

**PENGARUH SUHU DAN LAMA HIDROLISIS ENZIMATIS
PADA PROSES DEBONING TERHADAP SIFAT-SIFAT
NUGGET IKAN**

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**

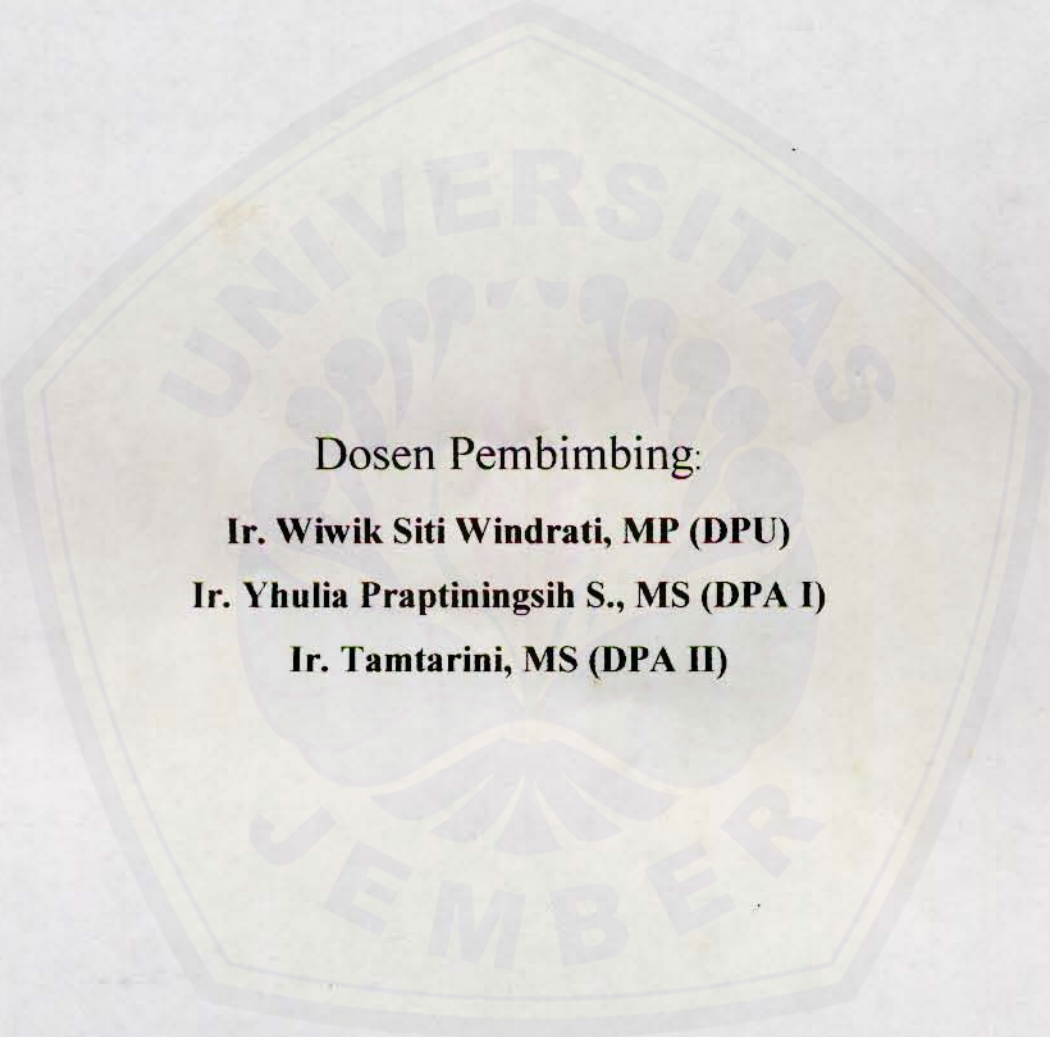


Acad. : Hadiah
Pembelian :
Terima : Tgl. 30 OCT 2003
No. Induk :
Klass 641.3
ROH
Syf p e.1

Oleh :

Ida Rohayati
NIM. 991710101070

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2003**



Dosen Pembimbing:

Ir. Wiwik Siti Windrati, MP (DPU)

Ir. Yhulia Praptiningsih S., MS (DPA I)

Ir. Tamtarini, MS (DPA II)

Motto:

- ✦ *"Dan ingatlah Tuhanmu di dalam hatimu dengan merendahkan diri dan takut" (Q.S Al A'raf: 205)*
- ✦ *"Dan Dialah Allah, tidak ada Tuhan yang berhak disembah melainkan Dia, baginya segala puji di dunia dan di akhirat, dan bagi-Nyalah segala penentuan dan hanya kepada-Nyalah kamu dikembalikan" (Q.S Al Qashash: 70)*
- ✦ *"Barang siapa yang menempuh jalan di dunia ini untuk mencari ilmu didalamnya, maka Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga" (HR. Muslim)*
- ✦ *"Kehidupan di dunia adalah fana So jangan gadaikan akhiratmu dengan kesenangan dunia" (My Self)*

Puji syukur kepada Allah SWT "Tiada daya dan kekuatan melainkan hanya dengan pertolongan-Nya"

Karya ini dipersembahkan untuk:

- ♥ *My beloved parents Bapak Sobrowi Turmuzi dan Ibu Siti Amiroh who always being there to supporting me, keeping me, giving me unlimited love, and sacrifice*
"Ya Allah berikanlah aku kesempatan untuk membahagikan mereka"
- ♥ *Kakakku Hobby Saukhi yang telah memberiku kasih sayang dan semangat untuk terus berjuang "makasih komputernya, mas"*
- ♥ *Adikku Okky Marwan Ardiansyah yang selalu berusaha memberiku sebuah kebanggaan "teruslah berusaha, de"*
- ♥ *My Second University" Himpunan Mahasiswa Islam"*
- ♥ *Almamaterku tercinta*

Special Thanks :

- ✦ Keluarga Bapak Abdul Djamil di Banjarmasin, Pa², Ma², Kakakku dan adhe²ku” terima kasih telah memberiku tempat di hati dan maaf bila telah mengecewakan
- ✦ My lovely Partner “Ari Wahyuningsih” thank u for being my best friend trough the highst and heavy
- ✦ My beloved friend Nanik Az Zahra and Dion thank u for always at my side, supporting me and loving me. Semoga bisa jadi keluarga sakinah, amin
- ✦ Ika, uut, doemi, ulfa thank u for supporting me and loving me
- ✦ Teman-teman selama penelitian ika yuliana, eko, ismail, iin, heni, novia candra, anne, dwi, eni terima kasih untuk kebersamaan yang indah
- ✦ Akhwat ash-sholihah: ukh. Husna, ukh. kiptiyah, ukh. istiqomah dan ukh. Khusnul terima kasih untuk bimbingan, kasih sayang dan kebersamaan kita
- ✦ Keluarga besar HMI Komisariat Teknologi Pertanian: haris (syukron telah memberiku kesempatan berkiprah), anam (kapan nyusul, de), priyanto (semangat terus), salafudin, munir, zawawi, zubaidi,yoyok, ubaidillah, asy’ari, izmaul, fony dan rurin (saat indah di Gunung Gambir), atin, mery, devy, wati, dini, raniah, may, umi, dan adeku ang.2000/2001/2002 lainnya mas agung (makasih analisa datanya), mas adi, mas zidni (thank u for being my good brother),mba²ku (Hartin, Ambar, Diana, Dian), mas nafi, mas narto, mas karimba, mas amir, mas oryza, mas andik
- ✦ Keluarga besa MIC “Keep On Struggle” Allah always at our side
- ✦ Temen-temenku at Kalimantan No.4: Mba diah (CNI, OK), anita (be istiqomah), Ari unyil (kapan nikah?), Inong (makasih dah nganterin), Dewi, Rista, Shinta terima kasih untuk kasih sayang dan perhatiannya.

Special Thanks :

- ✦ Keluarga Bapak Abdul Djamil di Banjarmasin, Pa², Ma², Kakakku dan adhe²ku” terima kasih telah memberiku tempat di hati dan maaf bila telah mengecewakan
- ✦ My lovely Partner “Ari Wahyuningsih” thank u for being my best friend trough the highst and heavy
- ✦ My beloved friend Nanik Az Zahra and Dion thank u for always at my side, supporting me and loving me. Semoga bisa jadi keluarga sakinah, amin
- ✦ Ika, uut, doemi, ulfa thank u for supporting me and loving me
- ✦ Teman-teman selama penelitian ika yuliana, eko, ismail, iin, heni, novia candra, anne, dwi, eni terima kasih untuk kebersamaan yang indah
- ✦ Akhwat ash-sholihah: ukh. Husna, ukh. kiptiyah, ukh. istiqomah dan ukh. Khusnul terima kasih untuk bimbingan, kasih sayang dan kebersamaan kita
- ✦ Keluarga besar HMI Komisariat Teknologi Pertanian: haris (syukron telah memberiku kesempatan berkiprah), anam (kapan nyusul, de), priyanto (semangat terus), salafudin, munir, zawawi, zubaidi,yoyok, ubaidillah, asy’ari, izmaul, fony dan rurin (saat indah di Gunung Gambir), atin, mery, devy, wati, dini, raniah, may, umi, dan adeku ang.2000/2001/2002 lainnya mas agung (makasih analisa datanya), mas adi, mas zidni (thank u for being my good brother),mba²ku (Hartin, Ambar, Diana, Dian), mas nafi, mas narto, mas karimba, mas amir, mas oryza, mas andik
- ✦ Keluarga besa MIC “Keep On Struggle” Allah always at our side
- ✦ Temen-temenku at Kalimantan No.4: Mba diah (CNI, OK), anita (be istiqomah), Ari unyil (kapan nikah?), Inong (makasih dah nganterin), Dewi, Rista, Shinta terima kasih untuk kasih sayang dan perhatiannya.

LEMBAR PENGESAHAN

Diterima oleh:

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN UNIVERSITAS JEMBER

Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (S K R I P S I)

Dipertahankan pada:

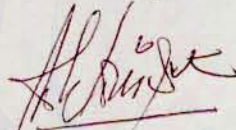
Hari : Senin

Tanggal : 6 Oktober 2003

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Tim Penguji

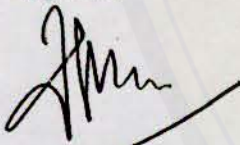
Ketua,



Ir. Wiwik Siti Windrati, MP

NIP. 130 787 732

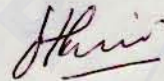
Anggota I,



Ir. Yhulia Praptiningsih S., MS

NIP. 130 809 684

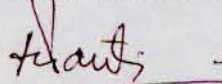
Anggota II,



Ir. Tamtarini, MS

NIP. 130 890 065

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember



Ir. Hj. Siti Hartanti, MS

NIP. 130 350 763

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberi berkah, rahmat dan ridho-Nya sehingga dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Tertulis dengan judul “ Pengaruh Suhu dan Lama Hidrolisis Enzimatis Pada Proses Deboning Terhadap Sifat-sifat Nugget Ikan”.

Penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini disusun guna memenuhi syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Strata Satu pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Penyusunan Karya Ilmiah Tertulis ini banyak mendapatkan bimbingan, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

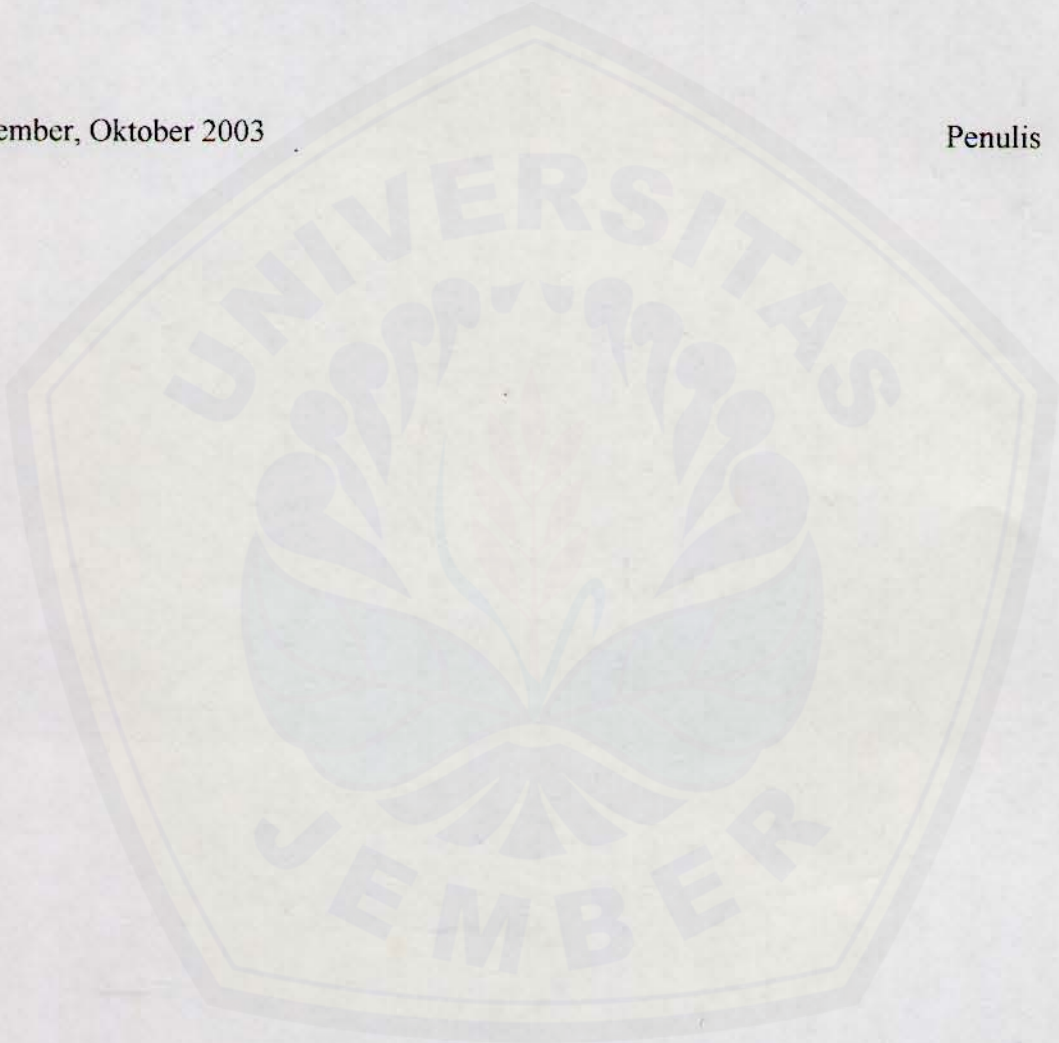
1. Ibu Ir. Hj. Siti Hartanti, MS selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
2. Bapak Ir. Susijahadi, MS selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
3. Ibu Ir. Wiwik Siti Windrati, MP selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, serta saran dalam penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini.
4. Ibu Ir. Yhulia Praptiningsih S., MS selaku Dosen Pembimbing Anggota I yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, serta saran dalam penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini.
5. Ibu Ir. Tamtarini, MS selaku Dosen Pembimbing Anggota II yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, serta saran dalam penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini.
6. Bapak Ir. Muhammad Fauzi, MSi selaku Dosen Wali.
7. Mba ketut, Mba Sari, Mba Wim, Mba Widi dan Teknisi Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian lainnya yang turut membantu menyelesaikan penelitian.

Penulis menyadari bahwa Karya Ilmiah Tertulis ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga saran dan kritik membangun dari pembaca sangat penulis harapkan.

Akhirnya penulis berharap Karya Ilmiah Tertulis ini dapat bermanfaat bagi pembaca umumnya dan Almamater khususnya.

Jember, Oktober 2003

Penulis

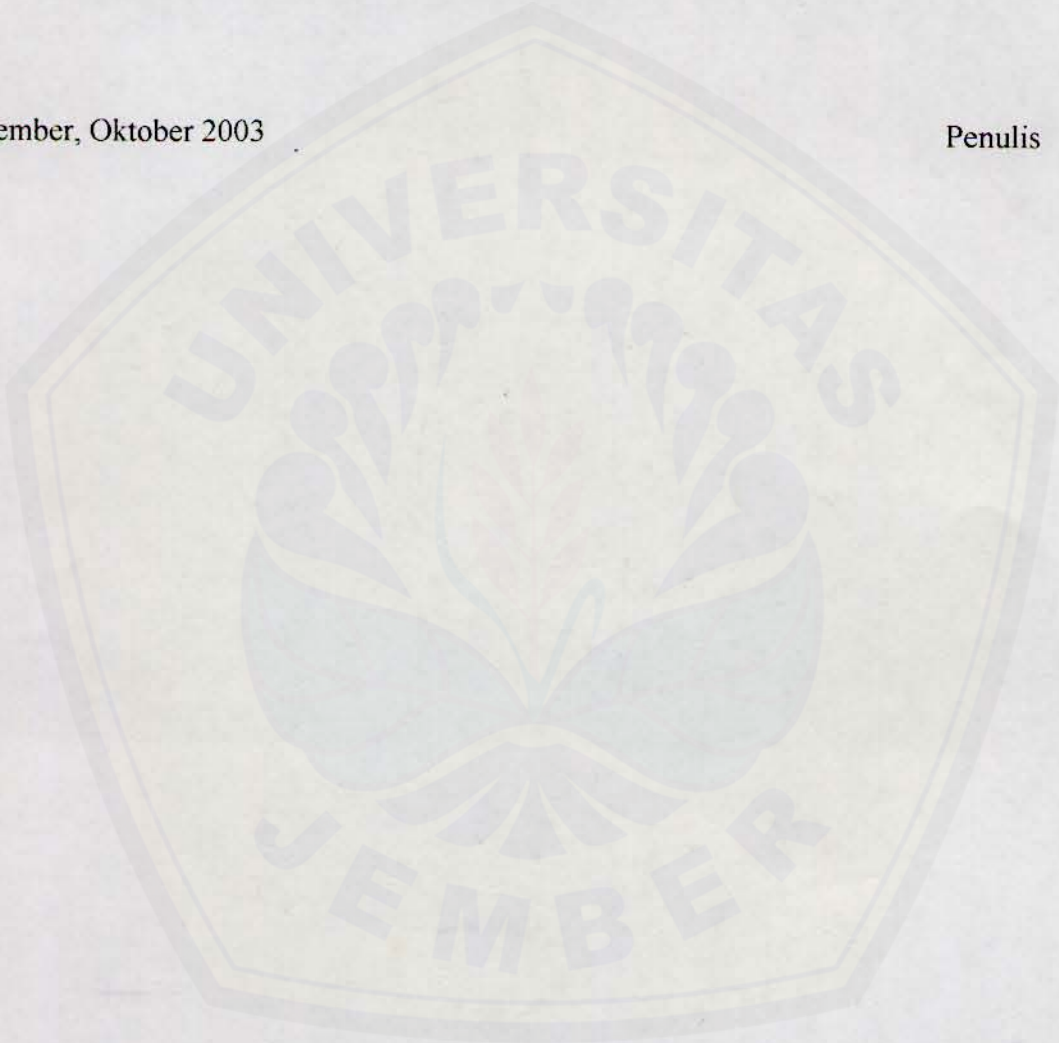


Penulis menyadari bahwa Karya Ilmiah Tertulis ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga saran dan kritik membangun dari pembaca sangat penulis harapkan.

Akhirnya penulis berharap Karya Ilmiah Tertulis ini dapat bermanfaat bagi pembaca umumnya dan Almamater khususnya.

Jember, Oktober 2003

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
RINGKASAN	xvi
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Kegunaan Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Ikan.....	4
2.2 Nugget	6
2.3 Deboning Enzimatis	7
2.4 Peranan Bahan-bahan Pendukung dalam Pembuatan Nugget ..	10
2.4.1 Tepung Panir	10
2.4.2 Tapioka	10
2.4.3 Susu Skim.....	11
2.4.4 Minyak.....	11
2.4.5 Gum Xantan	11
2.4.6 Polifosfat.....	11
2.4.7 Bumbu-bumbu.....	12

2.5 Perubahan Yang Terjadi Selama Pembuatan Nugget 12

 2.5.1 Gelatinisasi 12

 2.5.2 Retrogradasi 13

 2.5.3 Pencoklatan (*Browning*) 14

 2.5.4 Denaturasi Protein 14

 2.5.5 Hipotesis 15

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat 16

 3.1.1 Bahan Penelitian 16

 3.1.2 Alat Penelitian 16

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian 16

3.3 Metode Penelitian 16

 3.3.1 Pelaksanaan Penelitian 16

 3.3.2 Rancangan Percobaan 17

3.4 Parameter Pengamatan 19

3.5 Prosedur analisis 19

 3.5.1 Rendemen Hidrolisat 19

 3.5.2 Kadar Protein Terlarut 20

 3.5.3 Kadar Air 20

 3.5.4 Warna 21

 3.5.5 Tekstur 21

 3.5.6 Kenampakan Irisan 21

 3.5.7 Penilaian Organoleptik 21

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Rendemen Hidrolisat 22

4.2 Kadar Protein Terlarut 24

4.3 Kadar Air 27

4.4 Warna 29

4.5 Tekstur 31

4.6 Kenampakan 34

4.7 Sifat Organoleptik 37

 4.7.1 Rasa 37

2.5	Perubahan Yang Terjadi Selama Pembuatan Nugget	12
2.5.1	Gelatinisasi	12
2.5.2	Retrogradasi	13
2.5.3	Pencoklatan (<i>Browning</i>).....	14
2.5.4	Denaturasi Protein.....	14
2.5.5	Hipotesis	15

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Bahan dan Alat	16
3.1.1	Bahan Penelitian	16
3.1.2	Alat Penelitian.....	16
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	16
3.3	Metode Penelitian	16
3.3.1	Pelaksanaan Penelitian.....	16
3.3.2	Rancangan Percobaan	17
3.4	Parameter Pengamatan	19
3.5	Prosedur analisis	19
3.5.1	Rendemen Hidrolisat.....	19
3.5.2	Kadar Protein Terlarut.....	20
3.5.3	Kadar Air	20
3.5.4	Warna.....	21
3.5.5	Tekstur.....	21
3.5.6	Kenampakan Irisan.....	21
3.5.7	Penilaian Organoleptik	21

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Rendemen Hidrolisat.....	22
4.2	Kadar Protein Terlarut.....	24
4.3	Kadar Air	27
4.4	Warna	29
4.5	Tekstur.....	31
4.6	Kenampakan	34
4.7	Sifat Organoleptik.....	37
4.7.1	Rasa	37

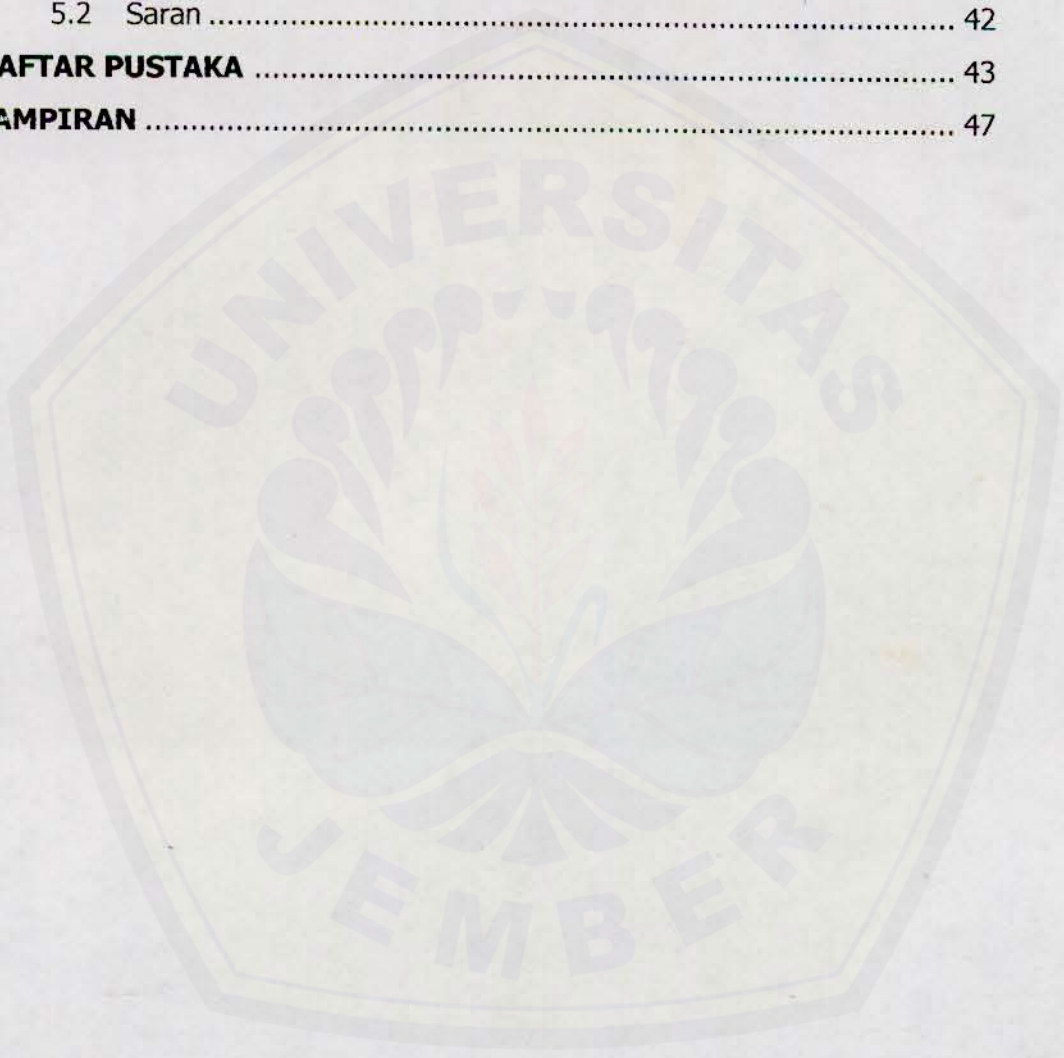
4.7.2 Aroma 38
4.7.3 Kekenyalan 40
4.7.4 Penilaian Keseluruhan 41

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan 42
5.2 Saran 42

DAFTAR PUSTAKA 43

LAMPIRAN 47



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi Asam Amino dari Protein Ikan.....	4
2. Komposisi Kimia Ikan Kuniran	6
3. Komposisi Tapioka	10
4. Sidik Ragam rendemen Hidrolisat	22
5. Uji Beda Rendemen Hidrolisat pada Berbagai Suhu Hidrolisis	22
6. Rendemen Hidrolisat pada Berbagai Lama Hidrolisis	23
7. Rendemen Hidrolisat pada Berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis	23
8. Sidik Ragam Kadar Protein Terlarut Hidrolisat	24
9. Uji Beda Kadar Protein Terlarut Hidrolisat pada Berbagai Suhu Hidrolisis.....	25
10. Uji Beda Kadar Protein Terlarut Hidrolisat pada Berbagai Lama Hidrolisis.....	25
11. Uji Beda Kadar Protein Terlarut Hidrolisat pada Berbagai Suhu dan LamaHidrolisis	26
12. Sidik Ragam Kadar Air Nugget Ikan	27
13. Uji Beda Kadar Air Nugget Ikan pada Berbagai Suhu Hidrolisis.....	27
14. Uji Beda Kadar Air Nugget Ikan pada Berbagai Lama Hidrolisis	28
15. Uji Beda Kadar Air Nugget Ikan pada Berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis.....	28
16. Sidik Ragam Nilai Warna Nugget Ikan	29
17. Uji Beda Nilai Warna Nugget Ikan pada Berbagai Suhu Hidrolisis	30
18. Uji Beda Nilai Warna Nugget Ikan pada Berbagai Lama Hidrolisis	30
19. Nilai Warna Nugget Ikan pada Berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis	31
20. Sidik Ragam Nilai Tekstur Nugget Ikan	32
21. Uji Beda Nilai Tekstur Nugget Ikan pada Berbagai Suhu Hidrolisis ..	32
22. Uji Beda Nilai Tekstur Nugget Ikan pada Berbagai Lama Hidrolisis..	33
23. Uji Beda Nilai Tekstur Nugget Ikan pada Berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis	33
24. Sidik Ragam Nilai Rasa Nugget Ikan.....	35

25. Uji Beda Nilai Rasa Nugget Ikan pada Berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis	35
26. Sidik Ragam Aroma Nugget Ikan.....	36
27. Uji Beda Nilai Aroma Nugget Ikan pada Berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis	37
28. Sidik Ragam Nilai Kekenyalan Nugget Ikan.....	38
29. Uji Beda Nilai Kekenyalan Nugget Ikan pada Berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis	38
30. Sidik Ragam Penilaian Keseluruhan Nugget Ikan	39
31. Uji Beda Penilaian Keseluruhan Nugget Ikan pada Berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis.....	40

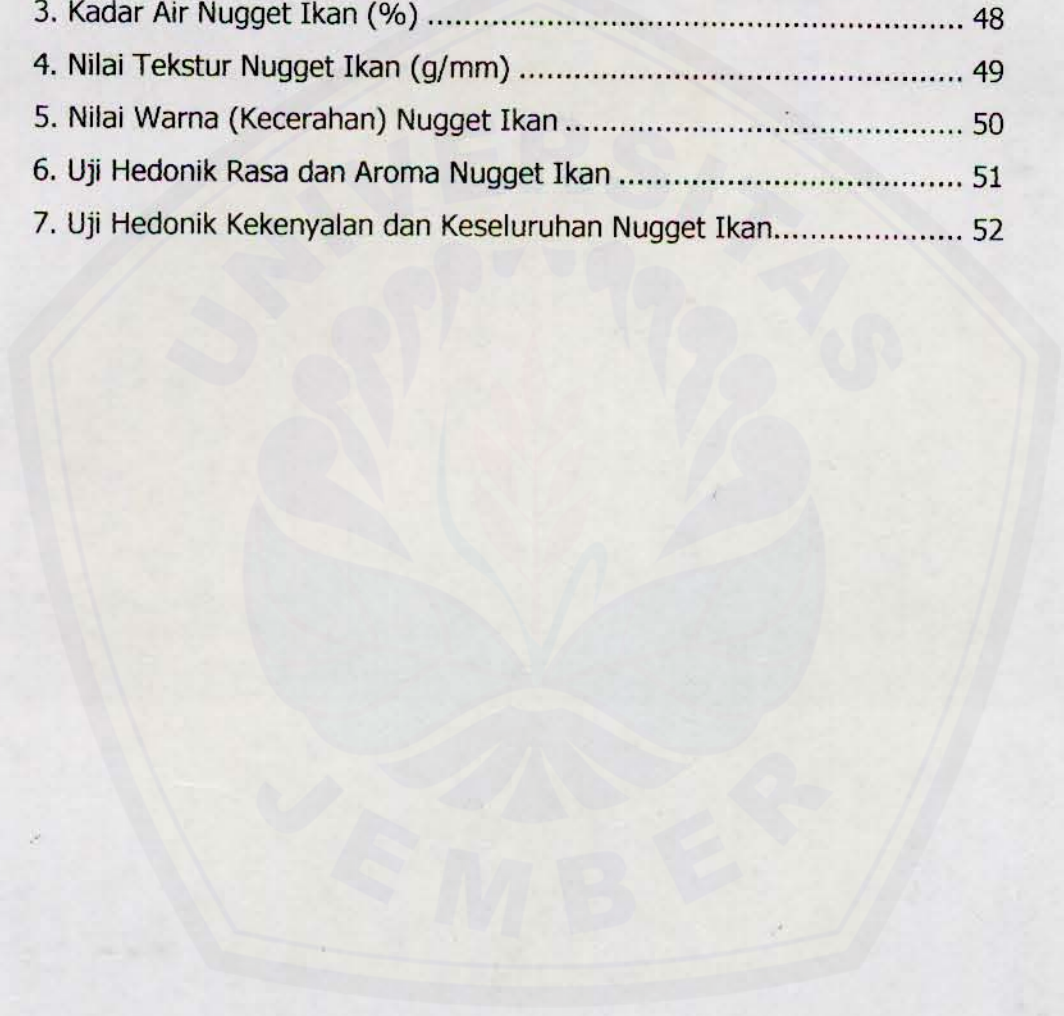


DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Hidrolisis Ikatan Peptida Oleh Protease	9
2. Diagram Alir Penelitian Pembuatan Nugget Ikan	22
3. Histogram Rendemen Hidrolisat pada Berbagai Suhu dan Lama Hidroisis.....	24
4. Histogram Kadar Protein Terlarut Hidrolisat pada Berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis	26
5. Histogram Kadar Air Nugget Ikan pada Berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis.....	29
6. Histogram Nilai Warna Nugget Ikan pada Berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis.....	31
7. Histogram Nilai Tekstur Nugget Ikan pada Berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis.....	34
8. Nugget Hasil Hidrolisis Suhu Kamar pada Berbagai Lama Hidrolisis.....	35
9. Nugget Hasil Hidrolisis Suhu 50°C pada Berbagai Lama Hidrolisis.....	36
10. Histogram Nilai Rasa Nugget Ikan pada Berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis.....	39
11. Histogram Aroma Nugget Ikan pada Berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis.....	40
12. Histogram Nilai Kekenyalan Nugget Ikan pada Berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis	42
13. Histogram Penilaian Keseluruhan Nugget Ikan pada Berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis.....	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Rendemen Hidrolisat (%).....	46
2. Kadar Protein Terlarut Hidrolisat (mg/ml)	47
3. Kadar Air Nugget Ikan (%)	48
4. Nilai Tekstur Nugget Ikan (g/mm)	49
5. Nilai Warna (Kecerahan) Nugget Ikan	50
6. Uji Hedonik Rasa dan Aroma Nugget Ikan	51
7. Uji Hedonik Kekenyalan dan Keseluruhan Nugget Ikan.....	52



“ PENGARUH SUHU DAN LAMA HIDROLISIS ENZIMATIS PADA PROSES DEBONING TERHADAP SIFAT-SIFAT NUGGET IKAN” Oleh **Ida Rohayati (991710101070)**, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Dosen Pembimbing **Ir. Wiwik Siti Windrati, MP. (DPU)**, **Ir. Yhulia Praptiningsih S., MS (DPA I)** dan **Ir. Tamtarini, MS (DPA II)**

RINGKASAN

Indonesia mempunyai potensi perikanan yang besar. Namun pemanfaatannya masih belum optimal, konsumsi ikan masyarakat masih rendah. Peningkatan konsumsi ikan dapat dilakukan antara lain dengan pembuatan nugget ikan, khususnya ikan bernilai ekonomis rendah. Hal ini selain meningkatkan konsumsi ikan pada masyarakat, meningkatkan daya guna dan nilai guna juga merupakan diversifikasi produk olahan ikan. Salah satu tahap dalam pembuatan nugget ikan adalah pemisahan daging dengan duri namun hal ini sulit dilakukan sebab biasanya ikan nilai ekonomis rendah ukurannya kecil-kecil. Untuk mengatasi permasalahan ini dapat dilakukan dengan cara *deboning* enzimatis. Keberhasilan *deboning* enzimatis ditentukan antara lain oleh suhu dan lama hidrolisis enzimatis. Bagaimana pengaruh suhu dan lama hidrolisis pada proses *deboning* enzimatis sehingga dihasilkan sifat-sifat nugget ikan yang baik masih perlu diteliti.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu dan lama hidrolisis enzimatis pada proses *deboning* terhadap sifat-sifat nugget ikan dan untuk mengetahui suhu dan lama hidrolisis enzimatis yang tepat pada proses *deboning* untuk memperoleh sifat-sifat nugget ikan yang baik.

Dalam penelitian ini digunakan Rancangan Acak Kelompok secara faktorial dengan dua faktor yaitu suhu hidrolisis terdiri dua level (suhu kamar dan 50°C) sebagai faktor A dan lama hidrolisis terdiri dari tiga level (30 menit, 45 menit dan 60 menit sebagai faktor B. Parameter pengamatannya meliputi rendemen hidrolisat, kadar protein terlarut hidrolisat, kadar air, kenampakan, warna (kecerahan), tekstur, rasa, aroma, kekenyalan dan penilaian keseluruhan nugget ikan (penilaian organoleptik dengan uji hedonik).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Suhu hidrolisis enzimatis sangat berpengaruh terhadap rendemen hidrolisat, kadar protein terlarut hidrolisat, kadar air, warna dan tekstur nugget ikan. Lama hidrolisis sangat berpengaruh terhadap kadar protein terlarut hidrolisat, tekstur nugget ikan dan berpengaruh terhadap kadar air nugget ikan, warna nugget ikan serta tidak berpengaruh terhadap rendemen hidrolisat. Kombinasi perlakuan suhu dan lama hidrolisis sangat berpengaruh terhadap kadar protein terlarut, rasa, aroma, kekenyalan, penilaian keseluruhan, berpengaruh terhadap tekstur nugget ikan dan tidak berpengaruh terhadap rendemen hidrolisat, kadar air dan warna nugget ikan. Suhu hidrolisis pada suhu 50°C dan lama hidrolisis 30 menit (A2B1) menghasilkan nugget ikan dengan sifat-sifat yang baik dan disukai. Nugget ikan yang dihasilkan mempunyai rendemen hidrolisat 68,04%; kadar protein terlarut hidrolisat 36,38mg/ml; kadar air nugget ikan 61,99%; warna (kecerahan) nugget ikan 73,18; tekstur 94,30g/10mm, kenampakan baik dan nilai rasa 2,55 (tidak suka-suka); nilai aroma 2,80 (tidak suka-suka); nilai kekenyalan 3,05 (suka-sangat suka) dan penilaian keseluruhan 2,75 (tidak suka-suka).



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai negara maritim yang memiliki luas wilayah laut mencapai 3.116.000 km², ditambah dengan landasan kontinental sekitar 1 juta km², serta ZEE 200 mil sekitar 3 juta km², mengandung sumber daya alam yang sangat besar yang mempunyai potensi produksi ikan sebesar 6,6 juta ton tiap tahunnya (Anonim, 1994).

Potensi sumber daya perikanan yang tersedia cukup besar dan realisasi produksinya terus meningkat tiap tahunnya, namun pemanfaatan sumber daya perikanan tersebut belum optimal. Hal ini terbukti jumlah hasil perikanan yang diolah hanya sekitar 15% - 17% dari total produksi sedangkan sisanya dijual dalam bentuk segar (Anonim, 1998).

Pola konsumsi makanan masyarakat Indonesia masih bercirikan pola agraris yang bertumpu pada beras dan hewan ternak darat. Tercapainya target produksi ikan laut pada akhir PJP II (1998), yaitu penyediaan ikan 6 juta ton untuk konsumsi 202 juta jiwa penduduk tidak banyak memberikan pengaruh pada asupan protein hewani ikan. Tingkat konsumsi ikan relatif masih rendah. Pada tahun 1990 konsumsi ikan baru sekitar 7.0 g/kapita/hari yang merupakan 15,4% dari total konsumsi protein hewani perhari (Anonim, 1992). Rendahnya tingkat konsumsi ikan antara lain karena sulitnya memperoleh ikan dalam keadaan segar, baunya amis, dan tulangnya banyak sehingga mengurangi kenikmatan saat makan, padahal nilai gizi ikan cukup tinggi (Anonim, 1998). Ikan mengandung protein sekitar 15%-24% dan mempunyai nilai gizi protein yang tinggi karena mengandung asam-asam amino esensial (Putro, 1978). Di samping itu ikan juga mengandung lemak 0,2-24%, mineral 2% dan vitamin terutama vitamin A dan D (Moelyanto, 1992).

Pada saat panen raya nelayan mengalami kesulitan untuk menjual hasil tangkapan ikan segarnya walaupun harga jualnya relatif murah sehingga kadang-kadang dibuang karena telah mengalami kerusakan. Selama ini usaha

pemanfaatan yang ada masih belum mampu berperan optimal dalam menyelamatkan hasil panen dan untuk lebih meningkatkan daya guna serta nilai guna. Dalam hal ini nelayan mengalami kerugian namun tidak dapat berbuat banyak untuk mengatasinya. Para nelayan memiliki keterbatasan karena pendidikan mereka relatif rendah. Sehingga dibutuhkan suatu usaha yang mampu untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Untuk dapat meningkatkan keuntungan bagi nelayan dan pola ragam konsumsi ikan untuk pemenuhan kebutuhan protein hewani perlu adanya diversifikasi dalam pengolahan ikan guna meningkatkan ragam produknya. Salah satu bentuk olahan daging yang dapat dikembangkan saat ini dan dapat diterima oleh masyarakat luas adalah nugget ikan.

Nugget merupakan suatu produk olahan daging restrukturisasi, yaitu daging lumat yang kemudian dilekatkan kembali menjadi ukuran yang lebih besar (Raharjo, dkk, 1995). Salah satu tahap dalam proses pembuatan nugget ikan adalah pemisahan antara daging dengan tulang atau duri. Hal ini merupakan suatu permasalahan yang muncul sebab pada umumnya ikan dengan nilai ekonomis rendah berukuran kecil sehingga sulit untuk memisahkan antara daging dengan duri. Untuk mengatasi permasalahan ini dapat dilakukan dengan cara *deboning* enzimatis. *Deboning* enzimatis dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kondisi proses. Kondisi proses hidrolisis ini antara lain ditentukan oleh suhu dan lama hidrolisis enzimatis.

1.2 Perumusan Masalah

Keberhasilan proses *deboning* enzimatis antara lain ditentukan oleh suhu dan lama hidrolisis enzimatis. Bagaimana pengaruh suhu dan lama hidrolisis pada proses *deboning* enzimatis dalam pembuatan nugget ikan belum diketahui, maka diperlu diteliti.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui pengaruh suhu dan lama hidrolisis enzimatis pada proses *deboning* terhadap sifat-sifat nugget ikan.
- b. Mengetahui suhu dan lama hidrolisis enzimatis yang tepat pada proses *deboning* untuk memperoleh sifat-sifat nugget ikan yang baik.

1.4 Kegunaan Penelitian

- a. Sebagai bahan informasi dalam penyusunan paket teknologi industri nugget ikan.
- b. Sebagai salah satu usaha diversifikasi produk olahan ikan.
- c. Dapat meningkatkan daya guna dan nilai guna dari ikan-ikan bernilai ekonomis rendah.
- d. Membantu program pemerintah dalam usaha meningkatkan konsumsi protein ikan di masyarakat.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ikan

Ikan sebagai salah satu bahan pangan merupakan sumber protein hewani yang sangat tinggi. Pada daging ikan terdapat senyawa-senyawa yang sangat potensial bagi tubuh manusia karena terdiri dari 75% oksigen, 10% hidrogen, 9,5% karbon dan 2,5% nitrogen. Unsur-unsur itu terdiri dari protein, lemak dan sedikit karbohidrat, vitamin dan garam-garam mineral. Protein merupakan bagian terbesar setelah air. Karena kandungan protein merupakan yang terbesar yang terdapat dalam kandungan daging ikan, maka ikan merupakan sumber protein hewani yang sangat potensial (Irawan, 1995).

Menurut Syarief dan Irawati (1986), protein ikan banyak mengandung asam amino esensial yang sangat dibutuhkan oleh tubuh manusia dan memiliki daya cerna yang tinggi. Adapun komposisi asam amino selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Asam-asam Amino dari Protein Ikan

Asam Amino	Jumlah (% dari Protein)
Arginin	6,4
Histidin	2,5
Isoleusin	5,5
Leusin	8,5
Lisin	9,0
Metionin	3,7
Sistein	1,0
Fenilalanin	4,7
Tirosin	3,9
Treonin	5,1
Triptofan	1,5
Valin	6,1

Sumber : Parakkasi, 1980

Selain itu pada daging ikan terdapat senyawa-senyawa yang sangat fungsional bagi tubuh manusia antara lain sebagai sumber energi yang sangat dibutuhkan dalam aktifitas sehari-hari, membantu pertumbuhan dan pemeliharaan (Afrianto dan Liviawaty, 1989).

Menurut Winarno (1993), berdasarkan kandungan lemaknya ikan dapat digolongkan menjadi tiga golongan yaitu: ikan dengan kandungan lemak rendah (kurang dari 2%), ikan berlemak medium (2% - 5%) dan ikan berlemak tinggi dengan kandungan lemak antara 6 - 20%.

Indonesia memiliki potensi perikanan yang sangat besar. Salah satu jenis ikan yang terdapat di perairan Indonesia adalah ikan kuniran (*Upeneus sp*). Ikan kuniran merupakan jenis ikan rucah (nilai ekonomis rendah) yang berlimpah jumlahnya, namun pemanfaatannya masih rendah (Murtidjo, 2001).

Klasifikasi ikan kuniran dalam sistem tata nama (taksonomi) hewan sebagai berikut:

Kelas : Actinopterygii (Ray finned fishes)

Ordo : Perciformes

Familli : Mullidae (Gost fish)

Genus : *Mulloidcths*

Spesies : *Upeneus* (Anonim, 2003)

Ada beberapa spesies ikan kuniran yang telah dapat diidentifikasi dengan cukup jelas diantaranya adalah *Upeneus molecuciensis* dan *Upeneus sundaicus*. Kedua spesies ini merupakan spesies ikan kuniran yang paling banyak di Indonesia. Ikan kuniran ini memiliki ciri-ciri fisik sebagai berikut : panjang rata-rata 20-22 cm, memiliki ekor dan sebuah garis kuning horisontal sepanjang tubuhnya serta memiliki sungut dibagian dagu yang digunakan untuk mencari makanan di dalam pasir. Ikan ini hidup di daerah dengan iklim tropis/subtropis dan mendiami pantai yang sedikit berlumpur dan berkarang dengan kedalaman 100m. Daerah penyebarannya dari pantai timur Afrika hingga ke Asia Tenggara termasuk di bagian timur Indonesia, Pakistan, Srilanka, India, Pantai utara Australia dan Jepang (Anonim, 2003).

Ikan kuniran termasuk dalam golongan ikan dengan kandungan lemak rendah. Secara umum komposisi ikan kuniran dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Komposisi Kimia Ikan Kuniran.

Komponen Kimia	Jumlah (%)
Protein	15,43
Lemak	0,46
Abu	0,77
Air	84,29

Sumber: Murtidjo, 2001

2.2 Nugget

Nugget merupakan makanan yang akhir-akhir ini diminati masyarakat Indonesia. Nugget merupakan salah satu bentuk produk olahan restrukturisasi dengan bahan baku daging lumat atau serpihan yang dicampur dengan tepung konsentrat protein, bumbu-bumbu dan bahan sejenisnya, kemudian dicetak dan digoreng sampai matang (Raharjo, 1995).

Proses pembuatan nugget ikan pada dasarnya sama dengan pembuatan nugget ayam yaitu daging yang telah digiling dicampur dengan bumbu-bumbu atau bahan pengikat serta bahan aditif lainnya. Adonan daging giling yang sudah tercampur dengan berbagai bahan tambahan lainnya tersebut kemudian dibentuk menjadi gumpalan dan dicetak serta dikukus sampai matang.

Komponen lumatan daging yang penting dalam pembuatan nugget adalah protein. Protein daging berkontribusi dalam pengikatan struktur daging selama pemasakan, sehingga dapat membentuk struktur yang kompak. Protein juga berpengaruh terhadap daya menahan air daging, sebab protein daging membentuk jaringan rigid selama pemasakan yang akan menahan air didalam jaringan. Selain itu juga berperan dalam pembentukan emulsi, protein daging yang terlarut berfungsi sebagai zat pengemulsi (Sidik, 1990).

Tahapan dalam proses pembuatan nugget ikan meliputi pemisahan daging dengan tulang (deboning), pencampuran bahan bertujuan untuk memperoleh adonan nugget yang homogen, pencetakan dilakukan agar didapatkan bentuk nugget ikan yang bagus dan memudahkan pengukusan, pemanasan bertujuan agar diperoleh nugget yang matang dan pembentukan tekstur, pengemasan bertujuan

untuk menghindari kerusakan akibat mikroba maupun untuk meningkatkan nilai estetis nugget ikan. (Raharjo, 1996).

Menurut Raharjo (1995) untuk menghasilkan nugget kualitas baik perlu di tambahkan bahan-bahan bukan daging kedalam formulasi nugget. Bahan-bahan bukan daging berupa bahan pengikat dan pengemulsi, berupa garam, gula, dan bumbu-bumbu.

2.3. Deboning Enzimatis

Proses *deboning* merupakan proses pemisahan daging dengan tulang (duri). *Deboning* dengan menggunakan enzim protease pada prinsipnya enzim akan menghidrolisis sebagian protein daging sehingga integritas masing-masing miofibril akan melemah akibatnya daging mudah terlepas dari tulang atau duri (Anonim, 2003).

Enzim protease merupakan enzim yang dapat mengurai atau memecah protein. Reaksi katalisis protease secara umum adalah menghidrolisis rantai peptida protein. Namun demikian berbagai jenis enzim protease mempunyai spesifitas yang berbeda. Beberapa enzim protease mempunyai syarat khusus untuk aktivitas proteasenya (Winarno, 1995).

Dalam industri pengolahan makanan enzim protease merupakan salah satu enzim terbesar penggunaannya selain amilase, glukoamilase dan glukosidase. Berdasarkan letak pemecahannya enzim protease dapat diklasifikasikan menjadi; enzim eksopeptidase yaitu enzim yang memecah protein dari salah satu ujung asam amino dan enzim endopeptidase yaitu merupakan enzim yang menyerang ikatan peptida pada protein bagian dalam (Loffer, 1986).

Enzim protease yang banyak digunakan dalam industri pangan antara lain enzim ProtamexTM. Enzim ProtamexTM merupakan salah satu jenis enzim endopeptidase. Enzim ini berasal dari *Bacillus Protease* kompleks yang dikembangkan untuk proses hidrolisis protein pada makanan. Enzim ProtamexTM memiliki ukuran partikel rata-rata 250-450 mikron dan mudah larut dalam air. Enzim ProtamexTM direkomendasikan oleh komite ahli bahan makanan tambahan dari FAO/WHO dan Food Chemicals Codex (FCC). Enzim ProtamexTM

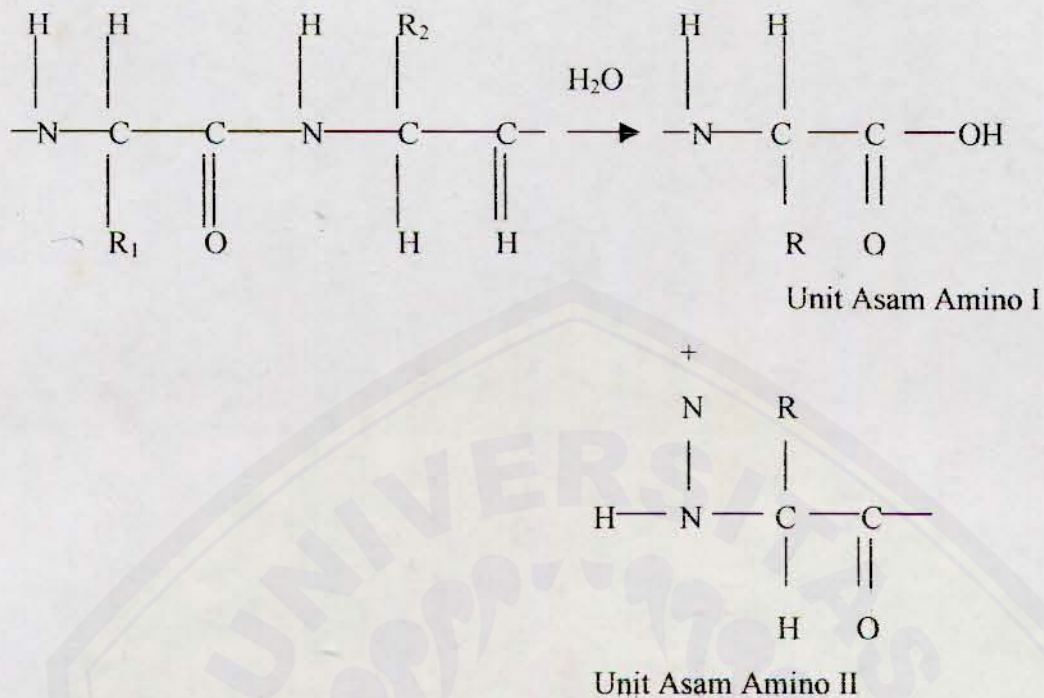
mempunyai aktivitas optimal pada suhu 35-60°C. Enzim Protamex™ sebaiknya disimpan pada suhu rendah (Anonim, 2003).

Proses hidrolisis pada prinsipnya adalah proses pemecahan substrat menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana dengan menggunakan air. Proses hidrolisis dapat menggunakan asam, basa maupun enzim. Di dalam industri, proses untuk menghasilkan hidrolisat protein pada umumnya dilakukan dengan hidrolisis secara enzimatik. Proses ini dipandang lebih sesuai karena proses lebih cepat dan memberikan hidrolisat protein tanpa kehilangan banyak asam amino esensial. Dalam proses hidrolisis protein akan terpecah secara bertahap menjadi satu molekul peptida sederhana dan asam-asam amino. Proses hidrolisis yang sempurna akan menghasilkan asam amino α konfigurasi L dari rantai sisi awalnya dan akan berbeda satu sama lain (Nielsen, 1997).

Beberapa faktor sangat berpengaruh terhadap keberhasilan proses deboning antara lain suhu dan waktu hidrolisis enzimatik. Lama proses hidrolisis merupakan faktor yang berpengaruh terhadap mutu hidrolisat yang dihasilkan. Waktu hidrolisis yang berlebihan mengakibatkan jumlah asam amino dan peptida menurun (Piggot, 1990).

Protein mempunyai molekul besar yang bobot molekulnya bervariasi antara 5000 sampai jutaan. Dengan hidrolisis oleh enzim akan menghasilkan asam amino. Ada 20 jenis asam amino yang terdapat dalam molekul protein, asam amino ini terikat satu dengan yang lain oleh ikatan peptida (Poedjiadi, 1994).

Hidrolisis enzimatik pada proses deboning ikan menghasilkan peptida-peptida yang beragam, asam amino L dan nukleotida. Hidrolisis asam amino oleh enzim protease seperti ditunjukkan **Gambar 1** (Subagio, 2002).



Gambar 1. Hidrolisis Ikatan Peptida Oleh Enzim Protease (Subagio, 2002).

Hidrolisis ikatan peptida menyebabkan beberapa perubahan dalam protein yaitu:

1. Gugus NH_3^+ dan COO^- akan bertambah yang akan menambah kelarutan protein.
2. Berat molekul protein berkurang
3. Struktur globuler dari protein akan rusak

Protein yang dihidrolisis mengalami perubahan cita rasa yang disebabkan oleh pembentukan peptida-peptida pendek dan asam amino serta lepasnya komponen non protein dari bahan baku. Setiap komponen bahan baku merupakan karakter rasa yang khas yang mungkin ditimbulkan oleh komponen non protein. Hidrolisis akan mengubah struktur dari protein dan menyebabkan menurunnya kemampuan interaksi komponen aroma tersebut (Nielsen, 1997).

2.4 Peranan Bahan-bahan Pendukung dalam Pembuatan Nugget

Bahan-bahan pendukung yang digunakan dalam pembuatan nugget adalah tepung panir, tapioka, susu skim, minyak, gum xantan, natrium tripolifosfat dan bumbu-bumbu.

2.4.1 Tepung Panir

Tepung panir merupakan roti tawar yang telah mengalami pengeringan dan kemudian dihancurkan. Tepung panir sangat menentukan tekstur dari nugget ikan yang diperoleh karena kandungan glutennya tinggi. Tepung panir digunakan dalam pembuatan nugget sebagai bahan pengisi. Bahan pengisi berguna untuk mengikat air tetapi tidak mengemulsikan lemak (Anonim, 2003).

2.4.2 Tapioka

Tapioka merupakan granula-granula pati yang terdapat di dalam sel umbi ketela pohon yang telah dipisahkan dari komponen pohon lainnya dan dikeringkan (Wiriano, 1984). Pati ketela pohon mengandung 17% amilosa dan amilopektin 83%, dengan ukuran granula 3-5mikron. Sehingga tidak mudah menggumpal pada suhu yang normal dan tidak menjadi keras, memiliki daya pemekatan yang tinggi, tidak mudah pecah atau rusak. Suhu gelatinisasi tapioka adalah sekitar 59°C (Haryadi, 1995). Komposisi tapioka terdapat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Komposisi Tapioka

Kandungan	Jumlah per 100 g
Kalori	362 kal
Air	12 g
Karbohidrat	86,9 g
Lemak	0,3 g
Protein	0,5 g

Sumber: Haryadi, 1995

Menurut Somaatmaja (1984), dengan kandungan patinya yang tinggi yaitu sekitar 85-87% dan sifatnya yang mudah membengkak dalam air panas dengan membentuk kekentalan yang dikehendaki, tapioka banyak dipergunakan dalam

2.4.3 Susu Skim

Susu skim secara luas banyak digunakan dalam pengolahan produk daging. Susu skim mengandung protein yang tinggi dan lemak yang rendah sebab sebagian besar minyaknya telah diambil. Dalam pembuatan nugget susu skim digunakan sebagai bahan pengikat. Fungsinya yaitu untuk meningkatkan daya ikat air daging dan sifat emulsifikasi lemak serta meningkatkan kualitas protein, memperbaiki cita rasa dan tekstur (Hadiwiyoto,, 1983).

2.4.4 Minyak

Penambahan minyak dalam pembuatan makanan antara lain dimaksudkan untuk memperbaiki tekstur, cita rasa bahan dan meningkatkan nilai gizi (Winarno, 1995). Menurut Koswara (1995) minyak ditambahkan untuk membentuk adonan nugget yang stabil, membentuk tekstur yang kompak, empuk, dan rasa yang lebih baik serta sebagai komponen yang diemulsikan. Jumlah penambahan minyak berkisar 5-25%.

2.4.5 Gum Xantan

Gum xantan dihasilkan melalui fermentasi dekstrose menggunakan bakteri-bakteri *Xanthomonas compestris*, merupakan polisakarida kompleks yang mengandung D-glukosa, D-manosa, dan asam D-glukoronat. Gum xantan berupa bubuk berwarna krem yang dengan cepat larut dalam air panas atau dingin (Tranggono, 1990).

Gum xantan dinyatakan aman digunakan dalam produk pangan sebagai pembentuk tekstur, pemantap, pengemulsi, pengental, bahan pembentuk suspensi, dan pembentuk buih pada pangan. Penggunaannya misalnya dalam puding, saus, daging kalengan, olahan susu (Tranggono, 1990). Pada pembuatan nugget gum xantan ditambahkan untuk memantapkan adonan dan sebagai pengemulsi sehingga diperoleh nugget ikan dengan struktur yang kompak dan stabil (Graham, 1977).

sehingga diperoleh nugget ikan dengan struktur yang kompak dan stabil (Graham, 1977).

2.4.6 Polifosfat

Polifosfat berfungsi untuk membentuk senyawa kompleks dengan kalsium yang menyebabkan pengendoran struktur jaringan. Pendapat lain menyatakan pengikatan ion-ion polifosfat bersama-sama dengan pembukaan ikatan melintang antara lain aktin dan miosin menyebabkan peningkatan daya tolak menolak yang bersifat elektrostatis antara rantai-rantai peptida dan menyebabkan pengelembungan. Jika terdapat air maka air tersebut akan diperangkap dalam jaringan protein yang kendor (Tranggono, 1990).

2.4.7 Bumbu-bumbu

Bumbu-bumbu yang digunakan dalam pembuatan nuggets meliputi garam, gula, jahe, bawang merah, bawang putih, pala dan lada. Bumbu-bumbu tersebut ditambahkan secukupnya untuk membentuk cita rasa yang diinginkan.

2.5 Perubahan-Perubahan Yang terjadi Selama Pembuatan Nugget

Perubahan-perubahan yang terjadi selama pembuatan nugget meliputi gelatinisasi, retrogradasi, pencoklatan (*browning*) dan denaturasi protein.

2.5.1 Gelatinisasi

Pada pembuatan nugget gelatinisasi terjadi pada tahap pengukusan. Granula pati memiliki sifat tidak larut dalam air dingin tetapi membentuk sistem dispersi dan akan menjadi gel jika dipanaskan. Bentuk dan ukuran granula tergantung pada sumber tanaman. Diameter granula pada umumnya berkisar antara 3-100 μ (Winarno, 1997).

Gelatinisasi pati adalah proses pembengkakan yang terjadi dalam granula-granula pati karena adanya air dan dipanaskan dan merupakan peristiwa pembentukan gel yang dimulai dengan hidrasi pati yaitu penyerapan molekul-molekul air oleh molekul-molekul pati (Bennion, 1980). Faktor-faktor yang

mempengaruhi gelatinisasi adalah bentuk dan ukuran granula, kandungan amilosa dan amilopektin serta keadaan medium (Meyer, 1960).

Molekul-molekul pati secara fisik hanya dipertahankan oleh ikatan hidrogen yang lemah. Naiknya suhu akan memutuskan ikatan tersebut dan dilain pihak akan meningkatkan energi kinetik molekul-molekul pati sehingga ukuran partikel menjadi lebih besar dan terjadi penggelembungan. Kemudian molekul-molekul pati yang berdekatan akan tarik menarik membentuk jaringan tiga dimensi dan air terkurung di dalam jaringan. Terbentuknya jaringan tiga dimensi ini menyebabkan viskositas sistem dispersi air pati menjadi meningkat dan terbentuk suatu gel yang viskus. Peristiwa ini dinamakan gelatinisasi (Meyer, 1960).

2.5.2 Retrogradasi

Pati yang telah mengalami gelatinisasi kemudian mendingin dapat mengalami suatu proses retrogradasi yaitu terjadi pengkristalan kembali. Hal ini terjadi karena molekul-molekul amilosa berikatan kembali satu sama lain serta berikatan dengan cabang amilopektin pada pinggir-pinggir luar granula, dengan demikian butir pati yang membengkak bergabung menjadi semacam jaring-jaring membentuk mikrokristal dan mengendap. Pada keadaan ini amilosa membentuk struktur seperti kristal sedangkan amilopekton sedikit atau sama sekali tidak mengalami retrogradasi. Dalam keadaan ini amilopektin lebih berperan dalam pengembangan volume pangan yang banyak mengandung pati (Priestly, 1979).

Pada proses pembuatan nugget retrogradasi terjadi pada saat pendinginan. Bila pasta yang telah mengalami gelatinisasi kemudian mendingin, energi kinetik tidak lagi cukup tinggi melawan kecenderungan molekul-molekul amilosa untuk bersatu kembali. Dengan demikian butir pati yang membengkak bergabung menjadi semacam jaring-jaring membentuk mikrokristal dan mengendap. Pasta umumnya akan meningkat viskositasnya selama pendinginan diikuti berkurangnya kejernihan bahkan beberapa pasta pati akan mengental, berbentuk kaku dan gelnya keruh (Winarno, 1997).

2.5.3 Pencoklatan (*Browning*)

Reaksi pencoklatan merupakan reaksi yang menimbulkan perubahan warna coklat pada bahan makanan. Pencoklatan mengakibatkan perubahan kenampakan, cita rasa dan nilai gizi. Pencoklatan juga merupakan hal yang dikehendaki seperti pada pembuatan kopi atau roti bakar (Apandi, 1992).

Reaksi pencoklatan dibagi menjadi dua yaitu proses pencoklatan enzimatis dan non enzimatis. Pencoklatan enzimatis terjadi pada bahan-bahan yang mengandung senyawa fenolik. Reaksi pencoklatan non enzimatis yaitu karamelisasi dan reaksi Mailard (Winarno, 1997).

Proses karamelisasi merupakan browning non enzimatis dari gula-gula tanpa adanya asam amino atau protein. Proses ini terjadi jika gula dipanaskan di atas titik lelehnya (170°C) dan berubah warna menjadi warna coklat disertai perubahan cita rasa, terbentuk fruktosan, glukosan, beberapa jenis asam, dan gelembung karbondioksida (CO_2) yang menghasilkan warna coklat (Apandi, 1992).

Reaksi mailard terjadi antara amina, asam amino dan protein dengan gula reduksi, aldehida atau keton (Apandi, 1992). Menurut Apandi (1992) Reaksi mailard melalui tahap-tahap sebagai berikut:

- a. Suatu aldosa bereaksi bolak-balik dengan asam amino atau dengan suatu gugus amino dari protein sehingga menghasilkan basa Schiff.
- b. Perubahan terjadi menurut reaksi Amadori sehingga menjadi amina ketosa.
- c. Dehidrasi dari reaksi Amadori membentuk turunan-turunan furfuraldehida, misalnya dari heksosa diperoleh hidrosimetil furfural.
- d. Proses dehidrasi selanjutnya menghasilkan metil α -dikarbonil yang diikuti penguraian menghasilkan reduktor-reduktor dan α -dikarboksil seperti metilglioksal dan diasetil.
- e. Aldehida-aldehida aktif dari 3 dan 4 terpolimerisasi tanpa mengikutsertakan gugus amino (hal ini disebut kondensasi aldol) atau dengan gugusan amino membentuk senyawa berwarna coklat.

Pada pembuatan nugget karamelisasi terjadi pada tahap penggorengan sedangkan reaksi maillard terjadi pada tahap pengukusan dan penggorengan.

2.5.4 Denaturasi Protein

Protein mengalami denaturasi bila susunan ruang atau rantai polipeptida suatu molekul protein berubah. Denaturasi dapat diartikan sebagai suatu perubahan atau modifikasi terhadap struktur sekunder, tersier dan kuartener terhadap molekul perotein tanpa terjadinya pemecahan ikatan kovalen. Karena itu denaturasi dapat pula diartikan suatu proses terpecahnya pemecahan ikatan hidrogen, interaksi hidrofobik, ikatan garam dan terbukanya lipatan molekul. Sebagian besar protein globuler mudah mengalami denaturasi. Jika ikatan-ikatan yang membentuk konfigurasi molekul tersebut rusak, molekul akan mengembang. Proses ini biasanya tidak dapat berlangsung balik (*ireversible*), sehingga tidak mungkin untuk mendapatkan kembali struktur asal protein itu. Denaturasi dapat merubah sifat protein, menjadi sukar larut dan makin kental. Kadang-kadang perubahan ini memang dikehendaki dalam pengolahan makanan, tetapi sering pula dianggap merugikan sehingga perlu dicegah (Gaman, 1992 dan Winarno, 1997).

Protein yang terdenaturasi berkurang kelarutannya. Lapisan molekul protein bagian dalam yang bersifat hidrofobik akan berbalik ke luar, sedangkan bagian luar yang bersifat hidrofil terlipat ke dalam. Denaturasi protein dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu oleh panas, pH, bahan kimia, mekanik dan sebagainya. Masing-masing cara memiliki pengaruh yang berbeda-beda terhadap denaturasi protein (Winarno, 1997).

2.6 Hipotesis

1. Suhu dan lama hidrolisis enzimatis pada proses *deboning* berpengaruh terhadap sifat-sifat nugget ikan.
2. Pada suhu dan lama hidrolisis enzimatis yang tepat pada proses *deboning* dihasilkan nugget ikan dengan sifat-sifat yang baik.



III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat

3.1.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan kuniran, enzim ProtamexTM, tapioka, tepung roti (panir), susu skim, natrium tripolifosfat, gum xanthan, tepung maizena, telur, air dan bumbu-bumbu (garam, bawang putih, bawang merah, pala, lada, gula dan jahe bubuk dan bahan kimia yang digunakan adalah larutan CH_3COOH (asam asetat), Na_2CO_3 , CuSO_4 dan reagen folin.

3.1.2 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan adalah cetakan plastik, panci, kompor, penggorengan, penggiling daging, pisau, timbangan, water bath, termometer, sendok, beaker glass, botol timbang, oven, eksikator, penjepit, rheotex dan colour reader, vortex, sentrifus, tabung sentrifus, pipet, spektrofotometer, penangas.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pengendalian Mutu dan Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Penelitian dilakukan pada bulan Maret – Juli 2003.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Pelaksanaan Penelitian

Ikan kuniran direndam pada larutan asam asetat (1%) selama 15 menit untuk menghilangkan bau amis, dicuci dengan air dan digiling. Kemudian dihidrolisis dengan enzim ProtamexTM (0,1%) pada variasi suhu (suhu kamar dan 50°C) dan variasi waktu yaitu selama 30 menit, 45 menit, 60 menit dan ditambah air sebesar 60% dari berat ikan giling. Hidrolisat ikan yang dihasilkan kemudian disaring dan dibuat adonan dengan dicampur tepung roti (40%), tapioka (5%), susu skim (4%), natrium tripolifosfat (0,4%), gum xanthan (0,2%), minyak goreng (10%). Bumbu-bumbu yang terdiri dari garam (1,5%), bawang merah (4%), bawang putih (4%), pala (0,08%), lada (0,2%), gula (1%), jahe bubuk (0,2%) dari

berat hidrolisat kemudian diaduk hingga rata. Bila adonan telah rata selanjutnya dicetak dalam wadah dengan ukuran yang sama dan dikukus selama 60 menit. Setelah masak didinginkan pada suhu 5-10°C selama 24 jam untuk mendapatkan struktur yang lebih kompak sehingga memudahkan dalam pemotongan.

Setelah itu dilakukan pemotongan dengan ukuran 2 x 3 cm kemudian dilakukan coating. Adonan coating terdiri dari tepung maizena 64%, telur 2 butir, garam 1,5%, bawang putih 6% dan air 40% dari berat hidrolisat. Kemudian diguling-gulingkan dalam tepung roti. Setelah selesai digoreng sampai warna kuning kecoklatan. Diagram alir penelitian pembuatan nugget ikan ditunjukkan pada **Gambar 2**.

3.3.2 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok secara faktorial dengan dua faktor. Faktor yang pertama adalah suhu hidrolisis yang terdiri dari dua level yaitu (suhu kamar dan suhu 50°C) sebagai faktor A. Faktor kedua adalah lama hidrolisis yang terdiri dari tiga level (30 menit, 45 menit dan 60 menit) sebagai faktor B. Faktor-faktor tersebut adalah sebagai berikut :

Faktor A = Suhu hidrolisis

A1 = Suhu kamar

A2 = Suhu 50°C

Faktor B = Lama hidrolisis

B1 = 30 menit

B2 = 45 menit

B3 = 60 menit

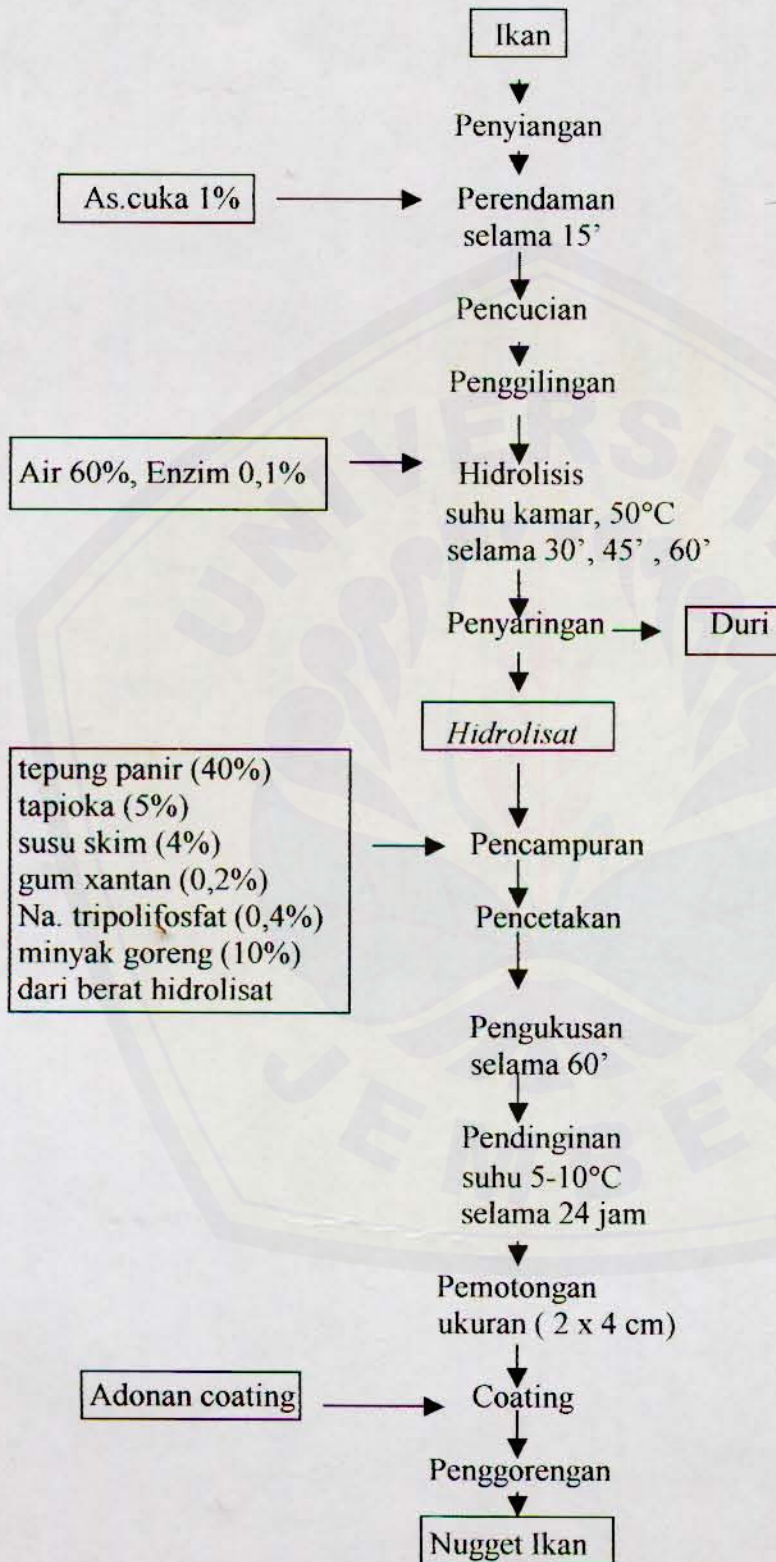
Dari kedua perlakuan tersebut diperoleh kombinasi sebagai berikut:

A1B1 A1B2 A1B3

A2B1 A2B2 A2B3

Masing-masing kombinasi perlakuan diulang tiga kali. Adapun model persamaan umumnya adalah sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + R_k + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian Pembuatan Nugget Ikan

Y_{ijk} = Nilai pengamatan untuk faktor A perlakuan ke-I

μ = Nilai rata-rata yang sesungguhnya

R_k = Pengaruh ulangan ke-k

A_i = Pengaruh faktor A pada perlakuan ke-i

B_j = Pengaruh perlakuan B pada perlakuan ke-j

$(AB)_{ij}$ = Pengaruh interaksi perlakuan ke-i faktor A dan perlakuan ke j faktor B

ϵ_{ijk} = Galat percobaan dari keseluruhan perlakuan ke-i, j, dan ulangan ke-k

Untuk menentukan beda antar perlakuan digunakan uji beda menggunakan uji DMRT.

3.4 Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi :

1. Rendemen Hidrolisat
2. Protein Terlarut Hidrolisat (Uji Lowry)
3. Kadar Air (Metode Oven, Sudarmadji, 1997)
4. Warna (Color Reader)
5. Tekstur (Rheotex)
6. Kenampakan irisan (Scanner)
7. Uji Organoleptik meliputi rasa, aroma, warna, kekenyalan, penilaian keseluruhan (Uji kesukaan).

Parameter pengamatan 1, 2 dilakukan pada hidrolisat protein ikan sedangkan parameter 3, 4, 5, 6 dilakukan sebelum nugget dicoating dan parameter pengamatan 7 dilakukan setelah nugget ikan dicoating.

3.5 Prosedur Analisis

3.5.1 Rendemen Hidrolisat

Analisis rendemen dilakukan dengan cara membandingkan antara berat hidrolisat dengan berat daging ikan giling yang ditambahkan air.

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Berat hidrolisat}}{\text{Berat daging ikan giling + Air}} \times 100\%$$

3.5.2 Protein Terlarut Hidrolisat (Uji Lowry)

Hidrolisat ikan sebanyak 10 ml disentrifus selama 5 menit dengan kecepatan 3600 rpm. Ambil $\pm 2,5\mu\text{L}$ (a ml), ditambah reagen mix (50 ml Na_2CO_3 2%, CuSO_4 , Tartat 0.5 ml) 1 ml, divortex dan biarkan selama 10 menit pada suhu kamar. Tambahkan reagen folin 0.1 ml divortex dan biarkan selama 30 menit pada suhu kamar. Kemudian ditambah aquadest sampai volume 5 ml, divortex dan ukur absorbansinya (Y) pada panjang gelombang 750 nm. Dengan cara yang sama dibuat blanko. Absorbansinya diukur dan diplotkan menjadi kurva standart yaitu jumlah sampel sebagai sumbu x dan absorbansi sebagai sumbu y. Kandungan protein terlarut diketahui berdasarkan selisih antara blanko dan sampel (x). Sehingga didapat persamaan kurva standart sebagai berikut:

$$Y = 0,733x + 0,214$$

Keterangan : Y = Absorbansi

Setelah didapatkan nilai x (mg) kemudian dihitung kadar protein terlarutnya dengan rumus:

$$\text{Kadar Protein Terlarut (mg/ml)} = \frac{\frac{1000\mu\text{L}}{a (\mu\text{L})} \cdot x \text{ mg}}{10 \text{ ml}}$$

Keterangan a : Sampel yang telah disentrifus

3.5.3 Kadar Air (Metode Oven, Sudarmadji dkk, 1997)

Menimbang botol timbang yang telah dikeringkan selama 24 jam dan didinginkan dalam eksikator 15 menit (A). Timbang sampel (nugget ikan sebelum di coating) 1-3 g dalam botol timbang (B). Kemudian botol timbang beserta isi dimasukkan kedalam oven selama 24 jam, lalu botol timbang beserta isi dipindahkan kedalam eksikator dan ditimbang. Perlakuan ini diulangi sampai mendapat berat konstann (C) yaitu selisih antar penimbangan maksimal 0,002 mg.

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

3.5.4 Warna (kecerahan)

Pengamatan terhadap warna nugget ikan dilakukan dengan menggunakan colour reader yaitu dengan menempatkan colour reader diatas permukaan nugget yang belum diacoating.

$$L = 100 - dL$$

3.5.5 Tekstur (dengan Rheotex)

Cara kerjanya yaitu bahan ditusuk dengan jarum yang tumpul sampai kedalaman 10 mm, beban yang diperlukan untuk mencapai kedalaman tersebut menunjukkan nilai tekstur bahan. Pengukuran diulangi sebanyak sepuluh kali pada tempat yang berbeda (X1, X2, X3,...,X10). Makin tinggi angka yang didapat maka menunjukkan tekstur semakin keras.

$$\text{Tekstur} = \frac{X1 + X2 + X3 + \dots + X10}{10}$$

3.5.6 Kenampakan Irisan (scanner)

Yang dimaksud kanampakan irisan adalah kenampakan pori-pori dari nugget ikan yang diiris melintang. Pengamatan ini dilakukan dengan menggunakan scanner.

3.5.7 Penilaian Organoleptik

Uji organoleptik yang meliputi aroma, warna, rasa, kekenyalan dan keseluruhan dilakukan dengan uji kesukaan. Jenjang skala yang digunakan sebagai berikut:

1. Sangat tidak suka
2. Tidak suka
3. Agak suka
4. Suka
5. Sangat suka



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Rendemen Hidrolisat

Hasil pengamatan rendemen hidrolisat berkisar antara 51,57% sampai dengan 74,17%. Hasil sidik ragamnya disajikan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Sidik Ragam Rendemen Hidrolisat

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung		F-tabel	
						5%	1%
Blok	2	70.7120734	35.3560367	1.48	ns	4.10	7.56
Perlakuan	5	1275.1539203	255.0307841	10.65	**	3.33	5.64
Faktor A	1	1165.4631067	1165.4631067	48.67	**	4.96	10.04
Faktor B	2	106.2466401	53.1233201	2.22	ns	4.10	7.56
Int. AB	2	3.4441734	1.7220867	0.07	ns	4.10	7.56
Galat	10	239.4782939	23.9478294	-	-	-	-
Total	17	1585.3442876					

Keterangan: ** Berbeda sangat nyata
ns Berbeda tidak nyata

Dari **Tabel 4**, dapat diketahui bahwa suhu hidrolisis sangat berpengaruh terhadap rendemen hidrolisat sedangkan lama hidrolisis tidak berpengaruh terhadap rendemen hidrolisat dan tidak terdapat interaksi antara kedua perlakuan tersebut.

Uji beda rendemen hidrolisat pada berbagai suhu hidrolisis dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Uji Beda Rendemen Hidrolisat pada Berbagai Suhu

Suhu	Rendemen Hidrolisat (%)	Notasi
A1 (suhu kamar)	54.93	b
A2 (50°C)	71.02	a

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

Tabel 5, menunjukkan bahwa suhu hidrolisis 50°C menghasilkan rendemen yang lebih tinggi dibandingkan suhu kamar. Hal ini disebabkan pada suhu 50°C aktivitas enzim ProtamexTM lebih tinggi maka diperoleh protein dengan rantai lebih pendek sehingga daging ikan lebih mudah terlepas dari durinya.

Rendemen hidrolisat pada berbagai lama hidrolisis yang berbeda dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Rendemen Hidrolisat pada Berbagai Lama Hidrolisis

Lama Hidrolisis	Rendemen Hidrolisat (%)
B1 (30 menit)	59.80
B2 (45 menit)	63.41
B3 (60 menit)	65.70

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

Tabel 6. dapat diketahui bahwa peningkatan lama hidrolisis menghasilkan hidrolisat semakin tinggi meskipun berbeda tidak nyata. Hal ini karena semakin lama hidrolisis jumlah protein yang terhidrolisis semakin banyak, sehingga pemisahan duri dengan daging makin intensif dan rendemen hidroisat semakin meningkat.

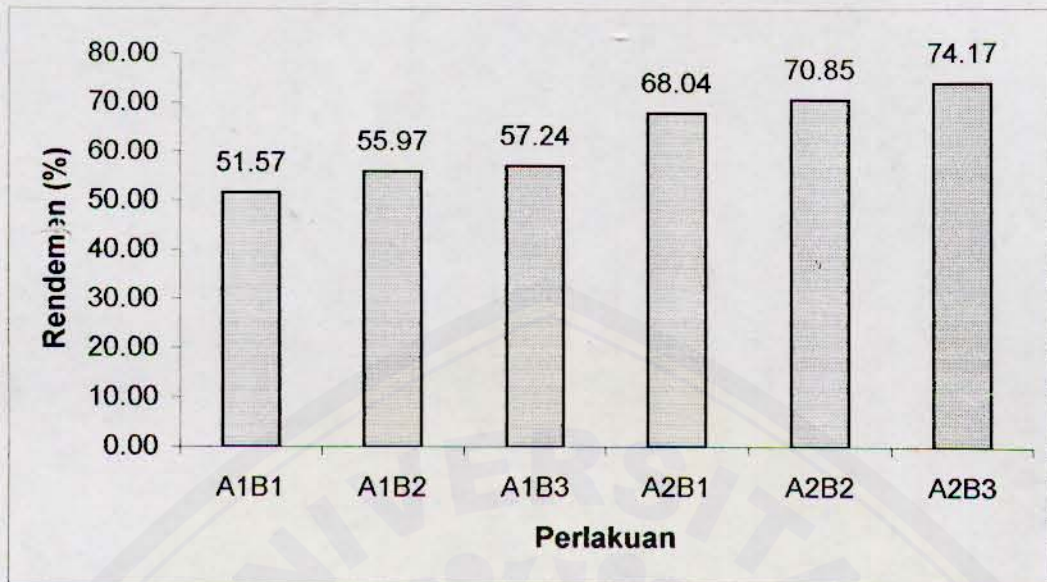
Rendemen hidrolisat pada berbagai suhu dan lama hidrolisis enzimatis ditunjukkan pada **Tabel 7** dan histogramnya pada **Gambar 3**.

Tabel 7. Rendemen Hidrolisat pada Berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis.

Perlakuan	Rendemen Hidrolisat (%)
A1B1	51.57
A1B2	55.97
A1B3	57.24
A2B1	68.04
A2B2	70.85
A2B3	74.17

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

Dari **Tabel 7** dan **Gambar 3** dapat diketahui bahwa rendemen hidrolisat tertinggi diperoleh pada perlakuan A2B3 yaitu pada suhu 50°C dan lama hidrolisis 60 menit sebesar 74,17%. Sedangkan rendemen hidrolisat terendah diperoleh pada perlakuan A1B1 yaitu pada suhu kamar dan lama hidrolisis 30 menit sebesar 51,57%.



Gambar 3. Histogram Rendemen Hidrolisat pada Berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis

4.2 Kadar Protein Terlarut Hidrolisat

Hasil pengamatan kadar protein terlarut hidrolisat pada berbagai suhu dan lama hidrolisis berkisar antara 32,69mg/ml - 44,48mg/ml. Hasil sidik ragam kadar protein terlarut pada berbagai suhu dan lama hidrolisis dapat dilihat pada **Tabel 8**.

Tabel 8. Sidik Ragam Kadar Protein Terlarut Hidrolisat

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung		F-tabel	
						5%	1%
Blok	2	5.4915111	2.7457556	3.43	ns	4.10	7.56
Perlakuan	5	276.6417111	55.3283422	69.03	**	3.33	5.64
Faktor A	1	162.6005556	162.6005556	202.87	**	4.96	10.04
Faktor B	2	96.0043111	48.0021556	59.89	**	4.10	7.56
Int. AB	2	18.0368444	9.0184222	11.25	**	4.10	7.56
Galat	10	8.0148889	0.8014889	-	-	-	-
Total	17	290.1481111					

Keterangan : ** Berbeda sangat nyata
ns Tidak berbeda nyata

Dari **Tabel 8**, terlihat bahwa suhu hidrolisis dan lama hidrolisis sangat berpengaruh terhadap kadar protein terlarut dan terdapat interaksi antara kedua

perlakuan tersebut. Uji beda kadar protein terlarut pada berbagai suhu hidrolisis

Tabel 9. Uji Beda Kadar Protein Terlarut pada Berbagai Suhu Hidrolisis

Suhu	Kadar Protein Terlarut (mg/ml)	Notasi
A1 (suhu kamar)	34.34	b
A2 (50°)	40.35	a

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

Pada **Tabel 9.** terlihat bahwa pada suhu hidrolisis 50°C kadar protein terlarut hidrolisat lebih tinggi dari kadar protein terlarut dengan suhu hidrolisis pada suhu kamar. Hal ini disebabkan pada suhu 50°C aktivitas enzim Protamex™ semakin tinggi akibatnya jumlah protein yang mengalami hidrolisis semakin banyak maka protein dengan rantai yang lebih pendek juga semakin meningkat. Sehingga kadar protein terlarut makin tinggi.

Hasil uji beda kadar protein terlarut pada berbagai lama hidrolisis dapat dilihat pada **Tabel 10.**

Tabel 10. Uji Beda Kadar Protein Terlarut pada Berbagai Lama Hidrolisis

Lama Hidrolisis	Kadar Protein Terlarut (mg/ml)	Notasi
B1 (30 menit)	34.53	c
B2 (45 menit)	37.31	b
B3 (60 menit)	40.19	a

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

Tabel 10. menunjukkan bahwa peningkatan lama hidrolisis menghasilkan kadar protein terlarut semakin besar. Hal ini disebabkan semakin lama hidrolisis jumlah protein yang mengalami hidrolisis semakin banyak maka akan diperoleh protein dengan rantai lebih pendek yang semakin meningkat pula. Sehingga kadar protein terlarut semakin tinggi.

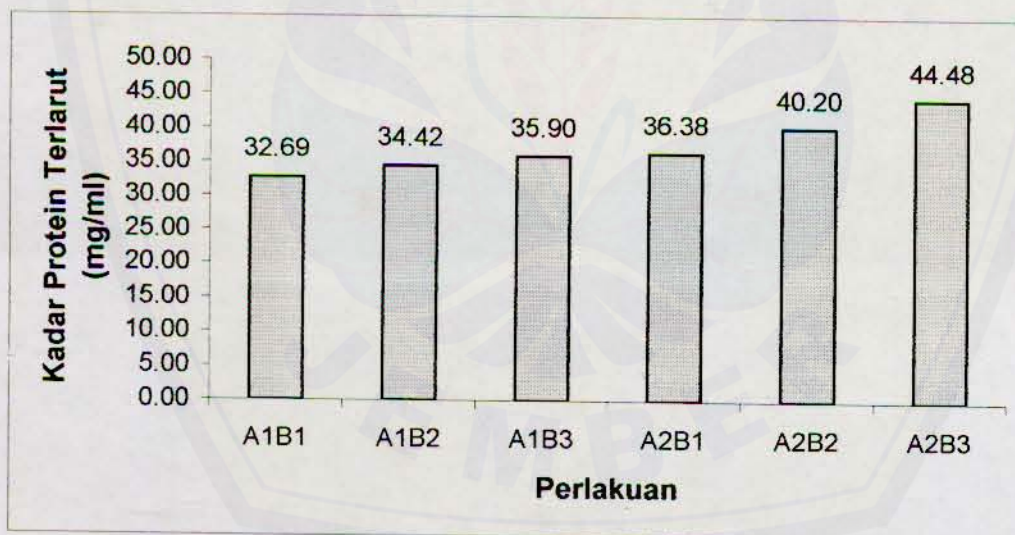
Uji beda kadar protein pada berbagai suhu dan lama hidrolisis ditunjukkan pada **Tabel 11** dan histogramnya ditunjukkan pada **Gambar 4.**

Tabel 11. Uji Beda Kadar Protein Terlarut Hidrolisat Ikan pada berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis Enzimatis

Perlakuan	Kadar Protein Terlarut (%)	Notasi
A1B1	32.69	e
A1B2	34.42	d
A1B3	35.90	cd
A2B1	36.38	c
A2B2	40.20	b
A2B3	44.48	a

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

Dari **Tabel 11 dan Gambar 4** dapat diketahui bahwa kadar protein tertinggi pada perlakuan A2B3 yaitu pada suhu hidrolisis 50°C dan lama hidrolisis 60 menit sebesar 44,48mg/ml. Kadar protein terlarut yang terkecil pada perlakuan A1B1 yaitu suhu hidrolisis pada suhu kamar dan lama hidrolisis 30 menit sebesar 32,69mg/ml



Gambar 4. Histogram Kadar Protein Terlarut pada Berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis

4.3 Kadar Air

Hasil pengamatan kadar air nugget ikan pada berbagai suhu dan lama hidrolisis 57,03% - 61,98%. Hasil sidik ragam kadar air nugget ikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Sidik Ragam Kadar Air Nugget Ikan

Sumber Keragaman	DB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung		F-tabel	
						5%	1%
Blok	2	1.5423356	0.7711678	0.49	ns	4.10	7.56
Perlakuan	5	48.1210155	9.6242031	6.10	**	3.33	5.64
Faktor A	1	29.2815301	29.2815301	18.55	**	4.96	10.04
Faktor B	2	18.2816325	9.1408162	5.79	*	4.10	7.56
Int. AB	2	0.5578529	0.2789265	0.18	ns	4.10	7.56
Galat	10	15.7880679	1.5788068	-	-	-	-
Total	17	65.4514191					

Keterangan: ** Berbeda sangat nyata

* Berbeda nyata

ns Tidak berbeda nyata

Pada Tabel 12. terlihat bahwa suhu hidrolisis enzimatis sangat berpengaruh, sedangkan lama hidrolisis enzimatis berpengaruh terhadap kadar air nugget ikan dan terdapat interaksi antara keduanya.

Uji beda kadar air nugget ikan pada suhu dan lama hidrolisis enzimatis yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Uji Beda Kadar Air Nugget Ikan pada Berbagai Suhu Hidrolisis

Suhu	Kadar Air (%)	Notasi
A2 (suhu kamar)	60,59	a
A1 (50°)	58,04	b

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

Pada Tabel 13. dapat dilihat bahwa hidrolisis pada suhu 50°C menghasilkan nugget ikan dengan kadar air yang lebih tinggi dari pada suhu kamar. Hal ini disebabkan pada suhu 50°C aktivitas enzim Protamex™ lebih tinggi sehingga protein yang terhidrolisis semakin banyak. Hal ini mengakibatkan peningkatan sifat hidrofilik maka air yang terikat makin banyak. Sehingga kadar air nugget ikan akan meningkat.

Uji beda kadar air pada berbagai lama hidrolisis dapat dilihat pada **Tabel 14**. Dari **Tabel 14**, dapat diketahui bahwa peningkatan lama hidrolisis menghasilkan nugget ikan dengan kadar air yang makin tinggi. Hal ini disebabkan karena semakin lama hidrolisis jumlah protein yang terhidrolisis semakin banyak. Hal ini mengakibatkan peningkatan sifat hidrofilik maka air yang terikat makin banyak. Sehingga kadar air nugget semakin tinggi.

Tabel 14. Uji Beda Kadar Air pada Berbagai Lama Hidrolisis

Lama Hidrolisis (menit)	Kadar Air (%)	Notasi
B1 (30 menit)	58.06	b
B2 (45 menit)	59.33	ab
B3 (60 menit)	60.53	a

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

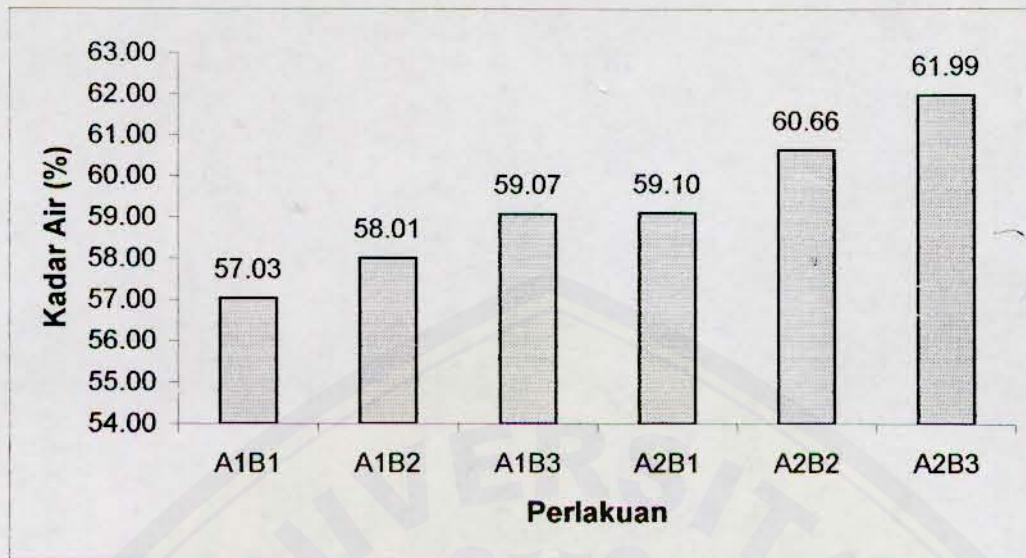
Uji beda kadar air pada berbagai suhu dan lama hidrolisis dapat dilihat pada **Tabel 15** dan histogramnya pada **Gambar 5**.

Tabel 15. Uji Beda Kadar Air Nugget Ikan pada Berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis

Perlakuan	Kadar Air (%)	Notasi
A1B1	57.03	c
A1B2	58.01	c
A1B3	59.07	bc
A2B1	59.10	bc
A2B2	60.66	ab
A2B3	61.99	a

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

Dari **Tabel 15** dan **Gambar 3**, dapat diketahui bahwa kadar air nugget ikan tertinggi adalah pada perlakuan A2B3 yaitu pada suhu 50°C dan lama hidrolisis 60 menit sebesar 61,98%. Sedangkan kadar air terendah pada perlakuan A1B1 yaitu pada suhu kamar dan lama hidrolisis 30 menit sebesar 57,03%.



Gambar 5. Histogram Kadar Air Nugget Ikan pada Berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis.

4.4 Warna (Kecerahan)

Nilai warna nugget ikan pada berbagai suhu dan lama hidrolisis berkisar antara 74,24 –72,68. Hasil sidik ragam nilai warna dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Sidik Ragam Nilai Warna Nugget Ikan

Sumber Keragaman	DB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung		F-tabel	
						5%	1%
Blok	2	0.1272444	0.0636222	0.47	ns	4.10	7.56
Perlakuan	5	5.3013111	1.0602622	7.84	**	3.33	5.64
Faktor A	1	3.5378000	3.5378000	26.15	**	4.96	10.04
Faktor B	2	1.6125778	0.8062889	5.96	*	4.10	7.56
Int. AB	2	0.1509333	0.0754667	0.56	ns	4.10	7.56
Galat	10	1.3527556	0.1352756	-	-	-	-
Total	17	6.7813111					

Keterangan : ** Berbeda sangat nyata
 * Berbeda nyata
 ns Tidak berbeda nyata

Dari Tabel 16. dapat dilihat bahwa suhu hidrolisis sangat berpengaruh sedangkan lama hidrolisis berpengaruh terhadap nilai warna (kecerahan) nugget ikan dan tidak terdapat interaksi diantara keduanya.

Uji beda nilai warna (kecerahan) nugget ikan pada berbagai suhu dan lama hidrolisis dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Uji Beda Nilai Warna (kecerahan) Nugget Ikan pada Berbagai Suhu Hidrolisis

Suhu hidrolisis	Nilai Warna (kecerahan)	Notasi
A1 (suhu kamar)	73.74	a
A2 (50°C)	72.85	b

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

Tabel 17. menunjukkan bahwa hidrolisis pada suhu 50°C menghasilkan nugget ikan dengan nilai warna lebih rendah (lebih gelap). Hal ini disebabkan pada suhu 50°C enzim Protamex lebih aktif sehingga protein yang terhidrolisis semakin banyak akibatnya jumlah gugus amina primer yang dihasilkan semakin meningkat. Maka reaksi Maillard lebih intensif sehingga warna nugget ikan lebih gelap.

Uji beda nilai warna nugget ikan pada berbagai lama hidrolisis dapat dilihat pada **Tabel 18.**

Tabel 18. Uji Beda Nilai Warna Nugget Ikan pada Berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis

Lama hidrolisis	Nilai Warna	Notasi
B1 (30 menit)	73.71	a
B2 (45 menit)	73.19	b
B3 (60 menit)	73.00	b

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

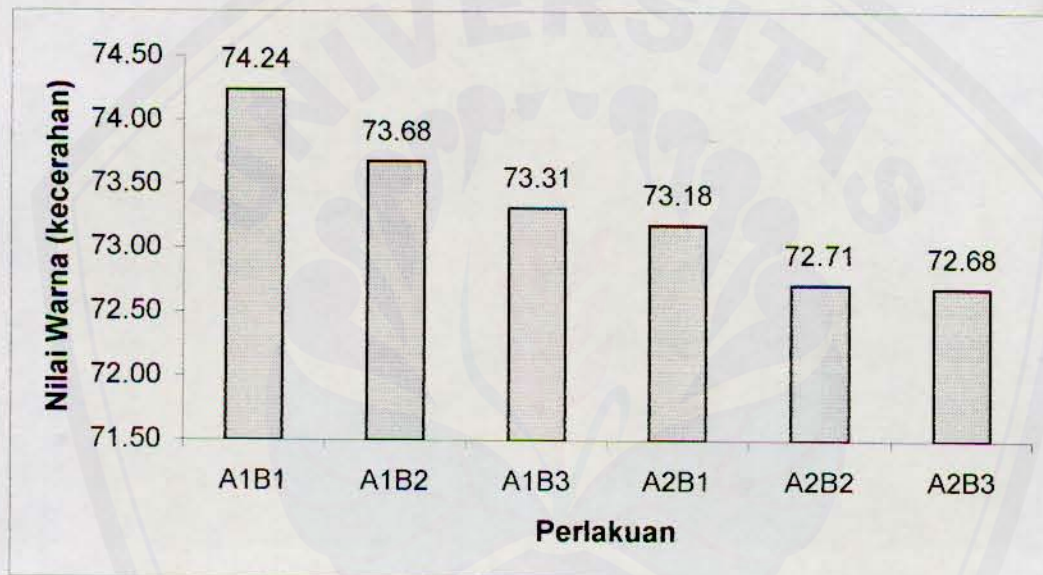
Dari **Tabel 18.** dapat diketahui bahwa peningkatan lama hidrolisis menghasilkan nugget ikan dengan nilai warna semakin rendah (makin gelap). Hal ini disebabkan karena semakin lama hidrolisis maka protein yang terhidrolisis makin banyak. Akibatnya gugus amina primer yang dihasilkan semakin meningkat, sehingga warna nugget ikan semakin gelap.

Nilai warna (kecerahan) nugget ikan pada berbagai suhu dan lama hidrolisis dapat dilihat pada **Tabel 19** dan histogramnya dapat dilihat pada **Gambar 6.**

Tabel 19. Nilai Warna (kecerahan) Nugget Ikan pada Berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis

Perlakuan	Warna (Kecerahan)
A1B1	74.24
A1B2	73.68
A1B3	73.31
A2B1	73.18
A2B2	72.71
A2B3	72.68

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

**Gambar 6. Histogram Warna Nugget Ikan pada Berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis**

Dari **Tabel 19** dan **Gambar 6** dapat diketahui bahwa warna nugget ikan paling cerah adalah pada perlakuan A1B1 sebesar 74,24 sedangkan yang paling gelap adalah pada perlakuan A2B3 yaitu sebesar 72,68.

4.5 Tekstur

Nilai tekstur nugget ikan pada berbagai suhu dan lama hidrolisis berkisar antara 153,43 g/10mm – 90,60 g/10mm. Hasil sidik ragam nilai tekstur nugget ikan dapat dilihat pada **Tabel 20**.

Tabel 20. Sidik Ragam Nilai Tekstur Nugget Ikan

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung		F-tabel	
						5%	1%
Blok	2	32.1144444	16.0572222	0.39	ns	4.10	7.56
Perlakuan	5	11044.2911111	2208.8582222	53.50	**	3.33	5.64
							10.0
Faktor A	1	10015.8422222	10015.8422222	242.57	**	4.96	4
Faktor B	2	667.9644444	333.9822222	8.09	**	4.10	7.56
Int. AB	2	360.4844444	180.2422222	4.37	*	4.10	7.56
Galat	10	412.9055556	41.2905556	-	-	-	-
Total	17	11489.3111111					

Keterangan : ** Berbeda sangat nyata
 * Berbeda nyata
 ns Berbeda tidak nyata

Pada **Tabel 20.** terlihat bahwa suhu dan waktu hidrolisis sangat berpengaruh terhadap nilai tekstur nugget ikan serta terdapat interaksi antara keduanya.

Uji beda nilai tekstur nugget ikan pada berbagai suhu hidrolisis dapat dilihat pada **Tabel 21.**

Tabel 21. Uji Beda Nilai Tekstur Nugget Ikan pada Berbagai Suhu Hidrolisis

Suhu hidrolisis	Tekstur Nugget ikan	Notasi
A1(suhu kamar)	139.1667	a
A2 (50°C)	91.9889	b

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

Pada **Tabel 21.** menunjukk bahwa nilai tekstur nugget ikan pada hidrolisis suhu kamar lebih tinggi (tekstur lebih keras) daripada nugget ikan dengan suhu hidrolisis 50°C. Hal ini disebabkan karena hidrolisis suhu kamar menghasilkan nugget ikan dengan kadar air lebih rendah dibandingkan dengan kadar air nugget ikan dengan hidrolisis suhu 50°C. Sehingga nilai tekstur nugget ikan pada suhu kamar lebih tinggi (tekstur lebih keras) daripada nugget ikan dengan hidrolisis suhu 50°C.

Uji beda nilai tekstur nugget ikan pada berbagai lama hidrolisis dapat dilihat pada **Tabel 22.**

Tabel 22. Uji Beda Nilai Tekstur Nugget Ikan pada Berbagai Lama Hidrolisis

Lama Hidrolisis	Nilai tekstur (g/10mm)	Notasi
B1 (30 menit)	123.86	a
B2 (45 menit)	113.46	b
B3(60 menit)	109.40	b

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

Tabel 22. menunjukkan bahwa peningkatan lama hidrolisis menyebabkan penurunan nilai tekstur (tekstur semakin lunak). Hal ini disebabkan semakin lama hidrolisis kadar air nugget ikan makin meningkat. Sehingga tekstur nugget ikan yang dihasilkan semakin lembek.

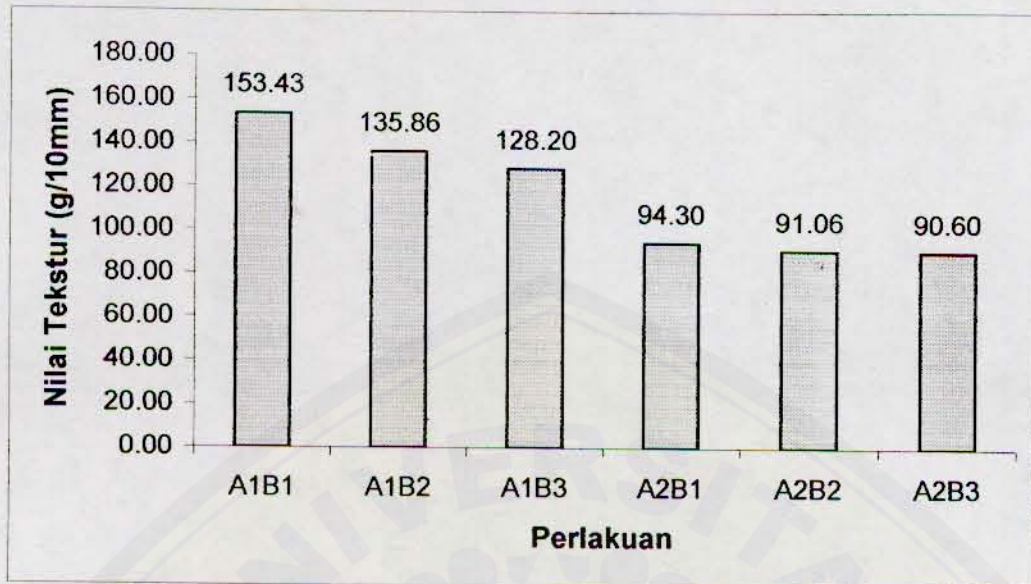
Uji beda nilai tekstur pada berbagai suhu dan lama hidrolisis dapat dilihat pada **Tabel 23** dan nilai histogramnya dapat dilihat pada **Gambar 7**.

Tabel 23. Uji Beda Nilai Tekstur pada Berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis

Perlakuan	Nilai tekstur (g/10mm)	Notasi
A1B1	153.43	a
A1B2	135.86	b
A1B3	128.20	b
A2B1	94.30	c
A2B2	91.06	c
A2B3	90.60	c

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukan berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

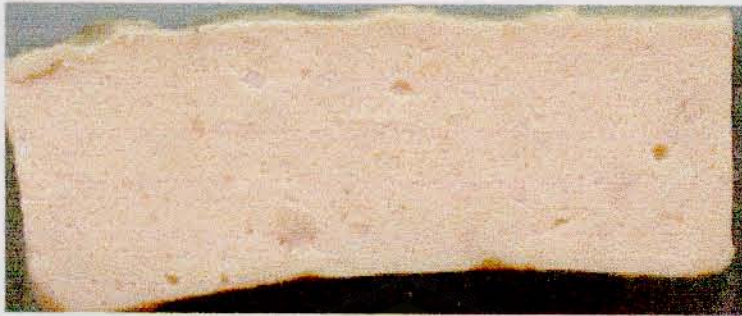
Dari **Tabel 23.** dan **Gambar 7.** dapat diketahui bahwa nilai tekstur nugget ikan paling tinggi (tekstur paling keras) pada perlakuan A1B1 yaitu hidrolisis pada suhu kamar dan lama hidrolisis 30 menit sebesar 153,43 g/10mm dan yang paling lunak pada perlakuan A2B3 yaitu pada suhu hidrolisis 50°C dan lama hidrolisis 60 menit sebesar 90,60 g/10mm.



Gambar 7. Histogram Nilai Tekstur Nugget Ikan pada Berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis

4.6 Kenampakan

Uji kenampakan nugget ikan dilakukan dengan scanner. Dari hasil scanner **Gambar 8** dan **Gambar 9**, diketahui bahwa kenampakan nugget ikan yang terbaik yaitu perlakuan A2B1. Hal ini disebabkan semakin lama hidrolisis, protein yang mengalami hidrolisis semakin banyak. Akibatnya rantai protein yang dihasilkan semakin pendek dan protein akan lebih terdistribusi sehingga tekstur nugget ikan lebih kompak. Namun apabila hidrolisis terlalu lama akan mengakibatkan hilangnya daya emulsi protein sehingga tekstur nugget ikan pada perlakuan A2B2 dan A2B3 terlihat tidak kompak dan banyak rongga-rongga.



Gambar 8. Nugget Ikan Hasil Hidrolisis pada Suhu Kamar Selama 30 Menit (A1B1), 45 menit (A1B2), 60 menit (A1B3)



Gambar 9. Nugget Ikan Hasil Hidrolisis pada Suhu 50°C Selama 30 menit (A2B1), 45 menit (A2B2), 60 menit (A2B3)

4.7 Sifat Organoleptik

4.7.1. Rasa

Hasil pengamatan nilai rasa nugget ikan pada berbagai suhu dan lama hidrolisis berkisar 2,25 - 3,30. Hasil sidik ragam nilai rasa dapat dilihat pada **Tabel 24.**

Tabel 24. Sidik Ragam Nilai Rasa Nugget Ikan

Sumber Keragaman	DB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung		F-tabel	
						5%	1%
Panelis	19	9.3666667	0.4929825	0.88	ns	1.70	2.10
Perlakuan	5	35.8666667	7.1733333	12.83	**	2.31	3.22
Galat	95	53.1333333	0.5592982	-	-	-	-
Total	119	98.3666667					

Keterangan : ** Berbeda sangat nyata
ns Tidak berbeda nyata

Tabel 24. menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan suhu dan lama hidrolisis sangat berpengaruh terhadap nilai rasa. Uji beda nilai rasa nugget ikan pada berbagai suhu dan lama hidrolisis dapat dilihat pada **Tabel 25.** dan histogramnya dapat dilihat pada **Gambar 10.**

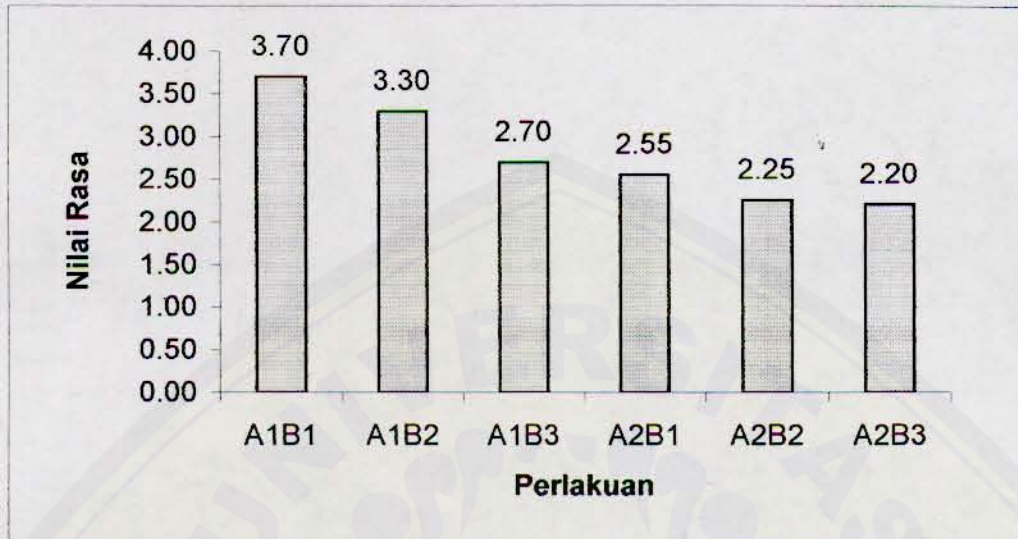
Tabel 25. Uji Beda Nilai Rasa Nugget Ikan pada Berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis

Perlakuan	Nilai Rasa Nugget Ikan	Notasi
A1B1	3.7000	a
A1B2	3.3000	a
A1B3	2.7000	b
A2B1	2.5500	b
A2B2	2.2500	b
A2B3	2.2000	b

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

Dari **Tabel 25.** dan **Gambar 10.** terlihat bahwa nilai rasa tinggi dihasilkan oleh kombinasi perlakuan A1B1 yaitu suhu hidrolisis pada suhu kamar dan lama hidrolisis 30 menit. Perlakuan A2B3 merupakan perlakuan dengan nilai rasa terendah yaitu suhu hidrolisis 50°C lama hidrolisis 60 menit. Hal ini kemungkinan disebabkan karena semakin tinggi suhu hidrolisis dan makin lama hidrolisis maka

protein yang mengalami hidrolisis semakin banyak dan menghasilkan senyawa penyebab rasa pahit sehingga tidak disukai.



Gambar 10. Histogram Nilai Rasa Nugget Ikan pada Berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis.

4.7.2. Aroma

Hasil pengamatan nilai aroma nugget ikan pada berbagai suhu dan lama hidrolisis berkisar 2,45 – 3,30. Sedangkan hasil sidik ragamnya ditunjukkan pada **Tabel 26.**

Tabel 26. Sidik Ragam Nilai Aroma Nugget Ikan

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung		F-tabel 5%	F-tabel 1%
Panelis	19	13.4916667	0.7100877	1.57	ns	1.70	2.10
Perlakuan	5	18.5416667	3.7083333	8.20	**	2.31	3.22
Galat	95	42.9583333	0.4521930	-	-	-	-
Total	119	74.9916667					

Keterangan : ** Berbeda sangat nyata
 ns Tidak berbeda nyata

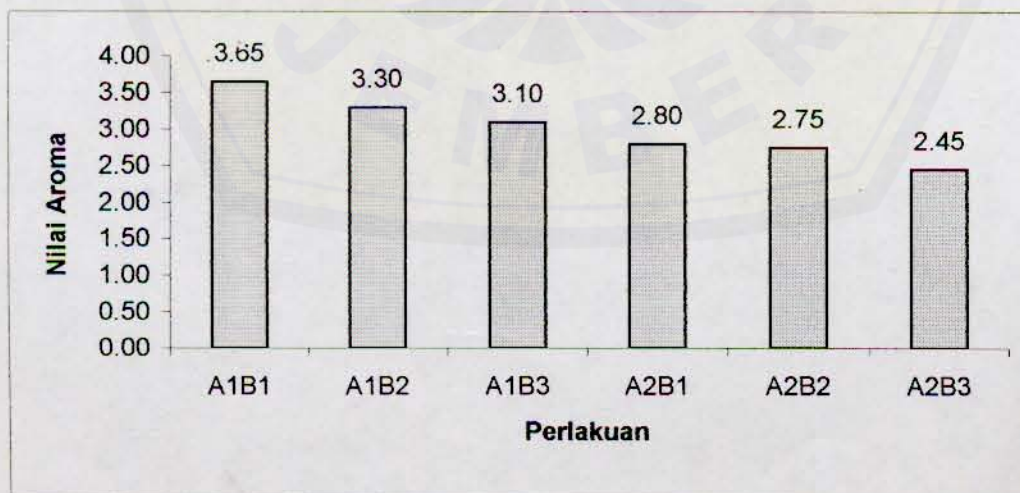
Dari **Tabel 26.** dapat dilihat bahwa kombinasi perlakuan suhu dan lama hidrolisis sangat berpengaruh terhadap aroma nugget ikan yang diperoleh. Uji beda aroma nugget ikan pada berbagai suhu dan lama hidrolisis dapat dilihat pada **Tabel 27.** dan histogramnya pada **Gambar 11.**

Tabel 27. Uji Beda Nilai Aroma Nugget Ikan pada berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis

Perlakuan	Nilai Aroma Nugget Ikan	Notasi
A1B1	3.65	a
A1B2	3.30	ab
A1B3	3.10	bc
A2B1	2.80	cd
sA2B2	2.75	cd
A2B3	2.45	d

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

Tabel 27. dan gambar 11. menunjukkan bahwa nilai rata-rata aroma nugget ikan tertinggi diperoleh pada kombinasi perlakuan A1B1 yaitu suhu hidrolisis pada suhu kamar dan lama hidrolisis 30 menit. Sedangkan nilai rata-rata terendah pada kombinasi perlakuan A2B3 yaitu suhu hidrolisis pada suhu 50°C dan lama hidrolisis 60 menit. Hal ini kemungkinan disebabkan karena makin tinggi dan makin lama proses hidrolisis maka akan makin banyak senyawa asam amino L dan nukleotida yang dihasilkan. Selain itu rasa gurih juga muncul akibat degradasi protein dan karbohidrat oleh panas dan reaksi Maillard antara gula reduksi dengan asam amino primer (Apandi, 1992). Namun bila hidrolisis berlebihan dihasilkan aroma yang terlampau gurih akibatnya menimbulkan rasa eneg. Sehingga tidak disukai.



Gambar 11. Histogram Aroma Nugget Ikan pada Berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis

4.7.3. Kekenyalan

Hasil pengamatan nilai kekenyalan nugget ikan pada suhu dan lama hidrolisis berkisar antara 1,80 – 4,00. Hasil sidik ragam nilai kekenyalan nugget ikan pada berbagai suhu dan lama hidrolisis ditunjukkan pada **Tabel 28**.

Tabel 28. Sidik Ragam Nilai Kekenyalan Nugget Ikan

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung		F-tabel	
						5%	1%
Panelis	19	6.1583333	0.3241228	0.48	ns	1.70	2.10
Perlakuan	5	63.8750000	12.7750000	18.88	**	2.31	3.22
Galat	95	64.2916667	0.6767544	-	-	-	-
Total	119	134.3250000					

Tabel 28. menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan suhu dan lama hidrolisis enzimatis yang berbeda sangat berpengaruh terhadap nilai kekenyalan nugget ikan yang dihasilkan.

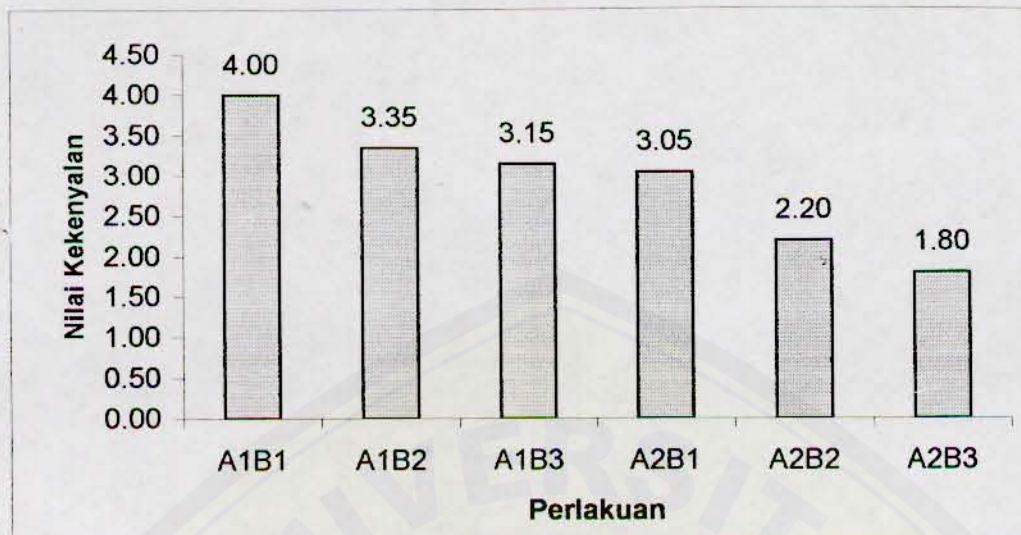
Uji beda nilai kekenyalan nugget ikan pada berbagai suhu dan lama hidrolisis dapat dilihat pada **Tabel 29** dan histogramnya pada **Gambar 12**.

Tabel 29. Uji Beda Nilai Kekenyalan Nugget Ikan pada Berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis

Perlakuan	Nilai Kekenyalan Nugget Ikan	Notasi
A1B1	4.00	a
A1B2	3.35	b
A1B3	3.15	b
A2B1	3.05	b
A2B2	2.20	c
A2B3	1.80	c

Keterangan: Huruf yang sama pada kolom notasi menunjukkan tidak nyata pada uji DMRT 5%

Dari **Tabel 29** dan **Gambar 12** terlihat bahwa nilai rata-rata kekenyalan nugget ikan tertinggi diperoleh pada kombinasi perlakuan A1B1 dimana suhu hidrolisis pada suhu kamar dan lama hidrolisis 30 menit. Sedangkan nilai rata-rata terendah didapat pada kombinasi perlakuan A2B3 suhu hidrolisis 50°C dan lama hidrolisis 60 menit. Hal ini diduga karena bila tingkat hidrolisis rendah maka kekenyalan nugget ikan tinggi sebaliknya bila tingkat hidrolisis tinggi maka nugget ikan yang dihasilkan kekenyalannya rendah.



Gambar 12. Histogram Nilai Kekenyalan Nugget Ikan Pada Suhu dan Lama Hidrolisis

4.7.4. Penilaian Keseluruhan

Hasil pengamatan terhadap keseluruhan nugget ikan berkisar 2,45 – 4,20. Sedangkan hasil sidik ragam dapat dilihat pada **Tabel 30**.

Tabel 30. Sidik Ragam Penilaian Keseluruhan Nugget Ikan

Sumber Keragaman	dB	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F-hitung		F-tabel	
						5%	1%
Panelis	19	4.2916667	0.2258772	0.39	ns	1.70	2.10
Perlakuan	5	40.9416667	8.1883333	14.00	**	2.31	3.22
Galat	95	55.5583333	0.5848246	-	-	-	-
Total	119	100.7916667					

Keterangan : ** Berbeda sangat nyata
ns Tidak berbeda nyata

Tabel 30. menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan suhu dan lama hidrolisis sangat berpengaruh terhadap tingkat kesukaan secara keseluruhan.

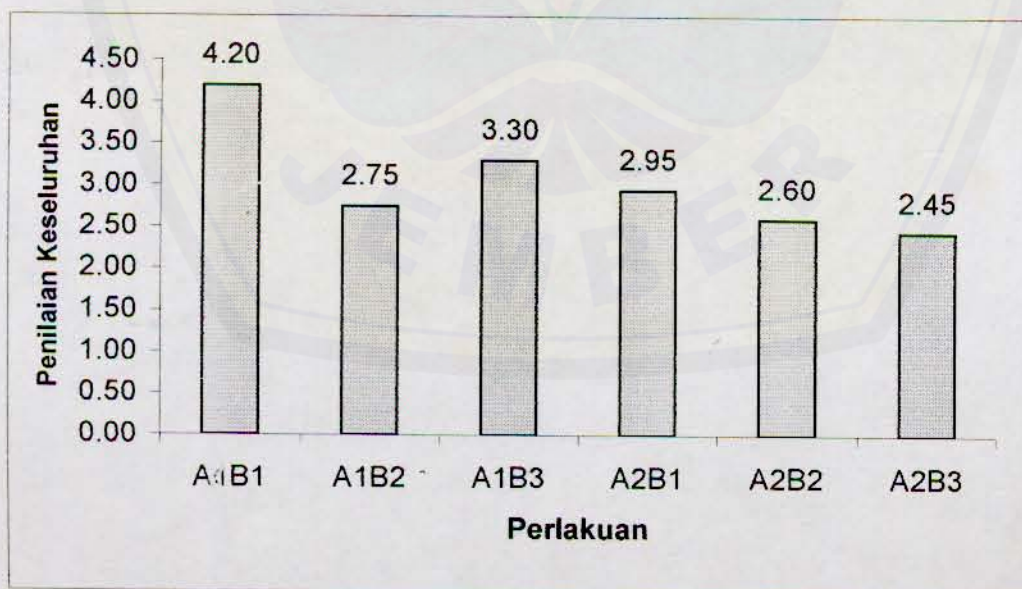
Uji beda tingkat kesukaan nugget ikan secara keseluruhan pada berbagai suhu dan lama hidrolisis dapat dilihat pada **Tabel 31**. dan histogramnya pada **Gambar 13**.

Tabel 31. Uji Beda Penilaian Keseluruhan Nugget Ikan pada Berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis

Perlakuan	Penilaian Keseluruhan Nugget Ikan	Notasi
A1B1	4.20	a
A1B2	2.75	c
A1B3	3.30	b
A2B1	2.95	bc
A2B2	2.60	c
A2B3	2.45	c

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

Tabel 31. dan Gambar 13. menunjukkan bahwa nilai rata-rata penilaian keseluruhan tertinggi pada perlakuan A1B1 yaitu suhu hidrolisis pada suhu kamar dan lama hidrolisis 30 menit. Sedangkan nilai rata-rata penilaian keseluruhan terendah pada perlakuan A2B3 yaitu suhu hidrolisis pada suhu 50°C dan lama hidrolisis 60 menit. Hal ini dapat diketahui dari pengamatan uji kesukaan A1B1 merupakan perlakuan dengan nilai kesukaan rasa, aroma dan kekenyalan tertinggi.



Gambar 11. Histogram Penilaian Keseluruhan Nugget Ikan pada Berbagai Suhu dan Lama Hidrolisis

V. KESIMPULAN DAN SARAN



5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Suhu hidrolisis enzimatis sangat berpengaruh terhadap rendemen hidrolisat, kadar protein terlarut hidrolisat, kadar air, warna dan tekstur nugget ikan.
- b. Lama hidrolisis sangat berpengaruh terhadap protein terlarut hidrolisat, tekstur nugget ikan dan berpengaruh terhadap kadar air nugget ikan, warna nugget ikan serta tidak berpengaruh terhadap rendemen hidrolisat.
- c. Kombinasi perlakuan suhu dan lama hidrolisis sangat berpengaruh terhadap protein terlarut, rasa, aroma, kekenyalan dan penilaian keseluruhan nugget ikan serta berpengaruh terhadap tekstur nugget ikan dan tidak berpengaruh terhadap rendemen hidrolisat, warna nugget ikan, kadar air nugget ikan.
- d. Suhu hidrolisis pada suhu 50°C dan lama hidrolisis 30 menit (A2B1) menghasilkan nugget ikan dengan sifat-sifat yang baik dan disukai. Nugget ikan yang dihasilkan mempunyai rendemen hidrolisat 68,04%; kadar protein terlarut hidrolisat 36,38mg/ml; kadar air nugget ikan 61,99%; warna (kecerahan) nugget ikan 73,18; tekstur 94,30g/10mm, kenampakan baik dan nilai rasa 2,55 (tidak suka-suka); nilai aroma 2,80 (tidak suka-suka); nilai kekenyalan 3,05 (suka-sangat suka) dan penilaian keseluruhan 2,75 (tidak suka-suka)

5.2 Saran

Saran terkait dengan penelitian ini antara lain:

- a. Sangat penting untuk memperhatikan pH dari proses hidrolisis enzimatis sebab enzim ProtamexTM bekerja pada pH 5,5 – 7,5.
- b. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memperbaiki tekstur nugget ikan yang masih lembek sehingga diperoleh nugget ikan dengan sifat-sifat yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

Afrianto, E dan Liviawaty. 1989. **Pengantar dan Pengolahan Ikan**. Kanisius. Yogyakarta.

Anonim. 1992. **Konsumsi Kalori dan Protein Penduduk Indonesia 1990**. BPS. Jakarta.

Anonim. 1994. **Buku pedoman Pengenalan Sumber Perikanan Laut (Jenis-Jenis Ikan Ekonomi Penting)**. Departemen Perikanan Pertanian. Jakarta.

Anonim. 1998. **Jember dalam Angka**. B.P.S Kabupaten Jember. Jember

Anonim. 2003. **ProtamexTM**. www.novozymes.com

Anonim. 2003. **What Is Bread Flour**. www.chef.com

Anonim. 2003. **Upeneus Sp**. [www. Fish oase.Org](http://www.Fishoase.Org)

Apandi, M. 1992. **Teknologi Buah dan Sayur**. Penebar Swadaya. Bogor

Bennion, M. 1980. **The Science of Food**. John Wiley and Sons Inc. New York

Buckle, K.A, R.A Edwards, G.H Fleet and M. Wotton. 1987. **Ilmu Pangan..** Diterjemahkan oleh Hari Purnomo dan Adiono. UI. Press. Jakarta.

Eliasson, C. and A. Larson. 1993. **Cereal and Breadding Making**. Marcel Decker Inc. New York

Friedman, M. 1996. **Enzymatic Hydrolysis Of Protein**. J Agric Food Chem 44: 6-7.

Gaman P.M. 1992. **Pengantar Ilmu Pangan Nutrisi dan Mikrobiologi**. Gadjah Mda University Press. Yogyakarta.

- Gaspersz, V. 1989. **Metode Perancangan Percobaan**. CV. AMRICO. Bandung
- Gielberg, A. 1993. **Enzyme Processing of Marine Raw Materials**. Journal of Process Biochemistry 28: 1-5.
- Hadiwiyoto, S., 1983. **Hasil-hasil Olahan; Susu, Ikan, Daging, Telur**. Liberty.. Yogyakarta.
- Haryadi, 1995. **Sifat-sifat Fungsional Pati dalam Pangan**. Fakultas Teknologi Pertanian UGM. Yogyakarta.
- Irawan, 1995. **Pengawetan Ikan dan Hasil Perikanan**. CV. Aneka. Solo
- Koswara, S. 1995. **Teknologi Pengolahan Kedelai Menjadikan Makanan Bermutu**. Jakarta
- Kramlich, W.E. 1971. **Sausage Product In The Science of Meat and Meat Product**. San Fransisco.
- Loffer, A. 1986. **Proteolytic Enzyme**. Sources And Aplication. J. Food. Tech. 40: 69-70.
- Meyer, L.H. 1960. **Food Chemistry**. The AVI Publishing Company Inc. Westport Connecticut.
- Moelyanto. 1992. **Pengawetan dan Pengolahan Hasil Perikanan**. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Murtidjo, B.A. 2001. **Beberapa Metode Pengolahan Tepung Ikan**. Kanisius. Yogyakarta.
- Nielsen. 1997. **Food Protein And Their Aplication**. University Of Madison. Marcel Dekler Inc. New York.
- Parakasi, A. 1980. **Ilmu Gizi dan Makanan Ternak**. Fakultas Pertanian IPB. Bogor.
- Pristly, R.J. 1979. **Effect of Heating on Foodtuff**. Applied Sciensis Publisher LTD.London

- Putro, S., 1978. **Tepung Ikan**. Warta Pertanian VIII. Jakarta
- Raharjo, S., Normayani dan Hadiwiyato. 1995. **Pembuatan Steak dari Daging Sapi dan Ayam**. P.A.U. Pangan dan Gizi UGM. Yogyakarta.
- Radley, J.A. 1976. **Examination and Analysis of Starch and Starch Produk**. Applied Sciensis Publisher LTD. London
- Setiadji. 1998. **Diktat Kuliah Kimia Dasar II (Kimia Organik) Jilid ke-2**. Fakultas Teknologi Pertanian, UNEJ. Jember
- Sidik, H. 1990. **Mempelajari Penggunaan Tepung Sagu dalam Pembuatan Bakso Goreng dari Daging Ikan Cucut**. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. Bogor
- Somaatmadja, D. 1984. **Pemanfaatan Ubi Kayu Dalam Industri Pertanian**. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan industri Hasil Pertanian. Bogor
- Sudarmadji, S.H, Bambang dan Suhadi. 1997. **Analisa Bahan Makanan dan Hasil Pertanian**. Liberty. Yogyakarta.
- Subagio,A. 2002. **Hidrolisis Enzimatis Protein Pada Pembuatan Flavor Hewan Alami**. THP FTP Universitas Jember. Jember.
- Syarif, R dan A. Irawati. 1986. **Pengolahan Bahan Dalam Industri Pertanian**. Mediyatama Perkasa. Jakarta
- Tranggono. 1990. **Bahan Tambahan Pangan (Food Additives)**. P.A.U Pangan dan Gizi U.G.M. Yogyakarta.
- Utami, L.I. 1992. **Pengolahan Roti**. PAU Pangan dan Gizi UGM. Yogyakarta.
- Winarno, F.G. 1983. **Pengantar Teknologi Pangan**. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Winarno, F.G. 1993. **Pangan; Gizi, Teknologi dan Konsumen**. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Winarno, F.G. 1995. **Enzim Pangan**. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Wiriano. 1984. **Mekanisasi dan Teknologi Pembuatan Kerupuk**. Departemen Perindustrian Balai Industri Hasil Pertanian. Balai Pengembangan Makanan. Jakarta.



Lampiran 1

Data rendemen (%) nugget ikan pada berbagai suhu dan lama hidrolisis enzimatis

Perlakuan	I	II	III	Jumlah	Rata-rata
A1B1	51.5700	50.2200	52.9300	154.7200	51.5733
A1B2	55.5600	53.0650	59.2900	167.9150	55.9717
A1B3	59.0460	53.3800	59.3100	171.7360	57.2453
A2B1	71.3700	71.4900	61.2600	204.1200	68.0400
A2B2	73.2200	75.8600	63.4900	212.5700	70.8567
A2B3	80.0400	76.6700	65.8100	222.5200	74.1733
Jumlah	390.8060	380.6850	362.0900	1133.5810	-
Rata-rata	65.1343	63.4475	60.3483	-	62.9767

Tabel dua arah faktor A dan B

Perlakuan	A1	A2	Jumlah	Rata-rata
B1	154.7200	204.1200	358.8400	59.8067
B2	167.9150	212.5700	380.4850	63.4142
B3	171.7360	222.5200	394.2560	65.7093
Jumlah	494.3710	639.2100	1133.5810	-
Rata-rata	54.9301	71.0233	-	62.9767

Lampiran 2

Kadar air (%) nugget ikan pada berbagai suhu dan lama hidrolisis enzimatis

Perlakuan	I	II	III	Jumlah	Rata-rata
A1B1	57.3884	56.4308	57.2728	171.0920	57.0307
A1B2	57.6235	57.8387	58.5690	174.0312	58.0104
A1B3	59.1235	59.2387	58.8690	177.2312	59.0771
A2B1	59.0337	59.8827	58.4080	177.3244	59.1081
A2B2	59.8368	58.6017	63.5545	181.9931	60.6644
A2B3	61.2597	63.0799	61.6553	185.9949	61.9983
Jumlah	354.2656	355.0724	358.3287	1067.6668	-
Rata-rata	59.0443	59.1787	59.7214	-	59.3148

Tabel dua arah faktor A dan B

Perlakuan	A1	A2	Jumlah	Rata-rata
B1	171.0920	177.3244	348.4164	58.0694
B2	174.0312	181.9931	356.0243	59.3374
B3	177.2312	185.9949	363.2260	60.5377
Jumlah	522.3544	545.3124	1067.6668	-
Rata-rata	58.0394	60.5903	-	59.3148

Lampiran 3

Kandungan protein terlarut (%) hidrolisat ikan pada berbagai suhu dan lama hidrolisis enzimatis

Perlakuan	I	II	III	Jumlah	Rata-rata
A1B1	33.0800	32.3200	32.6800	98.0800	32.6933
A1B2	35.5600	33.2800	34.4400	103.2800	34.4267
A1B3	37.6400	34.1600	35.9200	107.7200	35.9067
A2B1	36.5800	35.6000	36.9600	109.1400	36.3800
A2B2	40.6800	39.9200	40.0000	120.6000	40.2000
A2B3	43.4000	44.1600	45.8800	133.4400	44.4800
Jumlah	226.9400	219.4400	225.8800	672.2600	-
Rata-rata	37.8233	36.5733	37.6467	-	37.3478

Tabel dua arah faktor A dan B

Perlakuan	A1	A2	Jumlah	Rata-rata
B1	98.0800	109.1400	207.2200	34.5367
B2	103.2800	120.6000	223.8800	37.3133
B3	107.7200	133.4400	241.1600	40.1933
Jumlah	309.0800	363.1800	672.2600	-
Rata-rata	34.3422	40.3533	-	37.3478

Lampiran 4

Tekstur nugget ikan pada suhu dan lama hidrolisis enzimatis yang berbeda

Perlakuan	I	II	III	Jumlah	Rata-rata
A1B1	168.7000	145.5000	146.1000	460.3000	153.4333
A1B2	138.7000	136.7000	132.2000	407.6000	135.8667
A1B3	121.4000	130.6000	132.6000	384.6000	128.2000
A2B1	94.0000	94.2000	94.7000	282.9000	94.3000
A2B2	91.2000	90.2000	91.8000	273.2000	91.0667
A2B3	90.8000	90.7000	90.3000	271.8000	90.6000
Jumlah	704.8000	687.9000	687.7000	2080.4000	-
Rata-rata	117.4667	114.6500	114.6167	-	115.5778

Tabel dua arah faktor A dan B

Perlakuan	A1	A2	Jumlah	Rata-rata
B1	460.3000	282.9000	743.2000	123.8667
B2	407.6000	273.2000	680.8000	113.4667
B3	384.6000	271.8000	656.4000	109.4000
Jumlah	1252.5000	827.9000	2080.4000	-
Rata-rata	139.1667	91.9889	-	115.5778

Lampiran 5

Warna nugget ikan pada suhu dan hidrolisis enzimatis yang berbeda

Perlakuan	I	II	III	Jumlah	Rata-rata
A1B1	73.9000	74.2800	74.5400	222.7200	74.2400
A1B2	73.5200	73.7400	73.7800	221.0400	73.6800
A1B3	73.6600	72.9400	73.3500	219.9500	73.3167
A2B1	73.2800	73.3400	72.9200	219.5400	73.1800
A2B2	72.6800	73.3800	72.0800	218.1400	72.7133
A2B3	72.6600	72.8000	72.5900	218.0500	72.6833
Jumlah	439.7000	440.4800	439.2600	1319.4400	-
Rata-rata	73.2833	73.4133	73.2100	-	73.3022

Tabel dua arah faktor A dan B

Perlakuan	A1	A2	Jumlah	Rata-rata
B1	222.7200	219.5400	442.2600	73.7100
B2	221.0400	218.1400	439.1800	73.1967
B3	219.9500	218.0500	438.0000	73.0000
Jumlah	663.7100	655.7300	1319.4400	-
Rata-rata	73.7456	72.8589	-	73.3022

Lampiran 6. Uji Hedonik Aroma

Perilaku	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	Jumlah	Rata-rata
A1B1	4	3	4	4	5	4	4	5	4	4	5	3	4	3	4	4	3	1	2	4	73.0000	3.6500
A1B2	4	3	3	5	4	3	4	2	3	3	4	3	3	3	4	3	3	1	4	3	66.0000	3.3000
A1B3	2	3	3	3	3	3	4	4	2	3	3	4	3	3	3	4	3	2	4	3	62.0000	3.1000
A2B1	3	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	4	3	56.0000	2.8000
A2B2	3	2	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	4	3	3	2	3	3	55.0000	2.7500
A2B3	2	2	3	3	3	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	3	3	2	3	2	49.0000	2.4500
Jumlah	18.0000	16.0000	18.0000	20.0000	21.0000	18.0000	19.0000	20.0000	17.0000	17.0000	18.0000	17.0000	18.0000	18.0000	19.0000	19.0000	18.0000	11.0000	20.0000	18.0000	361.0000	18.0633
Rata-rata	3.0000	2.6667	3.0000	3.3333	3.5000	3.0000	3.1667	3.3333	2.8333	2.8333	3.1667	2.8333	3.0000	3.0000	3.1667	3.1667	3.0000	1.8333	3.3333	3.0000	3.0000	3.0633

Lampiran 7. Uji Hedonik Rasa

Perilaku	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	Jumlah	Rata-rata
A1B1	4	2	4	3	4	3	4	3	5	4	4	5	4	4	4	4	4	3	2	4	74.0000	3.7000
A1B2	3	3	2	3	3	2	4	4	2	2	2	2	3	2	2	2	5	3	2	3	54.0000	2.7000
A1B3	4	4	2	4	4	3	3	4	3	3	4	3	4	4	4	2	3	2	4	3	66.0000	3.3000
A2B1	3	2	3	3	2	2	3	3	3	2	3	4	3	2	2	2	3	2	3	2	51.0000	2.5500
A2B2	2	3	3	3	3	4	1	3	2	2	2	1	2	3	2	2	2	1	2	2	45.0000	2.2500
A2B3	2	2	2	3	2	3	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2	1	44.0000	2.2000
Jumlah	18.0000	16.0000	15.0000	19.0000	18.0000	17.0000	17.0000	19.0000	16.0000	16.0000	18.0000	17.0000	18.0000	18.0000	16.0000	14.0000	19.0000	13.0000	15.0000	15.0000	334.0000	16.7000
Rata-rata	3.0000	2.6667	2.5000	3.1667	3.0000	2.8333	2.8333	3.1667	2.6667	2.6667	3.0000	2.8333	3.0000	3.0000	2.6667	2.3333	3.1667	2.1667	2.5000	2.5000	2.5000	2.7833

Lampiran 8. Data Uji Hedonik Kekenyamanan

Perlakuan	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	Jumlah	Rata-rata
A1B1	4	4	3	3	5	4	4	5	3	4	4	4	5	4	5	4	4	3	3	5	80.0000	4.0000
A1B2	3	4	5	2	3	4	3	3	3	2	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	67.0000	3.3500
A1B3	2	4	4	3	4	4	2	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	2	5	63.0000	3.1500
A2B1	2	2	2	4	3	3	2	3	2	4	3	4	3	5	3	2	2	3	5	4	61.0000	3.0500
A2B2	3	2	3	2	3	2	2	2	3	2	2	1	2	2	2	2	2	2	3	2	44.0000	2.2000
A2B3	1	2	2	4	2	1	2	3	2	2	3	2	1	1	1	2	1	2	1	1	36.0000	1.8000
Jumlah	15.0000	18.0000	19.0000	18.0000	18.0000	18.0000	17.0000	17.0000	17.0000	18.0000	17.0000	18.0000	18.0000	19.0000	18.0000	16.0000	15.0000	16.0000	18.0000	21.0000	351.0000	-
Rata-rata	2.5000	3.0000	3.1667	3.0000	3.0000	3.0000	2.8333	2.8333	2.8333	3.0000	2.8333	3.0000	3.0000	3.1667	3.0000	2.6667	2.5000	2.6667	3.0000	3.5000	-	2.9250

Lampiran 9. Data Uji Hedonik Keseluruhan

Perlakuan	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	Jumlah	Rata-rata
A1B1	4	3	4	3	4	4	4	4	5	4	5	5	5	5	5	4	4	4	3	5	84.0000	4.2000
A1B2	3	3	3	3	3	2	3	3	2	2	2	3	3	3	3	4	4	3	2	3	55.0000	2.7500
A1B3	3	4	3	4	2	4	3	4	2	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	4	66.0000	3.3000
A2B1	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	2	59.0000	2.9500
A2B2	4	4	3	2	3	3	3	3	2	2	4	1	2	2	2	2	3	2	3	2	52.0000	2.6000
A2B3	2	2	3	4	2	4	2	3	3	3	3	3	1	1	1	2	3	2	4	1	49.0000	2.4500
Jumlah	19.0000	19.0000	19.0000	18.0000	17.0000	20.0000	17.0000	17.0000	17.0000	17.0000	20.0000	18.0000	18.0000	18.0000	18.0000	17.0000	20.0000	17.0000	19.0000	17.0000	365.0000	-
Rata-rata	3.1667	3.1667	3.1667	3.0000	2.8333	3.3333	2.8333	2.8333	2.8333	2.8333	3.3333	3.0000	3.0000	3.0000	3.0000	2.8333	3.3333	2.8333	3.1667	2.8333	-	3.0417

