

**PEMANFAATAN HIDROLISAT UDANG (*Penaeus sp*)
PADA PROSES PEMBUATAN KERUPUK UDANG
DENGAN VARIASI PENAMBAHAN GLUTEN**

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk
Menyelesaikan Pendidikan Program Strata Satu
Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Oleh :

Acc: [Signature]
Date: 05 FEB 2005
No. In [Signature]
664.944 3
INA
P

Ani Dnayah
NIM : 981710101019

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

2004

KARYA ILMIAH TERTULIS BERJUDUL

**PEMANFAATAN HIDROLISAT UDANG (*Penaeus sp*)
PADA PROSES PEMBUATAN KERUPUK UDANG
DENGAN VARIASI PENAMBAHAN GLUTEN**

Oleh

Ani Inayah

NIM. 9817101019

Dipersiapkan dan disusun dibawah bimbingan:

Pembimbing Utama : Ir. Achmad Subagio, M.Agr. Ph.D.

NIP. 131 975 306

Pembimbing Anggota : Ir. Wiwik Siti Windrati, MP.

NIP. 130 787 732

Motto

Sesungguhnya dibalik kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai dari (suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain dan hanya kepada Tuhan mulah hendaknya kamu berharap
(Al-Qur'an, An Naryah: 6 - 8)

Orang sabar tidak akan menangis dan mengeluh kecuali di hadapan Allah
(Bima, 28 Juni 03)

"Maja la'o Dahu"

setiap langkahmu, jagalah rasa malu dan takut mu hanya kepada Allah.

(Pepata Mbojo, Bima)

PERSEMBAHAN

Karya ini kupersembahkan untuk:

Teta H. M. Saleh, H. Abdullah dan Dae Hj. Siti Habibah, sebagai wujud cinta, bakti dan sembah sujudku yang tiada akan mungkin bisa membalas cinta dan kasih sayang kalian untuk ku.

“Teta kelembu ade ita lao Dae ma’ kenaE muda sebagai titipan Allah, mada akan tetap m’batu ngahi la’o karawi ra kau mba ita ndoho”.

Kakak-kakak ku tersayang : D’Ella dan kak Hamid, D’ Ju’ dan kak Udin, D’ Yuyu dan Mas Trias, D’Hidan dan Mas Sis, D’Har dan D’Fikin.....
terima kasih atas cinta, dukungan dan do’a untuk ku, bersama kalian hidupku bertambah lengkap.

Keponakan-keponakan ku : ata Ayu, a’a Ais, Icat, Emil, Nuni, Beby, Adel, ‘Gam, Salsa, Irsat dan keponakan baru ku Umam.....*kalian membuatku tersenyum.*

..... Kasih, cinta dan sayang mu lebih nyata dengan tindakan *“berpikir secara logika dan penuh kesabaran karena semua telah ditentukan”*, selalu kau ingatkan untuk ku.

Diterima oleh:

Fakultas Teknologi Pertanian

Universitas Jember

Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)

Di pertahankan pada:

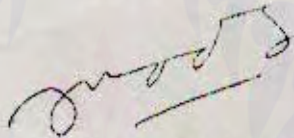
Hari : Selasa

Tanggal : 22 Juni 2004

Tempat : Ruang Sidang

Fakultas Teknologi Pertanian

Tim Penguji
Ketua,




Ir. Achmad Subagio, M.Agr. Ph.D
NIP. 131 975 306

Anggota I



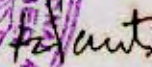
Ir. Wiwik Siti Windrati, M.P
NIP. 130 787 732

Anggota II



Ir. Unus, M.S
NIP. 130 368 786

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember



Ir. Hj. Siti Hartanti, M.S
NIP. 130 350 763

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Karya Ilmiah Tertulis (KIT) ini.

Karya ilmiah tertulis yang berjudul "Pemanfaatan Hidrolisat Udang (*Panaeus sp*) Pada Proses Pembuatan Kerupuk Udang dengan Variasi Penambahan Gluten" ini, disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Strata Satu Jurusan Teknologi Hasil Pertanian pada Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penelitian dan penulisan Karya Ilmiah ini dapat terselesaikan berkat bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ir. Hj. Siti Hartanti, MS, selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
2. Ir. Susijahadi, MS., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
3. Ir. Achmad Subagio, M.Agr. Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama, yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan saran dalam penelitian dan penulisan Karya Ilmiah ini;
4. Ir. Wiwik Siti Windrati, MP., selaku Dosen Pembimbing Anggota I, yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan saran dalam penelitian dan penulisan Karya Ilmiah ini;
5. Ir. Unus, MS., selaku Dosen Pembimbing Anggota II, yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan saran dalam penelitian dan penulisan Karya Ilmiah ini;
6. Triana Lindriati, ST., selaku Dosen Wali, yang senantiasa memberikan arahan dalam pogram Mata Kuliah yang akan ditempuh;
7. Yuli Witono, S.TP, M.P., yang senantiasa membimbing dan membangkitkan semangat dalam proses penyelesaian perkuliahan yang terhambat;

8. Teknisi Laboratorium Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, terkhusus mbak Sari, mbak Ketut, yang membantu selama penelitian sampai akhir dan mas Dian, yang membantu selama pelaksanaan ujian lewat Internet;
9. Bapak dan Ibu H.M. Saleh H. Abdullah, yang penuh kasih sayang dan kesabaran membesarkan, mendidik dan memberi semangat serta do'a tanpa henti kepada penulis;
10. Keluarga Besar Rato RasaNaE Bima dan Keluarga Besar Abdullah, yang senantiasa memberikan do'a restu dan nasehat selama perjalanan hidup penulis;
11. Keluarga Besar Lutfi di Probolinggo, yang senantiasa mendukung dan merindukan penulis. F'is, Ferdi dan Izul, yang memberi tawa dan canda;
12. Keluarga Bapak dan Ibu Husni Abdul Gani, Bapak dan Ibu Badrun, dan Bapak dan Ibu Fauzi, yang telah menjadi keluarga penulis selama berada di Jember;
13. Keluarga Besar IMBD-Jember : Adi , Ruly, Aris, Lukman (trim's pinjaman cpu-nya) Mir'ah, Nur, Dedy, Hanna, dan Bahar, yang senantiasa bantuan penulis selama berada di Jember;
14. Keluarga Besar Jawa VII/41A : Eni (pinky termanis), Atie, Ana, Siti, Ika, Yuly, Ferrra. Lilin. Dan Keluarga Besar Halmahera III/10 : mbak Nining (My Best Sister, I Love U), Penti, Dhita, Vera, Yapit, terima kasih atas persaudaraan kalian;
15. Semua pihak yang telah membantu penulisan Karya Ilmiah ini, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa banyak kekurangan dalam penyajian Karya Ilmiah ini, saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan, guna kesempurnaan tulisan ini. Semoga tulisan ini dapat memperkaya dan dapat memberi sumbangan wawasan keilmuan.

Jember, Juni 2004

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN DOSEN PEMBIMBING	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
RINGKASAN	xv
I. Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Kegunaan Penelitian.....	3
II. Tinjauan Pustaka	4
2.1 Udang.....	4
2.2 Kerupuk	6
2.3 Bahan Baku Pembuatan Kerupuk Udang.....	7
2.3.1 Tepung Tapioka	7
2.3.2 Tepung Terigu.....	8
2.3.3 Bahan Tambahan Pembuatan Kerupuk Udang	9
2.4 Proses Pembuatan Kerupuk Udang.....	11
2.5 Perubahan-perubahan yang terjadi Selama Proses Pembuatan Kerupuk.....	12
2.5.1 Gelatinisasi.....	12
2.5.2 Retrogradasi dan Sineresis Pati.....	13
2.5.3 Pengembangan Kerupuk Udang.....	14
2.5.4 Denaturasi Protein.....	14
2.5.5 Reaksi Pencoklatan (Browning).....	15
2.6 Pemanfaatan Enzim Dalam Pangan	18
2.7 Proses Hidrolisis Protein Udang	18
2.8 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Hidrolisis Enzim	22
2.8.1 Konsentrasi Substrat.....	22
2.8.2 Konsentrasi Enzim	22
2.8.3 pH.....	22
2.8.4 Temperatur	23
2.9 Enzim Protamex.....	23
2.10 Gluten.....	24
2.11 Hipotesis.....	26

III. Metode Penelitian.....	27
3.1 Bahan dan Alat Penelitian.....	27
3.1.1 Bahan Penelitian.....	27
3.1.2 Alat Penelitian.....	27
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	28
3.3 Metode Penelitian.....	28
3.3.1 Prosedur Kerja.....	28
3.3.2 Pengamatan.....	33
3.4 Rancangan Percobaan.....	34
3.5 Prosedur Pengamatan.....	35
3.5.1 Sifat Kimia.....	35
3.5.1.1 Kadar Air (Metode Oven).....	35
3.5.1.2 Kadar Lemak (Metode Soxlet).....	35
3.5.2 Sifat Fisik (Daya Kembang) Kerupuk Udang.....	36
3.5.3 Uji Organoleptik.....	37
IV. Hasil dan Pembahasan.....	38
4.1 Sifat Kimia.....	38
4.1.1 Kadar Air Kerupuk Udang Mentah.....	38
4.1.2 Kadar Lemak Kerupuk Udang Mentah.....	40
4.1.3 Serapan Minyak Kerupuk Udang.....	43
4.2 Sifat Fisik (Daya Kembang Kerupuk) Udang.....	45
4.3 Uji Organoleptik Kerupuk Udang.....	48
4.3.1 Aroma Kerupuk Udang.....	48
4.3.2 Kerenyahan Kerupuk Kerupuk Udang.....	51
4.3.3 Strukur Kerupuk Udang.....	53
4.3.4 Kesukaan (Penilaian Umum).....	56
V. Kesimpulan dan Saran.....	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA.....	60
LAMPIRAN.....	64

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi Kimia Udang setiap 100 gram bahan.....	5
2. Komposisi Asam-asam Amino Esensial Udang.....	6
3. Komposisi Kimia Kerupuk Ikan dan Kerupuk Udang setiap 100 gram bahan.....	7
4. Komposisi Kimia Tepung Tapioka setiap 100 gram bahan.....	8
5. Komposisi Kimia Tepung Terigu setiap 100 gram bahan.....	9
6. Komposisi Gluten.....	25
7. Kombinasi Perlakuan Penelitian.....	35

DAFTAR GAMBAR

Tabel	Halaman
1. Reaksi Karbonil Amino.....	16
2. AmOdori Rearrangement.....	17
3. Reaksi Asam Amino pada Isoelektrik.....	19
4. Hidrolisis Ikatan Peptida oleh Protease.....	20
5. Diagram Alir Proses Pembuatan Hidrolisat Udang	29
6. Diagram Alir Penelitian Proses Pembuatan Kerupuk Udang.....	32
7. Histogram Kadar Air Kerupuk Udang Mentah terhadap Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang.....	38
8. Histogram Kadar Air Kerupuk Udang Mentah terhadap Jumlah Penambahan Gluten.....	39
9. Histogram Kadar Air Kerupuk Udang Mentah terhadap Variasi Antara Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang dan Gluten	40
10. Histogram Kadar Lemak Kerupuk Udang Mentah terhadap Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang.....	41
11. Histogram Kadar Lemak Kerupuk Udang Mentah terhadap Jumlah Penambahan Gluten.....	42
12. Histogram Kadar Lemak Kerupuk Udang Mentah terhadap Variasi Antara Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang dan Gluten	42
13. Histogram Serapan Minyak Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang.....	43
14. Histogram Serapan Minyak Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Gluten.....	44
15. Histogram Serapan Minyak Kerupuk Udang terhadap Variasi Antara Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang dan Gluten	45
16. Histogram Daya Kembang Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang.....	46

17. Histogram Daya Kembang Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Gluten.....	47
18. Histogram Daya Kembang Kerupuk Udang terhadap Variasi Antara Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang dan Gluten	48
19. Histogram Aroma Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang.....	49
20. Histogram Aroma Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Gluten.....	49
21. Histogram Aroma Kerupuk Udang terhadap Variasi Antara Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang dan Gluten	50
22. Histogram Kerenyahan Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang.....	51
23. Histogram Kerenyaha Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Gluten.....	52
24. Histogram Kerenyahan Kerupuk Udang terhadap Variasi Antara Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang dan Gluten	53
25. Histogram Struktur Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang.....	54
26. Histogram Struktur Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Gluten.....	55
27. Histogram Struktur Kerupuk Udang terhadap Variasi Antara Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang dan Gluten	56
28. Histogram Kesukaan Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang.....	57
29. Histogram Kesukaan Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Gluten.....	57
30. Histogram Kesukaan Udang terhadap Variasi Antara Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang dan Gluten	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Kadar Air Kerupuk Udang Mentah terhadap Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang.....	64
2. Kadar Air Kerupuk Udang Mentah terhadap Jumlah Penambahan Gluten.....	64
3. Kadar Air Kerupuk Udang Mentah terhadap Variasi Antara Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang dan Gluten	65
4. Kadar Lemak Kerupuk Udang Mentah terhadap Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang.....	65
5. Kadar Lemak Kerupuk Udang Mentah terhadap Jumlah Penambahan Gluten.....	66
6. Kadar Lemak Kerupuk Udang Mentah terhadap Variasi Antara Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang dan Gluten	66
7. Serapan Minyak Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang.....	67
8. Serapan Minyak Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Gluten.....	67
9. Serapan Minyak Kerupuk Udang terhadap Variasi Antara Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang dan Gluten	68
10. Daya Kembang Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang.....	68
11. Daya Kembang Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Gluten.....	69
12. Daya Kembang Kerupuk Udang terhadap Variasi Antara Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang dan Gluten	69
13. Aroma Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang.....	70

14.	Aroma Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Gluten.....	70
15.	Aroma Kerupuk Udang terhadap Variasi Antara Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang dan Gluten	71
18.	Kerenyahan Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang	71
19.	Kerenyaha Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Gluten.....	72
20.	Kerenyahan Kerupuk Udang terhadap Variasi Antara Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang dan Gluten	72
21.	Struktur Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang.....	73
22.	Struktur Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Gluten.....	73
23.	Kerupuk Udang terhadap Variasi Antara Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang dan Gluten	74
21	Kesukaan Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang.....	74
22.	Kesukaan Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Gluten.....	75
23.	Kesukaan Udang terhadap Variasi Antara Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang dan Gluten	75

Ani Inayah. 981710101019. Pemanfaatan Hidrolisat Udang (*Penaeus sp*) pada Proses Pembuatan Kerupuk Udang dengan Variasi Penambahan Gluten (dibimbing oleh Ir. Achmad Subagio, M.Agr. Ph.D. sebagai DPU dan Ir. Wiwi Siti Windrati, MP sebagai DPA).

RINGKASAN

Kerupuk udang merupakan makanan ringan yang cukup populer dan disenangi oleh sebagian besar Masyarakat Indonesia. Kerupuk merupakan makanan kering yang mengandung pati cukup tinggi dan ditambah dengan udang serta ditambah beberapa bahan lainnya. Harga jual kerupuk udang cukup tinggi karena mahalnya harga bahan baku utama pembuatan kerupuk udang. Oleh sebab itu perlu dilakukan proses hidrolisis terhadap udang dengan menggunakan enzima Protamex untuk menghasilkan hidrolisat protein udang yang mengandung asam-asam amino pembentuk cita rasa (flavor) dan ditambahkan gluten untuk mempertahankan dan memperbaiki sifat organoleptik kerupuk sebagai alternatif proses pengolahan kerupuk udang yang berkualitas dan mamiliki nilai ekonomis.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menentukan pengaruh penambahan hidrolisat udang, gluten dan variasi antara jumlah penambahan hidrolisat udang dan gluten terhadap sifat kimia berupa kadar air, kadar lemak, dan serapan minyak kerupuk udang; sifat fisik berupa pengembangan kerupuk udang; dan organoleptik berupa aroma, keranyahan, struktur dan kesukaan terhadap kerupuk udang. Penelitian ini dilakukan dengan metode acak kelompok faktorial kemudian data yang dihasilkan dianalisa dengan metode deskriptif.

Hasil Penelitian menunjukkan bahwa penambahan hidrolisat udang berpengaruh terhadap kadar air, kadar lemak, dan aroma kerupuk udang. Sedangkan penambahan gluten berpengaruh terhadap struktur kerupuk udang.

Perlakuan yang menghasilkan kerupuk udang dengan tingkat kesukaan tertinggi diperoleh pada penggunaan hidrolisat udang 20 gram dan gluten 1,5 gram, dengan sifat sebagai berikut: kadar air 9,35%, kadar lemak 4,44%, serapan minyak 11,89%, daya kembang 243,662%, aroma 2,38 (tidak tajam), kerenyakan 3,69 (renyah), struktur 2,60 (agak kasar) dan tingkat kesukaan 3,82 (suka).

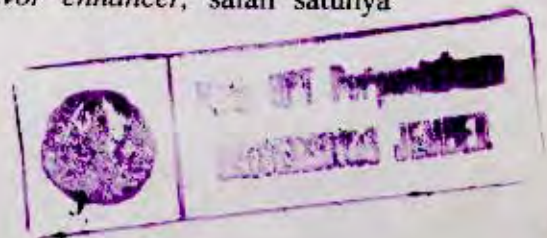
I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kerupuk adalah produk olahan tradisional yang banyak dikonsumsi dan digemari semua kalangan masyarakat. Selain rasanya enak dan nikmat, sehingga kerupuk mempunyai peluang bisnis cukup menjanjikan. Saat ini kerupuk menyebar ke seluruh pelosok daerah dalam bentuk mentah atau matang yang biasa dibungkus plastik.

Di Indonesia terdapat berbagai jenis kerupuk yang dibuat dari berbagai macam bahan baku. Umumnya kerupuk dibuat dari bahan-bahan yang mengandung pati cukup tinggi seperti tepung tapioka dan tepung terigu. Selama proses pembuatan kerupuk pati mengalami proses gelatinisasi pada tahap pengukusan adonan. Ada kecenderungan penggunaan bahan tambahan atau pelengkap produk kerupuk yang memberi cita rasa tertentu disesuaikan dengan permintaan konsumen yang menyukai produk kerupuk dengan cita rasa khas seperti udang, ikan, atau kerang. Seringkali penggunaan bahan tambahan tersebut kurang ekonomis dikarenakan biaya tambahan selama proses produksi cukup tinggi sehingga harga jual produk kerupuk tinggi. Pada pembuatan kerupuk udang diperlukan tepung tapioka dan udang, baik udang segar atau udang yang sudah dikeringkan, dengan perbandingan jumlah penambahan yang sama antara tepung tapioka dan udang untuk menimbulkan cita rasa udang pada kerupuk. Mengingat hal itu kurang ekonomis sehingga diperlukan suatu teknik yang memberi manfaat pada proses pembuatan kerupuk bercita rasa khas.

Cita rasa dapat dibangkitkan oleh senyawa-senyawa yang biasanya disebut *flavor enhancer*. Ada dua jenis pembangkit cita rasa sintetis yang sering digunakan saat ini yaitu *asam amino L* dan garam-garam, seperti *Monosodium Glutamate* (MSG). Penggunaan senyawa sintetis pembangkit cita rasa itu mengalami prokontra dari segi kesehatan sehingga kurang elegan sebagai *flavor enhancer* masa depan. Oleh karena itu perlu adanya pengembangan produk-produk alami yang dapat berperanan sebagai *flavor enhancer*, salah satunya adalah dengan cara hidrolisis protein.



Aplikasi teknik hidrolisis enzimatis dapat diterapkan pada bahan tambahan pembuatan kerupuk yang memberi keuntungan pada *flavor*, pembangkit cita rasa dasar, dan rasa gurih. Hidrolisat yang dihasilkan dari proses hidrolisis protein berpengaruh terhadap penggunaan jumlah hidrolisat yang sedikit namun menghasilkan *flavor* yang lebih besar pada bahan pangan, perubahan sifat fisika, sifat kimia, sifat fungsional, dan pengembangan teknologi pengolahan pembuatan *flavor* hewani alami. Kesemuanya itu tergantung pemanfaatan komponen enzim yang menghidrolisis bahan tambahan pembangkit cita rasa yang diinginkan.

1.2 Perumusan Masalah

Proses hidrolisis protein daging udang sebagai bahan tambahan pembuatan kerupuk udang dapat menggunakan enzim ProtamexTM sebagai komponen enzim *endopeptidase* yang memecah *polipeptida* menjadi *peptida-peptida* pendek yang menghasilkan asam-asam amino bebas pembantu *flavor enhancer* pada produk kerupuk.

Penambahan hidrolisat udang pada kerupuk akan mempengaruhi sifat struktur permukaan kerupuk udang. Hal itu disebabkan pemutusan rantai *polipeptida* menjadi *peptida-peptida* pendek yang mempengaruhi struktur kerupuk udang. Oleh sebab itu diperlukan bahan tambahan yang memberi efek positif terhadap struktur kerupuk udang. Gluten adalah jenis protein dari tanaman gandum yang dapat digunakan untuk memperbaiki struktur kerupuk udang.

Berdasarkan hal-hal tersebut di atas, maka penelitian mengenai "Pemanfaatan Hidrolisat udang (*Penaeus sp*) pada Proses Pembuatan Kerupuk Udang dengan Variasi Penambahan Gluten" dilakukan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui dan menentukan pengaruh jumlah penambahan hidrolisat udang dan gluten yang berbeda, sebagai bahan tambahan pembuatan kerupuk udang terhadap sifat kimia, sifat fisik (daya kembang), dan organoleptik;

2. Mengetahui dan menentukan pengaruh variasi antara jumlah penambahan hidrolisat udang dan gluten sebagai bahan tambahan pembuatan kerupuk udang;
3. Mendapatkan produk kerupuk udang yang baik terhadap sifat kimia, fisik dan organoleptik dengan jumlah penambahan hidrolisat udang, glute, dan variasi antara jumlah penambahan hidrolisat udang dan gluten.

1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Meningkatkan daya guna dan pengembangan teknologi proses pengolahan pangan yang memberikan pengaruh terhadap kualitas makanan tersebut khususnya kerupuk udang;
2. Diversifikasi produk makanan, khususnya yang berasal dari udang;
3. Memberikan informasi tentang pembuatan kerupuk udang dengan penambahan hidrolisat udang dari hasil hidrolisis enzim *Protamex* pembentuk *flavor enhancer*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Udang

Udang diklasifikasikan ke dalam filum *Arthropoda*, kelas *Crustacea* dan bangsa *Decapoda*. Setiap jenis udang terbagi lagi atas family dan spesies yang berbeda (Hadi dan Supriatna, 1984).

Dari sekian banyak jenis udang yang terdapat di perairan Indonesia, ada tiga jenis udang laut yang dikategorikan mempunyai nilai niaga penting yaitu jenis *Penaeus sp.*, *Metapenaeus sp.*, dan *Panulirus sp.* Kelompok udang jenis *Penaeus sp.*, seperti udang windu *Penaeus Monodon Fabricius* dan udang putih *Penaeus Merguiensis de Man* sebagai komoditi ekspor terpenting, jenis *Metapenaeus sp.*, seperti udang galah *Macrobrachium Resenbergi de Man* dan jenis *Panulirus sp.*, seperti udang kipas dan udang karang *Lobster* (Soegiarto dan Toro, 1979).

Poernomo (1965) mengatakan bahwa udang hidup baik pada lingkungan dengan suhu antara 26°C – 37°C dengan kadar garam air antara 15% – 30%. Kadar air udang berkisar antara 75% – 80%. Daging udang yang telah dimasak memiliki kadar airnya berkisar antara 65% – 70%, kadar protein antara 25% – 30% dan kadar lemak 1%. Kandungan lemak yang rendah itu memungkinkan udang dapat disimpan pada suhu beku selama beberapa bulan tanpa menimbulkan bau tengik akibat kerusakan lemak. Komposisi protein pada setiap spesies umumnya tidak berbeda. Komposisi kimia udang sangat bervariasi tergantung pada spesies, tingkat umur, musim, habitat, dan kebiasaan makan. Nilai gizi udang terutama ditentukan oleh kandungan proteinnya karena kadar lemak dan vitamin pada daging udang umumnya rendah (Zaitsev *et.al.*, 1969). Komposisi kimia udang dapat dilihat pada Tabel 1.



Tabel 1. Komposisi Kimia Udang setiap 100 gram bahan

Komposisi	• Nilai
Air (gram)	75,00
Protein (gram)	21,00
Lemak (gram)	0,20
Karbohidrat (gram)	0,10
Kalori (Kal)	91,00
Ca (miligram)	136,00
P (miligram)	170,00
Fe (miligram)	8,00
Vitamin A (SI)	60,00
Vitamin B ₁ (miligram)	0,01
Vitamin C (miligram)	0,00

Sumber; Soedarmo dan Sediaoctama (1974)

Daging udang banyak mengandung asam amino esensial seperti *lisin*, *histidin*, *arginin*, *tirosin*, *triptofan*, dan *sistin*. Perbedaan perbandingan jenis asam amino dalam daging udang menyebabkan perbedaan rasa. Komponen rasa tersebut larut dalam air sehingga mudah hilang selama penyimpanan segar, pembekuan, atau pelelehan (Zaitsev *et.al.*, 1969). Borgstorm (1961) menyatakan bahwa *palatability* udang akan meningkat dengan meningkatnya jumlah *glisin* dalam daging udang. Glisin dapat menyebabkan rasa manis pada udang (Moeljanto, 1979). Komposisi kimia asam-asam amino esensial pada udang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Kimia Asam-asam Amino Esensial

Jenis Asam Amino	Kadar Asam Amino	
	mg/g N ⁺⁾	% ⁺⁺⁾
Arginin	593	7,50
Sistinin	72	1,25
Histidin	110	1,61
Isoleusin	245	-
Leusin	485	-
Lisin	500	7,35
Metionin	159	-
Fenilalanin	253	-
Threonin	238	-
Triptofan	63	0,96
Tirosin	198	-
Valin	387	-

Sumber; ⁺⁾ Rao dan Dolachi (1972) dan ⁺⁺⁾Stansby (1951)

2.2 Kerupuk

Kerupuk merupakan makanan khas masyarakat Indonesia. Pada awalnya kerupuk digunakan sebagai lauk dan saat ini ada kecenderungan kerupuk sebagai makanan cemilan (Nirawan, 1992). Kerupuk tidak hanya digemari di Indonesia tetapi sudah dikenal di Belanda, Kanada, Perancis, Amerika Serikat, dan negara-negara barat lainnya. Kerupuk dapat dijumpai di pasaran baik bentuk mentah maupun sudah digoreng (Wahyudi, 1991).

Kerupuk dibedakan dalam dua kelompok besar yaitu kerupuk kasar dan kerupuk halus. Kerupuk kasar dibuat dari bahan utama pati dengan ditambah bumbu-bumbu, sedangkan kerupuk halus selain dibuat dari bahan dasar pati, bumbu-bumbu dan ditambah bahan pembentuk cita rasa kerupuk seperti udang, ikan, susu, atau telur ke dalamnya (Saraswati, 1986). Komposisi kimia kerupuk udang dan ikan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi Kimia Kerupuk Ikan dan Kerupuk Udang setiap 100 gram bahan.

Komposisi	Kerupuk Ikan	Kerupuk Udang
Karbohidrat (%)	65,6	68,0
Air (%)	16,6	12,0
Protein (%)	16	17,2
Lemak (%)	0,4	0,6
Kalsium (miligram)	2,0	332,0
Fosfor (miligram)	20,0	337,0
Besi (miligram)	0,1	1,7
Vitamin A (miligram)	-	50,0
Vitamin Bahan baku (miligram)	-	0,04

Sumber; Anonim (1993)

2.3 Bahan Baku Pembuatan Kerupuk Udang

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan kerupuk udang adalah bahan pangan yang mengandung pati cukup tinggi, seperti tepung tapioka dan tepung terigu. Kerupuk udang dibuat dengan bahan dasar tepung tapioka atau tepung gandum, ditambah sejumlah udang segar atau udang kering, air, telur dan bumbu-bumbu seperti bawang putih, bawang merah, garam, dan gula

Kualitas kerupuk udang ditentukan oleh komposisi kandungan udang dalam kerupuk. Semakin banyak udang yang terkandung dalam kerupuk maka semakin baik kualitas kerupuk udang (Wahyono dan Marsuki, 2000).

2.3.1 Tepung Tapioka

Tepung tapioka merupakan produk olahan ketela pohon (*Manihot Utilissima Pohl*) yang telah mengalami pencucian secara sempurna, pemotongan, penggilingan, pengendapan, dan pengeringan (Somatmadja, 1997). Tepung tapioka umumnya berwarna putih, tidak berbau, tidak berasa, dan larut dalam air (Nirawan, 1992).

Berdasarkan komposisi kimia tepung tapioka, mengandung sebagian besar pati yang tersusun dari *amilosa* dan *amilopektin*. Amilosa merupakan senyawa polisakarida tersusun dari homopolimer glukosa dengan ikatan glikosidik

α 1,4. Sedangkan amilopektin selain mempunyai ikatan glikosidik α 1,4 juga mempunyai rantai cabang α 1,6 (Mayer, 1978).

Kandungan pati ketela pohon sekitar 85% – 87%, disusun atas 17% *amilosa* dan 83% *amilopektin* dengan ukuran granula 5 – 35 mikron. Salah satu sifat penting dari pati adalah kemampuannya dalam membentuk gel. Sifat ini berpengaruh terhadap proses pembuatan kerupuk, terutama saat pengukusan atau perebusan yang diharapkan tapioka berperan dalam proses gelatinisasi yang sempurna karena ukuran granula yang cukup besar dan kandungan *amilopektin* yang lebih besar daripada *amilosa*-nya (Haryono, 1979). Sedangkan suhu gelatinisasi untuk granula pati ketela pohon berkisar 52°C – 64°C (Harper dan Hepworth, 1981). Komposisi kimia tepung tapioka dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Komposisi Kimia Tepung Tapioka setiap 100 gram bahan

Komponen	Nilai
Kalori (kal)	362,0
Protein (gram)	0,5
Lemak (gram)	0,3
Karbohidrat (gram)	86,9
Air (gram)	12,0
Bagian yang dapat dimakan (%)	100,0

Sumber; Anomim (1993)

2.3.2 Tepung Terigu

Menurut Maftachusur (1994), tepung terigu merupakan tepung yang dihasilkan dari penggilingan biji gandum sehingga sering disebut sebagai tepung gandum. Pati merupakan komponen terbesar dari tepung terigu yaitu antara 65% – 70% kemudian diikuti oleh protein yaitu antara 6% – 13%. Kandungan *amilosa* dan *amilopektin* tepung terigu masing-masing sebesar 25% dan 75% (Muljohardjo, 1987). Ukuran granula pati gandum bervariasi tergantung varietasnya, ukuran granula pati besar antara 23μ – 35μ sedangkan granula pati kecil antar 2μ – 8μ (Miftachusur, 1994). Komposisi kimia tepung terigu dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Komposisi Kimia Tepung Terigu setiap 100 gram bahan

Komponen	• Nilai
Kalori(kal)	365
Protein (gram)	8,9
Lemak (gram)	1,3
Karbohidrat (gram)	77,3
Calsium (miligram)	16
Phosphor (miligram)	106
Besi (miligram)	1,2
Vitamin B ₁ (miligram)	0,12
Air (gram)	12

Sumber; Anonim (1993)

Kandungan protein tepung terigu yang cukup tinggi akan mempengaruhi proses gelatinisasi. Penyerapan air untuk membentuk gel selama proses gelatinisasi juga digunakan untuk pembentukan jaringan protein. Protein akan menyerap dan mengikat air sehingga volume protein akan mengembang. Air yang telah terikat pada protein sulit dilepaskan. Oleh sebab itu dalam pembuatan kerupuk seringkali ditambahkan tepung terigu yang peranannya untuk mengikat air sehingga mengurangi kelengketan akibat proses gelatinisasi pati.

Kelebihan tepung terigu dibandingkan produk sereal lainya adalah kemampuan tepung gandum dalam membentuk *gluten* saat dibasahi dengan air diakibatkan oleh interaksi antara *gliadin* yang memiliki lebih sedikit gugus polar dengan *glutenin* yang mempunyai gugus polar banyak (Meyer, 1973).

2.3.3 Bahan Tambahan Pembuatan Kerupuk Udang

Bahan tambahan diperlukan untuk melengkapi bahan baku dalam pembentukan cita rasa pada kerupuk udang. Bahan tambahan yang digunakan dalam pembuatan kerupuk udang adalah garam, gula, penyedap rasa, bawang merah, bawang putih, air sebagai pelarut, dan telur sebagai bahan pengembang (Wiriano, 1984).

Penambahan bumbu-bumbu dalam adonan kerupuk sangat mempengaruhi cita rasa kerupuk yang dihasilkan. Tujuan pemberian bumbu ini adalah untuk memperbaiki cita rasa kerupuk yang dihasilkan. Untuk jenis dan jumlah rempah-

rempah atau bumbu-bumbu yang akan ditambahkan tergantung cita rasa yang diinginkan (Basuki dan Anas, 1985).

Air berfungsi sebagai bahan yang dapat mendispersi berbagai senyawa yang ada dalam bahan pangan serta dapat melarutkan berbagai bahan penambah cita rasa. Air untuk industri pangan memegang peranan penting karena dapat mempengaruhi mutu makanan yang dihasilkan. Sifat kimia air dipengaruhi oleh pH, kandungan mineral, logam, kandungan gas-gas terlarut, dan tingkat kesadiahannya. Pemanasan air akan mengurangi daya tarik menarik antara molekul air sehingga lebih mampu berikatan dengan molekul senyawa lain (Winarno, 1980).

Penambahan telur pada kerupuk bertujuan sebagai bahan pengembang atau pembentuk struktur. Bersama-sama dengan gluten, telur membentuk lapisan *lipoprotein* kompleks dan memerangkap udara. Dengan adanya pemanasan, protein telur terdenaturasi dan bersifat kaku. (Potter, 1978).

Telur mempunyai dua bagian yang berperannya berbeda-beda dalam pembuatan adonan makanan basah, semi basah atau kering. Putih telur mempunyai peranan sebagai pembentuk, penstabil buih, dan sebagai pengeras. Putih telur mengandung dua lapisan yang berperan dalam pembentukan buih, yaitu *ovaglobulin* dan *ovomuan*. *Ovaglobulin* berperan dalam pembentukan buih dan *ovomuan* berperan besar dalam menentukan kestabilan buih. Kuning telur berfungsi sebagai pengempuk dan dapat menahan udara yang terperangkap. Kuning telur mengandung dua komponen yang berperan dalam menentukan kualitas adonan yaitu *lipovitellenin* dan *lipovitellin*. *Lipovitellenin* membentuk buih sedangkan *lipovitellin* dapat menghambat aerasi dan menahan udara yang terperangkap. Oleh sebab itu telur dianggap sebagai pengeras atau pembentuk struktur dan pengembang (Desrosier, 1988).

2.4 Proses Pembuatan Kerupuk Udang

Tahapan pembuatan kerupuk udang umumnya meliputi pembuatan adonan, pencetakan, pengukusan, pra-pendinginan, pendinginan, pemotongan, dan pengeringan. Pembuatan adonan dilakukan dengan cara mencampur bahan baku yaitu tepung tapioka, tepung terigu, daging udang yang telah dimasak, bumbu-bumbu, dan air sebagai bahan pelarut dengan formulasi yang telah ditentukan. Pencampuran dilakukan sampai adonan benar-benar homogen, adonan yang kurang homogen menyebabkan proses gelatinisasi tidak merata dan kerupuk yang dihasilkan kurang mengembang jika dilakukan penggorengan (Sofiah, 1988).

Pencetakan dilakukan dengan membentuk adonan sampai berbentuk silinder, dodolan, atau bentuk lain sesuai dengan keinginan. Selanjutnya adonan dikukus pada suhu $90^{\circ}\text{C} - 100^{\circ}\text{C}$. Adonan telah masak apabila seluruh bagian telah berubah menjadi bening dan mempunyai tekstur yang kenyal. Tahap selanjutnya adalah pendinginan adonan yang telah masak atau disebut sebagai proses pra-pengeringan. Hal itu bertujuan agar adonan dapat diiris dengan baik karena adonan yang masih panas bersifat lengket sehingga sulit untuk diiris. Pengirisan dilakukan dengan menggunakan pisau yang tajam atau menggunakan alat pengiris. Tebal irisan kurang lebih 2 millimeter. Irisan kerupuk kemudian dikeringkan dengan menjemur di panas matahari atau dengan menggunakan alat pengering dengan suhu $50^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C}$ (Wiriarno, 1984).

Tahap pengeringan kerupuk memiliki dua tujuan yaitu pertama untuk menurunkan kadar air sampai cukup rendah sehingga kerupuk dapat disimpan dalam waktu yang lebih lama dan kedua untuk pengeringan yaitu mendapatkan kadar air tertentu dengan kisaran antara 6% – 13% sehingga dapat memberikan tekanan uap air maksimum pada proses pengembangan apabila kerupuk di goreng (Setiawan, 1988).

Sebelum dikonsumsi biasanya kerupuk digoreng dengan minyak, yang berfungsi sebagai medium pemanasan, meratakan suhu, dan berperan sebagai pemberi rasa gurih (Justica, 1994). Penggorengan merupakan tahap akhir dari proses pengolahan kerupuk matang. Perubahan yang terjadi selama penggorengan antara lain penguapan air, perubahan warna, tekstur, dan aroma (Desrosier, 1988).

2.5 Perubahan-perubahan yang terjadi Selama Proses Pembuatan Kerupuk

Perubahan sifat fisik adonan terjadi pada saat meningkatnya suhu air yaitu pada saat pengukusan atau pemasakan adonan, yang dapat diamati dengan pembentukan gel yang lebih padat, *viskus*, dan *elastis* (Meyer, 1960). Perubahan karakteristik pati saat pengukusan adalah pati akan mengalami gelatinisasi dan pada waktu yang sama terjadi pembentukan cita rasa dan perubahan warna. (Eskin *et.al*, 1971).

Menurut Redley (1968), peranan pati dalam pengolahan pangan salah satunya adalah dalam pengendalian sifat-sifat tekstur dan *rheologi*, sifat tersebut ditentukan oleh adanya *gelatinisasi* dan *retrogradasi*.

Tahap akhir proses pembuatan kerupuk adalah penggorengan. Selama proses penggorengan akan terjadi pertambahan volume atau pengembangan, dan terjadi perubahan warna (Winiarno, 1984).

2.5.1 Gelatinisasi

Granula pati mempunyai sifat tidak larut dalam air dingin tetapi membentuk sistem dispersi membentuk gel jika dipanaskan. Bentuk dan ukuran granula pati ditentukan oleh sumber tanaman. Diameter granula pati umumnya berkisar antara $3\mu - 100\mu$ (Winarno, 1997). Amilosa dalam struktur granula merupakan bagian yang *kristalin* sedangkan *amilopektin* bagian yang *amorf* (Radley, 1976).

Proses gelatinisasi dimulai dengan terjadinya hidrasi pati yaitu masuknya molekul air ke dalam granula pati, air bisa berasal dari luar atau air yang berada di dalam bahan makanan tersebut. Meningkatnya suhu suspensi pati maka ikatan hidrogen di dalam pati dan air akan menurun, kemudian molekul air yang relatif kecil berpenetrasi ke dalam molekul pati. Pada saat suhu meningkat, molekul air akan meningkat diantara molekul pati sehingga terjadi pengembangan granula pati.

Pengembangan granula pati terjadi saat temperatur mulai meningkat dari 60°C sampai akhirnya granula pati pecah dan isinya terdispersi merata ke seluruh air di sekelilingnya. Molekul berantai panjang mulai membuka dan terurai sehingga campuran antara pati dan air menjadi kental membentuk sol.

Keseluruhan proses tersebut dinamakan *gelatinisasi*. Gelatinisasi bersifat tidak dapat kembali lagi pada kondisi semula disebut *irreversible*, sedangkan suhu pada saat granula pati tersebut pecah dinamakan *suhu gelatinisasi* (Winarno, 1997).

2.5.2 Retrogradasi dan Sineresis Pati

Pati yang telah mengalami gelatinisasi kemudian mendingin dan terjadi proses *retrogradasi* yaitu pengkristalan *amilosa*. Amilosa membentuk struktur seperti kristal sedangkan *amilopektin* sedikit atau sama sekali tidak mengalami retrogradasi, karena *amilopektin* berperan dalam pengembangan volume kerupuk yang banyak mengandung pati, diolah melalui tahap-tahap gelatinisasi, pengeringan, dan perlakuan panas atau suhu tinggi.

Bila pasta pati telah dipanaskan mengalami pendingin, energi kinetik tidak lagi cukup tinggi untuk melawan kecenderungan molekul-molekul *amilosa* bersatu kembali. Molekul-molekul *amilosa* tersebut bersatu kembali satu sama lain serta berikatan pada cabang *amilopektin* pada pinggir-pinggir luar granula. Dengan demikian menggabungkan butir pati yang membengkak itu menjadi semacam jaring-jaring membentuk mikrokristal dan mengendap. Proses kristalisasi kembali pati yang telah mengalami gelatinisasi tersebut disebut *retrogradasi*. Sebagian besar pati yang telah menjadi gel bila disimpan atau didinginkan dalam beberapa waktu lama akan membentuk endapan kristal di dasar wadahnya (Priestly, 1979).

Pati yang telah mendingin kembali, sebagian air masih berada di bagian luar granula yang membengkak. Air mengadakan ikatan yang erat dengan molekul-molekul pati pada permukaan butir - butir pati yang membengkak. Sebagian air yang terbentuk dari butiran pati dan endapan *amilosa*. Bila gel dipotong dengan pisau atau disimpan untuk beberapa hari, air tersebut dapat keluar dari bahan. Keluarnya atau merembesnya cairan dari suatu gel pati disebut *sineresis* (Winarno, 1997).

Retrogradasi mengakibatkan sifat gel menjadi tegar dan terjadi pengkerutan, sineresis gel pati jika dibiarkan cukup lama, dan pengaruhnya akan semakin besar jika pangan dibekukan kemudian dilelehkan (Haryadi, 1995).

2.5.3 Pengembangan Kerupuk Udang

Fenomena volume pengembangan kerupuk disebabkan oleh peristiwa terlepasnya air yang terikat didalam gel pati pada saat penggorengan dengan suhu dan selang waktu tertentu (Pontoh, 1986). Meningkatnya suhu pada saat penggorengan akan terjadi penguapan air (Heid dan Joslyn, 1967).

Kemudian uap yang bertekanan tinggi tersebut akan mendorong dan mendesak jaringan gel untuk keluar yang mengakibatkan terjadi pengosongan ruang dalam jaringan pati yang nantinya akan membentuk kantung-kantung atau rongga-rongga udara pada kerupuk matang. Pati dengan kandungan *amilopektin* yang lebih tinggi akan menyebabkan air yang terikat dalam gel patinya akan lebih besar pula sehingga mengakibatkan daya desak air terhadap jaringan gel pati menjadi lebih besar dan daya kembang kerupuk akan semakin besar (Pontoh, 1986).

Pengembangan kerupuk saat penggorengan dipengaruhi oleh kadar air kerupuk sehingga kerupuk harus dikeringkan terlebih dahulu sebelum digoreng (Haryono, 1979). Kadar air maksimal yang dapat terkandung dalam kerupuk adalah 12%, semakin tinggi kadar air kerupuk semakin kurang kerenyahannya (Haryadi dkk., 1988). Sedangkan menurut Soekarto (1997), kerenyahan dan pengembangan maksimum dicapai pada kadar air 9% – 10% basis kering (sekitar 9% basis basah), baik dari penggorengan kerupuk dalam minyak maupun dari penyangraian kerupuk tapioka dengan Oven Gelombang Mikro (OGM). Penggorengan kerupuk mentah pada kadar air sangat rendah (sampai 6%) dan sangat tinggi (13% ke atas), hasil gorongannya kurang mengembang dan menghasilkan kerupuk yang tidak renyah.

2.5.4 Denaturasi Protein

Denaturasi dapat diartikan sebagai suatu perubahan atau modifikasi terhadap struktur sekunder, tersier, dan kuarterner terhadap molekul-molekul protein tanpa terjadinya pemecahan ikatan kovalen. Molekul protein dapat mengendap dan peristiwa ini disebut *koagulasi*. Denaturasi bahan tertentu mengakibatkan koagulasi dan protein dapat saja mengendap tetapi dapat kembali kekeadaan semula disebut *flokulasi*, akibat suatu denaturasi adalah hilangnya

banyak sifat hayati protein itu. Denaturasi protein dapat terjadi karena beberapa hal antara lain perubahan pH, perubahan suhu, radiasi, pelarut organik, garam-garam logam berat, pereaksi-pereaksi alkolid, dan pereduksi (Winarno, 1995).

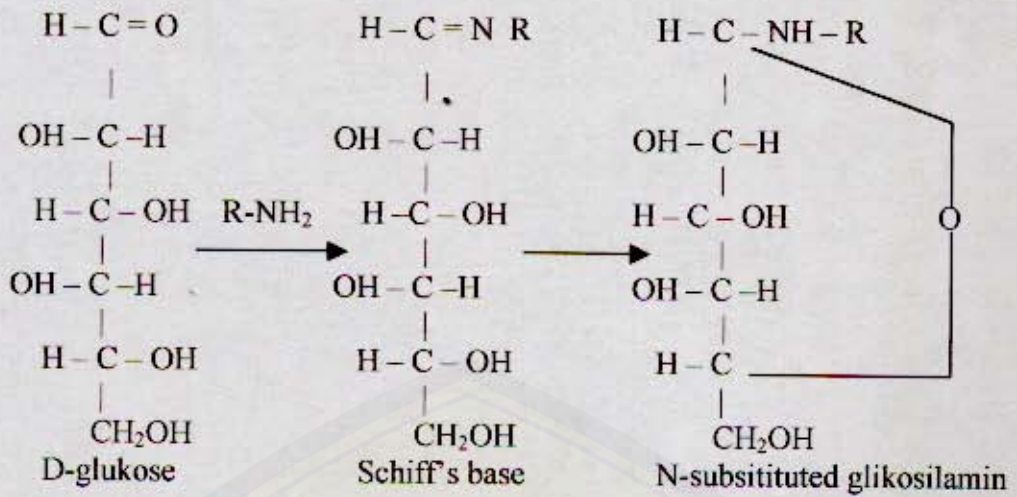
2.5.5 Reaksi Pencoklatan (*Browning*)

Reaksi pencoklatan adalah reaksi yang menimbulkan perubahan-perubahan warna kecoklatan pada bahan makanan. Pencoklatan mengakibatkan perubahan-perubahan kenampakan, citarasa, dan nilai gizi. Pencoklatan dapat juga merupakan hal yang tidak diinginkan seperti pada kopi dan roti bakar. Pada buah-buahan dan sayuran, pencoklatan tidak dikehendaki karena menyebabkan penampilan yang tidak baik dan menimbulkan rasa yang kurang dikehendaki (Apandi, 1984).

Pada proses pembuatan kerupuk ikan dan udang reaksi pencoklatan (*browning*) yang terjadi adalah *reaksi maillard* (Pontoh, 1986). Reaksi millard merupakan reaksi-reaksi antara karbohidrat khususnya gula pereduksi dengan gugus amina primer. Hasil reaksi tersebut menghasilkan bahan berwarna coklat, yang sering dikehendaki atau kadang-kadang menjadi pertanda penurunan mutu (Winarno, 1997).

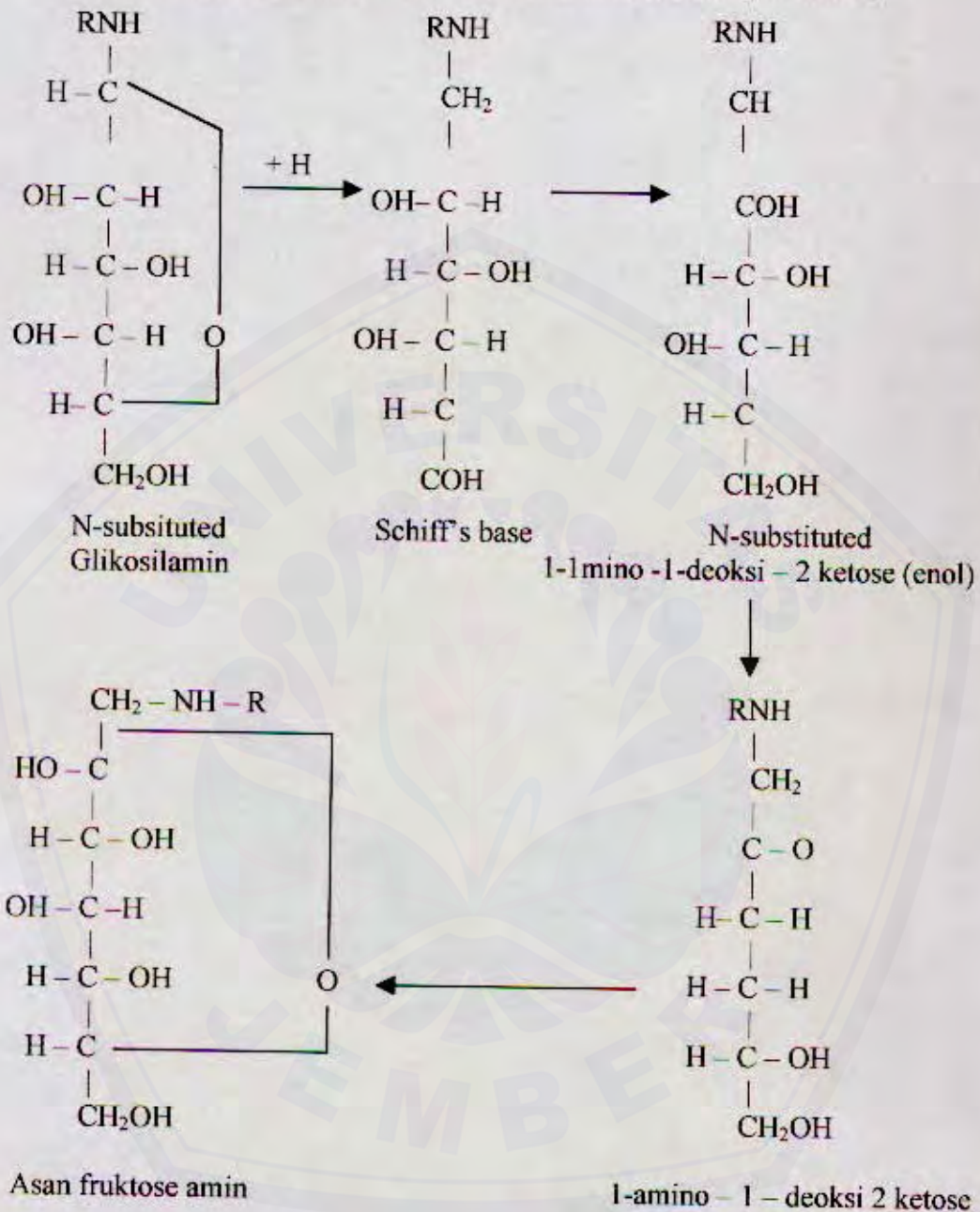
Menurut Eskin *et.al.*, (1971); Winarno (1988) dan Apandi (1984) menyatakan bahwa reaksi maillard berlangsung melalui tahap-tahap sebagai berikut.

1. Reaksi kondensasi antara gugus amino dari asam ($R-NH_2$), peptida atau protein dengan gugus karbonil dari gula reduksi, dikenal dengan reaksi *karbonol amino* hasilnya *schiff base*. Kemudian basa mengalami siklisasi menjadi N-substituted *glukosilamin* (Gambar 1).



Gambar 1. Reaksi Karbonil Amino (Eskin *et. al.*, 1971; Apandi, 1984).

2. Selanjutnya terjadi suatu seri perubahan (*amadori rearrangement*) di dalam molekul sehingga menjadi *aminoaldose* atau *aminoketose* (Gambar 2).



Gambar 2. Amodori rearrangement (Eskin *et. al.*, 1971; Apandi, 1984).

3. Dehidrasi dari hasil reaksi amadori membutuhkan turunan-turunan *furfuraldehid* misalnya dari *heksosa* diperoleh *hidroksimetil furfural*;

4. Proses dehidrasi selanjutnya menghasilkan antara *metil dikarbonil* yang diikuti penguraian menghasilkan reduktor-reduktor dan *dikarboksil* seperti *metil glioksal*, *asetol*, dan *diesetil*.
5. Aldehid-aldehid aktif dari 3 dan 4 terpolimerisasi tanpa mengikutsertakan gugus amino membutuhkan senyawa berwarna coklat yang disebut *melanoidin*.

2.6 Pemanfaatan Enzim dalam Pangan

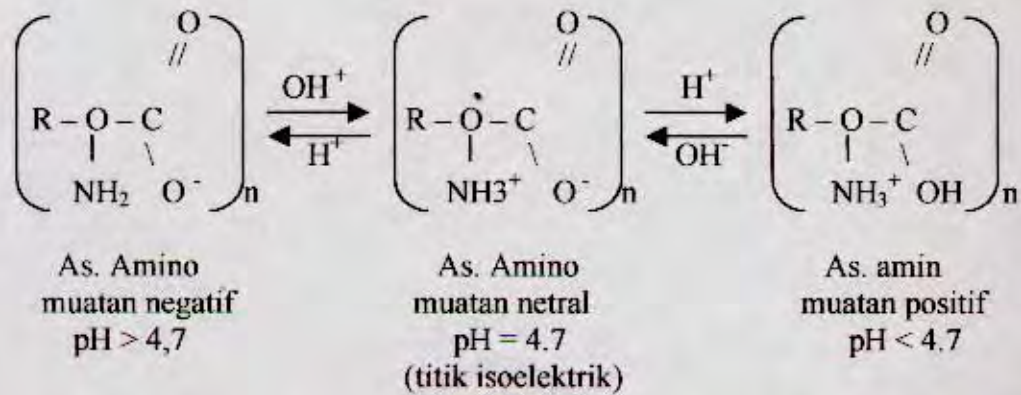
Enzim berperan besar dalam proses-proses seluler akibatnya kemampuan *proteolitis*-nya yang esensial yang meliputi proses digesti, translokasi, tukar ganti protein, sekresi protein, aktivitas enzim, dan pembentukan hormon. Enzim juga terlibat dalam aktivitas beberapa toksin yang penting dalam makanan. Oleh sebab itu aktivitas enzim ini perlu dimanipulasi sehingga dapat dimanfaatkan secara luas.

Enzim yang sudah diisolasi dari jaringan baik dari mikroorganisme, jaringan hewan, maupun tumbuhan mempunyai peranan besar dalam berbagai industri. Kemampuannya *proteolilisa* dari enzim itu telah banyak diaplikasikan pada industri-industri pembuatan roti, produksi keju, penjernihan bir, pengempukan daging, dan sebagainya.

Menurut Enzyme Commission, enzim yang diberi kode angka 3 pada nomor EC-nya, hal ini berarti enzim tersebut termasuk golongan enzim hidrolisis. Enzim hidrolisis dapat memecah substratnya dengan adanya molekul air. Enzim hidrolisis memiliki tingkat spesifikasi yang berbeda-beda dalam menghidrolisis ikatan peptida molekul-molekul protein (Smith, 1995).

2.7 Proses Hidrolisis Protein Udang

Protein udang terdiri dari asam amino yang satu sama lainnya terikat oleh ikatan *peptida*. Asam amino bersifat sebagai ion dipolar (*switter ion*) dan bersifat *amfoter*. Ion dipolar berarti mempunyai muatan-muatan listrik yaitu positif dan negatif. Amfoter berarti dapat bereaksi dengan *asam* dan *basa*. Reaksi asam amino pada isoelektrik dapat dilihat pada Gambar 3.



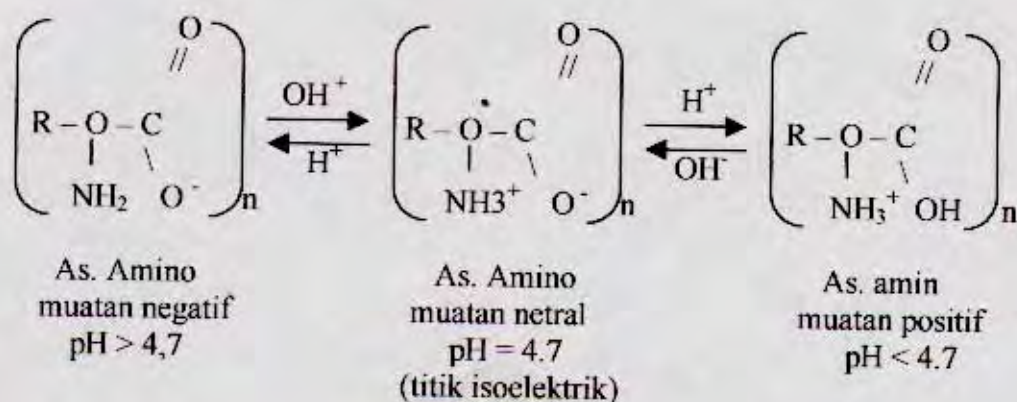
Gambar 3. Reaksi Asam Amino pada Isoelektrik (Eskin *et. al.*, 1971)

Asam amino pada atom C yang sama (C kiral), mengandung gugus amino (NH_2) dan gugus karboksil (COOH). Gugus amino sebagai gugus karboksil asam yang dapat melepaskan ion H^+ , sehingga berbentuk ion COO^- . Bentuk asam amino terutama tergantung pada keadaan konstanta disosiasi dengan gugus asam amino dan juga pH larutan tersebut yaitu ion H^+ .

Dalam larutan asam (pH rendah), gugus amino bereaksi dengan H^+ , sehingga asam amino bermuatan positif. Bila pada kondisi ini dilakukan *elektrolisis* molekul protein akan bergerak kearah katoda. Dan begitu pula sebaliknya.

Proses hidrolisis adalah proses pemecahan substrat menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana dengan bantuan molekul air. Pada proses hidrolisis protein udang yang tidak larut diubah menjadi *nitrogen* terlarut berupa peptida, asam amino, amina dan senyawa-senyawa pembentuk cita rasa. Hidrolisis enzim dengan menggunakan enzim protease seperti *papain*, *bromelin*, *ficin*, dan *protamex* dapat menaikkan kelarutan protein. Oleh adanya enzim maka reaksi dapat dipercepat kira-kira 10^{12} sampai 10^{20} kali jika dibandingkan dengan tanpa menggunakan enzim (Winarno, 1995).

Protein akan terhidrolisis apabila dicampur dengan asam, alkali, atau enzim proteolitik (Kirk dan Othmer, 1953). Dalam proses hidrolisis, protein udang akan mengalami pemecahan secara bertahap menjadi suatu molekul-molekul *peptida* yang sederhana dan asam-asam amino (Werthein dan Jeskey, 1956).



Gambar 3. Reaksi Asam Amino pada Isoelektrik (Eskin *et. al.*, 1971)

Asam amino pada atom C yang sama (C kiral), mengandung gugus amino (NH_2) dan gugus karboksil (COOH). Gugus amino sebagai gugus karboksil asam yang dapat melepaskan ion H^+ , sehingga berbentuk ion COO^- . Bentuk asam amino terutama tergantung pada keadaan konstanta disosiasi dengan gugus asam amino dan juga pH larutan tersebut yaitu ion H^+ .

Dalam larutan asam (pH rendah), gugus amino bereaksi dengan H^+ , sehingga asam amino bermuatan positif. Bila pada kondisi ini dilakukan *elektrolisis* molekul protein akan bergerak kearah katoda. Dan begitu pula sebaliknya.

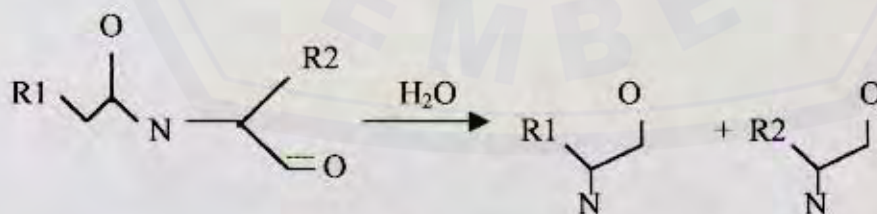
Proses hidrolisis adalah proses pemecahan substrat menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana dengan bantuan molekul air. Pada proses hidrolisis protein udang yang tidak larut diubah menjadi *nitrogen* terlarut berupa peptida, asam amino, amina dan senyawa-senyawa pembentuk cita rasa. Hidrolisis enzim dengan menggunakan enzim protease seperti *papain*, *bromelin*, *ficin*, dan *protamex* dapat menaikkan kelarutan protein. Oleh adanya enzim maka reaksi dapat dipercepat kira-kira 10^{12} sampai 10^{20} kali jika dibandingkan dengan tanpa menggunakan enzim (Winarno, 1995).

Protein akan terhidrolisis apabila dicampur dengan asam, alkali, atau enzim proteolitik (Kirk dan Othmer, 1953). Dalam proses hidrolisis, protein udang akan mengalami pemecahan secara bertahap menjadi suatu molekul-molekul *peptida* yang sederhana dan asam-asam amino (Werthein dan Jeskey, 1956).

Fennema (1985) menyatakan bahwa hidrolisis protein secara sempurna (asam, alkali, enzim) akan menyebabkan asam amino membentuk konfigurasi L dan dari rantai sisi awalnya akan berbeda satu sama lain. Sebagian besar protein memiliki komponen asam amino yang terdiri dari suatu group dengan 20 macam asam amino yang berbeda. Komponen asam-asam amino diikat bersama oleh substitusi ikatan *amida* yang disebut *ikatan peptida*. Pembentukan rantai polipeptida terdiri dari beberapa ratusan unit (residu asam amino). Asam amino merupakan monomer dari molekul protein. Hidrolisat protein mengandung ke-20 macam asam amino, selain juga terdapat asam-asam amino yang lainnya.

Johson dan Petron (1974) mengemukakan bahwa kelemahan penggunaan asam untuk hidrolisat protein adalah terbentuknya zat warna kehitaman atau hitam kecoklatan yang dinamakan *humin* atau *melanin* yang terbentuk dari kondensasi inti induk *triptofan* dengan *aldehid* yang berasal dari karbohidrat yang terdapat pada bahan. Menurut Anglemier dan Montgomery (1976), keuntungan penggunaan asam untuk hidrolisis protein adalah terjadinya *resemisasi* pada asam-asam amino dapat dihindari.

Hidrolisat protein adalah produk dasar multi komponen, formula nutrisi yang kompleks dengan komposisi kimia yang baik. Produk itu terutama didesain sebagai sumber nutrisi bagi individu yang mempunyai kebutuhan nutrisi tertentu. Hidrolisat protein yang digunakan pada formulasi nutrisi umumnya dibagi menjadi dua kategori yaitu partikel hidrolisat dan extensive hidrolisat. Perbedaan kedua jenis ini akan mempengaruhi produk akhir (Mohmoud, 1994).



R1 = rantai peptida sebelumnya

R2 = rantai peptida sesudahnya

Gambar 4. Hidrolisis Ikatan Peptida oleh Protease (Nelson, 1997)

Gambar diatas menunjukkan reaksi sederhana pemutusan ikatan peptida oleh enzim protease. Pada reaksi ini satu mol air ditambahkan untuk setiap pemutusan satu ikatan peptida. Hidrolisis ikatan peptida menyebabkan beberapa perubahan dalam protein sebagai berikut.

1. NH_3^+ dan COO^- bertambah, yang akan menambah kelarutan;
2. Berat molekul protein atau polipeptida berkurang;
3. Struktur globular dari protein rusak.

(Nielsen, 1997)

Ketika protein dihidrolisis terjadi perubahan *flavor* yang disebabkan oleh pembentukan peptida-peptida pendek dan asam-asam amino serta lepasnya komponen-komponen *flavor non-protein* dari bahan baku. Setiap komponen bahan baku mempunyai karakter rasa yang khas yang mungkin ditimbulkan dari komponen non-protein. Hidrolisis akan merubah struktur dari protein dan menyebabkan penurunan kemampuan interaksi komponen aroma tersebut. Protein pangan yang memiliki berat lebih dari 6000 dalton umumnya berperan pada pembentukan rasa gurih, sedangkan peptida yang memiliki berat molekul rendah memiliki rasa pahit. Rasa pahit merupakan problem utama terhadap hidrolisat protein. Namun demikian penutupan rasa pahit dapat dilakukan dengan penambahan *gelatin* karena *glisin* sebagai produk hidrolisisnya dapat menurunkan rasa pahit dari hidrolisat protein.

Berbeda dengan penggunaan MSG yang menghasilkan satu jenis asam amino yaitu *asam glutamat* sedangkan pada hidrolisat protein dengan menggunakan enzim, asam aminonya lebih kompleks karena setiap jenis protein tersusun atas berbagai macam asam amino. Dengan demikian disamping sebagai penyedap rasa, hidrolisat protein juga dapat berperan sebagai protein fungsional.

Hidrolisis enzimatis lebih menguntungkan dibanding secara kimiawi karena hidrolisis protein secara enzimatis menghasilkan asam-asam amino bebas dan peptida dengan rantai pendek yang bervariasi untuk memproduksi hidrolisat dengan *flavor* yang berbeda serta menghambat rusak *tirosin* dan *triptofan* khususnya *triptofan* pembentuk *flavor* (Jonhson dan Peterson, 1974). Oleh sebab

itu hidrolisis protein udang dengan menggunakan enzim dapat digunakan bila tujuannya untuk menghasilkan komplemen asam amino lengkap.

2.8 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Hidrolisis Enzim

2.8.1 Konsentrasi Substrat

Jika konsentrasi substrat meningkat sementara semua kondisi lainnya diperhatikan tetap tidak berubah (konstan), percepatan awal yang terukur maka nilai kecepatan yang diukur bila substrat sudah bereaksi jumlahnya sedikit sekali akan meningkat sampai mencapai nilai maksimum, kecepatan maksimum dan tidak berlanjut. Percepatan reaksi meningkat dengan meningkatnya konsentrasi substrat hingga mencapai suatu keadaan dimana enzim tersebut dikatakan sudah jenuh oleh substrat (Harper, 1999).

2.8.2 Konsentrasi Enzim

Enzim merupakan reaktan yang bergabung dengan substrat untuk membentuk kompleks enzim-substrat, enzim yang terurai, dan membentuk produk serta enzim bebas. Kecepatan awal suatu reaksi merupakan kecepatan yang diukur sebelum terbentuk produk yang cukup untuk memungkinkan terjadinya reaksi balik. Kecepatan awal suatu reaksi yang dikatalisis-enzim selalu sebanding dengan konsentrasi enzim (Harper, 1999).

2.8.3 pH

Pada umumnya enzim bersifat *amfolitik* yang berarti enzim konstanta disosiasi pada gugus asam maupun gugus basanya, terutama pada gugus residu terminal amoniannya. Diperkirakan perubahan keaktifan enzim diakibatkan perubahan pH yaitu perubahan ionisasi enzim, substrat, atau kompleks enzim substrat. Enzim menunjukkan aktivitas maksimum pada suatu kisaran pH yang disebut pH optimum antara pH 4,5 – 8. Pengendalian pH mempengaruhi aktivitas enzim sangat diperlukan dalam praktek teknologi pangan. Industri pangan dengan menggunakan enzim mempunyai peranan penting. Pengaturan pH harus ditunjukkan untuk mendapatkan keaktifan enzim yang maksimum (Winarno, 1995).

Enzim dapat pula mengalami perubahan konformasi bila pH bervariasi. Gugus bermuatan yang jauh dari daerah terikatnya substrat mungkin diperlukan untuk mempertahankan struktur *tersier* atau *kuarternet* yang aktif. Dengan merubahnya muatan pada gugus ini, protein dapat terbuka menjadi lebih kompleks atau berdisosiasi menjadi *protomer*, bila semua itu terjadi mengakibatkan kehilangan aktifitas yang tergantung pada besarnya perubahan, aktivitas bisa pulih atau tidak ketika enzim tersebut dikembalikan kepada pH optimal (Happer, 1999).

2.8.4 Temperatur

Meskipun kenaikan suhu akan meningkatkan kecepatan reaksi yang dikatalisis enzim, namun kenyataan hal itu berlaku dalam kisaran suhu yang terbatas. Kecapatan reaksi mula-mula meningkat dengan kenaikan suhu dan peningkatan energi kinetik pada molekul-molekul yang bereaksi. Akan tetapi pada akhirnya energi kinetik enzim akan melampaui rintangan energi untuk memutuskan ikatan *hidrogen* dan *hidrofobik* yang lemah yang mempertahankan struktur sekunder tersiernya (Haper, 1999).

Pengaruh suhu terhadap enzim ternyata agak kompleks misalnya suhu yang terlalu tinggi dapat mempercepat pemecahan atau kerusakan enzim, sebaliknya semakin tinggi suhu (dalam batas tertentu) semakin aktif enzim tersebut. Bila suhu masih mengalami peningkatan maka laju kerusakan enzim akan melampaui reaksi katalisis enzim (Winarno, 1995).

2.9 Enzim Protamex

Protamex merupakan produk yang murni sebagai enzim makanan yang telah direkomendasikan oleh FAO/WHO komite ahli makanan tambahan (JECFA) dan kode makanan kimia (FCC). Protamex adalah enzim protease kompleks yang dihasilkan atau diproduksi melalui pengembangbiakan bakteri *Bacillus*. Enzim *Protamex* dikembangkan terutama untuk proses hidrolisis protein dalam bahan pangan (Anonim, 2003). Enzim ekstraseluler yang diproduksi oleh bakteri *Bacillus* ini merupakan *endopeptidase* yaitu bekerja dengan cara memotong ikatan peptida dari bagian dalam rantai *polipeptida* menghasilkan unit-unit asam amino (Winarno, 1983).

Tipe produk *Protamex* adalah warna coklat menyala, mudah larut, bentuk berupa butiran-butiran kecil yang bening dengan ukuran rata-rata partikel $250\mu - 450\mu$. Warna *Protamex* akan berubah dari gumpalan-gumpalan dan intensitas warnanya tidak menunjukkan kekuatan produk.

Berdasarkan beberapa *endoprotease* yang lain enzim *protamex* akan menghasilkan hidrolisat yang tidak pahit meskipun pada tingkat hidrolisis yang rendah. Enzim *Protamex* bekerja pada kondisi yang optimal antara pH 5,5 – 7,5 dan $35^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C}$ ($95^{\circ}\text{F} - 140^{\circ}\text{F}$). Enzim *Protamex* dapat diinaktifkan selama 30 menit pada suhu 50°C (122°F) atau lebih tinggi ketika pada pH 4 dan dalam waktu 10 menit pada suhu 85°C (185°F) atau lebih tinggi ketika pH 8. Tetapi keaktifannya tergantung pada substrat yaitu konsentrasi substrat, pH dan lain-lain. (Anonim, 2003).

2.10 Gluten

Gluten merupakan salah satu jenis protein gandum. Berdasarkan jumlah dan mutu proteinnya, ada dua macam jenis tepung gandum yaitu tepung gandum jenis lunak dan tepung gandum jenis keras. Tepung gandum jenis lunak mempunyai kandungan protein antara 7% – 9%, sedangkan tepung gandum jenis keras kandungan proteinnya antara 11% – 13%. Protein dalam tepung gandum digolongkan menjadi empat golongan berdasarkan kelarutannya yaitu *albumin* (larut dalam air), *globulin* (larut dalam garam/ NaCl 10%, tetapi tidak larut dalam air), *gliadin* (larut dalam 70%–90% etanol), dan *glutenin* (tidak larut dalam larutan netral dan alkohol). Komposisi dari keempat protein tersebut secara rinci adalah terdiri dari 15 % non-gluten dan 85% gluten. Protein non-gluten terdiri dari 60% *albumin* dan 40% *globulin*. Sedangkan gluten terdiri dari *gliadin* yang mempunyai berat molekul rendah dan bersifat polar, sedangkan *glutenin* yang mempunyai berat molekul tinggi dan bersifat non-polar .

Gluten terbentuk dari *gliadin* dan *glutenin* yang bereaksi dengan air, dipercepat dengan perlakuan mekanis, dan membentuk jaringanh tiga dimensi. Gluten mempunyai sifat lentur (*elastis*) dan rentang (*ekstensibel*). Kelenturan gluten terutama ditentukan oleh *glutenin*, sedangkan kerentangannya ditentukan

oleh *gliadin*. Gliadin tersusun oleh *glutamin*, *asam glutamat*, *prolin* dan sedikit *lisin*.

Berdasarkan sifat-sifat *rheologi* yang dikehendaki, gluten di bedakan menjadi tiga jenis yaitu gluten konsentrasi tinggi (*high gluten concentration*), gluten konsentrasi sedang (*moderate gluten concentration*), dan gluten konsentrasi rendah (*low gluten concentration*). Gluten konsentrasi tinggi (6% – 10% dalam 8 mol perliter larutan urea) mempunyai sifat kelarutan rendah, *kohesif*, tidak elastis, dan mempunyai berat molekul tinggi. Gluten konsentrasi sedang (5% – 6% dalam 3 mol perliter larutan urea) memiliki sifat kohesif, elastis, dan hampir sama dengan gluten alami. Gluten konsentrasi rendah (0,1% – 1% dalam 1 mol perliter larutan urea) memiliki sifat mudah larut, lunak, lekat (*sticky*), dan memiliki berat molekul sedang (Lasztity, 1984).

Berdasarkan kadar airnya gluten dikenal ada dua jenis yaitu basah (*wet gluten*) dan kering (*dry gluten*). Gluten basah tidak tahan disimpan karena mudah ditumbuhi mikroba, sedangkan yang kering lebih tahan di simpan. Komposisi Kimia gluten dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Komposisi Gluten

Komposisi	Gluten Basah (%)	Gluten Kering(%)
Air	70	10
Protein	22	72
Lemak	2	4
Karbohidrat	6	14

Sumber; Buckle *et.al.*,1984

Dengan bantuan bahan-bahan lain, gluten akan membentuk jaringan tiga dimensi yang dapat menangkap gas yang ditimbulkan selama proses pembuatan adonan (Satin, 1988).

Dengan adanya air dan reaksi mekanis gluten membentuk adonan yang *elastis*. Adonan mengalami perenggangan sehingga membentuk lapisan (*film*) dan dengan adanya tekanan terbentuk gelembung gas. Pada waktu pengukusan atau pemanggangan, gluten terkoagulasi dan membentuk struktur setengah paku (*semi rigid structure*), sedangkan pati oleh adanya air dan panas membentuk pasta dan mengeras sehingga terjadi pengembangan (Potter, 1978).

Pembentukan lapisan *film* yang merupakan *lipoprotein* kompleks terjadi melalui pengelompokan ikatan hidrogen antara gluten dengan *lipida* polar, *gliadin* berikatan secara *hidrolik* dengan *lipida* polar. Sedangkan *glutenin* berikatan secara *hidrofobik* (Satin, 1988). Pembentukan lapisan *lipoprotein* kompleks itu dipengaruhi oleh dua faktor, pertama adalah jumlah dan kualitas komponen protein gluten kompleks yang meliputi kelarutan, komposisi asam amino, distribusi berat molekul, dan struktur, sedangkan faktor kedua adalah interaksi antara fraksi protein yang ada dalam gluten kompleks yang meliputi ikatan sulfida, ikatan gluten kompleks yang meliputi *elektrostatik*, dan *hidrofobik* (Lasztity, 1984).

Hubungan kelarutan protein ini dalam pembentukan adonan sangat nyata. Matrik protein yang telah larut sangat penting untuk pembentukan adonan yang *kohesif*, disamping itu protein kontinyu dengan adanya pati dan air. Jumlah komponen yang mudah terdispersi mempunyai korelasi negatif dengan kualitas *rheologi* dari gluten dan adonan. Kenaikan fraksi yang tidak terdispersi dapat memperbaiki kualitas *rheologi* gluten (Lasztity, 1984). Jadi secara garis besar pembentukan adonan dipengaruhi oleh jumlah air, gluten, dan pati yang berperan dalam pembentukan struktur setengah kaku (Potter, 1978).

2.11 Hipotesis

Berdasarkan teori-teori diatas maka dapat disusun hipotesis sebagai berikut.

1. Penambahan jumlah hidrolisat udang berpengaruh terhadap sifat-sifat kerupuk udang yang baik;
2. Penambahan jumlah gluten berpengaruh terhadap sifat fisik (struktur) kerupuk udang dengan sifat yang baik;
3. Dengan variasi antara penambahan hidrolisat udang dan gluten yang tepat akan menghasilkan kerupuk udang dengan sifat-sifat yang baik.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat Penelitian

3.1.1 Bahan Penelitian

Bahan dasar yang digunakan dalam pembuatan kerupuk udang adalah tepung tapioka merk "99", udang segar, tepung terigu merk "Gunung Bromo", gluten, garam, bubuk bawang putih, garam, gula halus, kuning telur, air hangat dan plastik pembungkus adonan dan kerupuk.

Bahan kimia yang digunakan untuk keperluan analisa adalah aquades, Benzen murni, dan enzim **PROTAMEX**TM didapat dari Novo Nordisk Finlandia.

3.1.2 Alat Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan alat-alat yang dapat menunjang pelaksanaan penelitian atau proses pengumpulan data, baik analisa di Laboratorium maupun uji Organoleptik dalam bentuk Lembaran Kuesioner. Alat-alat yang digunakan sebagai berikut.

1. Alat-alat pada pembuatan kerupuk udang adalah baskom, panci, kompor (Rinnai), pisau, Blender (Waring Comercial Blendor), Mixer (Philips), sendok, nampan, kukusan (dandang), timbangan analitis (Ohaus gt 410), kain saringin, alat penggorengan, plastik pembungkus dan sebagainya;
2. Alat-alat yang digunakan untuk analisis adalah alat-alat gelas, Oven (Memert), timbangan analitis (Ohaus gt 410), Krus porselen, penjepit, Desikator, penegas air, kertas saring, alat-alat Destilasi, Pemanas Kjeldahl, Thermometer, dan Eksikator
3. Instrumen yang digunakan untuk uji sensoris pada panelis adalah berupa Lembaran Kuesioner yang merupakan sarana yang dipakai untuk mengetahui pendapat panelis terhadap sampel yang akan diuji dalam satu kesatuan berupa uji aroma, kerenyahan, tekstur, dan uji kesukaan.



3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian mengenai "Pemanfaatan Hidrolisat udang (*Penaeus sp*) pada Proses Pembuatan Kerupuk Udang dengan Variasi Penambahan Gluten" dilakukan di Laboratorium Pengendalian Mutu Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan September 2002 sampai dengan bulan Januari 2003.

3.3 Metode Penelitian

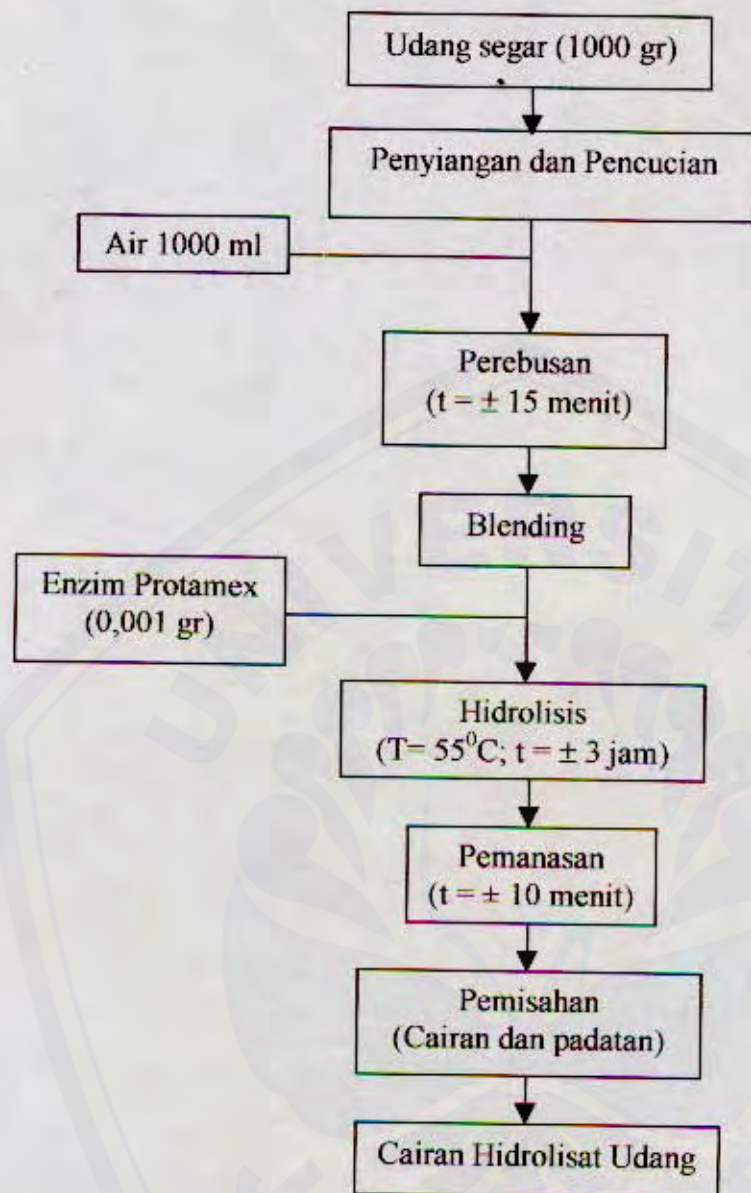
3.3.1 Prosedur Kerja

Penelitian ini dibagi menjadi dua tahap yaitu proses pembuatan hidrolisat udang dengan menggunakan enzim *Protamex* dan proses pembuatan kerupuk dengan penambahan gluten.

1. Pembuatan Hidrolisat Udang

Metode hidrolisis enzim *Protamex* pada udang segar bertujuan untuk memperoleh hasil akhir berupa hidrolisat udang yang mengandung asam amino kompleks dari pemecahan rantai *polipeptida* menjadi peptida-peptida pendek sehingga menghasilkan *flavor* alami yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

Proses pembuatan hidrolisat udang dapat dijelaskan sebagai berikut: 500 gram udang segar dibersihkan dari kotoran dan dicuci dengan menggunakan air yang mengalir. Kemudian perebusan udang dalam 1000 ml air selama ± 15 menit. Udang beserta air sisa rebusan diblender sampai halus dan didinginkan. Proses hidrolisis dilakukan dengan menggunakan 0,001 gram enzim *Protamex* selama ± 3 jam dan suhu 55°C . Hasil hidrolisis protein udang dipanaskan sampai mendidih untuk menginaktifkan enzim dan diikuti dengan proses pendinginan. Cairan hidrolisat udang diperoleh dari hasil pemisahan cairan dengan padatan daging udang, dengan menggunakan kain saringan. Diagram alir proses pembuatan hidrolisat udang dengan menggunakan enzim *Protamex* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Alir Proses Pembuatan Hidrolisat Udang

2. Pembuatan Kerupuk Udang

Hidrolisat udang yang diperoleh dari proses hidrolisis enzim *Protamex* akan digunakan pada saat pembuatan adonan kerupuk, bersama-sama dengan bahan baku pembuatan kerupuk udang dan variasi penambahan gluten.

Proses pembuatan kerupuk udang adalah sebagai berikut: 100 gram tepung tapioka dicampur sampai homogen dengan 25 gram tepung terigu dan dibagi

menjadi dua bagian (50%:50%). Setiap perlakuan penambahan prosentase hidrolisat udang (15; 20; 25; dan 30 gram) ditambah dengan bumbu-bumbu yaitu 3 gram bubuk bawang putih, 3 gram garam, 2 gram gula halus dan 10 gram kuning telur, diaduk secara merata. Tambahkan 50% dari jumlah tepung dan dilakukan pencampuran pertama, dengan cara mencampur tepung secara merata membentuk campuran yang homogen. Sedangkan penambahan air hangat dilakukan secara bertahap, pertama bersama dengan adonan awal yang jumlahnya jumlahnya disesuaikan dengan jumlah penambahan prosentase hidrolisat udang yaitu 45 ml untuk 15 gram hidrolisat, 40 ml untuk 20 gram hidrolisat, 35 ml untuk 25 gram hidrolisat, dan 30 ml untuk 30 gram hidrolisat udang, kemudian diaduk sampai merata. Selanjutnya dilakukan pemanasan dengan menggunakan api kecil dan dilakukan pengadukan sampai menjadi bubur. Adonan setengah masak tersebut ditambahkan 50% sisa tepung dan ditambahkan air hangat sebagai tahap pencampuran kedua, sambil diuleni sampai adonan menjadi kalis, tidak lengket dan mudah dibentuk.

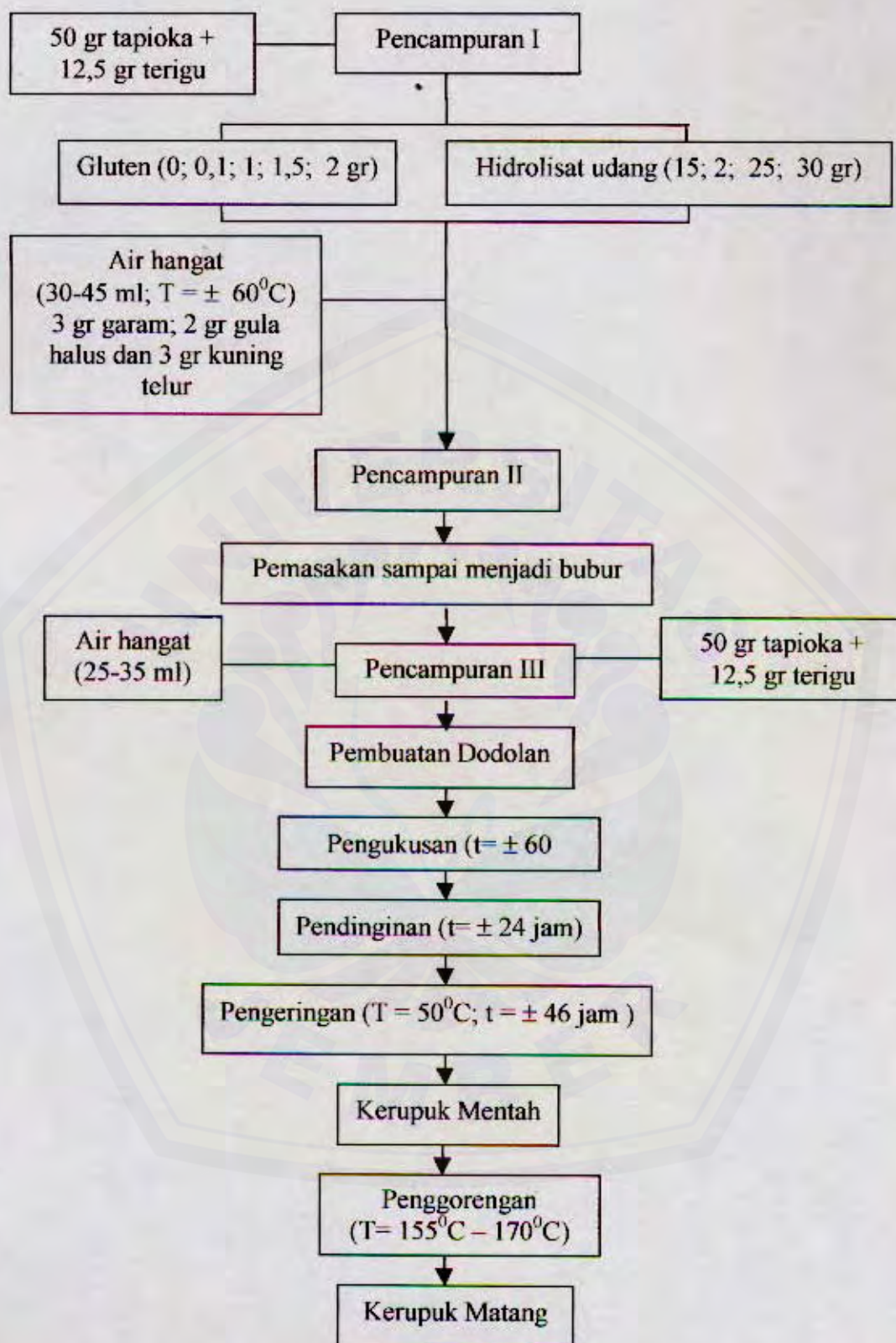
Tahap selanjutnya pembuatan dodolan adonan dalam plastik dan dilakukan pengukusan selama 60 – 90 menit atau adonan menjadi bening. Setelah adonan masak, dilakukan 2 tahap proses pendinginan yaitu dengan menggunakan suhu normal (diangin-anginkan) selama 1 – 2 jam dan pendinginan dengan menggunakan suhu mesin pendingin (kulkas) kisaran suhu $5^{\circ}\text{C} - 10^{\circ}\text{C}$, bertujuan agar adonan yang telah masak mudah diiris dengan ketebalan ± 2 milimeter.

Irisan adonan dikeringkan dengan menggunakan oven bersuhu 60°C selama ± 48 jam sehingga diperoleh kadar air kerupuk yang optimal untuk penyimpanan atau pengawetan kerupuk udang mentah dan untuk pengembangan kerupuk selama proses penggorengan.

Proses penggorengan kerupuk udang mentah menjadi kerupuk udang matang merupakan tahap terakhir dengan menggunakan minyak goreng yang dipanaskan di atas api kecil dengan kisaran suhu $155^{\circ}\text{C} - 170^{\circ}\text{C}$ selama ± 46 detik. Diusahakan selama proses penggorengan, suhu minyak merata dan teknik penggorengan membolak-balikkan posisi permukaan kerupuk bergantian agar kerupuk masak dengan sempurna.

Sedangkan untuk variasi penambahan prosentase gluten (0; 0,5; 1; 1,5 dan 2 gram), komposisi bahan dan perlakuannya sama seperti pembuatan kerupuk udang dengan penambahan prosentase hidrolisat udang. Namun yang berbeda adalah pada komposisi penambahan air yaitu 30 ml untuk penambahan pertama dan 30 ml untuk penambahan yang kedua dari semua perlakuan penambahan gluten. Diagram alir proses pembuatan kerupuk udang dapat dilihat pada Gambar 6.





Gambar 6. Diagram Alir Penelitian Proses Pembuatan Kerupuk Udang

3.3.2 Pengamatan

Penelitian ini dibagi menjadi 3 tahap pengamatan yaitu pengamatan (analisa) terhadap sifat kimia, sifat fisik (daya kembang), dan uji organoleptik.

3.3.2.1 Sifat Kimia

1. Kadar Air Kerupuk Udang Mentah (Metode Oven, Sudarmadji, dkk., 1997).

Untuk mengetahui kadar air kerupuk udang mentah dari 2 jenis perlakuan yaitu dengan penambahan hidrolisat udang dan penambahan gluten, dimana setiap perlakuan terdiri dari 20 jenis kombinasi sampel. Dan dari 20 jenis kombinasi sampel dilakukan analisa kadar air dengan penggulangan sebanyak 3 kali untuk memperoleh data yang akurat.

2. Kadar Lemak Kerupuk Udang Mentah (Metode Soxlet, Sudarmadji, dkk., 1997)

Penentuan kadar lemak kerupuk udang mentah dilakukan dari 2 jenis perlakuan yaitu dengan penambahan prosentase hidrolisat udang dan penambahan gluten. Setiap perlakuan memiliki 20 jenis kombinasi sampel dianalisa kadar lemak kerupuk dari setiap perlakuan dengan penggulangan sebanyak 2 kali untuk memperoleh data yang akurat.

3. Serapan Minyak Kerupuk Udang Matang

Serapan minyak kerupuk udang mentah ditentukan dari pengurangan hasil analisa kadar lemak kerupuk udang matang dengan kadar lemak kerupuk udang mentah yang telah dianalisa sebelumnya. Serapan minyak kerupuk udang dihitung dari 2 jenis perlakuan yaitu dengan penambahan prosentase hidrolisat udang dan penambahan gluten. Setiap perlakuan memiliki 20 jenis kombinasi sampel dan dilakukan penggulangan sebanyak 2 kali untuk memperoleh data yang akurat.

3.3.2.1 Pengamatan Fisik /Daya Kembang (Metode Seed Displacememt Test)

Daya kembang merupakan analisa terhadap pengembangan volume sampel dari keadaan awal menjadi keadaan akhir setelah kerupuk di gorengkan. Dari dua jenis perlakuan yaitu dengan jumlah penambahan hidrolisat udang dan

penambahan gluten, dimana setiap perlakuan 20 jenis kombinasi sampel yang berbeda, diuji daya kembangnya sebanyak 3 kali pengulangan.

3.3.2.2 Uji Organoleptik

Pengujian organoleptik yang ingin diketahui adalah tanggapan konsumen terhadap sampel yang uji berupa pengujian aroma, kerenyahan, tekstur dan uji kesukaan (penilaian secara umum). Hasil pengujian panelis tersebut diisi dalam lembar pengisian uji organoleptik yang telah disediakan. Tingkatan penilaian dilakukan berdasarkan tanggapan panelis terhadap pengujian organoleptik dari 2 perlakuan, setiap perlakuan terdiri 20 jenis kombinasi sampel. Pengujian organoleptik ini dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali oleh 15 panelis untuk menghasilkan data yang akurat.

3.4 Rancangan Percobaan

Penelitian kombinasi sampel yang akan dianalisa adalah jumlah persentase hidrolisat udang (A) dan jumlah persentase gluten (B) setiap 100 gram bahan.

1. Jumlah persentase hidrolisat (A)

Penelitian ini menggunakan empat jenis komposisi hidrolisat yang berbeda yaitu :

A1 = 15 gram

A2 = 20 gram

A3 = 25 gram

A4 = 30 gram

2. Jumlah persentase gluten (B)

Jumlah gluten yang ditambahkan terdiri dari lima jenis komposisi yang berbeda yaitu :

B1 = 0 gram

B2 = 0,5 gram

B3 = 2,0 gram

B4 = 2,5 gram

B5 = 3,0 gram

Kombinasi perlakuan dari kedua faktor tersebut dalam penelitian dilakukan secara acak. Kombinasi perlakuan penelitian dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Kombinasi Perlakuan Penelitian

I	II	III	IV	V
A1B1	A1B2	A1B3	A1B4	A1B5
A2B1	A2B2	A2B3	A2B4	A2B5
A3B1	A3B2	A3B3	A3B4	A3B5
A4B1	A4B2	A4B3	A4B4	A4B5

Pengolahan data hasil analisa pengujian sifat kimia, sifat fisik, dan uji organoleptik dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif. Data hasil penelitian dijumlah dan diklasifikasi sehingga data tersusun berurutan, selanjutnya dibuat tabel dan untuk mempermudah memahami hasil penelitian dan dibuat grafik (Suharsini, 1993).

3.5 Prosedur Pengamatan

3.5.1 Sifat Kimia

3.5.1.1 Kadar Air (Metode Oven, Sudarmadji dkk., 1997)

Pengukuran kadar air dilakukan dengan cara menimbang botol kering/botol timbang (a gram). Sampel yang akan diuji di haluskan dan ditimbang didalam botol timbang yang sama (b gram). Dilakukan pengovenan pada suhu $100^{\circ}\text{C} - 105^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam. Sampel yang telah dikeringkan, didinginkan dalam eksikator selama 15 menit dan ditimbang. Perlakuan tersebut dilakukan sampai diperoleh berat yang konstan (c gram).

Perhitungan :

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{(b - c)}{(b - a)} \times 100\%$$

3.5.1.2 Kadar Lemak (Metode Soxhlet, Sudarmadji., 1997)

Kertas saring dioven, kemudian dieksikator selama 15 menit dan ditimbang beratnya (a gram). Sampel berupa kerupuk mentah yang telah haluskan dan dikeringkan, ditimbang 1 – 2 gram (b gram), kemudian diletakan diatas kertas

saring, dibungkus dengan rapi dan diikat dengan menggunakan benang. Sampel diletakkan dalam oven pada suhu 60°C selama 24 jam kemudian didinginkan dalam eksikator selama 30 menit dan ditimbang. Kertas saring yang berisi sampel diletakkan pada tabung Ekstraksi soxhlet, kemudian pasang alat Kondensor diatasnya dan labu lemak dibawahnya. Selanjutnya air pendingin dialirkan melalui Kondensor dan kemudian memasang tabung Ekstraksi soxhlet dan labu lemak yang telah diisi pelarut Benzen secukupnya sesuai dengan banyaknya sampel.

Dilakukan refluk selama ± 3 jam sampai pelarut yang turun ke labu lemak berwarna jernih. Pelarut yang kembali ke dalam labu didih yang pertama kali merupakan satu sirkulasi pelarut (sirkulasi pertama) dicapai, sampel dikeluarkan dari tabung ekstraksi dan dikeringkan dalam oven bersuhu 60°C selama 15 menit. Sampel ditimbang secara berulang kali sehingga menghasilkan berat yang konstan (c gram). Demikian pula dengan perlakuan untuk sampel kerupuk yang telah digoreng untuk mengetahui kadar lemaknya sehingga diperoleh serapan minyak kerupuk udang. Kadar lemak kerupuk dalam bahan dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

Perhitungan:

$$\% \text{ Kadar Lemak} = \frac{a - b}{\text{gram sampel}} \times 100\%$$

$$\text{Total Serapan Minyak} = \% \text{ Kadar Lemak Kerupuk Matang} - \% \text{ Kadar Lemak Kerupuk Mentah}$$

3.5.2 Daya Kembang (Metode Seed Displancememt Test)

Tingkat pengembangan kerupuk dinyatakan sebagai selisih volume tumpahan biji millet setelah penggorengan (b) dengan volume tumpahan biji millet sebelum kerupuk digoreng (a). Pengujian daya kembang kerupuk dimulai dengan pengukuran biji millet secara merata sesuai dengan luas dan ketinggian permukaan wadah yang akan digunakan sesuai dengan luas dan ketebalan kerupuk mentah dan kerupuk matang. Kerupuk mentah dimasukkan kedalam wadah berisi biji millet sehingga terdapat tumpahan biji millet. Tumpahan biji itu akan diukur

volumenya sehingga akan diketahui volume kerupuk mentah (a). Perlakuan yang sama juga dilakukan terhadap kerupuk matang sehingga diperoleh volume kerupuk matang (b).

Perhitungan :

$$\text{Daya Kembang} = \frac{b}{a} \times 100\%$$

3.5.3 Uji Organoleptik

Penjujian organoleptik kerupuk udang dilakukan terhadap aroma, struktur, kerenyahan dan kesukaan terhadap kerupuk udang matang. Pengujian ini dilakukan oleh 15 orang panelis semi terlatih untuk semua parameter dengan tiga kali pengulangan. Skor jenjang skala setiap jenis pengujian dapat dilihat pada dibawah ini.

Aroma:

1. Sangat tidak tajam
2. Tidak tajam
3. Agak tajam
4. Tajam
5. Sangat tajam

Kerenyahan:

1. Sangat kasar
2. Tidak kasar
3. Agak halus
4. Halus
5. Sangat halus

Struktur:

1. Sangat tidak renyah
2. Tidak renyag
3. Agak renyah
4. Renyah
5. Sangat renyah

Kesukaan (Penilaian Umum)

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

V. KESIMPULAN DAN SARAN

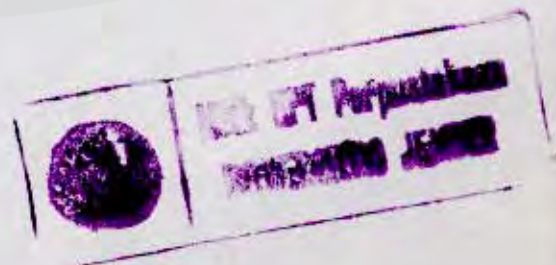
5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan diatas, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Penggunaan Hidrolisat Udang akan meningkatkan kadar air, kadar lemak, dan aroma kerupuk namun menurunkan daya kembang, struktur, kerenyakan kerupuk udang yang dihasilkan;
2. Peningkatan penambahan gluten akan meningkatkan struktur kerupuk udang yang telah digoreng pada batasan tertentu, namun tidak berpengaruh terhadap peningkatan kadar air, kadar lemak, serapan minyak, daya kembang, aroma, dan kerenyahan kerupuk udang; dan
3. Kerupuk udang dengan tingkat kesukaan tertinggi diperoleh pada penggunaan Hidrolisat udang 20 gram dan gluten 1 gram, dengan sifat-sifat sebagai berikut: kadar air 9,35%, kadar lemak 4,44%, serapan minyak 11,89%, daya kembang 243,662%, aroma 2,38 (tidak tajam), kerenyahan 3,69 (renyah), struktur 2,60 (agak halus) dan tingkat kesukaan 3,82 (suka).

5.2 Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh lama hidrolisat udang dengan menggunakan enzim Protamex terhadap sifat kimia, sifat fisik dan organoleptik terhadap bahan pangan terutama kerupuk udang dan perlu dilakukan penelitian lebih lengkap terhadap kandungan protein pada kerupuk udang yang mengandung protein hasil hidrolisis udang.



DAFTAR PUSTAKA

- Anglemier, A.F. and M.W. Montgomery. 1976. *Amino Acids, Peptides and Proteins*. Di dalam O.R. Fennema (editor). New York: Marcel Dekker Inc.
- Anonim. 1993. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Jakarta: Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI.
- . 2002. PROTAMEX™. Novo Nordisk Finlandia: www.novo-enzyme.com.
- Apandi, M. 1984. *Teknologi buah dan Sayur*. Bandung: Alumi
- Basuki dan Anas. 1985. *Panduan Pembuatan Kerupuk*. Bogor: Diklat TPL-5 Pangan.
- Borgstrom, G. 1961. *Fish as Food*. Vol.1. New York: Academic Press.
- Buckle, K.A., R.A. Edwards., G.H. Fleet, and M. Wootton. 1987. *Ilmu Pangan*. Terjemahan Purnomo, H. dan Adiono dari Food Sciencee. Jakarta: UI Press
- Desrosier, N. W. 1988. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Jakarta : UI Press.
- Eskin N.A.M. 1971. *Biochemistry of Food*. New York: Academic Press
- Fennema, O.R. 1985. *Food Chemistry*. Second edition. New York: Marcel Dekker.
- Fennema, O.R. 1985. *Food Chemistry*. Second edition. New York: Marcel Dekker Inc.
- Gardjito, M.S., A. Naruki, Murdiarti dan Sardjono. 1981. *Ilmu Pangan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Graham. 1977. *Food Coloids*. The Avipub;ishing Compony Inc. Vestport. Connecticut.
- Harper. 1999. *Biokimia*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Hadi, W dan J. Supriatna. 1984. *Pengembangan Udang Galuh dalam Hatchery dan Budidaya*. Yogjakarta: Kanisius.

- Haryadi. 1995. *Sifat-sifat Fungsional Pati dalam Pangan*. Yogyakarta: Fakultas Teknologi Pertanian UGM.
- Haryono. 1979. *Pengamatan Komposisi Kimia Kerupuk Guna Mencari Sifat-sifat Penentuan Mutunya*. Yogyakarta: Jurusan PHP Fakultas Teknologi Pertanian UGM.
- Heid, J.L. and M.A. Joslyn. 1967. *Fondamental of Food Processing Operation Ingredients Methods and Packaging*. Westport Connecticut: The Avi Publishing Company Inc.
- Jonhson, A.H and M.S. Peterson. 1974. *Encyclopedia of Food Technology*. Vol. Westport Connecticut: The Avi Publishing Company Inc.
- Justica, H. 1994. *Faktor-faktor yang Mempengaruhi Absorpsi Minyak Selama Pengorengan Kerupuk Sagu*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian IPB.
- Karel, M. 1973. Symposium Protein Interection in Biosystem Protein-Lipida. Vol. 38: J. Food Sci.
- Kirk, R.E and Othmer, 1953. *Encyclopedia of Chemical Technology 5*. New York: The Interascience Encyclopedia Inc.
- Lasztity, L.R. 1984. *The Chemistry of Cereal Protein*. Boca Raton Florida: CRC Press Inc.
- Moeljanto, R. 1979. *Udang sebagai Bahan Makanan*. Di dalam Udang, Biologi, Potensi, Bididaya Produksi dan Udang sebagai Bahan Makanan di Indonesia. Jakarta: Lembaga Oseanologi Nasional LIPI.
- Mohmoud, M.I. 1994 *Physicochemical and Functional Properties of Protein Hydrolysates in Natrional Products Food Tehnol*. New York: Marcel Dekker.
- Muflachussudur. 1992. *Pengaruh Jenit Tepung Pencampur dan Prosentase Ikan Teri terhadap Mutu Ikan Teri (Stolephourus conumersoni)*. Jember: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- Muljahardjo, M. 1987. *Menuai Analisis Pati dan Produk Pati*. Yogyakarta: PAU Pangan dan Gizi UGM.
- Nelson, D.B. and C.J.B. Smith. *Important Pectic Substance*. Dalam Graham (Ed) Food Colloids. London: The AVI Publ.Co.Inc. Westport.
- Nirawan, I.G.N. 1992. *Agar Kerupuk Lebih Berkualitas*. Surabaya: Balai Industri.

- Poernomo, A. 1965. *Pengenalan Benih Udang di Lapangan*. Bogor: Lembaga Penelitian Perikanan Darat – IPB.
- Pontoh, J. 1986. *Mempelajari Pembuatan dan Sifat Fisiko Kimia makanan Ekstrusi dari Campuran Beras, Sagu dan kedelai*. Bogor: IPB.
- Potter, N.N. 1978. *Food Science*. Third Ed. New York: The Avi Publishing Company Inc.
- Pristly, R.J. 1979. *Effect of Heating on Foodstuff*. London: Applied Sciences Publisher LTD.
- Rao, M.N and W. Dolachi. 1972. *Amino Acinds*. Di dalam O.R. Fennema (editor). New York: Marcel Dekker Inc.
- Redley, j.a. 1976. *Examination and Analysis of Starch Products*. London: Applied Science Publishier.
- Ruiten. 1978. *Examination and Analysis of Starch Products*. London: Applied Science Publishier
- Saraswati. 1986. *Membuat Kerupuk Ikan Tengiri*. Jakarta: Bharata karya Aksara.
- Satin, M. 1988. *Bread Whitout Wheat*. Roma: New Scientist.
- Soedarmo, P dan A.D. Soeditomo, 1974. *Ilmu Gizi*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Soegiarto, K.A dan V. Toro. 1979. *Biologi Udang*. Di dalam Udang, Biologi, Potensi, bididaya Produksi dan Udang sebagai Bahan makanan di Indonesia. Jakarta: Lembaga Oseanologi Nasional LIPI.
- Soekarno. 1997. *Perbandingan Pengaruh Kadar Air Kerupuk Mentah pada Penggorengan dengan Minyak dan Oven Gelombang Mikro*. Bogor: Prasing seminar Teknologi Pangan FTP IPB.
- Soemadja, 1997. *Prosedur Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty.
- Smith, J.E. 1995. *Bioteknologi*. Terjemahan Hartono. Jakarta: EGC.
- Sofiah, S. 1988. *Pembuatan Kerupuk*. Jakarta: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri hasil Pertanian.
- Stansby, M.G. 1951. *Fish, Shellfish and Crustaceac*. Di dalam The Chemistry of Food and Food Product. M.B. Jacobs (editor). New York: Interscience Publinc.

- Suttie, J.W. 1977. *Intruduction to Biochemistry*. Second edition. New York: Haltrinehart and Winstonn.
- Wahyudi. 1991. *Membuat Kerupuk Susu yang Renyah dan Empuk*. Surabaya: Harian Surya Edisi Minggu.
- Wahyono, R. 2000. *Aneka Kerupuk*. Jakarta: Trobus Agrisarana.
- Wertham, E and H. Jeskey. 1950. *Inruductory Organic Chemistry With Certain Chapters of Biochemistry*. New York: Mc Grawhill Book Co. Inc.
- Wiriano, H. 1984. *Makanisasi dan Teknologi Pembuatan Kerupuk*. Jakarta: Departemen Perindustrian. Balai Industri hasil Pertanian. Balai Pengembangan Makanan dan Phytokinin.
- Winarno, F.G. 1980. *Pengantar Teknologi Pangan*. Jakarta: PT. Gramedia.
- 1995 *Enzym Pangan*. Jakarta: PT. Gramedia.
- 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Zaitsev, V., I. Kizevetter., L. Lagunov., T. Makarova., L. Minder and V. Podsevalon. 1969. *Fish Curing and Processing*. Di terjemahkan ke dalam Bahasa Inggris oleh A.D Merindol. Moscow: MIR Publ. Inc.

Lampiran 3. Kadar Air Kerupuk Udang Mentah terhadap Variasi Antara Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang dan Gluten.

Perlakuan (H.Udang:Gluten)	Kadar Air (%)			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
(20:0)	9,98	8,99	8,31	27,28	9,09	0,84
(30:1)	12,19	10,92	11,36	34,47	11,49	0,64
(15:1,5)	6,65	6,54	6,78	19,97	6,66	0,12
(25:0,5)	11,61	10,47	9,35	31,42	10,47	1,13
(30:0)	12,67	12,19	12,01	36,87	12,29	0,35
(15:1)	6,47	5,61	5,75	17,83	5,94	0,46
(20:0,5)	10,25	7,70	7,82	25,77	8,59	1,44
(25:2)	10,54	9,59	9,28	29,41	9,80	0,66
(30:1,5)	11,84	12,26	11,47	35,57	11,86	0,40
(25:1)	11,19	10,11	10,81	32,12	10,71	0,55
(15:0)	6,38	5,93	5,60	17,90	5,97	0,39
(20:2)	9,80	7,77	9,23	26,80	8,93	1,05
(25:1,5)	9,12	10,71	10,86	30,69	10,23	0,96
(30:2)	8,44	12,37	11,54	32,35	10,78	2,07
(30:0,5)	9,12	12,45	12,30	33,86	11,29	1,88
(20:1)	8,89	9,20	9,27	27,37	9,12	0,20
(25:0)	8,82	10,50	11,52	30,83	10,28	1,36
(15:0,5)	8,94	5,45	6,15	20,55	6,85	1,85
(20:1,5)	8,88	9,51	9,67	28,06	9,35	0,41
(15:2)	8,88	5,05	5,77	19,70	6,57	2,04

Lampiran 4. Kadar Lemak Kerupuk Udang Mentah terhadap Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang.

Hidrolisat (gram)	Kadar Lemak (%)			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
15	3,17	3,15	3,07	9,38	3,13	0,05
20	4,64	4,76	4,46	13,87	4,62	0,15
25	5,97	5,86	5,90	17,73	5,91	0,05
30	7,06	7,30	7,18	21,53	7,18	0,12

Lampiran 3. Kadar Air Kerupuk Udang Mentah terhadap Variasi Antara Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang dan Gluten.

Perlakuan (H.Udang:Gluten)	Kadar Air (%)			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
(20:0)	9,98	8,99	8,31	27,28	9,09	0,84
(30:1)	12,19	10,92	11,36	34,47	11,49	0,64
(15:1,5)	6,65	6,54	6,78	19,97	6,66	0,12
(25:0,5)	11,61	10,47	9,35	31,42	10,47	1,13
(30:0)	12,67	12,19	12,01	36,87	12,29	0,35
(15:1)	6,47	5,61	5,75	17,83	5,94	0,46
(20:0,5)	10,25	7,70	7,82	25,77	8,59	1,44
(25:2)	10,54	9,59	9,28	29,41	9,80	0,66
(30:1,5)	11,84	12,26	11,47	35,57	11,86	0,40
(25:1)	11,19	10,11	10,81	32,12	10,71	0,55
(15:0)	6,38	5,93	5,60	17,90	5,97	0,39
(20:2)	9,80	7,77	9,23	26,80	8,93	1,05
(25:1,5)	9,12	10,71	10,86	30,69	10,23	0,96
(30:2)	8,44	12,37	11,54	32,35	10,78	2,07
(30:0,5)	9,12	12,45	12,30	33,86	11,29	1,88
(20:1)	8,89	9,20	9,27	27,37	9,12	0,20
(25:0)	8,82	10,50	11,52	30,83	10,28	1,36
(15:0,5)	8,94	5,45	6,15	20,55	6,85	1,85
(20:1,5)	8,88	9,51	9,67	28,06	9,35	0,41
(15:2)	8,88	5,05	5,77	19,70	6,57	2,04

Lampiran 4. Kadar Lemak Kerupuk Udang Mentah terhadap Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang.

Hidrolisat (gram)	Kadar Lemak (%)			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
15	3,17	3,15	3,07	9,38	3,13	0,05
20	4,64	4,76	4,46	13,87	4,62	0,15
25	5,97	5,86	5,90	17,73	5,91	0,05
30	7,06	7,30	7,18	21,53	7,18	0,12

Lampiran 5. Kadar Lemak Kerupuk Udang Mentah terhadap Jumlah Penambahan Prosentase Hidrolisat Udang.

Gluten (gram)	Kadar Lemak(%)			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
0	4,31	4,45	4,53	13,28	4,43	0,11
0,5	5,33	5,44	5,39	16,17	5,39	0,06
1	5,26	5,46	5,07	15,79	5,26	0,19
1,5	5,56	5,61	5,42	16,59	5,53	0,10
2	5,58	5,38	5,36	16,31	5,44	0,12

Lampiran 6. Kadar Lemak Kerupuk Udang Mentah terhadap Variasi Antara Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang dan Gluten.

Perlakuan (H.Udang:Gluten)	Kadar Lemak (%)			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
(20:0)	4,57	4,87	4,57	14,02	4,67	0,17
(30:1)	6,49	6,73	6,68	19,90	6,63	0,13
(15:1,5)	3,38	3,72	3,78	10,88	3,63	0,21
(25:0,5)	6,56	6,56	6,50	19,62	6,54	0,04
(30:0)	6,86	7,00	7,01	20,87	6,96	0,08
(15:1)	3,21	3,64	3,83	10,68	3,56	0,32
(20:0,5)	4,59	5,09	5,20	14,88	4,96	0,32
(25:2)	6,67	5,69	5,85	18,21	6,07	0,52
(30:1,5)	7,35	7,56	6,87	21,78	7,26	0,35
(25:1)	6,61	6,71	6,51	19,83	6,61	0,10
(15:0)	2,75	2,41	2,48	7,65	2,55	0,18
(20:2)	4,74	4,77	4,86	14,37	4,79	0,07
(25:1,5)	6,96	6,82	6,62	20,40	6,80	0,17
(30:2)	7,40	7,63	7,69	22,72	7,57	0,15
(30:0,5)	7,18	7,57	7,62	22,37	7,46	0,24
(20:1)	4,73	4,77	3,26	12,76	4,25	0,86
(25:0)	3,03	3,52	4,04	10,59	3,53	0,50
(15:0,5)	2,99	2,56	2,25	7,79	2,60	0,37
(20:1,5)	4,56	4,33	4,42	13,31	4,44	0,12
(15:2)	3,51	3,41	3,01	9,93	3,31	0,26

Lampiran 5. Kadar Lemak Kerupuk Udang Mentah terhadap Jumlah Penambahan Prosentase Hidrolisat Udang.

Gluten (gram)	Kadar Lemak(%)			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
0	4,31	4,45	4,53	13,28	4,43	0,11
0,5	5,33	5,44	5,39	16,17	5,39	0,06
1	5,26	5,46	5,07	15,79	5,26	0,19
1,5	5,56	5,61	5,42	16,59	5,53	0,10
2	5,58	5,38	5,36	16,31	5,44	0,12

Lampiran 6. Kadar Lemak Kerupuk Udang Mentah terhadap Variasi Antara Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang dan Gluten.

Perlakuan (H.Udang:Gluten)	Kadar Lemak (%)			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
(20:0)	4,57	4,87	4,57	14,02	4,67	0,17
(30:1)	6,49	6,73	6,68	19,90	6,63	0,13
(15:1,5)	3,38	3,72	3,78	10,88	3,63	0,21
(25:0,5)	6,56	6,56	6,50	19,62	6,54	0,04
(30:0)	6,86	7,00	7,01	20,87	6,96	0,08
(15:1)	3,21	3,64	3,83	10,68	3,56	0,32
(20:0,5)	4,59	5,09	5,20	14,88	4,96	0,32
(25:2)	6,67	5,69	5,85	18,21	6,07	0,52
(30:1,5)	7,35	7,56	6,87	21,78	7,26	0,35
(25:1)	6,61	6,71	6,51	19,83	6,61	0,10
(15:0)	2,75	2,41	2,48	7,65	2,55	0,18
(20:2)	4,74	4,77	4,86	14,37	4,79	0,07
(25:1,5)	6,96	6,82	6,62	20,40	6,80	0,17
(30:2)	7,40	7,63	7,69	22,72	7,57	0,15
(30:0,5)	7,18	7,57	7,62	22,37	7,46	0,24
(20:1)	4,73	4,77	3,26	12,76	4,25	0,86
(25:0)	3,03	3,52	4,04	10,59	3,53	0,50
(15:0,5)	2,99	2,56	2,25	7,79	2,60	0,37
(20:1,5)	4,56	4,33	4,42	13,31	4,44	0,12
(15:2)	3,51	3,41	3,01	9,93	3,31	0,26

Lampiran 7. Serapan Minyak Kerupuk Udang Mentah terhadap Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang

Hidrolisat (gram)	Serapan Minyak (%)			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
15	10,72	11,63	11,64	33,98	11,33	0,53
20	10,76	11,48	11,74	33,98	11,33	0,51
25	10,32	11,19	11,24	32,75	10,92	0,52
30	10,36	11,04	11,50	32,90	10,97	0,57

Lampiran 8. Serapan Minyak Kerupuk Udang Mentah terhadap Jumlah Penambahan Gluten.

Gluten (gram)	Serapan Minyak (%)			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
0	11,00	10,51	11,21	32,73	10,91	0,36
0,5	9,78	8,62	9,36	27,76	9,25	0,59
1	10,69	10,94	11,68	33,31	11,10	0,52
1,5	10,48	9,73	10,52	30,73	10,24	0,44
2	10,74	10,35	11,13	32,23	10,74	0,39

Lampiran 9. Serapan Minyak Kerupuk Udang Mentah terhadap Variasi Antara Jumlah Penambahan Udang dan Gluten

Perlakuan (H.Udang:Gluten)	Serapan Minyak (%)			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
(20:0)	10,77	10,98	11,51	33,27	11,09	0,38
(30:1)	11,70	11,48	12,08	35,26	11,75	0,31
(15:1,5)	11,20	10,80	10,36	32,36	10,79	0,42
(25:0,5)	9,26	8,81	9,04	27,11	9,04	0,22
(30:0)	10,97	11,10	11,18	33,25	11,08	0,11
(15:1)	11,16	11,43	11,84	34,42	11,47	0,34
(20:0,5)	10,93	10,66	9,94	31,53	10,51	0,51
(25:2)	11,28	12,23	11,67	35,18	11,73	0,48
(30:1,5)	11,41	11,02	12,16	34,59	11,53	0,58
(25:1)	10,76	10,62	11,35	32,73	10,91	0,39
(15:0)	11,46	11,83	12,00	35,28	11,76	0,28
(20:2)	11,23	11,33	11,33	33,89	11,30	0,06
(25:1,5)	10,35	10,67	11,20	32,22	10,74	0,43
(30:2)	11,14	10,99	11,23	33,36	11,12	0,12
(30:0,5)	11,19	10,58	10,84	32,61	10,87	0,30
(20:1)	12,62	12,64	14,41	39,67	13,22	1,03
(25:0)	14,39	13,63	12,96	40,98	13,66	0,72
(15:0,5)	10,97	10,82	10,58	32,37	10,79	0,20
(20:1,5)	12,39	11,80	11,49	35,68	11,89	0,45
(15:2)	12,71	13,27	13,41	39,39	13,13	0,37

Lampiran 10. Daya Kembang Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang

Hidrolisat (gram)	Daya Kembang (%)			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
15	302,70	325,06	318,47	946,23	315,41	11,49
20	249,00	254,63	239,03	742,66	247,55	7,90
25	164,85	174,86	167,64	507,35	169,12	5,17
30	120,00	114,21	115,41	349,62	116,54	3,06

Lampiran 11. Daya Kembang Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Prosentase Gluten

Gluten (gram)	Daya Kembang (%)			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
0	212,45	217,45	235,67	665,57	212,07	12,2211
0,5	221,36	230,76	198,03	650,15	209,63	16,8518
1	210,92	217,60	183,36	611,88	207,26	18,1501
1,5	186,14	221,32	224,35	631,81	208,91	21,24
2	214,82	197,56	209,28	621,66	207,22	8,81247

Lampiran 12. Daya Kembang Kerupuk Udang terhadap Variasi Antara Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang dan Gluten

Perlakuan (H.Udang:Gluten)	Daya Kembang (%)			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
(20:0)	268,01	275,53	271,10	814,64	271,55	3,78
(30:1)	114,88	116,24	97,63	328,75	109,58	10,37
(15:1,5)	286,89	356,65	360,59	1.004,13	334,71	41,46
(25:0,5)	190,86	220,85	194,89	606,60	202,20	16,28
(30:0)	113,48	122,47	120,91	356,86	118,95	4,80
(15:1)	288,71	297,27	302,80	888,78	296,26	7,10
(20:0,5)	229,85	233,27	200,29	663,41	221,14	18,13
(25:2)	191,00	179,01	178,82	548,83	182,94	6,98
(30:1,5)	109,76	115,81	134,94	360,51	120,17	13,14
(25:1)	166,04	187,69	126,82	480,55	160,18	30,85
(15:0)	320,58	336,80	364,32	1.021,70	340,57	22,11
(20:2)	253,79	234,04	267,03	754,86	251,62	16,60
(25:1,5)	128,63	151,73	151,33	431,69	143,90	13,22
(30:2)	113,43	91,20	105,36	309,99	103,33	11,25
(30:0,5)	148,45	120,33	118,21	386,99	129,00	16,88
(20:1)	270,06	269,21	206,20	745,47	248,49	36,63
(25:0)	147,73	135,00	186,36	469,09	156,36	26,75
(15:0,5)	316,27	348,60	278,73	943,60	314,53	34,97
(20:1,5)	219,28	261,11	250,53	730,92	243,64	21,75
(15:2)	301,05	285,98	285,92	872,95	290,98	2,04

Lampiran 13. Aroma Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang

Hidrolisat (gram)	Aroma			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
15	1,69	2,16	2,25	6,11	2,04	0,30
20	2,69	2,60	2,27	7,56	2,52	0,22
25	3,56	3,12	3,63	10,31	3,44	0,28
30	4,27	4,24	4,43	12,93	4,31	0,10

Lampiran 14. Aroma Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Gluten

Gluten (gram)	Aroma			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
0	3,07	3,18	3,25	9,50	3,17	0,09
0,5	3,00	3,00	3,40	9,40	3,13	0,23
1	3,15	2,90	3,18	9,23	3,08	0,15
1,5	2,98	2,88	3,03	8,90	2,97	0,08
2	3,07	3,18	3,30	9,55	3,18	0,12

Lampiran 15. Aroma Kerupuk Udang terhadap Variasi Antara Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang dan Gluten

Perlakuan (H.Udang:Gluten)	Kerenyahan (%)			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
(20:0)	1,67	2,00	2,00	5,67	1,89	0,19
(30:1)	1,73	2,47	1,93	6,13	2,04	0,38
(15:1,5)	3,00	3,07	3,20	9,27	3,09	0,10
(25:0,5)	2,40	2,53	2,07	7,00	2,33	0,24
(30:0)	2,47	2,33	2,53	7,33	2,44	0,10
(15:1)	1,47	2,33	1,73	5,53	1,84	0,44
(20:0,5)	2,40	2,67	2,67	7,73	2,58	0,15
(25:2)	3,73	3,67	3,67	11,07	3,69	0,04
(30:1,5)	2,67	2,47	2,60	7,73	2,58	0,10
(25:1)	3,40	3,20	2,80	9,40	3,13	0,31
(15:0)	2,47	2,60	2,47	7,53	2,51	0,08
(20:2)	3,27	3,13	3,20	9,60	3,20	0,07
(25:1,5)	3,80	3,93	3,73	11,47	3,82	0,10
(30:2)	1,73	2,33	1,53	5,60	1,87	0,42
(30:0,5)	2,93	3,13	3,33	9,40	3,13	0,20
(20:1)	3,60	3,20	3,47	10,27	3,42	0,20
(25:0)	1,93	2,47	1,73	6,13	2,04	0,38
(15:0,5)	3,93	3,53	3,73	11,20	3,73	0,20
(20:1,5)	3,53	3,67	3,87	11,07	3,69	0,17
(15:2)	3,47	3,67	4,00	11,13	3,71	0,27

Lampiran 16. Kerenyahan Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang

Hidrolisat (gram)	Kerenyahan			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
15	2,87	3,04	3,03	8,93	2,98	0,10
20	2,89	2,93	3,04	8,87	2,96	0,08
25	3,05	3,16	2,80	9,01	3,00	0,18
30	2,31	2,55	2,39	7,24	2,41	0,12

Lampiran 17. Kerenyahan Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Gluten

Gluten (gram)	Kerenyahan			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
0	2,13	2,35	2,18	6,67	2,22	0,11
0,5	2,92	2,97	2,95	8,83	2,94	0,03
1	2,55	2,80	2,48	7,83	2,61	0,17
1,5	3,25	3,28	3,35	9,88	3,29	0,05
2	3,05	3,20	3,10	9,35	3,12	0,08

Lampiran 18. Kerenyahan Kerupuk Udang terhadap Variasi Antara Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang dan Gluten

Perlakuan (H.Udang:Gluten)	Kerenyahan			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
(20:0)	1,67	2,00	2,00	5,67	1,89	0,19
(30:1)	1,73	2,47	1,93	6,13	2,04	0,38
(15:1,5)	3,00	3,07	3,20	9,27	3,09	0,10
(25:0,5)	2,40	2,53	2,07	7,00	2,33	0,24
(30:0)	2,47	2,33	2,53	7,33	2,44	0,10
(15:1)	1,47	2,33	1,73	5,53	1,84	0,44
(20:0,5)	2,40	2,67	2,67	7,73	2,58	0,15
(25:2)	3,73	3,67	3,67	11,07	3,69	0,04
(30:1,5)	2,67	2,47	2,60	7,73	2,58	0,10
(25:1)	3,40	3,20	2,80	9,40	3,13	0,31
(15:0)	2,47	2,60	2,47	7,53	2,51	0,08
(20:2)	3,27	3,13	3,20	9,60	3,20	0,07
(25:1,5)	3,80	3,93	3,73	11,47	3,82	0,10
(30:2)	1,73	2,33	1,53	5,60	1,87	0,42
(30:0,5)	2,93	3,13	3,33	9,40	3,13	0,20
(20:1)	3,60	3,20	3,47	10,27	3,42	0,20
(25:0)	1,93	2,47	1,73	6,13	2,04	0,38
(15:0,5)	3,93	3,53	3,73	11,20	3,73	0,20
(20:1,5)	3,53	3,67	3,87	11,07	3,69	0,17
(15:2)	3,47	3,67	4,00	11,13	3,71	0,27

Lampiran 19. Struktur Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang .

Hidrolisat (gram)	Struktur			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
15	2,39	2,61	2,21	7,21	2,40	0,20
20	2,75	2,77	3,11	8,63	2,88	0,20
25	2,91	3,11	2,77	8,79	2,93	0,17
30	2,84	2,21	2,61	7,66	2,55	0,32

Lampiran 19. Struktur Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Gluten

Gluten (gram)	Struktur			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
0	2,57	2,60	2,60	7,77	2,59	0,02
0,5	2,57	2,52	2,52	7,60	2,53	0,03
1	3,25	3,37	3,37	9,98	3,33	0,07
1,5	2,87	2,93	2,93	8,73	2,91	0,04
2	2,35	1,97	1,97	6,28	2,09	0,22

Lampiran 20. Struktur Kerupuk Udang terhadap Variasi Antara Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang dan Gluten

Perlakuan (H.Udang:Gluten)	Struktur			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
(20:0)	2,87	3,80	3,80	10,47	3,49	0,54
(30:1)	2,20	2,40	2,40	7,00	2,33	0,12
(15:1,5)	2,40	2,20	2,20	6,80	2,27	0,12
(25:0,5)	4,13	3,87	3,87	11,87	3,96	0,15
(30:0)	3,33	3,60	3,60	10,53	3,51	0,15
(15:1)	3,87	3,67	3,67	11,20	3,73	0,12
(20:0,5)	2,00	2,20	2,20	6,40	2,13	0,12
(25:2)	2,00	1,47	1,47	4,93	1,64	0,31
(30:1,5)	3,80	3,60	3,60	11,00	3,67	0,12
(25:1)	3,27	3,80	3,80	10,87	3,62	0,31
(15:0)	1,87	1,47	1,47	4,80	1,60	0,23
(20:2)	2,87	3,20	3,20	9,27	3,09	0,19
(25:1,5)	2,93	3,20	3,20	9,33	3,11	0,15
(30:2)	2,80	1,87	1,87	6,53	2,18	0,54
(30:0,5)	2,07	1,60	1,60	5,27	1,76	0,27
(20:1)	3,67	3,60	3,60	10,87	3,62	0,04
(25:0)	2,20	1,53	1,53	5,27	1,76	0,38
(15:0,5)	2,07	2,40	2,40	6,87	2,29	0,19
(20:1,5)	2,33	2,73	2,73	7,80	2,60	0,23
(15:2)	1,73	1,33	1,33	4,40	2,18	0,23

Lampiran 21. Tingkat Kesukaak Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang

Hidrolisat (gram)	Kesukaan			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
15	2,97	2,31	2,31	7,59	2,53	0,38
20	2,88	3,84	3,84	10,56	3,52	0,55
25	2,56	2,95	2,95	8,46	2,82	0,23
30	2,63	2,85	2,85	8,33	2,78	0,13

Lampiran 22. Kesukaan Kerupuk Udang terhadap Jumlah Penambahan Gluten

Gluten (gram)	Kesukaan			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
0	2,58	2,88	3,07	8,53	2,84	0,25
0,5	3,08	3,07	2,87	9,02	3,01	0,12
1	2,50	2,87	2,78	8,15	2,72	0,19
1,5	2,97	2,78	3,33	9,08	3,03	0,28
2	2,65	3,33	2,99	8,97	2,99	0,34

Lampiran 23. Tingkat Kesukaan Kerupuk Udang terhadap Variasi Antara Jumlah Penambahan Hidrolisat Udang dan Gluten

Perlakuan (H.Udang:Gluten)	Kesukaan			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
(20:0)	2,87	3,33	4,13	10,33	3,44	0,64
(30:1)	2,33	2,40	2,93	7,67	2,56	0,33
(15:1,5)	3,27	2,20	2,33	7,80	2,60	0,58
(25:0,5)	2,67	3,20	2,13	8,00	2,67	0,53
(30:0)	2,60	2,87	2,73	8,20	2,73	0,13
(15:1)	2,80	2,60	2,73	8,13	2,71	0,10
(20:0,5)	3,40	3,73	3,87	11,00	3,67	0,24
(25:2)	2,53	3,60	3,00	9,13	3,04	0,53
(30:1,5)	2,60	2,80	2,87	8,27	2,76	0,14
(25:1)	2,73	2,53	3,73	9,00	3,00	0,64
(15:0)	2,67	2,07	1,67	6,40	2,13	0,50
(20:2)	2,60	4,20	4,27	11,07	3,69	0,94
(25:1,5)	2,60	2,13	3,20	7,93	2,64	0,53
(30:2)	2,47	3,20	2,93	8,60	2,87	0,37
(30:0,5)	3,13	3,00	2,80	8,93	2,98	0,17
(20:1)	2,13	3,93	4,00	10,07	3,36	1,06
(25:0)	2,27	3,27	2,93	8,47	2,82	0,51
(15:0,5)	3,13	2,33	2,13	7,60	2,53	0,53
(20:1,5)	3,40	4,00	4,07	11,47	3,82	0,37
(15:2)	3,00	2,33	2,00	7,33	2,44	0,51

20	9,40	8,33	6,01	19,19	6,40	0,94
25	10,26	10,28	10,36	30,89	8,86	0,54
30	11,25	11,84	11,74	34,82	11,61	0,32

Lampiran 2. Kadar Air Kerupuk Udang Mentah terhadap Jumlah Penambahan Gluten.

Gluten (gram)	Kadar air (%)			Jumlah	Rerata	STDEV
	I	II	III			
0	9,10	9,40	9,36	27,86	9,29	0,16
0,5	9,94	9,02	8,91	27,86	9,29	0,57
1	9,69	8,96	9,30	27,95	9,32	0,36
1,5	9,13	9,80	9,69	28,62	9,54	0,36
2	9,95	8,01	8,58	26,54	8,85	0,99