sangat nyata				
	CV	13.12%				

Lampiran : 5. Tabel uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) terhadap persentase ekstrak nanas

Duncan Multiple Range Test

Parameter Kadar Protein Terlarut

Faktor A

dbg 40
KTG 0.018351
SY 0.039106

Faktor	N0	N1	N2	N3	N4	
Rata-rata		0.70	0.83	0.95	1.29	1.40
p			2	3	4	5
SSR5%			2.86	3.01	3.1	3.17
DMRT5%			0.11	0.12	0.12	0.12
Beda rata-rata						
N0		0.00	0.13	0.25	0.59	0.71
N1			0.00	0.12	0.46	0.57
N2				0.00	0.34	0.45
N3					0.00	0.11
N0	-----					
N1		-----				
N2			-----			
N3				-----	-----	
Notasi	d	c	b	a	a	

Lampiran : 6. Tabel hasil uji beda jarak berganda kadar protein terlarut kecap ikan terhadap persentase ekstrak nanas

Duncan Multiple Range Test

Buah	Rata-rata	p	SSR5%	DMRT5%	Notasi
Nanas					
N4	1.401	1	3.17	0.124	a
N3	1.287	2	3.10	0.121	a
N2	0.950	3	3.01	0.118	b
N1	0.830	4	2.86	0.112	c
N0	0.696	5			d

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji duncan taraf 5%

Lampiran : 7. Tabel uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) terhadap faktor lama inkubasi

Duncan Multiple Range Test

Parameter Kadar Protein Terlarut

Faktor B

dbg 40
KTG 0.018351
SY 0.034977

Faktor	W0	W1	W3	W2
Rata-rata	0.646633	0.910533	1.1744	1.399753
p		2	3	4
SSR5%		2.86	3.01	3.1
DMRT5%		0.10	0.11	0.11
Beda rata-rata				
W0	0	0.2639	0.527767	0.75312
W1		0	0.263867	0.48922
W3			0	0.225353
W0	-----			
W1		-----		
W3			-----	
Notasi	d	c	b	a

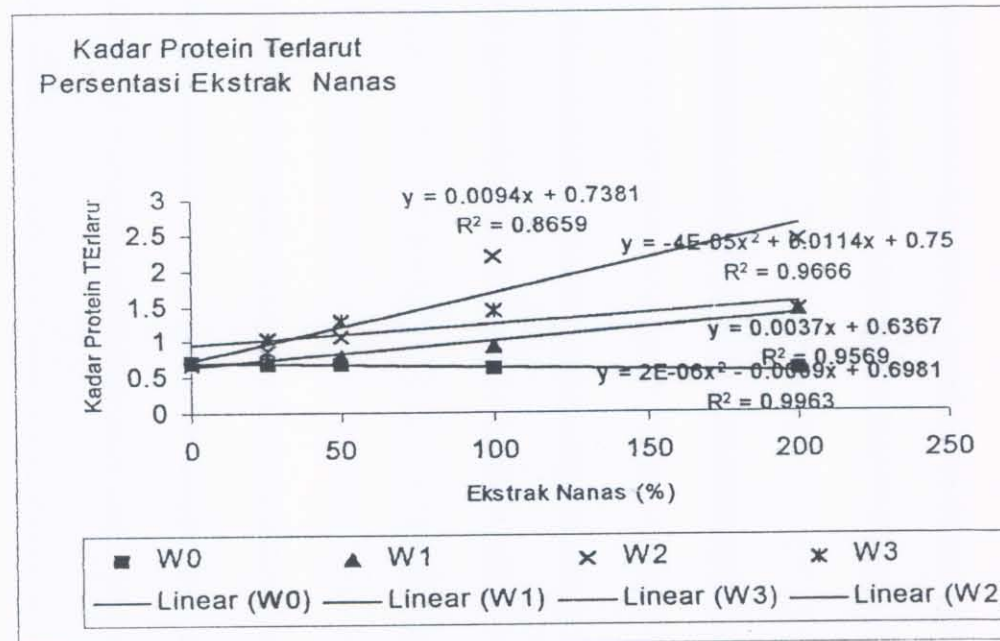
Lampiran : 8. Tabel Hasil uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) terhadap faktor inkubasi

Duncan Multiple Range Test

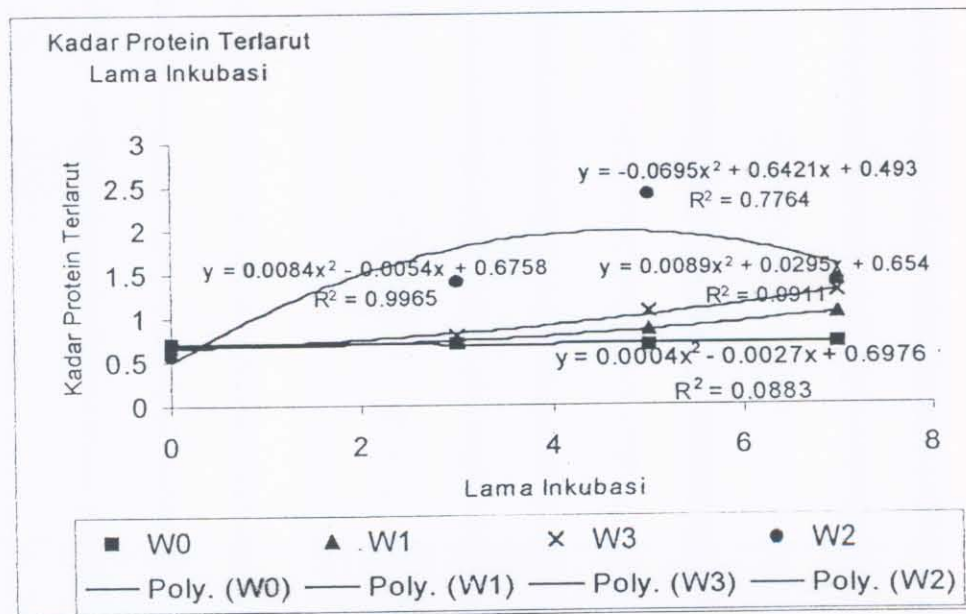
Lama Inkubasi	Rata-rata	p	SSR5%	DMRT5%	Notasi
W2	1.400	1	3.10	0.108	a
W3	1.174	2	3.01	0.105	b
W1	0.911	3	2.86	0.100	c
W0	0.647	4			d

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji duncan taraf 5%

Lampiran : 9. Gambar Hubungan persentase berat ekstrak buah nenas dan kadar protein terlarut kecap ikan yang dibuat secara enzimatik.



Lampiran : 10. Gambar Hubungan lama inkubasi dan kadar protein terlarut kecap ikan yang dibuat secara enzimatik.



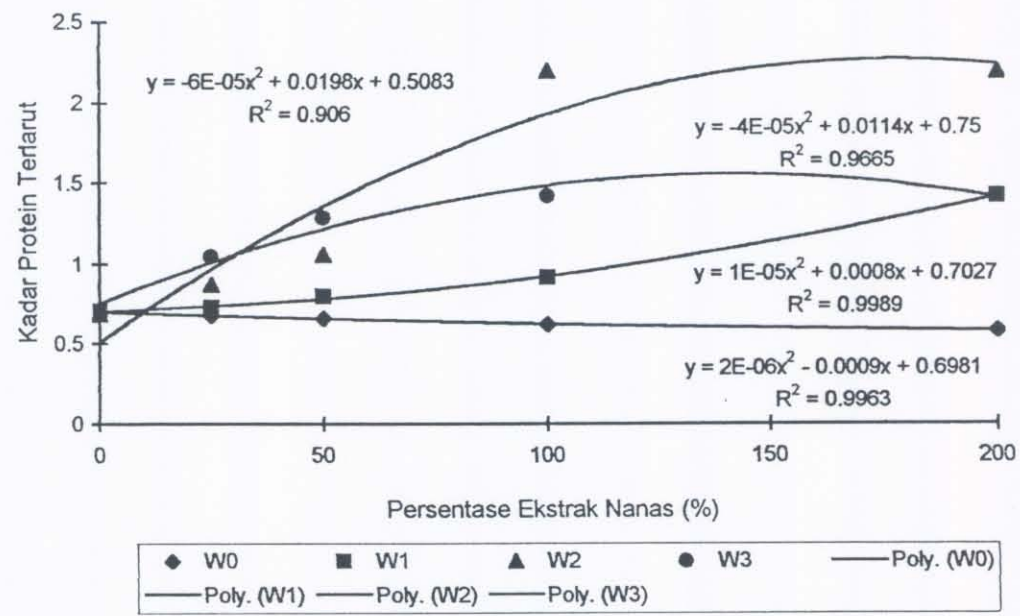
Lampiran : 11. Tabel Uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) terhadap kombinasi persentase ekstrak nanas dan lama inkubasi

sKombinasi Perlakuan	Rata-rata	p	SSR5%	DMRT5%	Notasi
N3W2	2.196	1	3.47	0.271	a
N4W2	2.190	2	3.465	0.271	a
N4W3	1.420	3	3.46	0.271	b
N3W3	1.419	4	3.45	0.270	b
N4W1	1.417	5	3.44	0.269	b
N2W3	1.285	6	3.43	0.268	bc
N2W2	1.058	7	3.42	0.267	cd
N1W3	1.046	8	3.405	0.266	cd
N3W1	0.914	9	3.39	0.265	de
N1W2	0.872	10	3.37	0.264	def
N2W1	0.795	11	3.35	0.262	defg
N1W1	0.725	13	3.33	0.260	efg
N0W1	0.702	13	3.3	0.258	efg
N0W3	0.702	14	3.27	0.256	efg
N0W0	0.696	15	3.22	0.252	efg
N0W2	0.684	16	3.17	0.248	efg
N1W0	0.678	17	3.1	0.242	efg
N2W0	0.660	18	3.01	0.235	efg
N3W0	0.620	19	2.86	0.224	fg
N4W0	0.579	20			g

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji duncan taraf 5%

Lampiran : 13. Gambar Hubungan Persentase ekstrak buah nenas dan lama inkubasi terhadap kadar protein terlarut.

Interaksi NW



Lampiran : 14. Tabel Uji polinom orthogonal

Polinomial Orthogonal

Faktor A

Orde Polinomial	Skala Periodik					Ci ²	JK
	0	25	50	100	200		
Linier	-2	-1	0	1	2	10	4.190672
Kuadratik	2	-1	-2	-1	2	14	0.027061
Kubik	-1	2	0	-2	1	10	0.052146
Kuartik	1	-4	6	-4	1	70	0.078236
Total	8.3479	9.9621	11.3945	15.4477	16.8176		4.348115
Hasil Perkalian							
Linier	-16.6958	-9.9621	0	15.4477	33.6352	22.425	
Kuadratik	16.6958	-9.9621	-22.789	-15.4477	33.6352	2.1322	
Kubik	-8.3479	19.9242	0	-30.8954	16.8176	-2.5015	
Kuartik	8.3479	-39.8484	68.367	-61.7908	16.8176	-8.1067	

Faktor B

Orde Polinomial	Skala Periodik				Ci ²	JK
	0	3	5	7		
Linier	-3	-1	1	3	20	3.221504
Kuadratik	1	-1	-1	1	4	0.897633
Kubik	-1	3	-3	1	20	0.66255
Total	9.6995	13.658	20.9963	17.616		4.781687
Hasil Perkalian						
Linier	-29.0985	-13.658	20.9963	52.848	31.0878	
Kuadratik	9.6995	-13.658	-20.9963	17.616	-7.3388	
Kubik	-9.6995	40.974	-62.9889	17.616	-14.0984	

Lampiran : 15. Tabel perhitungan Uji polinom orthogonal

Polinomial Orthogonal

Interaksi NW													
Komb.	Orde Polinomial												Total
	Perl.	LL	LK	LC	KL	KK	KC	CL	CK	CC	QL	QK	
N0W0	6	-2	2	-6	2	-2	3	-1	1	-3	1	-1	2,087
N0W1	2	2	-6	-2	-2	6	1	1	-3	-1	-1	3	2,105
N0W2	-2	2	6	2	-2	-6	-1	1	3	1	-1	-3	2,052
N0W3	-6	-2	-2	6	2	2	-3	-1	-1	3	1	1	2,105
N1W0	3	-1	1	3	-1	1	-6	2	-2	12	-4	4	2,035
N1W1	1	1	-3	1	1	-3	-2	-2	6	4	4	-12	2,175
N1W2	-1	1	3	-1	1	3	2	-2	-6	-4	4	12	2,615
N1W3	-3	-1	-1	-3	-1	-1	6	2	2	-12	-4	-4	3,138
N2W0	0	0	0	6	-2	2	0	0	0	-18	6	-6	1,981
N2W1	0	0	0	2	2	-6	0	0	0	-6	-6	18	2,385
N2W2	0	0	0	-2	2	6	0	0	0	6	-6	-18	3,173
N2W3	0	0	0	-6	-2	-2	0	0	0	18	6	6	3,856
N3W0	-3	1	-1	3	-1	1	6	-2	2	12	-4	4	1,86
N3W1	-1	-1	3	1	1	-3	2	2	-6	4	4	-12	2,743
N3W2	1	-1	-3	-1	1	3	-2	2	6	-4	4	12	6,587
N3W3	3	1	1	-3	-1	-1	-6	-2	-2	-12	-4	-4	4,258
N4W0	-6	2	-2	-6	2	-2	-3	1	-1	-3	1	-1	1,737
N4W1	-2	-2	6	-2	-2	6	-1	-1	3	-1	-1	3	4,251
N4W2	2	-2	-6	2	-2	-6	1	-1	-3	1	-1	-3	6,57
N4W3	6	2	2	6	2	2	3	1	1	3	1	1	4,26
C ²	200	40	200	280	56	280	200	40	200	1400	280	1400	
Hasil Perkalian													
N0W0	12,52	-4,174	4,174	-12,52	4,174	-4,174	6,261	-2,087	2,087	-6,261	2,087	-2,087	
N0W1	4,209	4,209	-12,63	-4,209	-4,209	12,63	2,105	2,105	-6,314	-2,105	-2,105	6,314	
N0W2	-4,103	4,103	12,31	4,103	-4,103	-12,31	-2,052	2,052	6,155	2,052	-2,052	-6,155	
N0W3	-12,63	-4,209	-4,209	12,63	4,209	4,209	-6,314	-2,105	-2,105	6,314	2,105	2,105	
N1W0	6,104	-2,035	2,035	6,104	-2,035	2,035	-12,21	4,069	-4,069	24,42	-8,139	8,139	
N1W1	2,175	2,175	-6,524	2,175	2,175	-6,524	-4,349	-4,349	13,05	8,699	8,699	-26,1	
N1W2	-2,615	2,615	7,845	-2,615	2,615	7,845	5,23	-5,23	-15,69	-10,46	10,46	31,38	
N1W3	-9,413	-3,138	-3,138	-9,413	-3,138	-3,138	18,83	6,275	6,275	-37,65	-12,55	-12,55	
N2W0	0	0	0	11,89	-3,963	3,963	0	0	0	-35,66	11,89	-11,89	
N2W1	0	0	0	4,77	4,77	-14,31	0	0	0	-14,31	-14,31	42,93	
N2W2	0	0	0	-6,346	6,346	19,04	0	0	0	19,04	-19,04	-57,11	
N2W3	0	0	0	-23,13	-7,711	-7,711	0	0	0	69,4	23,13	23,13	
N3W0	-5,579	1,86	-1,86	5,579	-1,86	1,86	11,16	-3,719	3,719	22,31	-7,438	7,438	
N3W1	-2,743	-2,743	8,228	2,743	2,743	-8,228	5,485	5,485	-16,46	10,97	10,97	-32,91	
N3W2	6,587	-6,587	-19,76	-6,587	6,587	19,76	-13,17	13,17	39,52	-26,35	26,35	79,05	
N3W3	12,78	4,258	4,258	-12,78	-4,258	-4,258	-25,55	-8,517	-8,517	-51,1	-17,03	-17,03	
N4W0	-10,42	3,474	-3,474	-10,42	3,474	-3,474	-5,211	1,737	-1,737	-5,211	1,737	-1,737	
N4W1	-8,503	-8,503	25,51	-8,503	-8,503	25,51	-4,251	-4,251	12,75	-4,251	-4,251	12,75	
N4W2	13,14	-13,14	-39,42	13,14	-13,14	-39,42	6,57	-6,57	-19,71	6,57	-6,57	-19,71	
N4W3	25,56	8,52	8,52	25,56	8,52	8,52	12,78	4,26	4,26	12,78	4,26	4,26	
Jumlah	27,07	-13,31	-18,13	-7,84	-7,307	1,82	-4,696	2,33	13,23	-10,81	8,204	30,22	
IK	1,221	1,477	0,548	0,073	0,318	0,004	0,037	0,045	0,292	0,028	0,08	0,217	

Lampiran : 16 Tabel Hasil Perhitungan pH Kecap ikan

Parameter : pH Kecap Ikan
 Desain : RAL Faktorial 5x4

Kombinasi Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
N0W0	5.77	6.63	6.70	19.10	6.3667
N0W1	6.72	6.81	6.32	19.85	6.6167
N0W2	5.83	6.57	6.02	18.42	6.1400
N0W3	6.41	5.91	6.43	18.75	6.2500
N1W0	6.04	6.09	5.88	18.01	6.0033
N1W1	6.61	5.86	5.98	18.45	6.1500
N1W2	4.65	4.74	5.41	14.80	4.9333
N1W3	6.01	5.25	5.31	16.57	5.5233
N2W0	5.82	6.51	5.95	18.28	6.0933
N2W1	4.49	5.75	5.56	15.80	5.2667
N2W2	4.51	4.62	5.02	14.15	4.7167
N2W3	5.04	5.09	4.92	15.05	5.0167
N3W0	5.78	5.98	6.02	17.78	5.9267
N3W1	4.34	5.61	5.02	14.97	4.9900
N3W2	4.30	4.33	4.59	13.22	4.4067
N3W3	4.23	5.11	4.87	14.21	4.7367
N4W0	5.76	5.50	6.08	17.34	5.7800
N4W1	4.36	5.08	4.21	13.65	4.5500
N4W2	4.31	4.55	4.43	13.29	4.4300
N4W3	4.17	4.08	5.01	13.26	4.4200
Jumlah	105.15	110.07	109.73	324.95	
Rata-rata	5.2575	5.5035	5.4865		5.4158

Lampiran : 17 Tabel dua arah Perhitungan pH kecap ikan

Tabel dua arah

Prosentase Nanas	Lama Fermentasi				Jumlah	Rata-rata
	W0	W1	W2	W3		
N0	19.10	19.85	18.42	18.75	76.12	6.3433
N1	18.01	18.45	14.80	16.57	67.83	5.6525
N2	18.28	15.80	14.15	15.05	63.28	5.2733
N3	17.78	14.97	13.22	14.21	60.18	5.0150
N4	17.34	13.65	13.29	13.26	57.54	4.7950
Jumlah	90.51	82.72	73.88	77.84	324.95	
Rata-rata	6.0340	5.5147	4.9253	5.1893		5.4158

Lampiran : 18 Tabel analisis Sidik Ragam pH kecap ikan

Sidik Ragam pH Kecap Ikan

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Perlakuan	19	31.77626	1.67243	11.13991**	1.85	2.39
Faktor A	4	17.79210	4.44802	29.62782**	2.61	3.83
Faktor B	3	10.25686	3.41895	22.77328**	2.84	4.31
Interaksi AB	12	3.72730	0.31061	2.06893*	2.00	2.66
Galat	40	6.00520	0.15013			
Total	59	37.78146				
Keterangan	**	berbeda sangat nyata				
	*	berbeda nyata				
	CV	7.15%				

Lampiran : 19. Tabel Uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) pH kecap ikan terhadap persentase ekstrak nanas

Duncan Multiple Range Test

Parameter pH Kecap Ikan

Faktor A

dbg 40
KTG 0.15013
SY 0.111852

Faktor	N4	N3	N2	N1	N0	
Rata-rata		4.80	5.02	5.27	5.65	6.34
p			2	3	4	5
SSR5%			2.86	3.01	3.1	3.17
DMRT5%			0.32	0.34	0.35	0.35
Beda rata-rata						
N4		0.00	0.22	0.48	0.86	1.55
N3			0.00	0.26	0.64	1.33
N2				0.00	0.38	1.07
N1					0.00	0.69
N4	-----	-----				
N3		-----	-----			
N2			-----	-----		
N1				-----	-----	
Notasi	d	cd	c	b	a	

Lampiran : 20. Tabel hasil Uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) pH kecap ikan terhadap persentase ekstrak nanas

Duncan Multiple Range Test

Buah Nanas	Rata-rata	p	SSR5%	DMRT5%	Notasi
N0	6.343	1	3.17	0.355	a
N1	5.653	2	3.10	0.347	b
N2	5.273	3	3.01	0.337	c
N3	5.015	4	2.86	0.320	cd
N4	4.795	5			d

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji duncan taraf 5%

Lampiran : 21. Tabel Uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) pH kecap ikan terhadap lama inkubasi

Duncan Multiple Range Test

Parameter pH Kecap Ikan

Faktor B

dbg 40
KTG 0.15013
SY 0.100043

Faktor	W2	W3	W1	W0
Rata-rata	4.925333	5.189333	5.514667	6.034
p			2	3
SSR5%			2.86	3.01
DMRT5%			0.29	0.30
Beda rata-rata				
W2		0	0.264	0.589333
W3			0	0.325333
W1				0
W2	-----	-----		
W3		-----		
W1			-----	
Notasi	c	c	b	a

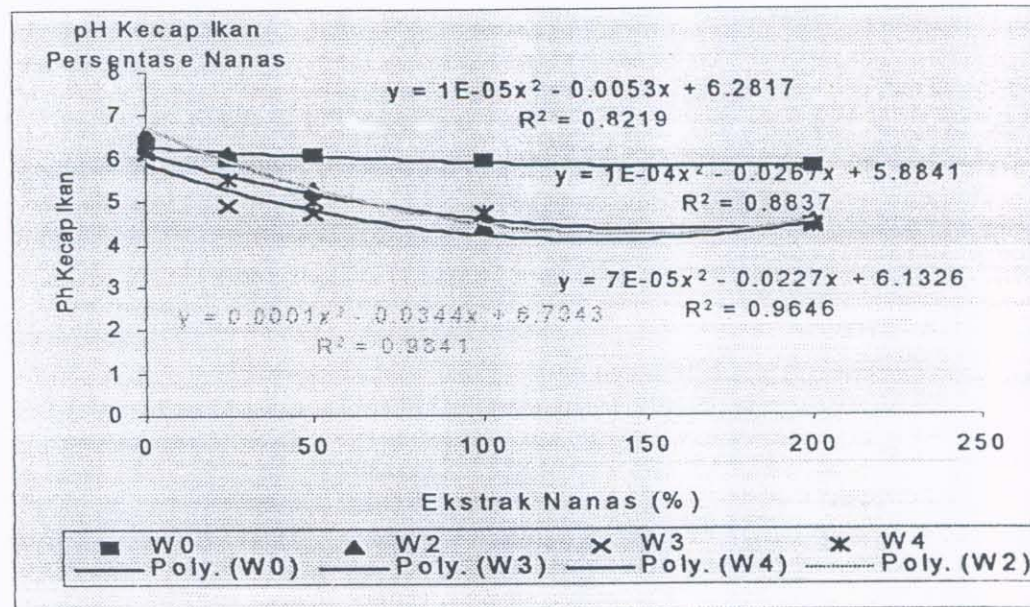
Lampiran : 22. Tabel hasil Uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) pH kecap ikan terhadap lama inkubasi

Duncan Multiple Range Test

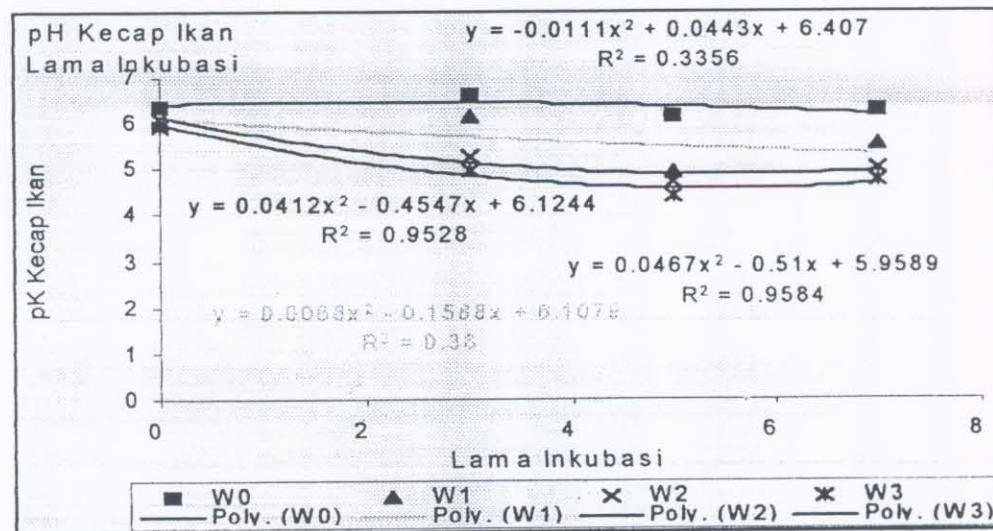
Lama Inkubasi	Rata-rata	p	SSR5%	DMRT5%	Notasi
W0	6.034	1	3.10	0.310	a
W1	5.515	2	3.01	0.301	b
W3	5.189	3	2.86	0.286	c
W2	4.925	4			c

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji duncan taraf 5%

Lampiran : 23. Gambar hubungan persentase berat ekstrak buah nenas dan pH kecap ikan yang dibuat secara enzimatik



Lampiran : 24. Gambar hubungan lama inkubasi dan pH kecap ikan yang dibuat secara enzimatik

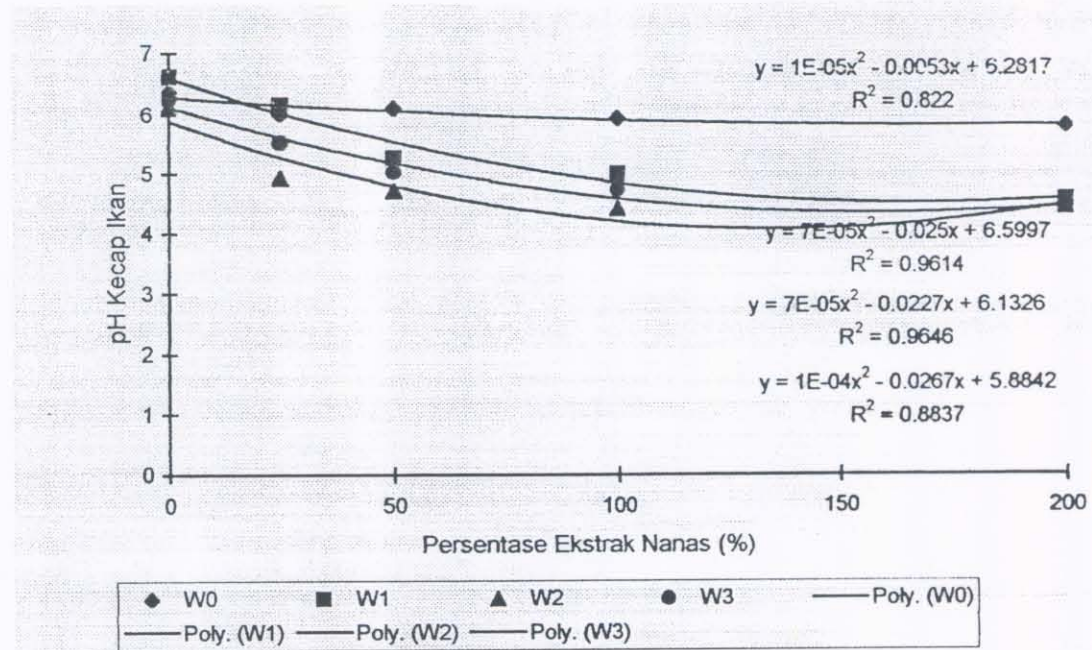


Lampiran : 25. Tabel Uji beda jarak berganda Duncan (DMRT) pH kecap ikan terhadap kombinasi persentase ekstrak nanas dan lama inkubasi

Duncan Multiple Range Test					
Kombinasi Perlakuan	Rata-rata	p	SSR5%	DMRT5%	Notasi
N0W1	6.617	1	3.47	0.776	a
N0W0	6.367	2	3.465	0.775	ab
N0W3	6.250	3	3.46	0.774	abc
N1W1	6.150	4	3.45	0.772	abc
N0W2	6.140	5	3.44	0.770	abc
N2W0	6.093	6	3.43	0.767	abc
N1W0	6.003	7	3.42	0.765	abcd
N3W0	5.927	8	3.405	0.762	abcd
N4W0	5.780	9	3.39	0.758	bcd
N1W3	5.523	10	3.37	0.754	cde
N2W1	5.267	11	3.35	0.749	def
N2W3	5.017	12	3.33	0.745	efg
N3W1	4.990	13	3.3	0.738	efg
N1W2	4.933	14	3.27	0.732	efg
N3W3	4.737	15	3.22	0.720	fg
N2W2	4.717	16	3.17	0.709	fg
N4W1	4.550	17	3.1	0.693	fg
N4W2	4.430	18	3.01	0.673	g
N4W3	4.420	19	2.86	0.640	g
N3W2	4.407	20			g

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji duncan taraf 5%

Lampiran : 27. Gambar Hubungan Persentase ekstrak buah nenas dan lama inkubasi terhadap pH kecap ikan .



Lampiran : 28. Tabel Uji polinomial orthogonal
Polinomial Orthogonal

Faktor A							Ci ²	JK
Orde	Skala Periodik							
Polinomial	0	25	50	100	200			
Linier	-2	-1	0	1	2	10	16.7328	
Kuadratik	2	-1	-2	-1	2	14	0.967634	
Kubik	-1	2	0	-2	1	10	0.089653	
Kuartik	1	-4	6	-4	1	70	0.002012	
Total	76.12	67.83	63.28	60.18	57.5400		17.7921	
Hasil Perkalian								
Linier	-152.24	-67.83	0	60.18	115.08	-44.81		
Kuadratik	152.24	-67.83	-126.56	-60.18	115.08	12.75		
Kubik	-76.12	135.66	0	-120.36	57.54	-3.28		
Kuartik	76.12	-271.32	379.68	-240.72	57.54	1.3		

Faktor B							Ci ²	JK
Orde	Skala Periodik							
Polinomial	0	3	5	7				
Linier	-3	-1	1	3	20	7.316408		
Kuadratik	1	-1	-1	1	4	2.301042		
Kubik	-1	3	-3	1	20	0.639408		
Total	90.51	82.72	73.88	77.84		10.25686		
Hasil Perkalian								
Linier	-271.53	-82.72	73.88	233.52	-46.85			
Kuadratik	90.51	-82.72	-73.88	77.84	11.75			
Kubik	-90.51	248.16	-221.64	77.84	13.85			

Lampiran : 29. Tabel perhitungan Uji polinomial ortogonal pH kecap ikan terhadap kombinasi persentase ekstrak nanas dan lama inkubasi

Polinomial Orthogonal

Interaksi NW

Komb. Perf.	Orde Polinomial												Total
	LL	LK	LC	KL	KK	KC	CL	CK	CC	QL	QK	QC	
N0W0	6	-2	2	-6	2	-2	3	-1	1	-3	1	-1	19,1
N0W1	2	2	-6	-2	-2	6	1	1	-3	-1	-1	3	19,85
N0W2	-2	2	6	2	-2	-6	-1	1	3	1	-1	-3	18,42
N0W3	-6	-2	-2	6	2	2	-3	-1	-1	3	1	1	18,75
N1W0	3	-1	1	3	-1	1	-6	2	-2	12	-4	4	18,01
N1W1	1	1	-3	1	1	-3	-2	-2	6	4	4	-12	18,45
N1W2	-1	1	3	-1	1	3	2	-2	-6	-4	4	12	14,8
N1W3	-3	-1	-1	-3	-1	-1	6	2	2	-12	-4	-4	16,57
N2W0	0	0	0	6	-2	2	0	0	0	-18	6	-6	18,28
N2W1	0	0	0	2	2	-6	0	0	0	-6	-6	18	15,8
N2W2	0	0	0	-2	2	6	0	0	0	6	-6	-18	14,15
N2W3	0	0	0	-6	-2	-2	0	0	0	18	6	6	15,05
N3W0	-3	1	-1	3	-1	1	6	-2	2	12	-4	4	17,78
N3W1	-1	-1	3	1	1	-3	2	2	-6	4	4	-12	14,97
N3W2	1	-1	-3	-1	1	3	-2	2	6	-4	4	12	13,22
N3W3	3	1	1	-3	-1	-1	-6	-2	-2	-12	-4	-4	14,21
N4W0	-6	2	-2	-6	2	-2	-3	1	-1	-3	1	-1	17,34
N4W1	-2	-2	6	-2	-2	6	-1	-1	3	-1	-1	3	13,65
N4W2	2	-2	-6	2	-2	-6	1	-1	-3	-1	-1	-3	13,29
N4W3	6	2	2	6	2	2	3	1	1	3	1	1	13,26
C _P	200	40	200	280	56	280	200	40	200	1400	280	1400	
Hasil Perkalian													
N0W0	114,6	-38,2	38,2	-114,6	38,2	-38,2	57,3	-19,1	19,1	-57,3	19,1	-19,1	
N0W1	39,7	39,7	-119,1	39,7	-39,7	119,1	19,85	19,85	-59,55	-19,85	-19,85	59,55	
N0W2	-36,84	36,84	110,5	-36,84	-36,84	-110,5	-18,42	18,42	55,26	18,42	-18,42	-55,26	
N0W3	-112,5	-37,5	-37,5	112,5	37,5	37,5	-56,25	-18,75	-18,75	56,25	18,75	18,75	
N1W0	54,03	-18,01	18,01	54,03	-18,01	18,01	-108,1	36,02	-36,02	216,1	-72,04	72,04	
N1W1	18,45	18,45	-55,35	18,45	18,45	-55,35	-36,9	-36,9	110,7	73,8	73,8	-221,4	
N1W2	-14,8	14,8	44,4	-14,8	14,8	44,4	29,6	-29,6	-88,8	-59,2	59,2	177,6	
N1W3	-49,71	-16,57	-16,57	-49,71	-16,57	-16,57	99,42	33,14	33,14	-198,8	-66,28	-66,28	
N2W0	0	0	0	109,7	-36,56	36,56	0	0	0	-329	109,7	-109,7	
N2W1	0	0	0	31,6	31,6	-94,8	0	0	0	-94,8	-94,8	284,4	
N2W2	0	0	0	-28,3	28,3	84,9	0	0	0	84,9	-84,9	-254,7	
N2W3	0	0	0	-90,3	-30,1	-30,1	0	0	0	270,9	90,3	90,3	
N3W0	-53,34	17,78	-17,78	53,34	-17,78	17,78	106,7	-35,56	35,56	213,4	-71,12	71,12	
N3W1	-14,97	-14,97	44,91	14,97	14,97	-44,91	29,94	29,94	-89,82	59,88	59,88	-179,6	
N3W2	13,22	-13,22	-39,66	-13,22	13,22	39,66	-26,44	26,44	79,32	-52,88	52,88	158,6	
N3W3	42,63	14,21	14,21	-42,63	-14,21	-14,21	-85,26	-28,42	-28,42	-170,5	-56,84	-56,84	
N4W0	-104	34,68	-34,68	-104	34,68	-34,68	-52,02	17,34	-17,34	-52,02	17,34	-17,34	
N4W1	-27,3	-27,3	81,9	-27,3	-27,3	81,9	-13,65	-13,65	40,95	-13,65	-13,65	40,95	
N4W2	26,58	-26,58	-79,74	26,58	-26,58	-79,74	13,29	-13,29	-39,87	13,29	-13,29	-39,87	
N4W3	79,56	26,52	26,52	79,56	26,52	26,52	39,78	13,26	13,26	39,78	13,26	13,26	
Jumlah	-24,73	10,63	-21,71	12,95	-5,41	-12,75	-1,14	-0,86	8,72	-1,4	3	-33,5	

Lampiran : Foto-foto Penelitian

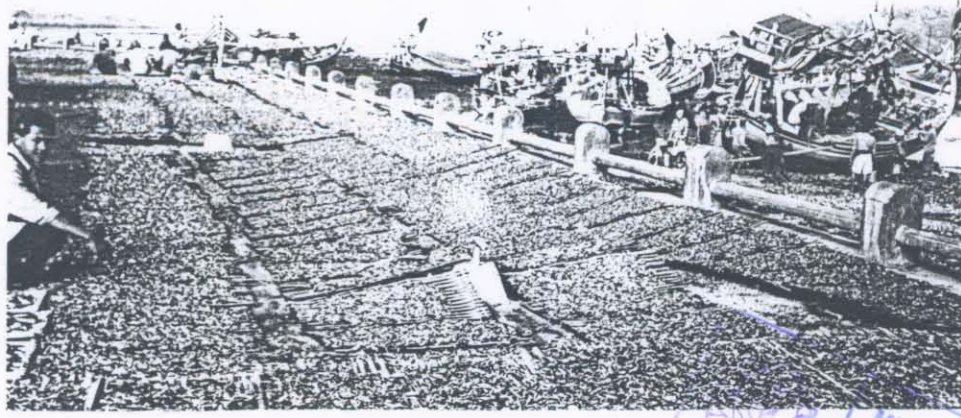


Foto Survy Peneliti ke lokasi Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Puger Jember

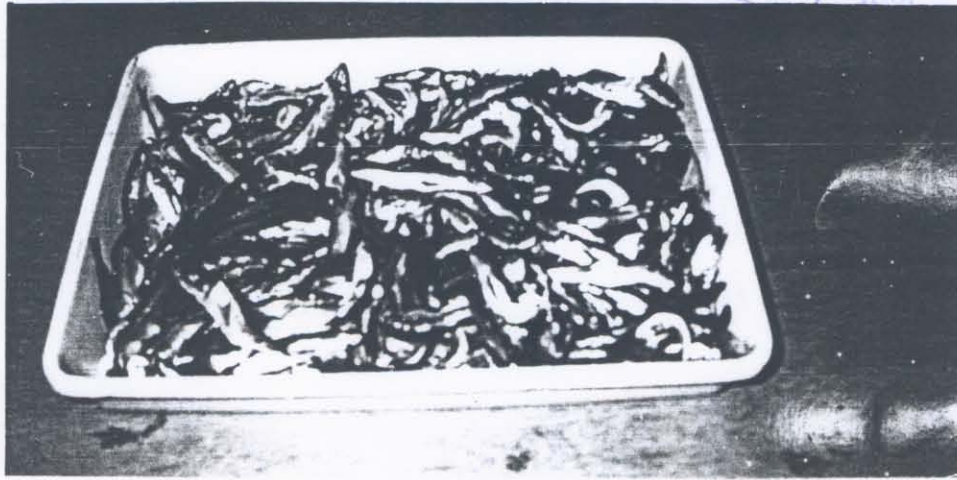


Foto ikan rucah sebelum di olah menjadi kecap ikan

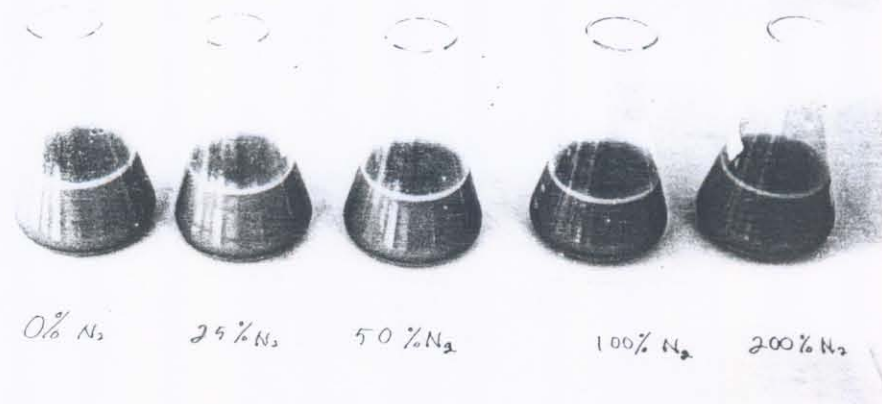


Foto Hasil kecap ikan yang dibuat secara enzimatik



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

LEMBAR KONSULTASI

Nama : Suprihno
NIM/Angkatan : 960210103324
Jurusan / Program Studi : P. MIPA / Pendidikan Biologi
Judul Skripsi : Pengaruh Berat Ekstrak Buah Nanas (*Ananas comusus* Var. *dulcis*) an Lama Inkubasi Terhadap Kadar Protein Terlarut Kecap Ikan Yang Dibuat Secara Enzimatis
Pembimbing I : drh. Wuryanti Handayani, M.Si
Pembimbing II : Drs. Slamet Hariyadi, M.Si

KEGIATAN KONSULTASI

No.	Hari/ Tanggal	Materi Konsultasi	Paraf Dosen Pembimbing
1.	Sabtu, 5 Oktober 2001	Judul dan Matrik	
2.	Senin, 11 Nov. 2001	Bab I, II, III	
3.	Jumat, 4 Jan. 2002	Bab I, II, III	
4.	Rabu, 6 Feb. 2002	Bab I, II, III	
5.	Kamis, 11 April 2002	Bab IV, V	
6.	Kamis, 22 Juni 2002	Bab IV, V	
7.	Selasa, 2 Juli 2002	Bab IV, V	
8.	Kamis, 18 Juli 2002	Abstrak dan lampiran	
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
14.			
15.			

- CATATAN : 1. Lembar ini harus dibawa dan diisi pada saat konsultasi
2. Lembar ini di bawa sewaktu seminar pra skripsi dan ujian skripsi



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

LEMBAR KONSULTASI

Nama : Suprihno
NIM/Angkatan : 960210103324
Jurusan / Program Studi : P. MIPA / Pendidikan Biologi
Judul Skripsi : Pengaruh Berat Ekstrak Buah Nanas (*Ananas comusus* Var. *dulcis*) an Lama Inkubasi Terhadap Kadar Protein Terlarut Kecap Ikan Yang Dibuak Secara Enzimatis
Pembimbing I : drh. Wuryanti Handayani, M.Si
Pembimbing II : Drs. Slamet Hariyadi, M.Si

KEGIATAN KONSULTASI

No.	Hari/ Tanggal	Materi Konsultasi	Paraf Dosen Pembimbing
1.	Rabu, 2 Oktober 2001	Judul dan Matrik	
2.	Selasa, 12 Nov. 2001	Bab I, II, III	
3.	Kamis, 3 Januari 2002	Bab I, II, III	
4.	Rabu, 6 Februari 2002	Bab I, II, III	
5.	Senin, 8 April 2002	Bab IV, V	
6.	Kamis, 27 Juni 2002	Bab IV, V	
7.	Senin, 1 Juli 2002	Bab IV, V	
8.	Sabtu, 20 Juli 2002	Abstrak dan lampiran	
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
14.			
15.			

- CATATAN : 1. Lembar ini harus dibawa dan diisi pada saat konsultasi
2. Lembar ini di bawa sewaktu seminar pra skripsi dan ujian skripsi



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS JEMBER
 FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

LEMBAR REVISI SKRIPSI

NAMA MAHASISWA : SUPRIHNO
 NIM : 96 021 010 3324
 JUDUL SRKRIPSI : Pengaruh Berat Ekstrak Buah Nanas (*Ananas comusus* Var. *dulcic*) dan Lama Inkubasi Terhadap Kadar Protein Terlarut Kecap Ikan yang Dibuat Secara Enzimatis

TANGGAL UJIAN : 26 September 2002
 PEMBIMBING : 1. drh. Wuryanti Handayani, M.Si
 2. Drs. Slamet Hariyadi, M.Si

MATERI PEMBETULAN/ PERBAIKAN

NO	HALAMAN	HAL-HAL YANG HARUS DIPERBAIKI
1.	iii	Halaman persembahan.
2.	vi	Tidak menuliskan nama pimpinan lembaga pada kata pengantar.
3.	ix	Penulisan dan bentuk kolom tabel
4.	xii	Paragraf dan kata kunci abstrak
5.	3	Batasan ikan rucah dan buah nanas
6.	20	Skema pembuatan kecap ikan
7.	23	Analisis hasil penelitian
8.	34	Pembahasan
9.	39	Kesimpulan
10	41	Lampiran penelitian



PERSETUJUAN TIM PENGUJI

JABATAN	NAMA TIM PENUJI	TANDA TANGAN & TGL
Ketua	Dra. Puji Astuti, M.Si	14/11-02
Sekretaris	Drs. Slamet Hariyadi, M.Si	
Anggota	1. drh. Wuryanti Handayani, M.Si 2. Ir. Imam Mudakir, M.Si	9/11 '02 14/11 '02

Menyetujui Pembimbing I Pembimbing II Jember, 3 Nopember 2002
 Mhs. Yg bersangkutan

(drh. Wuryanti H, MSi) NIP. 131 459 744
 (Drs. Slamet Hariyadi, M.Si) NIP. 131 993 439
 (Suprihno) NIM. 96 -33234

Mengetahui
 Ketua Jurusan P.MIPA

 (Drs. Singgih Bektiarso, M.Pd)
 NIP. 131 577 294

DAFTAR PUSTAKA

- Arbianto, P. 1996. *Biokimia Konsep – Konsep Dasar*. Bandung: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Proyek Pendidikan Tenaga Guru.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Institut Pertanian Bogor. 1993. *Kumpulan Hasil – Hasil Penelitian Pasca Panen Perikanan*. Bogor.
- Gespersz, I. 1990. *Metode Perancangan Percobaan untuk Ilmu – Ilmu Pertanian, Teknik, dan Biologi*. Bandung: Armico.
- Hadiwiyoto, S. 1893. *Hasil Olahan Susu, Ikan, Daging dan Telur*. Yogyakarta: Ubersy.
- Hardani, D.P. 1991. *Pengaruh Perbandingan Berat Ikan lemuru engan berat Bongkol Nanas dalam Pembuatan Kecap Ikan Secara Non Fermentasi*. Jember Puslit Unej.
- Indrawati, T. 1983. *Pembuatan Kecap Keong Sawah Dengan Menggunakan Enzim Bromelin*, Jakarta: Balai Pustaka.
- Lehninger, A. L. 1993. *Dasar – Dasar Biokimia I*, Jakarta : Erlangga.
- Manitto, P. 1992. *Biosistesis Produk Alami*, Semarang: IKIP Semarang Press
- Marthoharsono, S. 1998. *Biokimia I*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Røedjito, D. 1989. *Kajian Penelitian Gizi*. Jakarta: MS Press.
- Sardjono. 1980. *Mikrobiologi dan Biokimia Fermentasi Soy sauce dan kecap*. PAU Pangan dan Gizi, Universitas Gajah Mada
- Sastrosupadi, A. 2000. *Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian*. Yogyakarta: Kanisius.
- Soebowo. 1992. *Pengaruh Lama Fermentasi dan Konsentrasi dalam Larutan Garam Terhadap karakteristik Kecap Biji Kecipir*. Jember: Lembaga Penelitian Universitas Jember.

- Soepitasari. 1999. *Studi Kelayakan Pendirian Industri Kecil Tepung Terasi*. Jember: Lembaga Penelitian Universitas Jember
- Sudarmadji, S.B Haryono, dan Suhardi. *Prosedur Analisis Untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty
- Suhartono, M. 1992. *Protease*. Bogor: Pusat Antar Universitas Bioteknologi Institut Pertanian Bogor.
- Sulistiyani, 1989. *Mempelajari Pengaruh Konsentrasi Garam dan Lama Fermentasi Perendaman Biji Kecap Pada Pembuatan Kecap Kecapir*. Jember: Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- Suparmo, 1989, *Aspek Nutrisi Proses Fermentasi*, PAU Pangan dan Gizi, Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Sumaatmaja, D. 1983. *Industri Pengolahan Ikan Sebagai Sumber Protein Hewani*. Bogor: Departemen Perindustrian, Badan Penelitian dan Pengembangan Industri Hasil Pertanian Bogor.
- Stell, RGD, dan HJ.Torrie, 1992. *Prinsip dan Prosedur Statistika*. Jakarta: Direktora Jenderal Perikanan.
- Syarif, R dan A.Irawati, 1998. *Pengetahuan Bahan Untuk Industri Pertanian*. Jakarta: Madyatama Sarana Perkasa.
- Wahyuni, M dan M. Astawan, 1987. *Teknologi Pengolahan Pangan Hewan Tepat Guna*. Jakarta: Akademika Pressindo.
- Winarno, F.G. Fardiaz, S.dan Fardiaz, D. 1980. *Pengantar Teknologi Pangan*. Jakarta: Gramedia.
- Winarno, F.G. 1992. *Kimia Pangan dan Gizi*: Jakarta. Gramedia
- _____ 1993. *Pangan, Gizi, Teknologi dan Konsumen*: Jakarta. Gramedia.