

F/TP6
2004
175

SKRIPSI

PEMANFAATAN PROTEIN RAYAP KAYU BASAH *Glyptotermes montanus* Kemner
SEBAGAI SUMBER NUTRISI INKONVENSIONAL
PADA PRODUK PERMEN JELLY

Oleh :

ELINA YUNITA

F02400011



2004

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR

PEMANFAATAN PROTEIN RAYAP KAYU BASAH *Glyptotermes montanus* Kenner
SEBAGAI SUMBER NUTRISI INKONVENSIONAL,
PADA PRODUK PERMEN JELLY

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
Pada Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi
Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Pertanian Bogor

Oleh :

ELINA YUNITA

F02400011

2004

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR

ELINA YUNITA. F02400011. Pemanfaatan Protein Rayap Kayu Basah *Glyptotermes montanus* Kemner sebagai Sumber Nutrisi Inkonvensional pada Produk Permen Jelly. Di bawah bimbingan Prof. Dr. Ir. C. Hanny Wijaya, MAg dan Prof. Dr. Ir. H. Dodi Nandika, MS.

RINGKASAN

Pemenuhan kebutuhan protein hewani selama ini tergantung akan telur, susu, dan daging ternak konvensional. Usaha mendapatkan sumber protein hewani alternatif dengan mutu protein yang tinggi dan mudah dalam penyediaannya belum banyak dilakukan.

Rayap adalah serangga yang berukuran tubuh kecil sampai sedang, hidup dalam kelompok-kelompok sosial dengan sistem kasta yang telah berkembang. Kebanyakan orang mengenal rayap sebagai hama perusak kayu yang sangat merugikan. Di pihak lain, rayap dapat dimanfaatkan sebagai makanan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi tubuh manusia. Hal ini berkaitan dengan tubuh rayap yang mengandung beberapa zat makanan penting seperti protein, lemak, dan vitamin. Salah satu cara memanfaatkan daya guna rayap sebagai bahan pangan adalah dengan melakukan ekstraksi atau isolasi proteinnya untuk pembuatan pekatan ataupun isolat protein.

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan protein yang diekstrak dari tubuh rayap kayu basah *Glyptotermes montanus* Kemner (Isoptera : Kalotermitidae) sebagai sumber nutrisi inkonvensional dalam produk permen jelly. Di samping itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisiko kimia dan tingkat kesukaan masyarakat terhadap permen rayap tersebut.

Penelitian pendahuluan meliputi ekstraksi protein rayap kayu basah *G. montanus*, analisis proksimat ekstrak protein rayap (pengukuran kadar air, abu, protein, dan lemak), uji kandungan protein terlarut dengan uji Biuret, dan analisis daya cerna protein rayap secara *in vitro*. Selanjutnya dilakukan penyusunan formulasi dasar dan pembuatan permen jelly. Pembuatan permen jelly meliputi penimbangan semua ingredien, pemasakan gula (HFS dan sukrosa), pemanasan gelatin dan air, pencampuran semua ingredien, pengadukan adonan, pencetakan adonan, pendinginan adonan, dan pelapisan.

Proporsi penambahan tepung protein rayap ke dalam permen mempertimbangkan kandungan nutrisi permen dan pengaruhnya terhadap karakteristik organoleptik produk akhir. Penetapan formulasi terbaik diperoleh melalui uji organoleptik (uji hedonik dan ranking hedonik).

Penelitian utama meliputi pembuatan permen jelly rayap dengan formulasi terpilih. Perlakuan yang digunakan adalah penambahan beberapa jenis flavor (kopi, mocha, coklat, dan butterscotch) untuk meningkatkan aseptabilitas konsumen terhadap produk akhir.

Proses ekstraksi protein rayap kayu basah *G. montanus* Kemner meliputi hidrolisis protein, pemisahan protein, pengendapan protein, penetralan, dan pengeringan. Dalam pengestrakan protein rayap, dilakukan modifikasi perlakuan ekstraksi dengan terlebih dahulu dilakukan penghilangan lemak dari tubuh rayap.

Hidrolisis protein rayap dilakukan dalam suasana basa (pH 9) dan larutan pengestrak yang digunakan adalah air dengan perbandingan rayap dan air 1 : 20.

Waktu ekstraksi adalah 60 menit. Protein hasil hidrolisis diendapkan pada pH isoelektriknya (pH 4.5). Analisis proksimat menunjukkan bahwa ekstrak protein rayap mengandung air 13.10% (bk), abu 4.31% (bk), lemak 2.30% (bk), dan protein 91.45% (bk). Konsentrasi protein terlarut yang diperoleh sebesar 5.79 mg/ml. Nilai daya cerna pekatan protein sebesar 86.46%.

Proporsi penambahan tepung protein rayap ke dalam bahan dihitung berdasarkan pencapaian kandungan nutrisi produk akhir (protein) sesuai dengan RDA. (*Recommended Daily / Dietary Allowances*). RDA protein adalah 50 gram. Banyaknya tepung protein rayap yang ditambahkan dalam penelitian sebanyak 5%, 7.5%, dan 10%. Jumlah yang ditambahkan tersebut mempertimbangkan kadar protein serta daya cerna (*digestibility*) tepung protein rayap, serta pengaruhnya terhadap karakteristik organoleptik produk akhir:

Permen dengan penambahan protein sampai 7.5% memiliki karakteristik sensori keseluruhan yang cukup disukai oleh panelis dengan skor hedonik 4.9 (netral-agak suka). Untuk setiap atribut organoleptik, warna permen jelly kurang disukai panelis dengan skor hedonik 3.7 (agak tidak suka – netral). Untuk parameter tekstur dan rasa, permen jelly cukup disukai dengan skor hedonik masing-masing 5.03 (agak suka-suka) dan 5.07 (agak suka-suka). Penambahan protein rayap menurunkan tingkat kesukaan permen jelly.

Analisis proksimat permen jelly menunjukkan bahwa kadar protein sebesar 18.11% (bk), kadar air 40.98% (bk), abu 0.63%(bk), dan lemak 0.94% (bk). Kadar protein terlarut dalam permen sebesar 21.24 mg/g bahan, sedangkan nilai ketercernaan (*digestibility*) permen jelly sebesar 81.75%. Nilai pH permen adalah 6.11. Analisis fisik permen mencakup elastisitas dengan nilai sebesar 974 gramforce, kekerasan 62.5 gramforce, dan titik leleh sebesar 41°C.

RIWAYAT HIDUP PENULIS

Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 11 Juni 1982 sebagai anak kedua dari pasangan Willy Hartono dan Fam Tjoet Siong. Penulis menyelesaikan pendidikan formalnya di TK Surya Pemandu Jelambar (1984-1985), TKK Samaria (1985-1987), SDK Samaria (1987-1994), SMPK Samaria (1994-1997), dan SMUK II BPK Penabur Jakarta (1997-2000). Penulis kemudian melanjutkan pendidikan tingginya di Institut Pertanian Bogor di jurusan Teknologi Pangan dan Gizi melalui jalur Undangan Seleksi Masuk IPB (USMI) dari tahun 2000-2004.

Selama menjalani masa studi di jurusan Teknologi Pangan dan Gizi-IPB, penulis sempat aktif sebagai koordinator Tim Pembinaan Anak pada Komisi Pelayanan Anak-Persekutuan Mahasiswa Kristen IPB sejak tahun 2002-2003. Selain itu, penulis juga menjadi asisten praktikum pada mata kuliah Analisis Pangan pada tahun 2004.

INSTITUT PERTANIAN BOGOR
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

PEMANFAATAN PROTEIN RAYAP KAYU BASAH *Glyptotermes montanus* Kemner
SEBAGAI SUMBER NUTRISI INKONVENSIONAL
PADA PRODUK PERMEN JELLY

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
Pada Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi
Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Pertanian Bogor

Oleh :

ELINA YUNITA

F02400011

Dilahirkan pada tanggal 11 Juni 1982

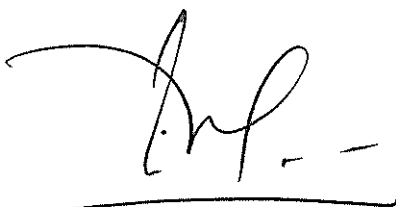
Di Jakarta

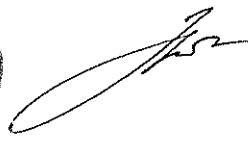
Tanggal lulus : Desember 2004

Menyetujui,

Bogor, Desember 2004




Prof. Dr. Ir. H. Dodi Nandika, MS
Dosen Pembimbing II


Prof. Dr. Ir. C. Hanny Wijaya, MAgr
Dosen Pembimbing I

KATA PENGANTAR

Puji syukur yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, atas berkat dan penyertaan-Nya maka penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Skripsi ini merupakan tugas akhir yang disusun berdasarkan penelitian selama kurang lebih lima bulan di Departemen Teknologi Pangan dan Gizi.

Skripsi ini tidak akan mungkin dapat penulis selesaikan tanpa adanya banyak pihak yang membantu baik selama penelitian berlangsung maupun pada saat penyusunan skripsi ini. Secara khusus penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bantuan yang telah diberikan selama menjalani penelitian maupun saat penyusunan skripsi ini, diantaranya :

1. Prof. Dr. Ir. C. Hanny Wijaya, MAgr selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan banyak bantuan, masukan, dan pengarahan yang sangat berarti demi penyempurnaan skripsi ini. Selain itu, terima kasih atas begitu banyak ajaran, nasihat, ilmu-ilmu hidup, kebaikan, dan pengalaman yang tidak ternilai yang telah Ibu berikan selama penulis menjalani studi.
2. Prof. Dr. Ir. H. Dodi Nandika, MS selaku dosen pembimbing II, yang telah memberikan bantuan baik moril maupun material, serta pengalaman yang sangat menarik dan berharga yang telah mengenalkan penulis kepada sesosok binatang kecil yang sangat unik yaitu rayap, walaupun hanya sedikit dari dunia binatang ini yang baru mampu penulis ketahui. Penulis juga berterima kasih atas pengalaman, perhatian, dan kebaikan yang telah Bapak berikan selama ini.
3. Ir. Arif Hartoyo, MSi atas kesediaannya menjadi dosen penguji dan berbagai masukan yang sangat membantu demi kesempurnaan skripsi ini.
4. Keluarga di rumah, Papa, Mama, dan Lisa, yang telah memberi dukungan, semangat, dan bantuan baik material dan moril selama penulis menjalani studi
5. Rudy, atas kebaikan, kasih sayang, bantuan, dukungan moril yang tiada henti, nasihat, dan kesabaran yang tiada batasnya.
6. Semua staf dan laboran yang telah sangat baik hati dan membantu penulis. khususnya Pak Sobirin, Pak Sidik, Bu Rubiah, Pak Gatot, Pak Taufik, Pak Rojak, Mbak Ririn, Pak Wahid, Pak Nurwanto, Teh Ida, dan Teh Reni. Selain itu.

terima kasih juga pada para laboran lain yang secara tidak langsung telah membantu, Pak Mulyono, Mbak Yane, Pak Yahya, Pak Koko, Pak Solihin, Mbak Ari, Mbak Sri, Pak Ahyar, dan Pak Tony.

7. Teman-teman seperjuangan, Rini, Elisabeth, dan Yadi, atas persahabatan, perhatian, dan suka-duka yang telah kita lewati bersama.
8. PT Ogawa Indonesia, khususnya Ibu Evi Suryani yang telah membantu dalam memberikan berbagai flavor demi kelancaran berlangsungnya penelitian.
9. Ibu Arinana, atas kebaikan, keramahan, dan pengetahuan yang telah dibagikan.
10. Pak Harry Uhi, atas *sharing* dan informasi yang sangat berharga selama penulis menjalani penelitian.
11. Teman-teman lab. Kimia Pangan TPG, atas bantuan, kekompakan, keceriaan, dan persahabatan yang sangat erat selama menjalani penelitian bersama-sama di lab.
12. Semua pihak yang membantu dan berperan penting selama penulis menjalani studi maupun penelitian, sampai pada akhirnya, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Akhirnya, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang ada dalam skripsi ini. oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan karya ini. Semoga karya kecil ini dapat membawa manfaat yang besar bagi yang membutuhkannya.

Bogor, November 2004

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
I. PENDAHULUAN.....	1
A. LATAR BELAKANG.....	1
B. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
A. RAYAP.....	3
A.1. Pengenalan.....	3
A.2. Klasifikasi Rayap.....	4
A.3. Karakteristik Biologis.....	5
A.4. Rayap Kayu Basah <i>Glyptotermes montanus</i> Kemner.....	6
B. PROTEIN.....	8
B.1. Umum.....	8
B.2. Asam Amino.....	9
B.3. Denaturasi Protein.....	10
B.4. Pemisahan dan Pemurnian Protein.....	11
C. NUTRISI INKONVENSIONAL.....	13
D. PERMEN JELLY.....	15
E. GELATIN.....	17
F. SUKROSA.....	18

G. HIGH FRUCTOSE SYRUP (HFS).....	19
H. FLAVOR.....	21
I. PELAPIS PERMEN JELLY.....	21
III. BAHAN DAN METODE.....	22
A. BAHAN DAN ALAT.....	22
1. Bahan.....	22
2. Alat.....	22
B. METODE PENELITIAN.....	22
1. Penelitian Pendahuluan.....	22
2. Penelitian Utama.....	26
C. PENGAMATAN.....	26
1. Kadar Air.....	26
2. Kadar Abu.....	27
3. Kadar Protein (Metode Mikro Kjedadahl).....	27
4. Kadar Lemak (Metode Soxhlet).....	28
5. Rendemen.....	28
6. Daya Cerna.....	29
7. Uji Protein Terlarut Biuret.....	29
8. Uji pH.....	30
9. Kekerasan dan Elastisitas.....	30
10. Aktivitas Air.....	30
11. Titik Leleh.....	30
12. Uji Organoleptik.....	31
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
A. PENELITIAN PENDAHULUAN.....	32

1. Ekstraksi Protein Rayap.....	32
2. Analisis Pekatan Protein Rayap.....	37
3. Formulasi Permen Jelly.....	40
4. Analisa Organoleptik Pendahuluan.....	44
B. PENELITIAN UTAMA.....	50
1. Penambahan Berbagai Flavor terhadap Produk Terpilih.....	49
2. Analisa Organoleptik Produk.....	51
3. Analisa Fisik dan Kimia Permen Jelly.....	56
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	61
A. KESIMPULAN.....	61
B. SARAN.....	61
DAFTAR PUSTAKA.....	62
LAMPIRAN.....	67

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1.	Komposisi asam amino <i>hemolymph</i> kasta pekerja dan kasta prajurit rayap tanah <i>Coptotermes formosanus</i> Shiraki.....	6
Tabel 2.	Kandungan asam amino rayap kayu basah <i>G. montanus</i> Kemner.....	8
Tabel 3.	Perbandingan beberapa kandungan.....	
Tabel 4.	nya.....	
Tabel 5.	stai.....	
Tabel 6.	ert.....	
Tabel 7.		
Tabel 8.		
Tabel 9.	orm.....	
Tabel 10.		

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Ikatan peptida antara asam-asam amino	10
Gambar 2. Tahapan ekstraksi protein rayap kayu basah <i>G. montanus</i> Kemner berdasarkan Yasin (1992) dengan modifikasi...	23
Gambar 3. Tahapan pembuatan permen jelly gelatin dengan pekatan protein rayap.....	24
Gambar 4. Rayap segar (a) dan pekatan protein rayap yang telah dikeringkan (b).....	36
Gambar 5. Nilai rata-rata uji hedonik dengan parameter warna.....	45
Gambar 6. Nilai rata-rata uji hedonik dengan parameter aroma.....	46
Gambar 7. Nilai rata-rata uji hedonik dengan parameter tekstur.....	47
Gambar 8. Nilai rata-rata uji hedonik dengan parameter rasa.....	48
Gambar 9. Nilai rata-rata uji hedonik terhadap parameter keseluruhan.....	48
Gambar 10. Hasil uji ranking hedonik permen jelly.....	49
Gambar 11. Permen jelly rayap 7.5% sebelum dilapisi tepung.....	50
Gambar 12. Permen jelly rayap 7.5% setelah dilapisi tepung.....	50
Gambar 13. Hasil uji hedonik warna permen jelly.....	52
Gambar 14. Hasil uji hedonik aroma permen jelly.....	53
Gambar 15. Hasil uji hedonik tekstur permen jelly.....	54
Gambar 16. Hasil uji hedonik rasa permen jelly.....	54
Gambar 17. Hasil uji hedonik parameter keseluruhan permen jelly.....	55
Gambar 18. Hasil uji ranking hedonik permen jelly.....	56

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Format isian uji organoleptik.....	68
Lampiran 2. Hasil uji hedonik pendahuluan dengan penambahan tepung rayap sebanyak 0%, 5%, 7.5%, dan 10%.....	69
Lampiran 3. Hasil uji ranking hedonik pendahuluan.....	70
Lampiran 4. Hasil analisis statistik ANOVA terhadap parameter aroma.....	71
Lampiran 5. Hasil analisis statistik ANOVA terhadap parameter rasa.....	72
Lampiran 6. Hasil analisis statistik ANOVA terhadap parameter warna.....	73
Lampiran 7. Hasil analisis statistik ANOVA terhadap parameter tekstur.....	74
Lampiran 8. Hasil analisis statistik ANOVA terhadap parameter keseluruhan.....	75
Lampiran 9. Hasil analisis statistik Friedman.....	76
Lampiran 10. Hasil uji hedonik utama dengan pemakaian beberapa jenis flavor.....	77
Lampiran 11. Hasil uji ranking hedonik utama beberapa macam flavor.....	78
Lampiran 12. Hasil analisis statistik ANOVA terhadap parameter aroma.....	79
Lampiran 13. Hasil analisis statistik ANOVA terhadap parameter rasa.....	80
Lampiran 14. Hasil analisis statistik ANOVA terhadap parameter warna.....	81
Lampiran 15. Hasil analisis statistik ANOVA terhadap parameter tekstur.....	82
Lampiran 16. Hasil analisis statistik ANOVA terhadap parameter keseluruhan.....	83
Lampiran 17. Hasil analisis statistika Friedman.....	84

I. PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Pemenuhan kebutuhan protein hewani masyarakat selama ini sangat tergantung akan telur, susu, dan daging ternak konvensional. Usaha untuk mendapatkan sumber protein hewani alternatif dengan mutu protein yang tinggi dan mudah dalam penyediaannya belum banyak dilakukan. Di pihak lain, beberapa jenis serangga memiliki kelimpahan yang sangat tinggi di alam dan berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber protein, termasuk rayap (ordo Isoptera). Hal ini berkaitan dengan tubuh rayap yang mengandung beberapa zat makanan yang penting seperti protein, lemak, dan vitamin. Selain itu, serangga ini dapat ditemukan hampir di semua daerah dan relatif mudah pembudidayaannya (Uhi, 2001). Horn (1978) menyatakan bahwa rayap sering digunakan sebagai makanan dan merupakan sumber pangan bagi masyarakat yang rawan gizi dan tidak mempunyai pilihan pangan lain serta bagi masyarakat primitif. Di daerah-daerah tertentu dimana daging sulit diperoleh, rayap berguna sebagai sumber protein hewani.

Salah satu cara untuk memanfaatkan daya guna rayap sebagai bahan pangan adalah dengan melakukan ekstraksi atau isolasi proteinnya untuk pembuatan pekatan ataupun isolat protein (Yasin, 1992). Natacia (1992) telah memanfaatkan rayap sebagai bahan pangan dengan cara penambahan 10% protein rayap kayu kering *Cryptotermes cynocephalus* (Isoptera : Kalotermitidae) dalam pembuatan kerupuk. Kerupuk yang dihasilkan ternyata mempunyai rasa, aroma, dan kerenyahan yang sama dengan kerupuk ikan. Perbedaannya hanya pada warna kerupuk, dimana kerupuk ikan berwarna kekuning-kuningan, sedangkan kerupuk protein rayap berwarna kecoklat-coklatan. Berdasarkan hasil analisis, kandungan protein, lemak, kadar air, dan kadar abu kerupuk berbahan dasar rayap lebih tinggi dibandingkan dengan kerupuk ikan.

Di samping kerupuk, permen merupakan produk makanan ringan yang telah lama dikenal dan digemari oleh seluruh lapisan masyarakat di Indonesia. Saat ini telah banyak perusahaan yang bergerak di bidang kembang gula dan memproduksi berbagai macam produk permen dengan beraneka ragam rasa,

bentuk, warna, dan tekstur yang menarik. Salah satu jenis permen yang cukup populer dan disukai oleh berbagai tingkat usia adalah permen jelly (*jelly candy*). Permen jelly mengandung gula yang tinggi sehingga menjadi penyumbang energi yang cukup berarti bagi tubuh. Namun kandungan gizi lainnya sangat minim (Jackson, 1995). Padahal setiap orang pada dasarnya mengharapkan makanan dan minuman yang dikonsumsi bukan saja enak dan memberi kepuasan, tetapi juga memiliki nilai gizi yang berarti bagi kesehatan tubuhnya.

Berdasarkan pertimbangan tersebut, dirasa perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui potensi rayap sebagai sumber nutrisi inkonvensional dalam produk permen, khususnya permen jelly serta seberapa jauh tingkat kesukaan masyarakat terhadap produk tersebut.

B. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan protein yang diekstrak dari tubuh rayap kayu basah *Glyptotermes montanus* Kemner (Isoptera : Kalotermitidae) sebagai sumber nutrisi inkonvensional dalam produk permen jelly. Di samping itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisiko kimia dan tingkat kesukaan masyarakat terhadap permen rayap tersebut.

Hasil penelitian diharapkan dapat mendukung pengembangan teknologi pemanfaatan rayap sebagai sumber protein dalam bahan pangan yang disukai masyarakat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. RAYAP

A. 1. Pengenalan

Rayap merupakan serangga sosial yang mirip dengan semut, lebah, dan tawon dalam jumlah kecil atau besar dengan organisasi yang sangat baik, komunitasnya membuat sejumlah kasta-kasta khusus yang memiliki pekerjaan khusus untuk kelangsungan hidup koloni (Yasin, 1992). Rayap adalah serangga yang berukuran tubuh kecil sampai sedang, hidup dalam kelompok-kelompok sosial dengan sistem kasta yang telah berkembang (Nandika, 1982). Rayap memiliki bentuk dan ukuran sayap depan yang sama dengan sayap belakang, sehingga ordonya disebut Isoptera (*iso* = sama, *ptera* = sayap). Ahli hama telah menemukan kira-kira 2000 jenis rayap yang tersebar di seluruh dunia (Harris, 1971). Tarumingkeng (1971) mengatakan bahwa di Indonesia sudah ditemukan tidak kurang dari 200 jenis rayap.

Semua jenis rayap hidup di darat dan sebagian besar adalah bagian penting di dalam golongan fauna tanah. Menurut Nandika (1982), rayap memegang peranan penting dalam penghancuran bahan-bahan organik terutama yang banyak mengandung selulosa. Oleh karena itu, rayap ikut mempertahankan kesuburan tanah. Namun, kebanyakan orang mengenal rayap sebagai hama perusak kayu yang sangat merugikan. Bahan-bahan yang dapat dirusak oleh rayap sangat beraneka ragam. Kerusakan bukan hanya pada kayu, tetapi juga terjadi pada kertas, karton, pakaian, jaringan tanaman, dan berbagai jenis bahan berselulosa lainnya termasuk dokumen-dokumen dan hasil kesenian yang sangat berharga (Spear, 1969).

Tambunan dan Nandika (1989) mengemukakan bahwa kerugian ekonomi akibat serangan rayap tidaklah kecil. Sebagai contoh, masyarakat Amerika Serikat setiap tahunnya mengeluarkan lebih dari seratus juta dolar untuk mengatasi serangan rayap. Hawaii dan Australia setiap tahunnya menderita kerugian masing-masing sebesar satu juta dan enam juta dolar untuk memperbaiki bangunan-bangunan yang terserang rayap.

Rayap mampu hidup dengan mengkonsumsi 100% selulosa. Menurut Steinhaus (1947) dalam Uhi (2001), dengan enzim selulase maka rayap dapat menghidrolisis serat kasar menjadi energi untuk kebutuhan hidupnya. Energi yang dibutuhkan rayap berasal dari pemecahan polisakarida khususnya selulosa dan hemiselulosa yang dipecahkan melalui fermentasi secara anacrobik di dalam saluran pencernaan rayap. Hasil pemecahannya berupa asetat dan asam organik lainnya yang menjadi karbon sebagai energi utama rayap (Uhi, 2001).

A. 2. Klasifikasi Rayap

Menurut Roonwall (1979) dalam Yasin (1992), secara garis besar rayap dikelompokkan atas sembilan famili yaitu :

- a. Famili Mastotermitidae, genus Mastotermes
- b. Famili Kalotermitidae, genus Neotermes, Glyptotermes, Kalotermes, Cryptotermes
- c. Famili Termopsidae, genus Arhcotermopsis
- d. Famili Hodotermitidae, genus Anacanthotermes
- e. Famili Rhinotermitidae, genus Psamotermes, Heterotermes, Reticulitermes, Coptotermes, Schedorhinotermes, Rhinotermes
- f. Famili Serritermitidae, genus Serritermes
- g. Famili Stylotermitidae, genus Stylotermes
- h. Famili Termitidae, genus Eurytermes, Speculitermes, Hypotermes, Microtermes, Hospitalitermes, Trinervitermes
- i. Famili Indotermitidae, genus Indotermes

Ordo Isoptera (rayap) oleh Harris (1971) dibagi menjadi enam famili yaitu Mastotermitidae, Kalotermitidae, Termopsidae, Hodotermitidae, Rhinotermitidae, dan Thermopitidae. Menurut Tambunan dan Nandika (1989), dari sekian banyak famili ternyata yang paling banyak menimbulkan kerusakan adalah famili Rhinotermitidae, Kalotermitidae, dan Termitidae.

Rayap dapat dibagi ke dalam dua golongan besar berdasarkan tempat hidupnya (Nandika, 1982) yaitu :

a. Rayap kayu (*wood dwelling termites*)

Rayap ini hidup sampai mati di dalam kayu. Koloni dibentuk mulai dari sepasang rayap yang telah kawin masuk ke dalam kayu di atas permukaan tanah. Golongan ini dibagi lagi ke dalam dua kelompok yaitu :

1. Rayap kayu lembab/basah (*damp wood termites*)

Yang termasuk ke dalam kelompok ini adalah genus *Zootermes* dan *Prorhinotermes* (Famili *Rhinotermitidae*).

2. Rayap kayu kering (*drywood termites*)

Kelompok ini dibagi dalam dua subkelompok yaitu :

a). rayap bubuk (*powder post termites*) yang meliputi genus *Cryptotermes* dan *Calcaritermes* (Famili *Kalotermitidae*)

b). rayap kayu kering (*drywood termites proper*) yang meliputi genus *Kalotermes* (Famili *Kalotermitidae*).

b. Rayap tanah (*earth dwelling termites*)

Rayap ini sebagian atau seluruhnya hidup dalam tanah dan/atau selalu berhubungan dengan tanah. Kelompok ini dibagi lagi dalam empat subkelompok yaitu :

1. Rayap subteran, terdiri atas genus *Coptotermes*, *Reticulitermes*, dan *Heterotermes*.

2. Rayap padang pasir, terdiri atas genus *Anitermes* dan *Anoptotermes*.

3. Rayap bersarang bukit, terdiri atas genus *Macrotermes* dan *Termes*.

4. Rayap bersarang karton, terdiri atas genus *Nasutitermes*.

A. 3. Karakteristik Biologis

Menurut Kofoid (1946), rayap merupakan serangga sosial yang mempunyai banyak bentuk (polimorfisme). Hidupnya dalam koloni yang besar, terdiri atas kasta prajurit dan pekerja yang steril dan tidak bersayap

serta kasta reproduktif yang bersayap. Sayapnya panjang dan menyerupai selaput, bagian depan sayap lebih datar daripada sayap belakang bila sedang istirahat. Kerangka badan luarnya sangat kuat karena terdiri atas lapisan kitin dan protein yang mengeras, kecuali pada bagian persendian. Metamorfosis tidak sempurna (telur – nimfa – dewasa).

Setiap koloni rayap memiliki tiga kasta yang dinamai sesuai dengan fungsinya masing-masing, yaitu kasta prajurit, kasta pekerja, dan kasta reproduktif. Kasta reproduktif terdiri atas reproduktif primer dan suplementer. Setiap kasta memiliki bentuk (morfologi) yang sesuai dengan fungsinya masing-masing (Kofoid, 1946). Supriana (1983) dalam Tambunan dan Nandika (1989) menerangkan bahwa hidup rayap dimulai dari telur yang akan menetas menjadi nimfa muda yang kemudian berkembang menjadi pekerja, prajurit, atau nimfa calon raja dan ratu. Pembentukan kasta prajurit, pekerja, raja atau ratu dari nimfa muda dikendalikan secara alami oleh bahan kimia yang disebut feromon. Nimfa muda yang akan menjadi raja atau ratu berasal dari nimfa yang memiliki tonjolan sayap.

Kasta pekerja mempunyai anggota terbesar dalam koloni. Fungsi kasta ini adalah mencari makanan, merawat telur, serta membuat dan memelihara sarang. Mereka mengatur efisiensi koloni dengan jalan membunuh dan memakan individu-individu yang lemah atau mati untuk menghemat energi dalam koloninya. Famili Kalotermitidae tidak memiliki kasta pekerja sehingga tugas kasta pekerja dilakukan oleh nimfa-nimfa dewasa (Nandika, 1982).

Kasta prajurit mudah dikenali karena bentuk kepalanya yang besar dengan sklerotisasi yang nyata. Fungsi kasta prajurit adalah melindungi koloni terhadap gangguan dari luar (Nandika, 1982).

Kasta reproduktif primer terdiri atas serangga-serangga dewasa yang bersayap dan menjadi pendiri koloni (raja dan ratu). Pekerjaan semasa hidupnya hanya menghasilkan telur. Seekor ratu dapat hidup 6–20 tahun bahkan sampai berpuluh-puluh tahun. Apabila reproduktif primer mati atau koloni membutuhkan penambahan reproduktif bagi perluasan

koloninya maka segera dibentuk reproduktif sekunder atau neoten (Nandika, 1982).

Makanan utama rayap adalah bahan yang mengandung selulosa tinggi. Selain itu, rayap juga memerlukan bahan makanan bernitrogen untuk pembentukan asam amino dan protein guna pertumbuhannya (Pearce, 1971). Beberapa komponen asam amino yang terdeteksi oleh Moore (1969) pada rayap tanah *Coptotermes formosanus* Shiraki dapat dilihat pada Tabel 1. Kasta prajurit dari spesies yang sama mempunyai komposisi yang lebih sederhana dibandingkan kasta pekerja.

Tabel 1. Komposisi asam amino *hemolymph* kasta pekerja dan kasta prajurit rayap tanah *Coptotermes formosanus* Shiraki

Asam Amino	Kasta Pekerja (%)	Kasta Prajurit (%)
Treonin	22.5	22.9
Lisin	15.0	-
Serin	14.1	58.15
Valin	12.9	-
Alanin	12.1	-
Sistin	11.9	-
Leusin	8.5	19.0
Tirosin	2.7	-

Sumber : Moore (1969)

A. 4. Rayap Kayu Basah *Glyptotermes montanus* Kemner

Rayap kayu lembab (basah) adalah jenis rayap yang menyerang kayu yang telah mati. Jenis-jenisnya tergolong dalam genus *Glyptotermes*. Rayap *G. montanus* Kemner adalah rayap yang kaya nutrisi. Menurut Uhi (2001), komposisi zat dalam tubuh rayap *G. montanus* Kemner melalui analisis proksimat adalah protein kasar (52.68%), lemak (18.53%), serat kasar (15.75%), dan *gross energy* (4160 Kkal/kg). Uhi (2001) juga menganalisis kandungan asam amino yang terdapat pada tubuh rayap ini yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Menurut Uhi (2001), nilai kandungan protein yang tinggi tersebut sangat tergantung dari jenis ransum yang dikonsumsinya. Perubahan proses adaptasi yang dilakukan rayap terhadap proses metabolisme dalam tubuh juga mempengaruhi proses absorpsi makanan ke dalam tubuh rayap

yang mengakibatkan adanya pengaruh terhadap kandungan protein tubuh rayap (Bursell, 1970).

Tabel 2. Kandungan asam amino rayap kayu basah *G. montanus* Kemner

Jenis asam amino	Jumlah (%)
Esensial	
Arginin	0.16
Histidin	0.16
Isoleusin	0.33
Leusin	0.15
Lisin	0.26
Metionin	0.27
Fenilalanin	0.24
Treonin	0.17
Valin	0.20
Semi esensial	
Tirosin	0.25
Sistein	0.21
Nonesensial	
Alanin	0.09
Asam aspartat	0.15
Asam glutamat	0.14
Glisin	0.08
Serin	0.09
Prolin	0.17

Sumber : Uhi (2001)

B. PROTEIN

B. 1. Umum

Protein adalah senyawa yang merupakan sumber asam-asam amino yang mengandung unsur-unsur C, H, O, dan N. Molekul protein juga mengandung unsur P, S, dan ada jenis protein tertentu yang mengandung unsur logam seperti Fe dan Cu (Winarno, 1988).

Protein merupakan suatu zat makanan yang sangat penting bagi tubuh karena zat ini selain berfungsi sebagai zat pembangun dan pengatur, juga berfungsi sebagai bahan bakar bagi tubuh. Sebagai zat pembangun, protein merupakan bahan pembentuk jaringan baru yang selalu terbentuk dalam tubuh, terutama pada masa pertumbuhan. Protein ikut mengatur berbagai proses tubuh, baik langsung maupun tidak langsung, dengan

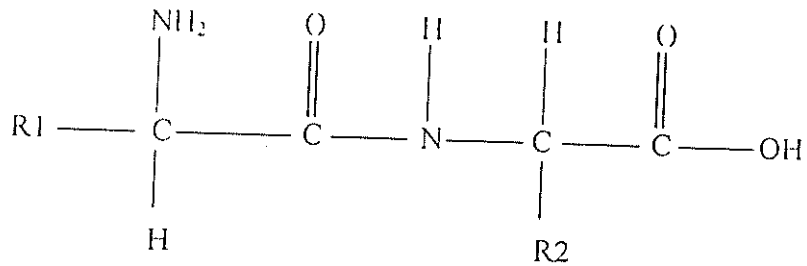
membentuk zat pengatur proses dalam tubuh. Protein mengatur keseimbangan dalam jaringan dan pembuluh darah, yaitu dengan menimbulkan tekanan osmotik koloid yang dapat menarik cairan dari jaringan ke dalam pembuluh darah. Sifat amfoter protein yang dapat bereaksi dengan asam dan basa dapat mengatur keseimbangan asam-basa dalam tubuh. Protein dapat juga digunakan sebagai bahan bakar apabila keperluan energi tubuh tidak terpenuhi oleh karbohidrat dan lemak (Winarno, 1988).

B. 2. Asam Amino

Menurut Anglemier dan Montgomery (1976), protein tersusun atas sejumlah asam amino yang saling berikatan satu sama lain melalui ikatan peptida, yaitu ikatan amina dari asam amino yang satu dengan gugus karboksil dari asam amino yang lain dengan melepaskan satu molekul air. Bila protein dihidrolisis dengan asam, alkali, atau enzim maka akan dihasilkan campuran asam-asam amino. Ikatan peptida dapat dilihat pada Gambar 1 (Winarno, 1988).

Sebuah asam amino terdiri atas gugus amino, gugus karboksil, atom nitrogen, gugus R (rantai cabang) yang terikat pada atom C yang dikenal sebagai karbon α (Anglemier dan Montgomery, 1976). Menurut Winarno (1988), terdapat 20 macam rantai cabang (R) yang berbeda ukuran, bentuk, muatan, dan reaktivitas. Hal ini yang membedakan 20 macam asam amino yang sudah dikenal.

Menurut Anglemier dan Montgomery (1976), adanya gugus amino dan karboksil bebas pada rantai molekul protein menyebabkan protein memiliki banyak muatan (polielektrolit) dan bersifat amfoter (dapat bereaksi dengan asam maupun basa). Pada umumnya dalam larutan asam (pH rendah), molekul protein akan bermuatan positif, sedangkan dalam larutan basa (pH tinggi), molekul protein akan bermuatan negatif. Pada pH tertentu, muatan gugus amino dengan karboksil bebas akan saling menetralkan sehingga molekul protein tersebut tidak bermuatan. Pada keadaan ini, protein berada pada pH titik isoelektrik (pI).



Gambar 1. Ikatan peptida antara asam-asam amino

Kualitas protein dinilai dari perbandingan asam-asam amino yang terkandung dalam protein tersebut. Pada prinsipnya, suatu protein yang dapat menyediakan asam amino esensial dalam suatu perbandingan yang menyamai kebutuhan manusia mempunyai mutu protein yang tinggi (Winarno, 1988). Sebaliknya, protein yang mempunyai jumlah terbatas pada salah satu atau lebih asam amino esensial disebut sebagai protein yang bermutu rendah.

Menurut Belitz dan Grosch (1987), berdasarkan nilai gizinya atau peranan fisiologis maka asam amino dapat dibedakan atas :

- a. Asam amino esensial : valin, leusin, isoleusin, fenilalanin, triptofan, metionin, lisin, treonin, histidin (esensial untuk bayi), dan arginin (semiesensial).
- b. Asam amino nonesensial : glisin, alanin, prolin, serin, sistein, tirosin, asparagin, glutamin, asam aspartat, dan asam glutamat.

B. 3. Denaturasi Protein

Winarno (1988) mengemukakan bahwa ada dua macam denaturasi, yaitu pengembangan rantai peptida dan pemecahan protein menjadi unit yang lebih kecil tanpa disertai pengembangan molekul. Terjadinya kedua macam denaturasi ini dipengaruhi oleh keadaan molekulnya. Denaturasi yang pertama terjadi pada rantai polipeptida, sedangkan yang kedua terjadi pada bagian-bagian molekul yang tergabung dalam ikatan sekunder. Ikatan-ikatan yang dipengaruhi oleh proses denaturasi ini adalah ikatan hidrogen, ikatan hidrofobik, ikatan ionik, dan ikatan intramolekuler. Menurut Cheftel *et. al.* (1985), denaturasi protein dapat terjadi akibat

perlakuan protein dengan asam, alkali, radiasi, larutan garam pekat, dan panas.

Menurut Anglemier dan Montgomery (1976), pemekaran molekul protein yang terdenaturasi akan membuka gugus reaktif pada rantai polipeptida dan selanjutnya akan terjadi pengikatan kembali gugus reaktif yang sama atau berdekatan. Protein akan terkoagulasi bila unit ikatan terbentuk cukup banyak sehingga protein tidak lagi terdispersi sebagai suatu koloid. Apabila ikatan-ikatan antara gugus reaktif protein tersebut menahan seluruh cairan, akan terbentuk gel. Sedangkan apabila cairan terpisah dari protein terkoagulasi, protein tersebut akan mengendap (Winarno, 1988).

Protein dapat mengendap (koagulasi) oleh karena denaturasi. Akan tetapi, denaturasi belum tentu mengakibatkan koagulasi, bisa saja hanya menyebabkan flokulasi. Flokulasi adalah keadaan dimana protein mengendap tetapi dapat kembali ke keadaan semula (Winarno, 1988).

B. 4. Pemisahan dan Pemurnian Protein

Produk yang berprotein tinggi dapat diperoleh dengan melakukan penghilangan beberapa komponen nonprotein (Natarajan, 1980). Muchtadi (1989) mengemukakan tiga cara untuk mendapatkan konsentrat protein kacang kedelai dari tepung/serpihan kedelai bebas minyak, yaitu : pencucian dengan larutan asam encer pada pH isoelektrik, pencucian dengan larutan alkohol, dan denaturasi dengan uap air panas disertai pencucian dengan air.

Menurut Natarajan (1980), untuk mendapatkan produk dengan kandungan protein yang lebih tinggi pada kacang tanah, harus dilakukan penghilangan komponen-komponen berberat molekul rendah. Hal ini berarti harus dilakukan penghilangan sebagian besar minyak dan komponen nonprotein larut air. Beberapa metode yang dapat dilakukan antara lain :

1. Pencucian dengan air pada pH isoelektrik. Pada kondisi ini sebagian besar protein terendapkan (pH 4-5). Akan tetapi tetap ada kehilangan

protein pada fraksi *whey* karena ada sebagian kecil protein yang larut pada pH isoelektrik.

2. Pencucian dengan larutan alkohol, dimana konstituen nonprotein diekstrak dengan larutan etanol 80% atau dengan isopropanol, sehingga yang tersisa adalah konsentrat protein yang kemudian diendapkan dan dikeringkan. Natarajan (1980) juga menyebutkan bahwa keuntungan menggunakan larutan alkohol pada pembuatan konsentrat protein pada kacang tanah adalah dapat turut menghilangkan adanya aflatoksin. Ekstraksi dengan larutan alkohol dapat pula menghilangkan komponen gula, asam amino bebas, residu lipid, serta warna dan komponen flavor. Kelarutan protein akan menurun karena denaturasi yang terjadi selama ekstraksi. Denaturasi protein lebih sering terjadi apabila alkohol merupakan bagian dari sistem pelarut.
3. Pengklasifikasian dengan air yang disertai dengan ekstraksi lemak menggunakan heksan. Proses ini dapat menghasilkan konsentrat protein yang bermutu tinggi sekaligus aman terhadap lingkungan karena tidak menimbulkan polusi selama proses pengolahannya.
4. Pengklasifikasian solven dengan proses siklon cair.
5. Denaturasi panas lembab yang diikuti pencucian dengan air dan penggilingan basah.

Menurut definisinya, konsentrat protein adalah produk yang mengandung 65-70% protein berdasarkan berat kering, sedangkan isolat protein mempunyai kadar protein sekitar 90-95% berdasarkan berat kering (Natarajan, 1980). Sementara itu, Waggle dan Kolar (1979), memberi definisi bahwa konsentrat protein harus memiliki kadar protein tidak boleh kurang 70% (berat kering), sedangkan isolat protein memiliki kadar protein tidak boleh kurang dari 90% (berat kering).

Proses pembuatan isolat memerlukan tahap lebih lanjut dibandingkan pada proses pembuatan konsentrat, yaitu adanya penghilangan polisakarida yang tidak larut air. Agar diperoleh hasil yang

baik, bahan yang digunakan adalah bahan yang bebas lemak (Natarajan, 1980).

Natarajan (1980) dalam pembuatan isolat protein kacang tanah mengemukakan bahwa tahap pertama dalam pembuatan isolat protein adalah ekstraksi protein dengan medium alkali. Sebanyak 90% nitrogen dalam kacang tanah dapat diekstrak dengan air pada pH antara 7.5-8.0. Langkah selanjutnya adalah klarifikasi untuk menghilangkan bahan-bahan yang tidak larut dengan cara sentrifusi atau penyaringan atau kombinasi keduanya. Tahap berikutnya adalah pengendapan protein dengan asam pada pH isoelektrik, kemudian isolasi protein yang mengendap dari larutan dengan penyaringan atau sentrifusi. Isolat protein lalu dikeringkan dengan pengering semprot. Protein yang dihasilkan dapat dinetralkan dengan alkali sebelum dikeringkan agar menghasilkan proteinat yang dapat terdispersi dalam air.

Menurut Natarajan (1980), konsentrat dan isolat protein memiliki beberapa keuntungan, antara lain : (1) sebanyak sepertiga dari komponen-komponen kasar yang meliputi protein tidak larut dan karbohidrat yang tidak tercerna akan dihilangkan, (2) beberapa substansi berbahaya, komponen yang berbau dan pahit dihilangkan, (3) karakteristik flavor dan beberapa karakteristik fungsional yang penting dapat ditingkatkan, (4) dapat dengan mudah diinkorporasikan ke dalam bahan pangan tanpa mempengaruhi penampakan, rasa, ataupun flavor secara signifikan, (5) untuk beberapa jenis pangan tertentu, seperti substitusi susu, diperlukan komponen protein yang murni.

C. NUTRISI INKONVENSIONAL

Nutrisi inkonvensional, terutama protein dapat terdiri atas protein sel tunggal, protein daun, dan konsentrat protein ikan. Di samping itu, yang tergolong dalam sumber protein inkonvensional adalah hasil tanaman ataupun hewan yang tidak biasa dikonsumsi oleh manusia, misalnya cacing, keong, serangga, atau biji-bijian yang diolah sedemikian rupa sehingga produk akhirnya layak untuk dikonsumsi oleh manusia.

Menurut Peters (1988), beberapa jenis serangga berpotensi tinggi sebagai sumber nutrisi inkonvensional. Hal ini dibuktikan dengan membandingkan beberapa kandungan nutrisi dari beberapa jenis serangga dengan produk pangan yang sudah umum dikonsumsi manusia. Perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3. Selain itu, Peters (1988) juga mengungkapkan bahwa spesies primata, termasuk manusia, tergolong makhluk hidup sebagian pemakan serangga (*partly insectivorous*).

Tabel 3. Perbandingan beberapa kandungan nutrisi serangga dengan sumber nutrisi lainnya

Sumber pangan	Protein (%)	Lemak (%)	Abu (%)	Kalori/100g
Pupa lalat	63	16	5	-
Rayap (hidup)	23	28	-	347
Rayap (goreng)	46	36	5	508
<i>Locust</i>	61	10	5	-
Daging sapi	17	7	1	127
Ikan asin yang dikeringkan (<i>dried salt-fish</i>)	44	3	21	203
Minyak kacang tanah (<i>peanut oil</i>)	28	50	3	598

Sumber : Peters (1988)

Sudah cukup banyak kultur di dunia yang telah mengkonsumsi serangga sebagai salah satu sumber nutrisi yang normal pada dietnya. Sebagai contoh, penduduk asli di Preanger (Jawa Barat) mengkonsumsi belalang dan jangkrik (Bodenheimer, 1951). Berdasarkan observasi yang dilakukan oleh Bodenheimer (1951) di Jawa, laron (kasta rayap bersayap) bahkan biasa dikonsumsi oleh penduduk setempat dalam keadaan mentah setelah sayap laron tersebut dilepaskan terlebih dahulu dari tubuhnya.

Menurut Hindayana (2004), serangga sebagai makanan tradisional bagi manusia telah lama dikenal terutama di Afrika tengah dan selatan, Australia, Asia, dan Amerika Latin. Tercatat sekitar 500 spesies serangga di dunia telah dimanfaatkan sebagai sumber makanan. Serangga yang umum dikonsumsi adalah belalang, lundi (kadang-kadang juga kumbang dewasanya), rayap (laron), jangkrik, lebah, semut, beberapa serangga air dan berbagai jenis ulat yang

umumnya dari keluarga Saturniidae (contohnya di Indonesia adalah ulat Kupu Gajah yang biasa menyerang daun alpukat). Dari segi gizi, terutama protein, serangga memiliki kandungan yang sama dengan daging ayam.

D. PERMEN JELLY

Istilah konfeksioneri berasal dari bahasa Latin *confecto* (*conficere*) yang artinya penambahan (*to compound*), sedangkan istilah *candy* berasal dari bahasa Arab *quand* yang berarti gula (Ketaren, 1986). Minifie (1980) menyatakan bahwa permen merupakan produk yang termasuk dalam konfeksioneri, yaitu produk yang dibuat dari bahan dasar gula atau bahan pemanis lainnya.

Permen secara umum adalah produk yang dibuat dengan mendidihkan campuran gula dan air bersama-sama dengan pewarna dan pemberi rasa sampai tercapai kadar air kira-kira 3%. Seni membuat permen dengan daya tahan memuaskan terletak pada pembuatan produk dengan kadar air minimum dengan sedikit saja kecenderungan untuk mengkristal (Buckle *et. al.*, 1987). Secara garis besar, permen dibedakan berdasarkan tekstur yang dimilikinya, diantaranya terdapat tiga jenis produk yang berbeda yaitu *high boiled sweet*, *soft candy*, serta *gums* dan *jellies* (Jackson, 1995).

Menurut kekerasannya, permen dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu permen keras dan permen lunak. Permen keras tidak dapat berubah bentuk bila ditekan, bahkan akan patah bila dipaksakan. Yang termasuk permen jenis ini adalah permen tablet, permen *deposited*, dan permen *stamped*. Permen lunak adalah permen yang mudah berubah bentuk dengan hanya memberi tekanan sedikit, misalnya permen jelly dan permen karet (Alikonis, 1979).

Menurut Alikonis (1979), dibandingkan dengan permen keras, pembuatan permen lunak lebih kompleks dan rumit, baik dari segi bahan baku dan prosesnya. Selain gula, diperlukan juga bahan baku lain yang mutlak harus ada walaupun jumlah pemakaiannya hanya sedikit (air, bahan pembentuk gel, lemak, lesitin, dan flavor). Dari segi prosesnya, lebih banyak parameter yang harus dipenuhi. Tanpa didukung oleh proses yang sesuai, suatu formula yang baik tidak dapat menghasilkan permen yang sesuai dengan keinginan.

Permen jelly merupakan permen yang terbuat dari komponen-komponen air, flavor, gula dan bahan pembentuk gel. Penampakkannya jernih dan transparan serta mempunyai tekstur yang elastis dengan kekenyalan tertentu. Adanya partikel-partikel yang tersuspensi seperti protein, tanin, dan polisakarida (pati) menyebabkan warna permen jelly yang dihasilkan menjadi keruh (Hunaefi, 2002). Permen jelly termasuk dalam pangan semi basah yang mempunyai kadar air sekitar 10-40% dan nilai a_w berkisar antara 0.6-0.9 (Buckle *et. al.*, 1987). SNI permen jelly dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Syarat mutu permen jelly

Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan Mutu
Bentuk	-	Normal
Rasa	-	Normal
Bau	-	Normal
Air	% (b/b)	Maks 20.0
Abu	% (b/b)	Maks 3.0
Sakarosa	% (b/b)	Min 30
Pemanis buatan	-	Negatif
Pewarna tambahan	-	Negatif
Gula reduksi (sebagai gula invert)	% (b/b)	Maks 20
Cemaran logam :		
Timbal (Pb)	mg/kg	Maks 1.5
Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks 10
Seng (Zn)	mg/kg	Maks 10
Raksa (Hg)	mg/kg	Maks 0.03
Timah (Sn)	mg/kg	Maks 40
Cemaran Arsen (As)	mg/kg	Maks 1.0
Cemaran mikroba :		
Angka lempeng total	koloni/g	Maks 5×10^4
Bakteri koliform	APM/g	Maks 20
E. coli	APM/g	Kurang dari 3
Salmonella		Negatif/25 g
Staphylococcus aureus	koloni/g	Maks 10^2
Kapang dan khamir	koloni/g	Maks 10^2

Sumber : SNI 01-3547-1994

Permen jelly memerlukan bahan pelapis berupa campuran tepung tapioka dengan tepung gula. Guna bahan pelapis ini adalah untuk membuat permen tidak melekat satu sama lain sehingga memudahkan dalam pengemasan. Selain itu juga untuk menambah rasa sehingga bertambah manis. Menurut Martin

(1953) dalam Mark dan Steward (1957), umumnya permen dari gelatin dilapisi dengan tepung pati kering untuk membentuk lapisan luar yang tahan lama dan menghasilkan tekstur gel yang baik. Menurut Ali (1987), perbandingan komposisi bahan pelapis permen jelly yang terbaik adalah tepung tapioka dan tepung gula 1 : 1.

Pembuatan permen jelly meliputi pencampuran gula yang dimasak dengan kandungan padatan yang diperlukan dan penambahan bahan pembentuk gel (gelatin, agar, pektin, dan/atau karagenan) dengan citarasa dan aroma, serta bentuk yang menarik. Kekerasan dan tekstur permen jelly banyak tergantung pada bahan pembentuk gel yang digunakan.

E. GELATIN

Gelatin berasal dari bahasa latin *gelare* yang berarti membuat beku dan merupakan senyawa yang tidak pernah terjadi secara alamiah (Glicksman, 1969). Gelatin merupakan produk utama dari pemecahan kolagen yang dikombinasikan dengan perlakuan asam atau alkali (Bennion, 1980). Tourtelote (1980) menambahkan bahwa gelatin adalah protein larut air yang diperoleh dari kolagen hewan melalui proses hidrolisis terkontrol. Hidrolisis kolagen diperoleh melalui ekstraksi dengan air panas yang dikombinasikan dengan perlakuan asam atau alkali dan tidak terdapat secara alami.

Sumber penghasil gelatin antara lain : tulang yang terdemineralisasi dan kulit yang telah dihilangkan lemak serta rambutnya (Charley, 1982). Gelatin mengandung 19 asam amino yang dihubungkan dengan ikatan peptida membentuk rantai polimer yang panjang (Glicksman, 1969). Komposisi asam amino gelatin bervariasi tergantung dari sumber kolagen tersebut, spesies hewan, maupun jenis kolagen (Ward dan Courts, 1977).

Gelatin dapat berfungsi sebagai pembentuk gel, protein, pematap emulsi, pengental, penjernih, pengikat air, pelapis, dan pengemulsi (Wards dan Courts, 1977). Dalam fungsinya sebagai pembentuk gel, yaitu mengubah cairan menjadi padatan yang elastis, atau mengubah bentuk sol menjadi gel, gelatin mempunyai sifat reversibel. Hal ini berarti jika gel dipanaskan maka akan

membentuk sol dan bila didinginkan akan membentuk gel kembali (Vail *et. al.*, 1978).

Menurut Lees dan Jackson (1973), jumlah gelatin yang dibutuhkan untuk menghasilkan gel yang memuaskan sekitar 5-12%, tergantung dari kekerasan produk akhir yang diinginkan. Standar mutu gelatin dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Standar mutu gelatin

Karakteristik	Syarat
Warna	Tidak berwarna
Bau, rasa	Normal (dapat diterima konsumen)
Kadar air	Maks 16% (b/b)
Kadar abu	Maks 3.25% (b/b)
Logam berat	Maks 50 mg/kg
Arsen	Maks 2 mg/kg
Tembaga	Maks 30 mg/kg
Seng	Maks 100 mg/kg
Sulfit (SO ₂)	Maks 1000 mg/kg

Sumber : SNI 06 - 3735 - 1995

Menurut Glicksman (1969), gelatin tidak larut dalam air dingin tetapi jika kontak dengan air dingin, gelatin akan mengembang dan membentuk gelembung-gelembung yang besar. Untuk melarutkan gelatin diperlukan pemanasan sekurang-kurangnya pada suhu 49°C, atau biasanya pada suhu 60-70°C.

Pelarutan gelatin di bawah suhu 49°C akan meningkatkan penyerapan air sehingga volume gelatin akan bertambah menjadi beberapa kali dari volume semula dan menjadi kaku seperti karet. Jika dipanaskan pada suhu sekitar 71°C, gelatin akan larut karena pecahnya agregat molekul dan membentuk dispersi koloid makromolekuler. Jika gelatin dipanaskan dalam larutan gula maka suhu yang diperlukan adalah di atas 82°C.

F. SUKROSA

Sukrosa merupakan disakarida yang banyak terdapat di pasaran. Sukrosa banyak terdapat pada tebu, bit, siwalan, dan kopyor (Winarno, 1986). Sukrosa dalam pembuatan produk makanan berfungsi untuk memberikan rasa manis, dan

dapat pula sebagai pengawet, yaitu dalam konsentrasi tinggi menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan menurunkan aktivitas air dari bahan pangan (Buckle *et al.*, 1987).

Kelarutan sukrosa dalam air sangat tinggi dan kelarutannya meningkat dengan adanya pemanasan. Sukrosa akan meleleh pada suhu 160°C membentuk cairan yang jernih, yang pada pemanasan selanjutnya warnanya berangsur-angsur berubah menjadi coklat membentuk karamel (Hughes dan Bennion, 1970).

Birch dan Parker (1979) menyebutkan bahwa salah satu kelebihan sukrosa adalah kemampuannya untuk tetap dalam larutan bahkan pada saat superjenuh larutan yang tinggi. Hal ini disebabkan karena molekul gula tidak bergerak saat kekentalan tertinggi tercapai, sehingga sewaktu kristal gula dihasilkan melalui pendidihan air, tidak segera terkristalisasi secara nyata. Akan tetapi lambat laun kristalisasi dari sukrosa murni dalam larutan air akhirnya akan terjadi. Untuk mencegah kristalisasi tersebut, sukrosa dapat dikombinasikan dengan monosakarida lain seperti fruktosa atau glukosa.

G. HIGH FRUCTOSE SYRUP (HFS)

Fruktosa mempunyai kemanisan yang lebih tinggi dibanding sukrosa yaitu 1.12 kali. Dalam pembentukan gel, fruktosa bersama sukrosa berfungsi membentuk tekstur yang liat dan menurunkan kekerasan permen jelly yang terbentuk (Jones, 1977).

HFS merupakan gula cair yang dihasilkan dengan cara mengubah sebagian glukosa yang diperoleh dari hidrolisa pati melalui proses isomerisasi (Hyun, 1985). HFS merupakan gula pati hasil hidrolisa berderajat tinggi. Derajat hidrolisa dinyatakan dengan DE (*Dextrose Equivalent*), yaitu jumlah gula pereduksi yang diwakili oleh glukosa yang dihitung sebagai persentase dari total padatan (Matz dan Matz, 1978).

HFS dalam pengolahan permen berfungsi sebagai penguat cita rasa, media pemindah cita rasa, bernilai gizi tinggi, mencegah pembentukan kristal gula, dan mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme dengan tekanan osmosis yang tinggi serta aktivitas air yang rendah (Hyun, 1985). HFS

mempunyai karakteristik fisik, kimia, nutrisi, dan fisiologis yang lebih baik dibanding sukrosa seperti yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan karakteristik fisik, kimia, nutrisi, dan fisiologis antara HFS dan sukrosa

	Sifat	HFS	Sukrosa
Karakteristik Fisik	Higroskopisitas	Tinggi, memperbaiki retensi air dalam makanan	Sedang pada RH 75% atau pada bentuk sirup dengan kadar air > 10%
	Energi pelarutan	-25.2 Kal/g (glukosa)	-5.5 Kal/g
	Kelarutan	75% (pada 25°C)	66% (25°C) 75% (60°C)
	Pengkristalan	Rendah	Tinggi
	Tekanan osmotik	Tinggi	Rendah
	Viskositas	Lebih rendah dari sukrosa pada konsentrasi yang sama	
	Penggunaan	Tidak perlu dilarutkan	Perlu dilarutkan
	Struktur molekular	Monosakarida	Disakarida
	Berat molekul	180	342
	Karakteristik Kimia	Kemanisan relatif	105-110
Fermentabilitas		Langsung dapat difermentasi	Terfermentasi setelah dihidrolisa
Kemanisan		Lebih cepat terdeteksi dan menghilang sehingga memberi kesegaran. Lebih manis pada suhu rendah dan pada konsentrasi tinggi. Memberi efek sinergis dengan pemanis lain	
Reaktivitas kimia		Sangat reaktif dan stabil dalam suasana asam	Terurai terinversi dalam suasana asam
Karakteristik Nutrisi	Absorpsi pencernaan	Langsung diabsorpsi	Diabsorpsi setelah dihidrolisa
	Persediaan gula darah	Langsung disuplai menjadi gula darah	Tidak dapat langsung disuplai tanpa dihidrolisa dahulu
	Pencegahan terhadap kerusakan gigi	Lebih baik dari sukrosa	

Sumber : Ali (1987)

II. FLAVOR

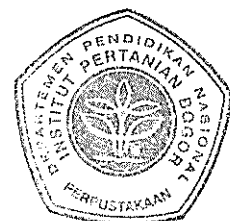
Heath (1978) mendefinisikan flavor sebagai keseluruhan kesan (sensasi) yang muncul dan disebabkan oleh komponen kimia volatil dan nonvolatil yang berasal dari alam ataupun yang dibuat secara sintesis, serta timbul pada saat makan dan minum. Fennema (1985) menyatakan bahwa flavor merupakan gabungan persepsi, bau, rasa, penampilan, tekstur, dan bunyi yang diterima oleh indra manusia pada saat mengkonsumsi makanan atau minuman.

Flavor merupakan salah satu kunci yang menentukan penerimaan makanan. Flavor dapat memberikan atau menentukan sensasi penyajian dengan kombinasi rasa dan aroma terhadap derajat kemanisan, keasaman, kepahitan, dan keasinan serta *mouthfeel*. *Mouthfeel* adalah suatu sensasi yang diterima oleh indra perasa yang berupa rasa dingin, pedas, lembut, dan *aftertaste* yang ditinggalkan.

Menurut Ali (1987), penambahan flavor sangat penting dalam mempengaruhi tanggapan organoleptik dan penerimaan konsumen. Penggunaannya dapat memberikan aroma yang disukai sekaligus menutup bau khas gelatin akibat pemasakan.

I. PELAPIS PERMEN JELLY

Sifat permen jelly yang menyulitkan pemasaran adalah kecenderungannya menjadi lengket karena sifat higroskopis dari gula pereduksi yang membentuk permen sehingga perlu bahan pelapis untuk menghilangkan sifat lengket tersebut (Ali, 1987). Menurut Martin (1953) dalam Mark dan Stewart (1957), umumnya permen dari gelatin dilapisi dengan tepung untuk lapisan luar yang tahan lama dan menghasilkan bentuk gel yang baik. Tepung gula pasir selain dapat berfungsi sebagai pelapis permen, juga memberikan rasa manis. Menurut Ali (1987), kombinasi pelapis permen yang terbaik adalah tepung tapioka dengan tepung gula 1 : 1.



III. BAHAN DAN METODE

A. BAHAN DAN ALAT

1. Bahan

Bahan baku utama yang digunakan adalah kasta pekerja dan prajurit dari rayap kayu basah *Glyptotermes montanus* Kemner. Bahan kimia yang digunakan antara lain NaOH, HCl, NaCl, K₂SO₄, HgO, H₂SO₄, H₃BO₃, Na₂S₂O₃, KI, CuSO₄.5H₂O, Na-K-Tartarat, *Bovine Serum Albumin* (BSA), larutan multienzim, dietil eter, akuades, indikator merah metil, dan indikator biru metilen. Bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan permen adalah sukrosa, HFS, gelatin, air minum, flavor, serta tepung tapioka dan tepung gula sebagai pelapis.

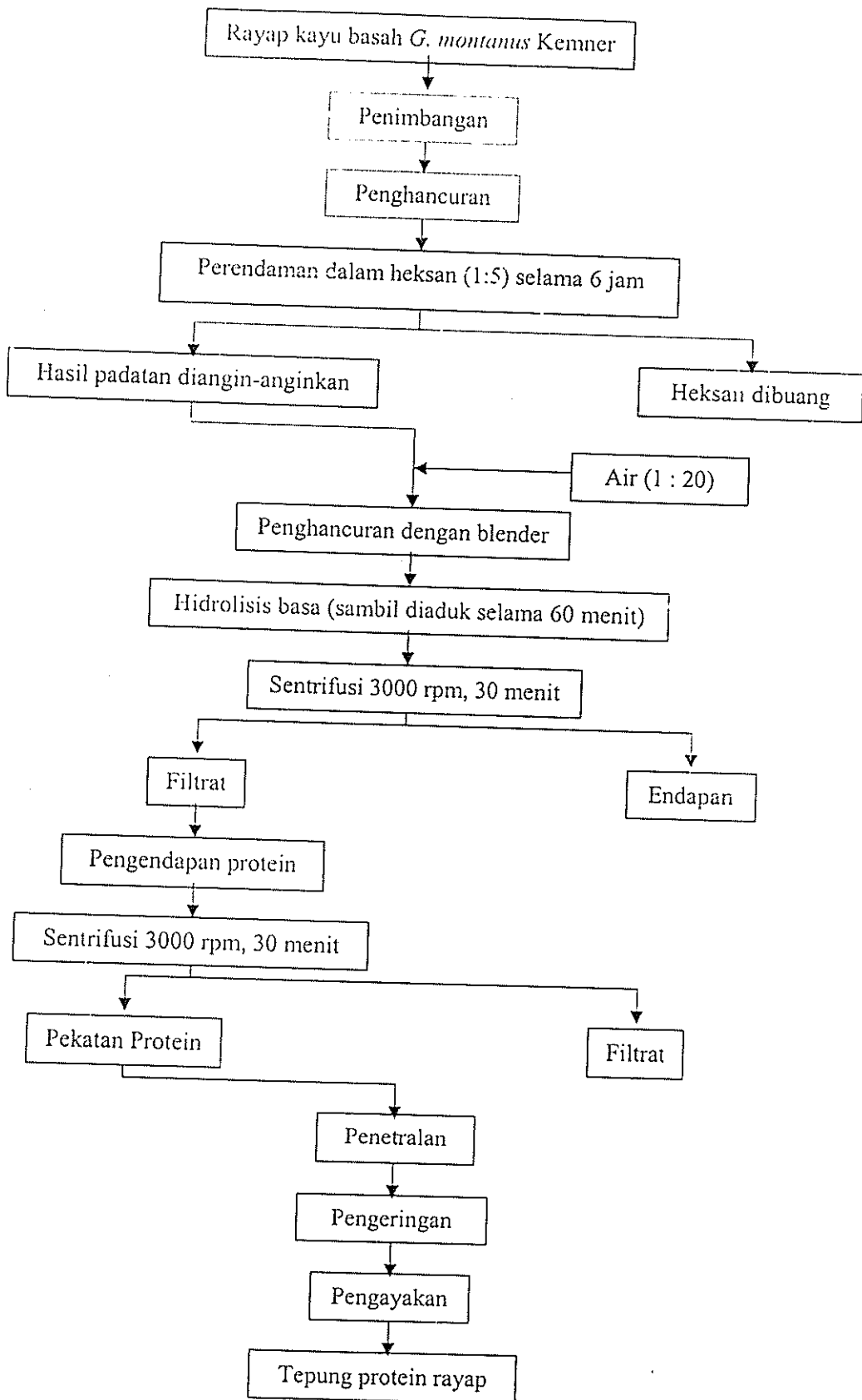
2. Alat

Peralatan yang digunakan antara lain blender, baskom, pH-meter, sentrifusi, oven vakum, cawan aluminium, cawan porselin, desikator, neraca analitik, penangas air, tanur, *magnetic stirrer*, *rotary evaporator*, ayakan 80 mesh, termometer, dan peralatan gelas untuk analisis kimia. Alat ukur yang diperlukan adalah spektrofotometer UV-VIS, Shibaura a_w-meter WA-360, Rheoner RE-3305, dan *Apparatus Melting Point* merek *Fisher Jhons*.

B. METODE PENELITIAN

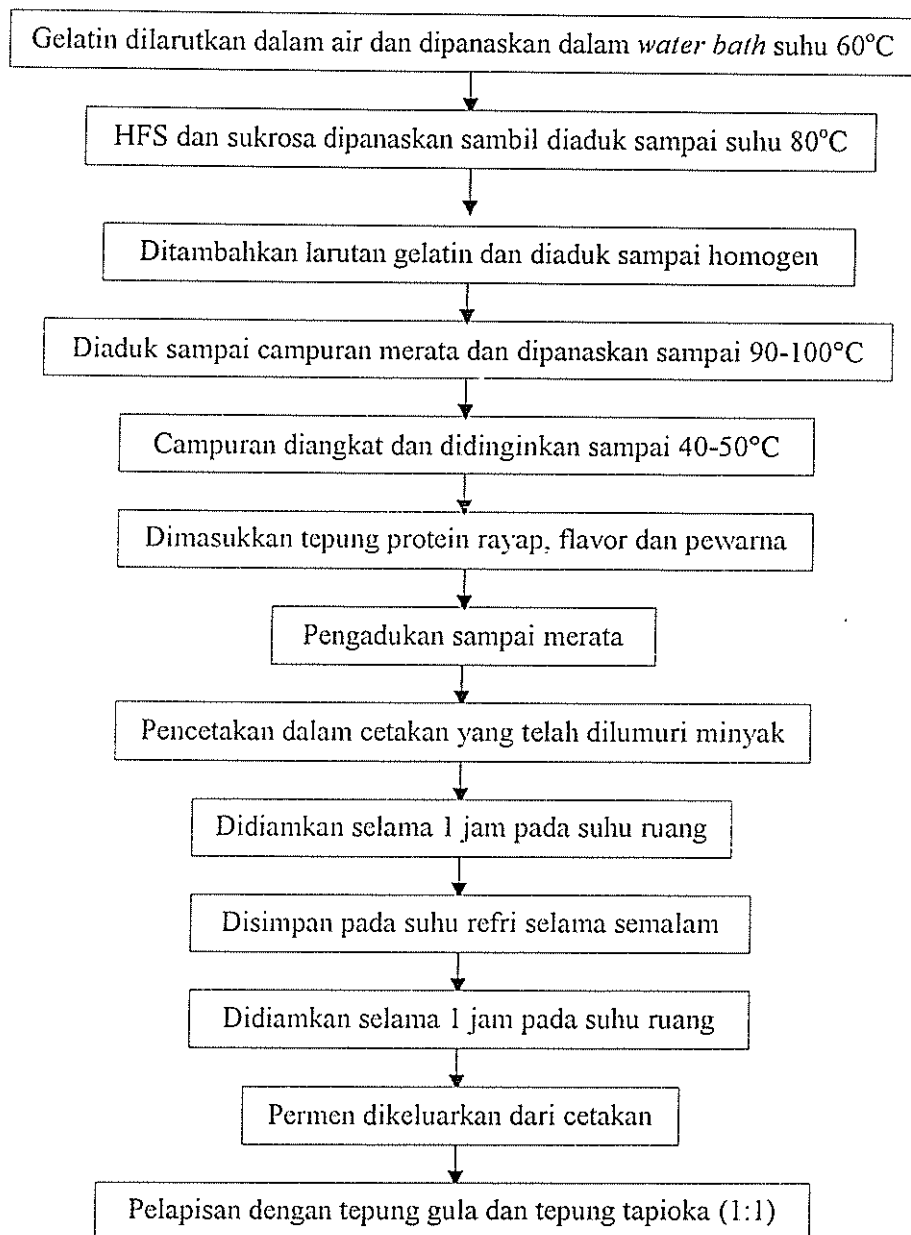
1. Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan meliputi ekstraksi protein rayap kayu basah *G. montanus*, analisis proksimat terhadap ekstrak protein rayap, uji kandungan protein terlarut dengan uji Biuret, dan analisis daya cerna protein rayap secara *in vitro*. Analisis proksimat terhadap ekstrak protein rayap meliputi pengukuran kadar air, abu, protein, dan lemak. Tahap-tahap ekstraksi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan Ekstraksi Protein Rayap Kayu Basah *G. montanus* Kemner berdasarkan Yasin (1992) dengan modifikasi

Selanjutnya dilakukan penyusunan formulasi dasar permen jelly berdasarkan Boutin (2000) dan prosedur pembuatannya mengikuti percobaan sebelumnya (Ali, 1987). Permen jelly yang dihasilkan kemudian diamati rasa, warna, dan teksturnya. Pembuatan permen jelly dari rayap secara garis besar meliputi penimbangan semua ingredien, pemasakan gula (HFS dan sukrosa), pemanasan gelatin dan air, pencampuran semua ingredien, pengadukan adonan, pencetakan adonan, pendinginan adonan, dan pelapisan. Secara umum, pembuatan permen jelly dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Tahapan Pembuatan Permen Jelly Gelatin dengan Pekatan Protein Rayap

Setelah diperoleh formula dasar permen terbaik, ditentukan proporsi penambahan tepung protein rayap ke dalam bahan agar dicapai kandungan nutrisi produk akhir sesuai dengan yang diharapkan berdasarkan RDA (*Recommended Daily / Dietary Allowances*). Kandungan nutrisi yang ingin dicapai pemenuhan RDA-nya pada produk permen adalah protein.

Banyaknya tepung protein rayap yang ditambahkan dalam penelitian adalah sebanyak 5%, 7.5%, dan 10%. Jumlah yang ditambahkan tersebut juga mempertimbangkan kadar protein serta daya cerna (*digestibility*) yang dimiliki tepung protein rayap. Menurut RDA, makanan yang termasuk sumber protein (*good source*) adalah yang dapat memenuhi 10-19% AKG (Angka Kecukupan Gizi). AKG protein adalah 50 gram.

Contoh perhitungan untuk penambahan 7.5% protein rayap adalah sebagai berikut (Indarto, 2003) :

Kadar protein rayap = 80.82%

Digestibility = 86.46%

AKG protein = 50 gram

Σ protein rayap yang ditambahkan ke dalam 100 gram adonan permen

$$= \frac{50}{80.82\% \times 86.46\%} \times 7.5\% = 5.17 \text{ gram}$$

Apabila 1 buah permen memiliki berat 5 gram, maka kandungan protein rayap dalam 1 permen adalah :

$$\frac{5.17 \times 5}{100} = 0.26 \text{ gram protein rayap dalam 5 gram permen}$$

Kontribusi protein rayap dalam 1 buah permen adalah :

$$\frac{0.26}{50} \times 100\% = 0.52\%$$

Dengan demikian, dengan mengkonsumsi sekitar 19 buah permen, dapat dipenuhi 10%AKG.

Penambahan tepung protein rayap juga mempertimbangkan pengaruhnya terhadap karakteristik organoleptik produk akhir. Formulasi

dibuat berdasarkan asumsi bahwa kandungan nutrisi bahan awal tidak mengalami perubahan selama pengolahan. Bahan-bahan lain yang tidak diformulasi juga akan mempengaruhi kandungan nutrisi produk akhir, namun tidak diikutsertakan dalam formulasi karena nilainya akan tetap meskipun perlakuan dibedakan. Bahan-bahan lain yang tidak diformulasi disesuaikan komposisinya dengan formulasi bahan utama.

Penetapan formulasi yang terbaik diperoleh melalui uji organoleptik. Penilaian organoleptik dilakukan dengan uji hedonik (kesukaan) penilaian umum, uji hedonik empat parameter (warna, aroma, tekstur, dan rasa) dan uji ranking. Panelis yang dilibatkan dalam uji ini berjumlah 30 orang.

2. Penelitian Utama

Penelitian utama meliputi pembuatan permen jelly dengan penambahan protein rayap sesuai dengan formulasi terpilih. Perlakuan yang digunakan adalah penambahan beberapa jenis flavor untuk meningkatkan aseptabilitas konsumen terhadap produk akhir. Flavor yang dipilih berdasarkan kesesuaian *image* flavor tersebut dengan warna tepung protein yang ditambahkan yakni coklat kehitaman. Oleh karena itu, flavor yang dianggap cocok untuk ditambahkan antara lain flavor kopi, *mocha*, coklat, dan *butterscotch*. Analisis tingkat penerimaan konsumen diperoleh melalui uji organoleptik yang meliputi uji hedonik dan uji ranking dengan jumlah panelis sebanyak 30 orang.

Analisis fisik dan kimia dilakukan terhadap produk terpilih. Analisis fisik meliputi titik leleh, aktivitas air (a_w), kekerasan, dan elastisitas produk permen. Analisis kimia mencakup analisis proksimat, uji kandungan protein terlarut permen dengan uji Biuret, uji pH, dan daya cerna dari permen tersebut.

C. PENGAMATAN

1. Kadar Air (AOAC, 1995)

Cawan aluminium kosong dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C selama 15 menit, kemudian didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan

ditimbang. Prosedur pengeringan cawan ini diulangi sampai didapat bobot konstan. Sampel sebanyak 2–3 gram ditimbang dalam cawan tersebut, kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C selama 3–5 jam. Setelah itu, cawan dikeluarkan dari oven dan didinginkan dalam desikator selama 15 menit. Prosedur ini diulangi sampai didapat bobot sampel yang konstan.

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

Keterangan : A = bobot cawan dan sampel sebelum dioven (g)

B = bobot cawan dan sampel setelah dioven (g)

C = bobot sampel (g)

2. Kadar Abu (AOAC, 1995)

Sampel sebanyak 3–5 gram ditimbang dalam cawan yang bobotnya konstan. Sampel dibakar sampai berasap di atas bunsen dengan api kecil, kemudian dimasukkan ke dalam tanur pada suhu 600°C sampai menjadi abu. Cawan berisi abu didinginkan dalam desikator selama 15 menit kemudian ditimbang. Pengabuan diulangi dengan cara dimasukkan kembali ke dalam tanur pada suhu 600°C selama 1 jam sampai didapat bobot konstan.

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

Keterangan : A = bobot cawan berisi abu (g)

B = bobot cawan (g)

C = bobot sampel (g)

3. Kadar Protein (Metode Mikro Kjeldahl)

Sampel sebanyak 0.5 gram dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl 30 ml kemudian ditambahkan dengan 2.5 ml H₂SO₄ pekat, 1 gram katalis, dan batu didih secukupnya. Sampel dididihkan selama 1–1.5 jam atau sampai cairan berwarna jernih. Labu beserta isinya didinginkan lalu isinya dipindahkan ke dalam alat destilasi dan ditambahkan 15 ml larutan NaOH 50%, kemudian

dibilas dengan akuades. Labu erlenmeyer berisi HCl 0.02 N diletakkan di bawah kondensor, sebelumnya ditambahkan indikator 2-4 tetes (campuran merah metil 0.02% dalam alkohol dan biru metilen 0.02% dalam alkohol dengan perbandingan 2 : 1). Ujung tabung kondensor harus terendam dalam labu yang berisi larutan HCl. Selanjutnya dilakukan destilasi sampai sekitar 25 ml destilat tertampung dalam labu erlenmeyer. Ujung kondensor dibilas dengan sedikit akuades dan bilasannya ditampung di dalam erlenmeyer. Selanjutnya dilakukan titrasi dengan NaOH 0.02 N sampai terjadi perubahan warna hijau menjadi ungu. Penetapan blanko dilakukan dengan cara yang sama.

$$\% \text{ total N} = \frac{\text{ml contoh} \times \text{N HCl} \times \text{faktor pengenceran} \times 14}{\text{mg bobot contoh}}$$

$$\% \text{ protein (b/b)} = \% \text{ total N} \times 6.25$$

4. Kadar Lemak (Metode Soxhlet)

Sebanyak 2 gram sampel bebas air diekstraksi dengan pelarut eter dalam alat Soxhlet selama 6 jam. Sampel hasil ekstraksi diuapkan dengan cara diangin-anginkan kemudian dikeringkan dalam oven selama 1 jam pada suhu 105°C dan didinginkan dalam desikator sampai bobotnya konstan.

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

Keterangan : A = bobot labu lemak berisi lemak (g)

B = bobot labu lemak kosong (g)

C = bobot sampel (g)

5. Rendemen

Rendemen dihitung berdasarkan berat akhir dibandingkan berat awal sampel.

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100\%$$

6. Daya Cerna (Hzu *et. al.*, 1977)

Pengukuran daya cerna dilakukan secara *in vitro* dengan teknik multienzim. Sampel lolos ayakan 80 mesh disuspensikan dalam akuades sampai diperoleh konsentrasi 6.25 mg protein/ml. Sebanyak 50 ml suspensi sampel ditaruh dalam gelas piala kecil kemudian diatur pHnya menjadi 8.0 dengan penambahan HCl 0.1 N atau NaOH 0.1 N. Sampel ditaruh dalam penangas air 37°C dan diaduk selama 5 menit kemudian larutan multienzim sebanyak 5 ml ditambahkan ke dalam suspensi protein (saat penambahan enzim, dicatat sebagai menit ke-0) sambil tetap diaduk dalam penangas air 37°C. Pada menit ke-10, dicatat pH suspensi sampel.

Daya cerna dihitung dengan persamaan :

$$y = 210.464 - 18.103x$$

Keterangan : y = daya cerna protein (%)

x = pH suspensi sampel pada menit ke-10

7. Uji Protein Terlarut Biuret (AOAC, 1995)

Ekstrak sampel sebanyak 1 ml didistribusikan ke dalam tabung reaksi dan ditambah 1 ml asam trikloroasetat (TCA) 10%. Sentrifusi pada 3000 rpm selama 10 menit dan supernatan dibuang dengan cara dekantasi. Ke dalam endapan ditambahkan 2 ml dietil eter, dicampur rata, kemudian disentrifusi kembali. Endapan dibiarkan mengering pada suhu kamar.

Endapan kering ditambah air 4 ml dan dicampur merata, kemudian ditambahkan 6 ml pereaksi Biuret (larutan 3 gram $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan 9 gram Na-K-Tartarat dalam 500 ml NaOH 0.2 N, ditambah 5 gram KI dan diencerkan sampai 1000 ml dengan NaOH 0.2 N). Tabung reaksi disimpan pada suhu 37°C selama 10 menit atau pada suhu ruang selama 30 menit. Setelah itu diukur absorbansinya pada panjang gelombang 520 nm.

Kurva standar dibuat dari larutan BSA dengan konsentrasi 5 $\mu\text{g/ml}$ dalam air destilata.

8. Uji pH

Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pH-meter. Sebelum dilakukan pengukuran, potongan-potongan sampel terlebih dahulu dilarutkan dengan perbandingan sampel dan air sebanyak 1 : 1 (b/b). Sebelum pH sampel diukur, alat harus distandarkan dahulu dengan buffer yang ber-pH 4 dan 7. Pengukuran dilakukan dua kali setiap sampel.

9. Kekerasan dan elastisitas

Kekerasan dan kelengketan diukur dengan alat yang sama, yaitu Rheoner RE-3305. Kekerasan dan elastisitas dinyatakan dalam satuan gf (*gramforce*).

10. Aktivitas Air (a_w)

Alat yang digunakan adalah Shibaura Aw-meter WA-360. Alat dikalibrasi dulu dengan NaCl jenuh (a_w 0.7547, 0.7529, 0.7509 yang berturut-turut pada suhu 20°C, 25°C, dan 29°C) lalu ditempatkan pada wadah terbuka dan dimasukkan dalam a_w -meter. Nilai a_w dibaca setelah tertulis "*completed*". Bila a_w yang terbaca tidak tepat 0.75 maka bagian *switch* diputar sampai tepat 0.75. Setelah itu diukur lagi sampai tertulis "*completed*". Pengukuran a_w sampel sama caranya yaitu dengan menempatkan sampel pada wadah terbuka lalu dimasukkan ke dalam a_w -meter sampai tertulis "*completed*".

11. Titik Leleh

Alat yang digunakan adalah *Apparatus Melting Point* merek *Fisher Jhons*. Permen ditempatkan ke dalam pipa kapiler besi setinggi 1 cm. Pipa kapiler besi dihubungkan ke termometer dengan ujung air raksa termometer menempel pada pipa kapiler. Tombol pengatur temperatur pada alat diatur pada suhu yang tepat, kemudian bahan yang berada dalam pipa kapiler diamati sampai saat pertama kali bahan meleleh. Suhu pada termometer langsung dibaca dan suhu tersebut merupakan titik leleh bahan.

12. Uji Organoleptik (Rahayu, 2001)

Uji organoleptik berupa uji hedonik dan ranking hedonik yang dilakukan terhadap 30 orang panelis agak terlatih. Uji hedonik dilakukan terhadap karakteristik warna, rasa, tekstur, dan aroma. Dalam uji ini, penilaian dilakukan dengan menggunakan 7 skala numerik yaitu 1 (sangat tidak suka), 2 (tidak suka), 3 (agak tidak suka), 4 (netral/biasa), 5 (agak suka), 6 (suka), dan 7 (sangat suka).

Uji ranking hedonik dilakukan terhadap karakteristik produk secara keseluruhan. Panelis diminta untuk mengurutkan kesukaan mereka terhadap produk. Produk yang paling disukai mendapat nilai yang terkecil, dan seterusnya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. PENELITIAN PENDAHULUAN

1. Ekstraksi Protein Rayap

Proses ekstraksi protein rayap kayu basah *G. montanus* Kemner mengikuti cara pembuatan isolat protein yang meliputi hidrolisis protein, pemisahan protein, pengendapan protein, penetralan, dan pengeringan. Menurut Yasin (1992), rayap yang digunakan sebaiknya rayap segar karena hasil rendemen yang diperoleh akan jauh lebih tinggi daripada rayap kering. Selain itu, keterbatasan bahan baku juga menjadi pertimbangan. karena penggunaan rayap kering akan memerlukan rayap dalam jumlah yang banyak.

Rayap memiliki bau yang tidak enak dan bau ini melekat pada protein yang dihasilkan. Bau pada protein ini diduga karena kandungan lemak yang tinggi pada tubuh rayap, mengingat lemak bersifat menyerap bau. Oleh karena itu, dalam pengekstrakan protein dari tubuh rayap, dilakukan modifikasi ekstraksi dari penelitian sebelumnya. Modifikasi tersebut adalah dengan terlebih dahulu dilakukan penghilangan lemak dari tubuh rayap. Penghilangan lemak ini selain dapat menghilangkan bau yang tidak enak, juga dapat meningkatkan rendemen pada protein yang dihasilkan (Yasin, 1992).

Sebelum diekstrak lemaknya, tubuh rayap perlu mendapat perlakuan tertentu untuk mempermudah kontak antara bahan dengan pelarut. Dalam hal ini rayap segar diblender kering sampai halus kemudian diekstraksi menggunakan pelarut heksan. Menurut Handoko (2000), dengan ukuran bahan yang cukup halus dan seragam, proses ekstraksi akan berlangsung dengan baik dan efektif.

Metode yang digunakan untuk mengekstrak lemak dari tubuh rayap mengikuti cara Handoko (2000), yaitu dengan mencampur keseluruhan bahan dalam pelarut dengan perbandingan 1 : 5 pada suhu kamar. Pengadukan dilakukan setiap satu jam untuk mempermudah kontak antara bahan dan pelarut. Pada satu jam pertama pengadukan, ternyata pelarut heksan cepat sekali berubah warna menjadi sangat kuning. Oleh sebab itu, pelarut heksan

perlu diganti setiap satu jam sampai warna pelarut menjadi bening. Dalam percobaan ini, ternyata setelah dilakukan perendaman dan pengadukan selama enam jam, barulah pelarut heksan menjadi berwarna bening. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar lemak dalam tubuh rayap telah dapat dihilangkan. Menurut Handoko (2000), semakin lama ekstraksi dilakukan maka semakin lama waktu kontak antara bahan dengan pelarut sehingga kadar lemak dalam bahan semakin rendah, dan sebaliknya konsentrasi lemak bahan di dalam pelarut heksan akan semakin tinggi.

Ekstraksi lemak diperlukan untuk mengurangi sebagian besar lemak (tepung protein rayap masih mengandung sekitar 2% lemak), bukan untuk menghilangkan seluruh lemak yang ada. Hal ini mengingat untuk menghilangkan seluruh lemak diperlukan waktu yang lama, dan tujuan dilakukannya ekstraksi lemak ini untuk mendapatkan konsentrat protein dan bukan isolat protein. Selain itu, ekstraksi lemak juga diharapkan dapat menghilangkan bau yang masih dapat melekat pada protein rayap.

Pelarut lemak yang digunakan adalah heksan karena sifatnya yang tidak larut air (hidrofobik) dan kecil kemungkinannya untuk mendenaturasi protein meskipun pada suhu tinggi (Handoko, 2000). Menurut Heath dan Reineccius (1986), dalam pemilihan jenis pelarut, yang harus diperhatikan adalah daya melarutkan lemak, titik didih, sifat toksik, mudah tidaknya terbakar, dan sifat korosif terhadap peralatan ekstraksi. Pelarut yang baik adalah yang dapat melarutkan lemak dengan cepat dan sempurna, titik didihnya rendah sehingga mudah diperoleh kembali, dan sifat toksiknya rendah.

Setelah dilakukan ekstraksi lemak dari tubuh rayap segar, dilakukan hidrolisis protein rayap dalam suasana basa (pH tinggi) dengan penambahan NaOH 1 N. Larutan pengeksrak yang digunakan adalah air dengan perbandingan rayap dan air 1 : 20. Untuk menghomogenisasikan larutan pengeksrak tersebut dengan rayap, digunakan blender basah.

Hidrolisis protein dilakukan pada suasana basa karena nitrogen bahan yang larut lebih banyak sehingga dapat meningkatkan rendemen dan protein yang diperoleh mempunyai sifat yang mudah dicampurkan ke dalam makanan (Natacia, 1992). Menurut Yasin (1992), kelarutan protein rayap dipengaruhi

oleh pH dan pH yang baik untuk menghidrolisis protein rayap adalah 8-9. Thomson (1977) menyatakan bahwa pada pH 9 nitrogen yang terlarut mencapai 89%, hanya sedikit lebih rendah dibandingkan pada pH 11-12 (95%). Akan tetapi, penambahan larutan alkali dalam pembuatan isolat ataupun konsentrat protein dianjurkan hanya sampai pH 9 karena ekstraksi dengan larutan ber-pH > 9 dapat menyebabkan denaturasi dan penurunan nilai gizi protein.

Selama proses hidrolisis dilakukan pengadukan untuk menghomogenisasikan campuran dan memperkecil ukuran partikel bahan sehingga nitrogen yang terlarut lebih banyak. Dengan demikian, rendemen protein pun dapat meningkat. Berdasarkan hasil penelitian Yasin (1992), pelarut air digunakan dengan perbandingan padatan dan pelarut 1 : 20. Kelarutan protein dalam pelarut air untuk rayap segar adalah 2.30 mg/ml.

Air yang digunakan pada percobaan ini memiliki pH 7, namun setelah digunakan untuk melarutkan protein rayap, pH larutan turun menjadi 6.08. Menurut Yasin (1992), hal ini terjadi karena pH rayap lebih rendah dari 7 yaitu sekitar 5.5 – 6. Penurunan pH dapat mengakibatkan kelarutan protein berkurang. Untuk meningkatkan kelarutan protein, ditambahkan larutan NaOH untuk memberikan nilai pH yang lebih tinggi.

Menurut Yasin (1992), kelarutan protein meningkat dengan meningkatnya waktu ekstraksi. Waktu ekstraksi yang digunakan adalah 60 menit. Dengan peningkatan waktu ekstraksi melebihi 60 menit, ternyata tidak banyak meningkatkan kelarutan protein. Pada ekstraksi selama 90 menit, kelarutan protein sudah tidak banyak meningkat. Tidak banyaknya peningkatan kelarutan protein ini disebabkan oleh telah maksimumnya protein yang dapat larut, sehingga dengan penambahan waktu ekstraksi sekalipun sudah tidak banyak berpengaruh terhadap peningkatan kelarutan protein.

Lamanya waktu ekstraksi optimum pada tiap jenis protein berbeda-beda. Protein yang memiliki daya larut tinggi mungkin memerlukan waktu yang singkat untuk mencapai kelarutan maksimum, sedangkan protein yang mempunyai daya larut rendah membutuhkan waktu yang lama. Protein yang

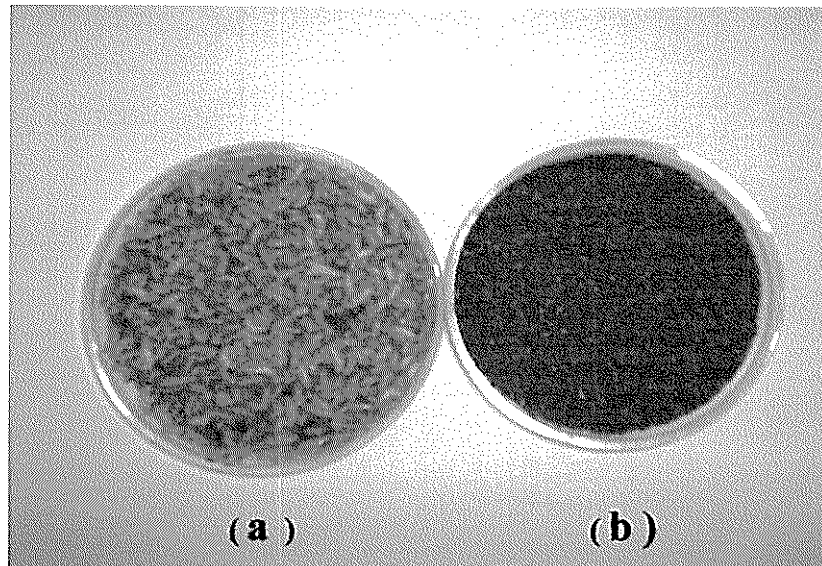
terperangkap dalam jaringan matriks suatu bahan memerlukan waktu cukup lama untuk dapat keluar dari bahan tersebut. Oleh karena itu, bahan yang mempunyai ukuran lebih kecil dapat mempermudah kelarutan protein sehingga waktu untuk mencapai kelarutan maksimum dapat lebih singkat (Yasin, 1992).

Untuk memisahkan protein hasil hidrolisis, digunakan sentrifusi dengan kecepatan 3000 rpm selama 30 menit. Protein hasil hidrolisis kemudian disaring lalu diendapkan dengan HCl 1 N pada pH isoelektriknya karena protein paling banyak mengendap pada pH isoelektriknya. Titik isoelektrik adalah titik dimana kelarutan nitrogen terendah atau titik dimana protein sebagian besar terendapkan.

Jenis protein yang menyusun suatu bahan sangat beraneka ragam dan jarang terdapat dalam keadaan murni. Jenis-jenis protein tersebut memiliki daya larut yang berbeda-beda untuk setiap jenis larutan. Hal ini menyebabkan titik isoelektrik dari protein setiap bahan tidak sama (Natacia, 1992). Protein rayap memiliki pH isoelektrik sekitar 4-5 (Yasin, 1992). Pada pH tersebut, nitrogen yang terendapkan mencapai 98% (Thomson, 1977).

Untuk mendapatkan pekatan protein, dilakukan sentrifusi kembali dengan kecepatan 3000 rpm selama 30 menit. Endapan protein yang dihasilkan berwarna kecoklatan. Selanjutnya dilakukan penetralan dengan NaOH untuk mendapatkan Natrium proteinat yang lebih disukai. Protein ini lebih disukai konsumen karena sifatnya yang lebih mudah larut dan stabil terhadap keadaan sekitarnya.

Pengeringan protein rayap bertujuan untuk mengeluarkan air dari protein tersebut sehingga membentuk suatu produk tepung yang cenderung lebih awet. Pengeringan pekatan protein dilakukan pada suhu 40-50°C selama 24 jam. Penggunaan suhu yang agak rendah ini bertujuan untuk mengurangi kerusakan protein akibat panas. Menurut Yasin (1992), pengeringan di bawah suhu 40°C membutuhkan waktu yang lebih lama dan dapat memberikan kemungkinan mikroba proteolitik untuk tumbuh dan mengakibatkan terjadinya proses pembusukan. Gambar rayap segar dan hasil pekatan protein yang telah dikeringkan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Rayap segar (a) dan pekatan protein rayap yang telah dikeringkan (b)

Setelah protein rayap dikeringkan, warna protein menjadi lebih gelap (kehitaman). Pengeringan protein yang mengakibatkan terjadinya perubahan warna protein juga dilaporkan oleh Purwanegara (1982) dalam penelitiannya mengenai pembuatan isolat protein kedelai. Menurut Purwanegara (1982), pada suhu pengeringan 50°C dihasilkan isolat protein berwarna coklat muda, sedangkan pada suhu pengeringan 150°C dapat menghasilkan isolat protein berwarna coklat. Yasin (1992) juga melaporkan bahwa pekatan protein rayap kayu kering *Cryptotermes cynocephalus* Light yang dikeringkan baik pada suhu 40°C, 50°C, 60°C, dan 70 °C tetap menghasilkan protein berwarna hitam.

Warna tepung protein rayap ini diduga akibat adanya reaksi Maillard. Adapun protein rayap yang diekstrak ini bukanlah protein murni, melainkan masih ada komponen-komponen nonprotein lainnya yang terkandung di dalamnya. Salah satunya adalah komponen gula pereduksi, dimana dengan keberadaan komponen ini beserta dengan protein, kemungkinan besar akan memicu terjadinya reaksi Maillard dan menyebabkan warna protein menjadi coklat kehitaman. Warna ini sudah muncul sejak tahap awal ekstraksi (penghilangan lemak dengan heksan) dan setelah dikeringkan, warna tepung protein rayap menjadi semakin gelap.

Salah satu tindakan pencegahan yang dapat dilakukan adalah dengan penghilangan komponen gula ataupun pengendalian lainnya sejak awal ekstraksi supaya reaksi Maillard dapat dicegah. Namun, pada penelitian ini, tindakan pencegahan tidak dilakukan sehingga hasil ekstrak protein yang dihasilkan berwarna kehitaman.

Tepung protein rayap yang dihasilkan kemudian diayak dengan ayakan 80 *mesh*. Tujuan pengayakan ini supaya kehalusan tepung menjadi homogen dan lebih mudah terdispersi di dalam produk pangan.

2. Analisis Pekatan Protein Rayap

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen pekatan protein rayap *G. montanus* (berdasarkan perbandingan berat rayap segar dengan tepung protein rayap) adalah 9.235%. Tingkat rendemen ini lebih besar daripada hasil penelitian yang dilakukan Yasin (1992) terhadap rayap kayu kering *Cryptotermes cynocephalus* Light. (7.48%). Namun, sebenarnya perolehan rendemen ini cukup rendah sehingga diperlukan bahan baku rayap segar yang cukup banyak untuk menghasilkan pekatan protein. Jumlah pelarut yang digunakan mempengaruhi rendemen akhir. Peningkatan volume pelarut dapat meningkatkan rendemen. Semakin besar volume pelarut, dapat menyebabkan protein lebih mudah larut karena molekul air bebas yang tersedia cukup banyak untuk berinteraksi dengan protein (Yasin, 1992). Namun, volume pelarut yang terlalu banyak pun walaupun memberikan hasil rendemen yang semakin tinggi, dapat menghasilkan larutan ekstrak yang terlalu encer sehingga tidak efisien (Montecalvo *et. al.*, 1984).

Berdasarkan analisis diperoleh tepung protein yang mengandung protein cukup tinggi, yaitu sebesar 91.45% (berat kering). Nilai ini menunjukkan bahwa proses ekstraksi protein yang dilakukan cukup efektif karena dapat mengekstrak protein dari tubuh rayap segar yang awalnya terdapat sebanyak 52.68% (berat kering) (Uhi, 2001). Penelitian serupa yang telah dilakukan oleh Natacia (1992) terhadap rayap kayu kering *C. cynocephalus* Light. menghasilkan pekatan protein sebesar 63.53% (berat

kering) dari tubuh rayap segar yang mengandung 58.81% (berat kering). Natacia (1992) juga telah melakukan ekstraksi protein dari rayap (*C. cynocephalus* Light. dan menghasilkan pekatan protein dengan kandungan protein sebesar 60.58% (berat kering). Hasil rata-rata analisis proksimat pekatan protein rayap dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil analisis proksimat pekatan protein rayap

Komposisi	Berat basah (%)	Berat kering (%)
Air	11.58	13.10
Abu	2.81	4.31
Lemak	2.03	2.30
Protein	80.82	91.45

Penelitian yang telah dilakukan Uhi (2001) melaporkan bahwa kadar lemak pada tubuh rayap segar *G. montanus* Kemner pada awalnya sebesar 18.53%. Dengan dilakukannya perlakuan penghilangan lemak dengan pelarut heksan maka kandungan akhir lemak yang diperoleh pada tepung protein rayap tinggal 2.03% (bb) atau 2.30% (bk). Dengan rendahnya kandungan lemak maka dapat menyebabkan kandungan protein yang didapat meningkat. Selain itu, bau menyengat pada konsentrat protein juga berkurang. Pada percobaan yang dilakukan Yasin (1992), tidak dilakukan penghilangan lemak pada bahan baku rayap segar sehingga hasil pekatan proteinnya kurang optimal.

Selain dilakukan analisis proksimat untuk mengetahui kadar protein secara kasar pada pekatan protein rayap yang dihasilkan, juga dilakukan analisis protein terlarut dengan uji Biuret. Uji ini dilakukan karena sebagian besar protein yang terekstrak adalah protein yang sifatnya larut air. Uji Biuret merupakan salah satu jenis uji yang cukup akurat untuk menentukan kadar protein suatu larutan. Konsentrasi protein terlarut yang diperoleh dalam penelitian ini sebesar 5.79 mg/ml. Nilai yang didapat ini sedikit lebih tinggi jika dibandingkan dengan konsentrasi protein rayap *C. cynocephalus* Light. yang telah dilakukan oleh Yasin (1992) yaitu sebesar 5.70 mg/ml.

Salah satu hal yang menentukan nilai gizi suatu protein adalah daya cernanya, yang menentukan ketersediaan asam amino secara biologis.

Kemampuan suatu protein untuk dihidrolisis menjadi asam-asam amino oleh enzim-enzim pencernaan (protease) disebut sebagai daya cerna / nilai kecernaan (*digestibility*).

Penentuan mutu protein dapat dilakukan secara biologis, prosedur kimia yang bersifat spesifik, prosedur *in vitro*, metode mikrobiologis, dan penilaian asam amino. Meskipun profil asam amino penting untuk dievaluasi dari kualitas proteinnya, tetapi daya cerna protein merupakan faktor utama yang menentukan kemampuan asam aminonya.

Prosedur *in vitro* untuk menentukan mutu protein memerlukan waktu yang lebih singkat dan jumlah contoh yang lebih sedikit. Penentuan daya cerna makanan dengan metode ini didasarkan pada penggunaan enzim-enzim sistem pencernaan dengan kondisi yang disesuaikan dengan tubuh.

Suatu metode *in vitro* yang telah ditemukan oleh Hzu *et al.* (1977) menggunakan sistem multienzim yang terdiri atas tripsin, kimotripsin, dan peptidase untuk menduga daya cerna protein. Ditemukan bahwa pH suspensi protein setelah sepuluh menit dicerna oleh multienzim berkorelasi tinggi dengan daya cerna *in vivo* dari tikus.

Pengukuran daya cerna dilakukan dengan teknik multienzim. Teknik multienzim yang digunakan pada penelitian ini melibatkan tiga jenis enzim, yaitu enzim tripsin, kimotripsin, dan peptidase. Enzim tripsin dan kimotripsin berfungsi mengubah protein, proteosa, dan pepton menjadi polipeptida dan dipeptida. Enzim peptidase berfungsi mengubah polipeptida pada ujung rantai gugus amino bebas menjadi peptida yang lebih sederhana dan menjadi asam amino bebas (Mayers, 1983).

Pemecahan protein menjadi asam amino dalam teknik multienzim ini sangat berperan dalam menentukan nilai cerna protein. Pada teknik ini terjadi penurunan nilai pH akibat terbebasnya grup asam amino karboksil yang bersifat asam dari rantai protein karena kerja enzim proteolitik sehingga semakin banyak gugus karboksil asam amino yang terbebas, semakin tinggi pula penurunan nilai pH yang terjadi dan semakin tinggi pula nilai kecernaan yang diperoleh (Hzu *et al.*, 1977).

Kelemahan dari metode *in vitro* ini adalah dengan terjadinya penurunan pH maka optimasi kerja enzim tidak akan terjaga dengan baik, sebab pH optimum enzim adalah 8. Dengan semakin turunnya pH, akan berdampak pada kerja enzim pencernaan. Kelemahan ini dapat ditanggulangi dengan menggunakan cara lain, dimana ditambahkan alat berupa *automatic titrer* yang berisi larutan NaOH, sehingga setiap kali terjadi penurunan pH maka NaOH segera ditambahkan sehingga nilai pH akan selalu konstan. Dengan cara ini, prinsip pengukuran daya cerna menjadi berubah, yaitu berdasarkan banyaknya NaOH yang ditambahkan. Semakin banyak NaOH yang perlu ditambahkan untuk menjaga pH tetap optimum, menandakan daya cerna sampel semakin tinggi. Pada penelitian ini, pengukuran daya cerna hanya berdasarkan penurunan pH karena hasil akhirnya masih cukup representatif.

Hasil pengukuran penurunan pH pada menit ke-10 diperoleh pH rata-rata 6.85. Dengan memasukkan nilai pH ini ke dalam persamaan regresi $y = 210.464 - 18.103x$; dimana $y =$ daya cerna protein (%) dan $x =$ pH pada menit ke-10, diperoleh nilai daya cerna pekatan protein sebesar 86.46%. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan daya cerna pekatan protein rayap *C. cynocephalus* Light. yang besarnya 75.05% (Yasin, 1992). Nilai tersebut juga lebih tinggi daripada nilai daya cerna protein kacang kecipir 73.52% (Sathe *et. al.*, 1982) dan daya cerna protein oat 82.27% (Hirotsuka *et. al.*, 1984).

3. Formulasi Permen Jelly

Pada penelitian pendahuluan, dicari formulasi dasar untuk pembuatan permen jelly berdasarkan Ali (1987). Formulasi yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Formulasi dasar permen jelly

Formula 1	Komposisi bahan (%)	Keterangan
Gelatin *)	17.28	Permen yang dihasilkan kurang kenyal, tekstur cenderung keras, sulit dicetak, dan lengket.
HFS *)	41.96	
Sukrosa *)	14.81	
Air *)	25.19	
Flavor (kopi)	0.5	
Nescafe bubuk	0.26	
Total	100	

*) Sumber : Ali (1987)

Permen yang dihasilkan dengan formulasi Ali (1987) ternyata tidak terlalu memuaskan sehingga dicoba formula lain dengan perbandingan komposisi berdasarkan Boutin (2000). Formulasi yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Formulasi permen jelly

Formula	Keterangan
2	Permen kurang kenyal, tidak lengket, tekstur lembek, rasa terlalu manis, dan lebih mudah dicetak
3	Permen cukup kenyal, tidak lembek, tidak lengket, rasa manis cukup, dan mudah dicetak

Catatan : Formula permen jelly dirahasiakan, bagi yang berminat dapat menghubungi Prof. Dr. Ir. C. Hanny Wijaya, MAgr – jurusan TPG, Fateta, IPB

Menurut Boutin (2000), permen jelly gelatin atau yang terkenal dengan sebutan *gummy candy* merupakan tipe permen yang cukup terkenal sekarang ini. Secara umum, permen jenis ini terdiri atas campuran sukrosa, HFS ataupun jenis gula lainnya, gelatin, flavor dan pewarna. Boutin (2000) juga menyebutkan bahwa beberapa tahap yang umum dilakukan pada pembuatan permen jelly ini antara lain :

1. pelarutan gelatin di dalam air
2. pemasakan gula sampai mencapai total padatan maksimal 78%
3. penambahan gelatin ke dalam campuran gula yang dimasak

4. penambahan flavor, BTP, dan asam (jika terdapat penambahan asam maka harus dilakukan terakhir pada suhu yang tidak terlalu tinggi)
5. pencetakan

Beberapa modifikasi yang dilakukan dalam proses pembuatan permen jelly ini antara lain :

1. tidak menggunakan asam sitrat, sebab flavor yang digunakan tidak berbasis buah
2. pencampuran bahan tidak sekaligus, melainkan bertahap dimana bahan satu per satu dilarutkan terlebih dahulu, baru ditambahkan bahan lainnya
3. penggunaan cetakan es batu dikarenakan sulitnya mendapatkan cetakan permen jelly
4. tidak menggunakan penghilang busa (*antifoaming agent*) sebab busa yang dihasilkan tidak banyak dan dapat dihilangkan dengan mendinginkan adonan beberapa saat
5. tidak menggunakan bahan pengental tambahan seperti sorbitol

Hasil uji coba formula 2 menghasilkan permen yang lembek. Menurut Boutin (2000) hal ini terjadi antara lain karena penggunaan gelatin yang kurang banyak, pelarutan gelatin yang kurang sempurna, dan penggunaan gula dengan rasio yang kurang tepat. Pada perbaikan formula digunakan gelatin sebanyak 8% dan menghasilkan permen jelly yang bagus dan tidak terlalu lembek.

Menurut Lees dan Jackson (1973), jumlah gelatin yang diperlukan untuk menghasilkan gel yang memuaskan berkisar antara 5-12% tergantung dari kekerasan produk akhir yang diinginkan. Menurut Boutin (2000), dengan menggunakan gelatin yang berkisar antara 150-250 bloom, jumlah gelatin yang dipakai kebanyakan pada level antara 6-9%.

Penggunaan gelatin lebih dari jumlah optimum akan menghasilkan gel yang terlalu keras dan kenyal, bahkan menjadi kaku seperti karet ban (Hunaefi, 2002). Sebaliknya, penggunaan gelatin yang kurang dari optimum akan menghasilkan gel yang lunak dan lengket, serta sulit dicetak. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ali (1997) dalam Anson dan Edsall (1948)

bahwa kekerasan gel gelatin tergantung pada konsentrasi gelatin yang digunakan.

Faktor terpenting dalam pembentukan gel adalah konsentrasi gelatin dalam campuran karena gel yang diinginkan akan terbentuk hanya dalam batas tertentu. Jika konsentrasi gelatin terlalu tinggi maka gel yang terbentuk akan kaku, tetapi jika konsentrasi gelatin terlalu rendah maka gel akan lunak atau bahkan tidak terbentuk gel (Hunaefi, 2002).

Setelah didapatkan formulasi dasar permen jelly yang terbaik maka dilakukan penentuan penambahan tepung protein rayap yang terbaik ke dalam bahan agar dicapai kandungan nutrisi produk akhir yang sesuai dengan yang diharapkan berdasarkan RDA (*Recommended Daily / Dietary Allowances*). Kandungan nutrisi yang ingin dicapai pemenuhan RDA-nya pada produk akhir adalah protein.

Konsumsi zat gizi seseorang sangat ditentukan oleh kualitas dan kuantitas pangan yang dikonsumsi. Apakah suatu bahan pangan yang dikonsumsi sudah cukup atau tidak, perlu ditentukan dengan menganalisa kandungan zat gizinya yang kemudian dibandingkan terhadap standar yang dianjurkan untuk mencapai suatu tingkat gizi dan kesehatan yang optimal. Standar yang dimaksud adalah angka kecukupan gizi yang dianjurkan (*Recommended Daily Allowance* atau RDA) yang berarti kecukupan rata-rata zat gizi setiap hari bagi hampir semua orang menurut golongan umur, jenis kelamin, ukuran tubuh, dan aktivitas untuk mencapai derajat kesehatan yang optimal. Kegunaan RDA adalah menilai kecukupan gizi yang telah dicapai melalui konsumsi makanan bagi penduduk atau golongan masyarakat tertentu yang didapatkan dari hasil survey gizi atau makanan. Kecukupan protein adalah 50 gram. Kecukupan konsumsi protein setara telur untuk orang dewasa adalah 0.8 gram/kg BB/hari.

Menurut Natacia (1992), ketentuan RDA untuk bahan makanan campuran, jumlah protein yang ditambahkan dapat berkisar antara 10-25 gram. Berdasarkan hal tersebut maka pada awal penelitian dicoba formulasi permen jelly dengan penambahan tepung protein rayap sebanyak 10%, 15%, dan 20%. Akan tetapi, pada formula 15% dan 20%, produk permen yang

dihasilkan ternyata memiliki kualitas organoleptik yang rendah, terutama bau yang menyengat (amis), tekstur yang sangat berpasir, dan rasa permen yang agak pahit. Oleh sebab itu, formulasi penambahan tepung protein rayap diturunkan menjadi 5%, 7.5%, dan 10%.

Formulasi dibuat dengan mempertimbangkan dua faktor, yaitu pencapaian optimasi hasil yang diperoleh baik dari segi kandungan nutrisi maupun penerimaan sensori. Penetapan formulasi yang terbaik diperoleh melalui uji organoleptik. Penilaian organoleptik dilakukan dengan uji hedonik (kesukaan) penilaian umum, uji hedonik empat parameter (warna, aroma, tekstur, dan rasa) dan uji ranking.

4. Analisa Organoleptik Pendahuluan

Pengukuran kualitas suatu produk dapat dilakukan dengan menggunakan indra manusia. Uji hedonik termasuk ke dalam kelompok uji penerimaan (Rahayu, 2001). Dalam uji hedonik, panelis diminta memberikan tanggapan pribadinya, yaitu kesan yang berhubungan dengan kesukaan atau tanggapan senang atau tidaknya terhadap sifat sensori atau kualitas yang dinilai dari suatu produk. Uji hedonik biasanya bertujuan untuk mengetahui respon panelis terhadap sifat mutu yang umum, seperti penampakan, aroma, rasa, dan tekstur.

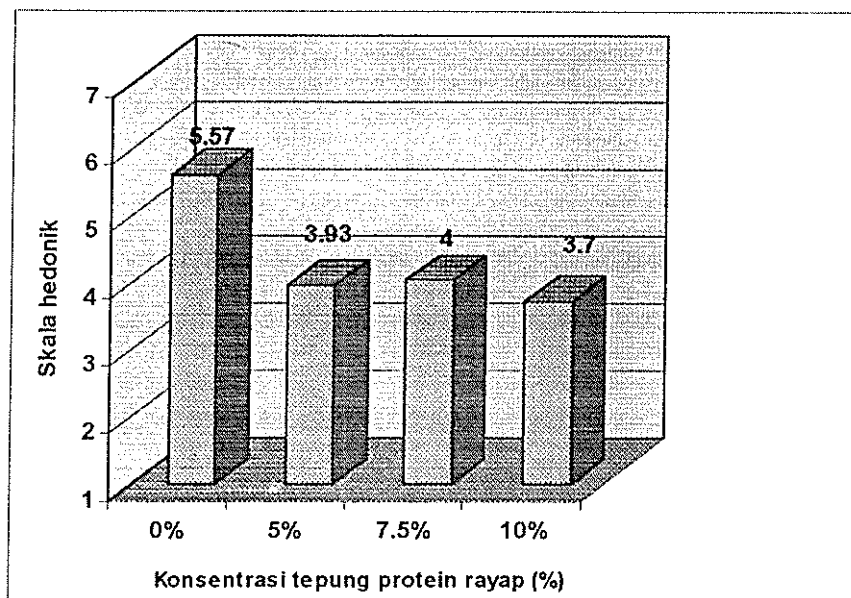
Pada uji hedonik, semakin besar nilai yang diberikan artinya produk tersebut semakin disukai. Sebaliknya, semakin rendah nilai yang diperoleh pada uji ini maka produk tersebut semakin tidak disukai. Pemberian nilai pada uji hedonik ini dilakukan tanpa membandingkan di antara sampel uji, sehingga dapat terjadi nilai yang sama pada beberapa produk dengan perlakuan yang berbeda.

Adapun pada uji ranking, produk yang paling disukai adalah produk dengan nilai ranking terkecil. Pada uji ranking, penilaian dilakukan dengan membandingkan antara sampel uji, sehingga tidak mungkin ada sampel berbeda dengan ranking yang sama. Beda uji ranking dengan uji hedonik adalah pada uji ranking panelis diminta untuk membandingkan dan kemudian inengurutkan kesukaannya terhadap setiap produk, sehingga

dapat dilihat posisi antara produk yang satu dengan yang lain. Pada uji hedonik, hanya dapat diketahui seberapa besar kesukaan panelis terhadap setiap produk yang disajikan.

4. a. Hasil Uji Hedonik Warna

Nilai kesukaan panelis yang tertinggi terdapat pada permen jelly tanpa penambahan tepung protein rayap sebab warnanya coklat, sedangkan pada permen yang mengandung protein rayap, warna permen menjadi kehitaman. Ketiga formulasi permen jelly rayap mendapat nilai kesukaan yang tidak berbeda nyata ($p < 0.05$), berkisar antara 3.7-4.0. Hal ini berarti, secara umum dengan tiga formulasi protein yang berbeda, warna permen tidak berbeda. Dalam hal ini, panelis memberi penilaian yang berkisar agak tidak suka dan cenderung ke netral (biasa). Hasil uji hedonik terhadap warna permen jelly dapat dilihat pada Gambar 5.

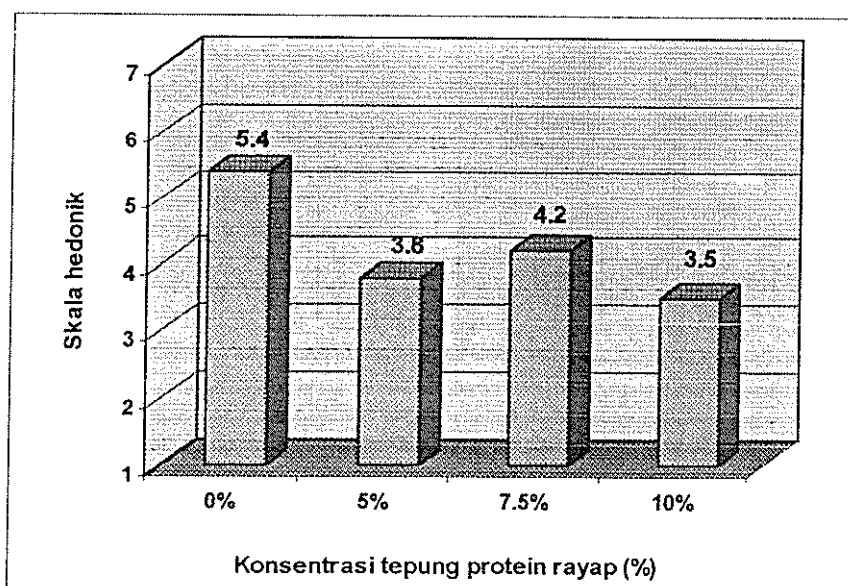


Gambar 5. Nilai rata-rata uji hedonik dengan parameter warna

4. b. Hasil Uji Hedonik Aroma

Berdasarkan uji hedonik terhadap parameter aroma (Gambar 6), nilai kesukaan panelis yang tertinggi terdapat pada permen jelly tanpa penambahan tepung protein rayap. Hal ini mungkin disebabkan karena

aroma flavor yang ditambahkan (flavor kopi) lebih kuat terdeteksi dibandingkan dengan permen yang ditambahkan protein rayap. Namun, pada ketiga formula protein pada permen jelly, dengan penambahan 5% dan 10% ternyata tidak berbeda nyata, dimana panelis bersifat agak tidak suka – netral (biasa). Demikian pula antara formula 5% dengan 7.5%, panelis memberi penilaian yang tidak berbeda nyata. Sedangkan pada formula 7.5%, secara umum panelis bersifat netral – agak suka. Antara sampel 7.5% dengan 10%, ternyata panelis memberi penilaian yang berbeda nyata. Hal ini berarti dengan peningkatan formula permen sampai 10%, panelis tidak lagi menyukai aroma permen jelly.

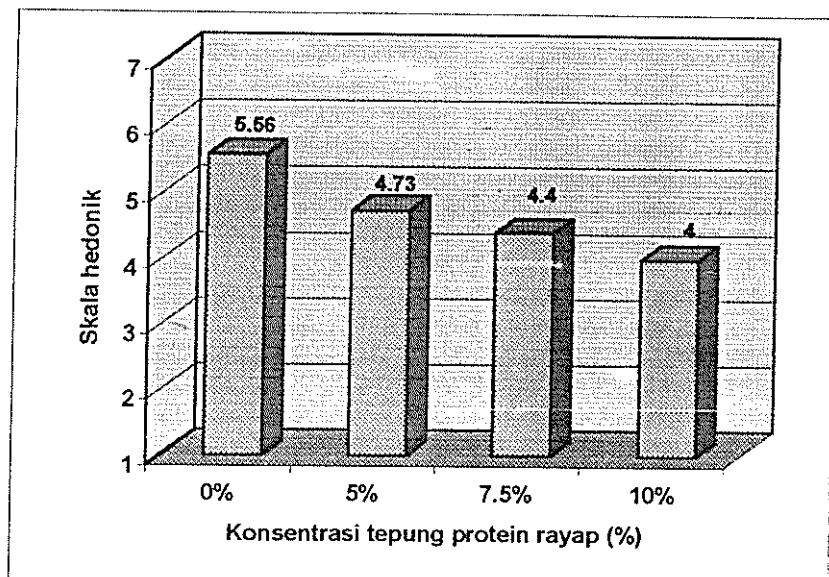


Gambar 6. Nilai rata-rata uji hedonik dengan parameter aroma

4. c. Hasil Uji Hedonik Tekstur

Nilai kesukaan panelis yang tertinggi terdapat pada permen jelly tanpa penambahan tepung protein rayap. Nilai kesukaan panelis terhadap permen jelly tanpa penambahan protein berbeda nyata dengan yang diberi protein rayap. Hal ini karena dengan adanya protein di dalam permen, tekstur permen menjadi lebih kenyal sehingga tidak terlalu disukai panelis. Ketiga formulasi permen jelly rayap mendapat nilai kesukaan yang berkisar antara 4.0 – 4.7. Hal ini berarti, secara

umum dengan tiga formulasi protein yang berbeda, tekstur permen tidak berbeda. Dalam hal ini, panelis memberi penilaian yang berkisar netral (biasa) – agak suka. Namun, dengan penambahan tepung protein yang semakin sedikit ke dalam permen jelly, panelis cenderung memberikan penilaian yang semakin tinggi. Menurut Antonius (1993), penambahan protein ke dalam bahan pangan akan memberikan sifat fungsional yang khas, seperti pengikatan air, kekentalan, dan pengembangan adonan. Hasil uji hedonik terhadap tekstur permen jelly dapat dilihat pada Gambar 7.

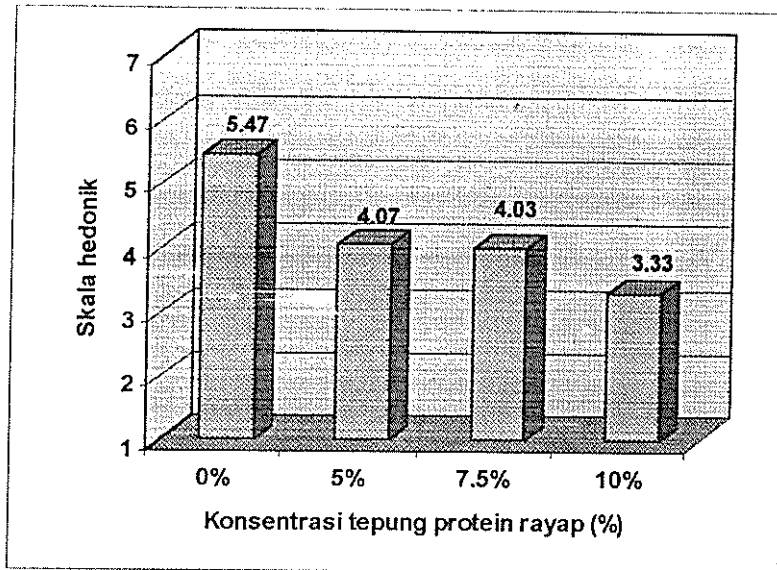


Gambar 7. Nilai rata-rata uji hedonik dengan parameter tekstur

4. d. Hasil Uji Hedonik Rasa

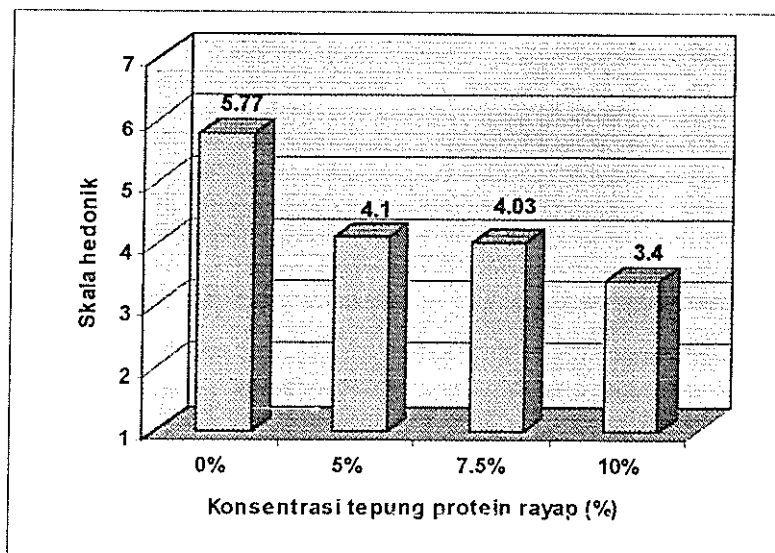
Nilai kesukaan panelis yang tertinggi terdapat pada permen jelly tanpa penambahan tepung protein rayap. Hal ini disebabkan karena dengan penambahan tepung protein rayap ke dalam permen yang semakin banyak maka rasa permen cenderung agak pahit dan saat dikunyah di dalam mulut, agak tercium bau amis, sehingga hal ini cukup mempengaruhi penilaian panelis terhadap rasa permen. Dengan semakin bertambahnya jumlah tepung protein di dalam permen, nilai kesukaan panelis semakin menurun.

Permen jelly dengan formulasi tepung protein sebanyak 5% dan 7.5% ternyata menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($p < 0.05$). Hal ini berarti di antara kedua formula tersebut, panelis secara umum cenderung bersikap sama, yaitu netral (biasa) – agak suka. Hasil uji hedonik terhadap rasa permen jelly dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Nilai rata-rata uji hedonik dengan parameter rasa

4. e. Hasil Uji Hedonik Parameter Keseluruhan



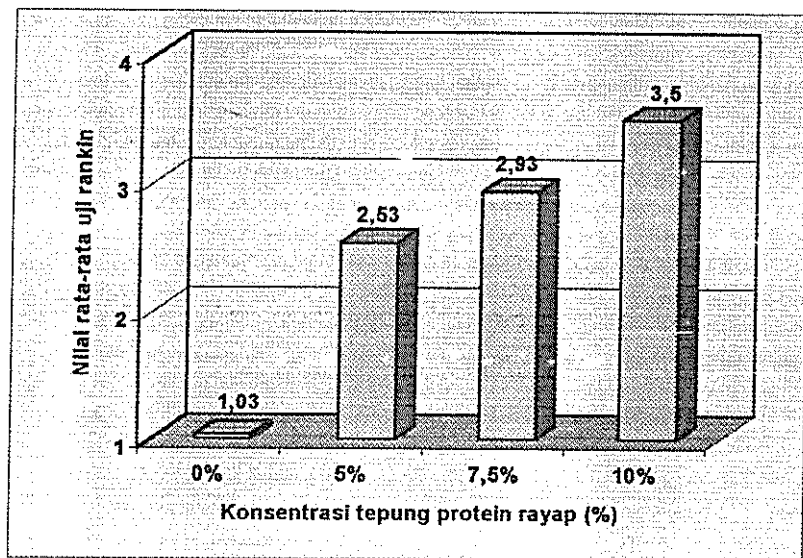
Gambar 9. Nilai rata-rata uji hedonik terhadap parameter keseluruhan

Pada uji ini, dapat dilihat bahwa permen jelly tanpa penambahan protein jauh lebih disukai oleh panelis. Hal ini sangat dipengaruhi oleh

penampakan permen yang berwarna coklat lebih menarik dibandingkan permen jelly yang sudah diberi protein dimana warnanya menjadi kehitaman,

Hasil uji hedonik, seperti yang dapat dilihat pada gambar 9, menunjukkan bahwa banyaknya protein yang ditambahkan ke dalam permen cukup mempengaruhi kesukaan panelis terhadap produk. Permen jelly tanpa penambahan protein mendapat nilai kesukaan tertinggi. Dengan formula 5% dan 7.5% ternyata panelis tidak memberikan penilaian yang berbeda nyata, sedangkan panelis cenderung tidak menyukai permen yang diberi tambahan protein sebanyak 10%. Hal ini sudah dapat mengindikasikan penentuan produk yang akan dipilih untuk penelitian utama.

4. f. Hasil Uji Ranking



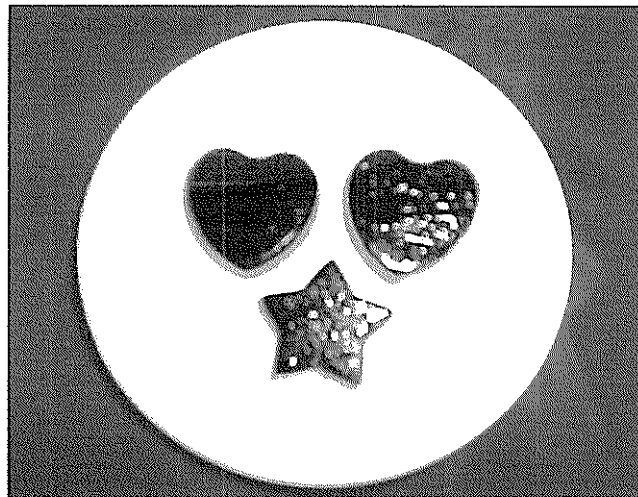
Gambar 10. Hasil uji ranking hedonik permen jelly

Berdasarkan Gambar 10 dapat dilihat bahwa ternyata penilaian yang diberikan panelis cukup sesuai dengan hasil uji hedonik, dimana di antara ketiga formula permen dengan penambahan protein, formula sebanyak 5% mendapat nilai yang lebih baik dibanding formula 7.5% dan 10%. Namun, dalam hal ini juga dapat disimpulkan bahwa permen jelly berprotein ini tetap tidak dapat menyamai kesukaan panelis terhadap permen jelly pada umumnya (yang tidak diberi tepung protein rayap).

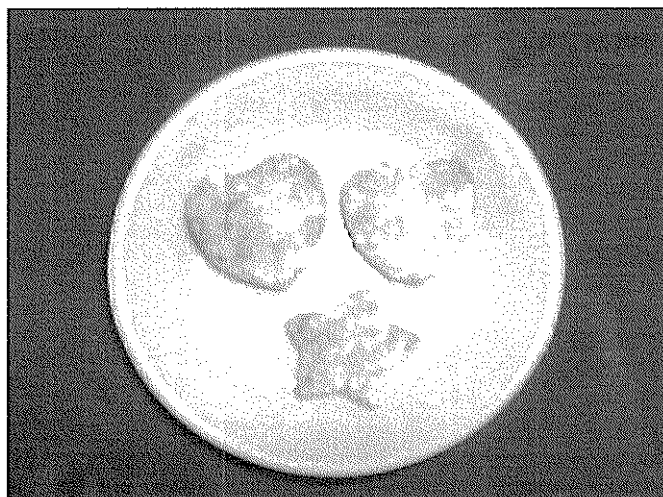
B. PENELITIAN UTAMA

1. Penambahan Berbagai Flavor Terhadap Produk Terpilih

Setelah dilakukan formulasi dasar dan uji organoleptik pada penelitian pendahuluan maka produk terpilih yang akan dilakukan modifikasi selanjutnya adalah permen jelly dengan penambahan protein sebanyak 7.5%. Hal ini berdasarkan hasil uji organoleptik pendahuluan, dimana permen dengan penambahan protein sebanyak 7.5%, karakteristik sensori permen masih tetap dapat diterima oleh panelis. Gambar permen jelly ini dapat dilihat pada Gambar 11 dan 12.



Gambar 11. Permen jelly rayap 7.5% sebelum dilapisi tepung



Gambar 12. Permen jelly rayap 7.5% setelah dilapisi tepung

Adapun perlakuan berikutnya adalah penambahan berbagai jenis flavor untuk meningkatkan penerimaan produk. Flavor yang digunakan adalah flavor kopi, *mocha*, coklat, dan *butterscotch*. Dengan pemberian flavor ini, dimaksudkan untuk melihat flavor mana yang dianggap panelis paling sesuai dengan penampakan permen serta dapat memberikan rasa dan aroma yang disukai.

Formulasi permen jelly yang digunakan adalah formula 3. Flavor yang digunakan adalah jenis yang umum (*common type*) yaitu flavor dengan intensitas yang sedang. Adapun spesifikasi flavor yang digunakan yaitu memiliki densitas antara 1.085-1.105 dan indeks refraksi antara 1.453-1.469. Data mengenai spesifikasi flavor ini didapat dari produsen flavor yang digunakan, yaitu PT Ogawa Indonesia. Menurut Jackson (1995), penambahan jenis flavor ini ke dalam permen jelly gelatin dapat mencapai 0.5%.

Dalam pemberian flavor ini, disertakan juga bahan pengisi sebanyak 0.45% untuk menguatkan profil flavor tersebut. Misalkan saja pada flavor kopi ditambahkan juga kopi bubuk instan *Nescafe* ke dalam adonan permen. Hal ini dimaksudkan agar flavor kopi semakin kuat. Selain itu juga meningkatkan aroma dan warna permen. Pada flavor *mocha* juga ditambahkan kopi bubuk *Nescafe* karena flavor *mocha* yang digunakan memiliki profil yang lebih mengarah ke aroma kopi, sedangkan pada flavor coklat ditambahkan *cocoa powder*. Pada flavor *butterscotch*, ditambahkan pewarna karamel sebanyak 0.1%.

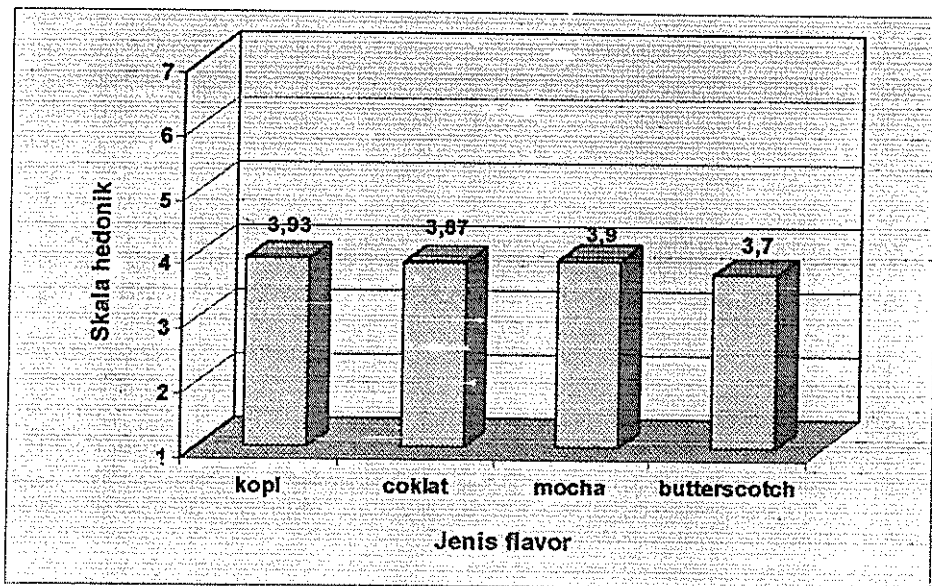
2. Analisa Organoleptik Produk

2. a. Hasil Uji Hedonik Warna

Secara visual, tidak dapat dipungkiri bahwa warna produk memegang peranan penting dalam kaitannya dengan penentuan mutu produk sebelum faktor-faktor lain dipertimbangkan. Suatu bahan yang dinilai bergizi tinggi, enak, dan teksturnya sangat baik, tetapi bila warnanya tidak menarik atau memberi kesan telah menyimpang

dari warna yang seharusnya maka tidak akan dikonsumsi oleh konsumen.

Berdasarkan Gambar 13 dapat dilihat bahwa keempat jenis sampel memiliki warna yang sama, yaitu kehitaman sehingga panelis secara umum menilai bahwa keempat sampel ini tidak jauh berbeda. Pada dasarnya panelis tidak terlalu menyukai warna permen ini. Hal ini didasarkan pada penilaian panelis yang berkisar dari agak tidak suka – netral (biasa). Skor kesukaan panelis terhadap warna produk hanya berkisar antara 3.7 – 3.93. Berdasarkan data tersebut, menandakan bahwa jenis flavor tidak mempengaruhi kesukaan panelis terhadap warna permen.



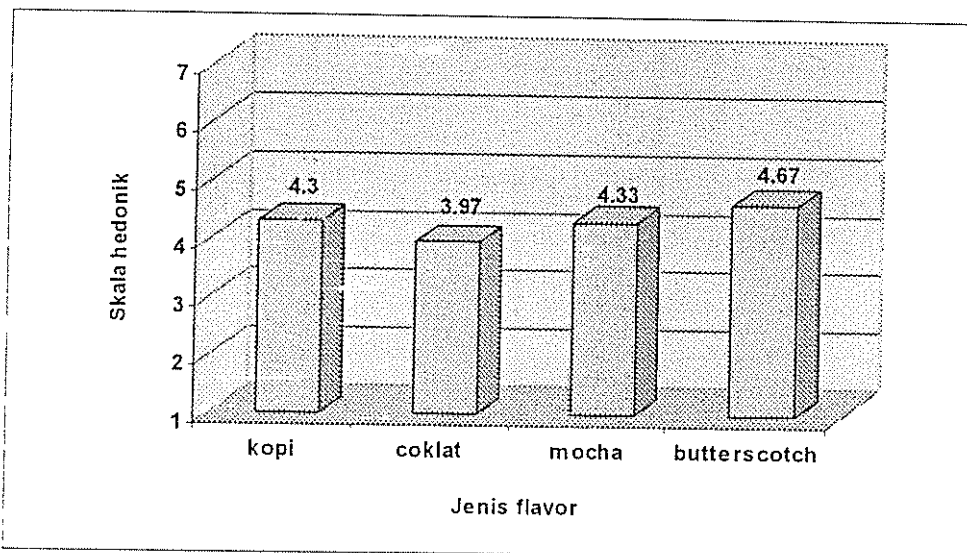
Gambar 13. Hasil uji hedonik warna permen jelly

2. b. Hasil Uji Hedonik Aroma

Pada Gambar 14 dapat dilihat bahwa skor kesukaan terhadap parameter aroma permen berkisar antara 3.97 – 4.67. Secara umum, panelis cukup menyukai aroma dari setiap permen jelly. Hal ini dikarenakan flavor yang digunakan cukup kuat memberikan aroma yang menyenangkan sehingga bau dari tepung rayap tidak terdeteksi lagi.

Flavor coklat mendapat skor kesukaan terendah yaitu sebesar 3.97. Hal ini dikarenakan aroma coklat yang diberikan kurang kuat dan kurang cocok sebagai aroma dari permen jelly ini. Skor kesukaan terhadap aroma permen jelly berflavor kopi dan *mocha* tidak berbeda nyata, yaitu berkisar antara netral (biasa) – agak suka. Hal ini dikarenakan aroma kedua jenis flavor ini sulit dibedakan.

Dari keempat jenis flavor yang digunakan, ternyata yang paling disukai adalah flavor *butterscotch*. Flavor ini memiliki profil yang sedikit *buttery* dan *caramelic*. Aroma yang diberikan flavor ini pada permen ini memang cukup kuat dan lebih disukai aromanya dibandingkan dengan sampel lain. Skor kesukaan yang diberikan panelis adalah 4.67 (netral ke agak suka).

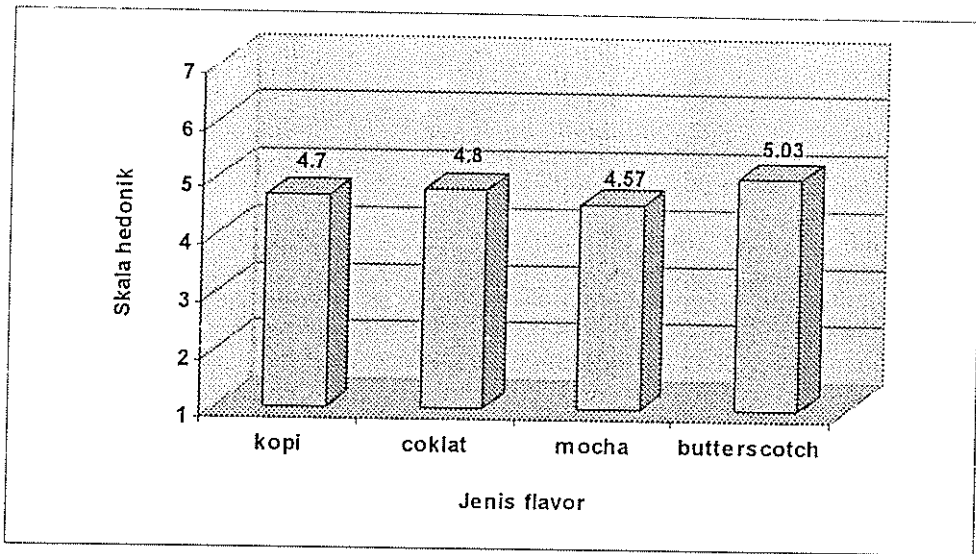


Gambar 14. Hasil uji hedonik aroma permen jelly

2. c. Hasil Uji Hedonik Tekstur

Secara umum, keempat permen ini memiliki tekstur yang tidak berbeda jauh karena formula yang dibedakan hanya pada jenis flavor. Pada uji hedonik ini, panelis memberikan kisaran skor kesukaan antara 4.57 – 5.03. Permen jelly berflavor *butterscotch* mendapat skor kesukaan tertinggi yaitu 5.03 (agak suka – suka), sedangkan permen berflavor *mocha* mendapat skor terendah yaitu 4.57 (netral/biasa ke

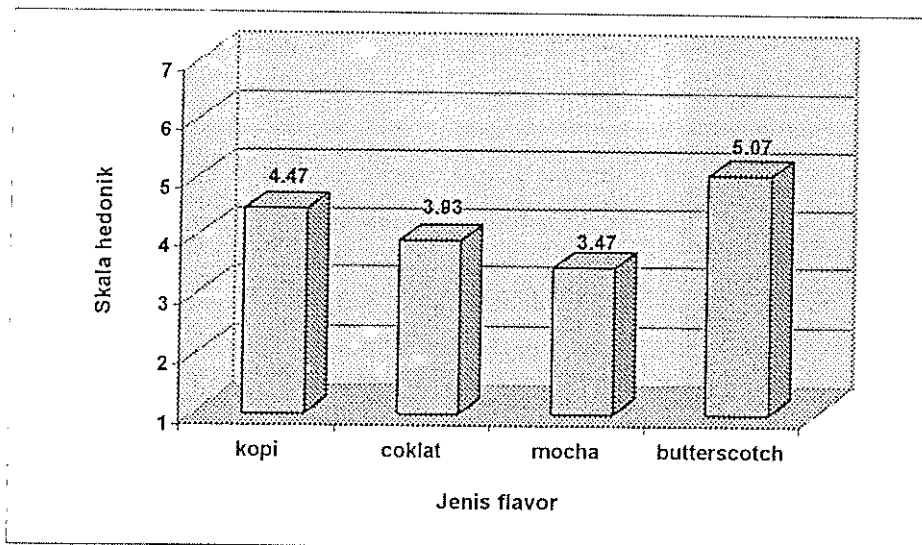
agak suka). Hasil uji hedonik terhadap tekstur ini dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Hasil uji hedonik tekstur permen jelly

2. d. Hasil Uji Hedonik Rasa

Pada Gambar 16 dapat dilihat bahwa nilai uji hedonik terhadap parameter rasa pada keempat sampel berkisar antara 3.47 (agak tidak suka – netral) sampai 5.07 (agak suka – suka). Permen jelly dengan flavor *butterscotch* memiliki skor yang tertinggi, yang berarti bahwa rasa ini lebih dapat dirasakan keberadaannya dan disukai dibandingkan dengan ketiga jenis sampel lainnya.



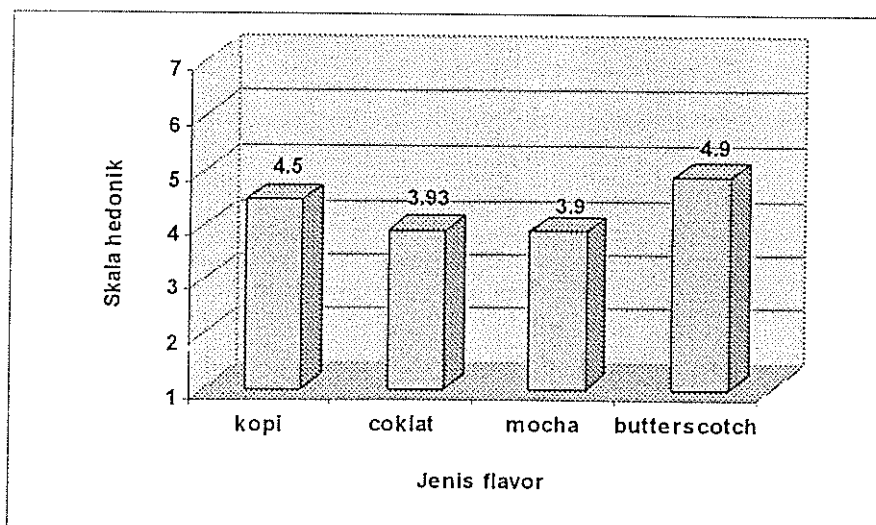
Gambar 16. Hasil uji hedonik rasa permen jelly

2. e. Hasil Uji Hedonik Parameter Keseluruhan

Panelis memberikan penilaian antara 3.90 – 4.90 terhadap parameter keseluruhan permen. Skor kesukaan terkecil diberikan panelis pada permen berflavor *mocha* yaitu 3.90 (agak tidak suka – netral). Berdasarkan komentar dari sebagian besar panelis, hal ini lebih dipengaruhi oleh rasa dari permen ini yang tidak terlalu disukai, dimana permen jelly ini kurang sesuai bila diberi flavor *mocha*. Penilaian yang tidak berbeda nyata juga diberikan panelis pada permen yang berflavor coklat yaitu 3.93 (agak tidak suka – netral).

Permen jelly yang berflavor kopi dan *butterscotch* mendapat skor yang tidak berbeda nyata dimana permen berflavor kopi mendapat skor kesukaan 4.50, sedangkan permen berflavor *butterscotch* mendapat skor 4.90 (netral – agak suka).

Secara keseluruhan, skor kesukaan panelis tidak terlalu tinggi. Berdasarkan komentar yang diberikan sebagian besar panelis bahwa penilaian yang diberikan kebanyakan dititikberatkan pada parameter warna dan rasa permen. Walaupun rasa permen sudah enak, tetapi karena panelis kurang menyukai warna permen, skor kesukaan permen secara keseluruhan tidak terlalu tinggi. Hal ini berarti secara umum panelis sangat dipengaruhi oleh penampakan visual permen. Hasil uji hedonik ini dapat dilihat pada Gambar 17.

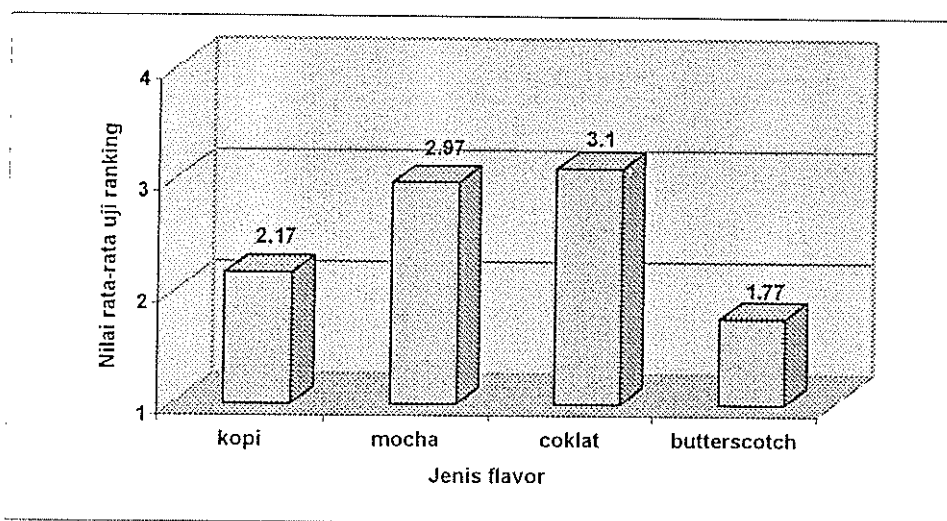


Gambar 17. Hasil uji hedonik parameter keseluruhan permen jelly

2. f. Hasil Uji Ranking Permen Jelly

Berdasarkan komentar sebagian panelis, terutama yang tidak mengetahui tentang informasi mengenai produk yang diuji, mereka tidak mencium dan merasakan bau dan rasa khas dari tepung protein rayap yang ditambahkan. Hal ini dikarenakan intensitas bau khas rayap memang dapat tertutup dengan baik dengan flavor yang ditambahkan.

Secara umum hasil dari uji ranking ini tidak berbeda dengan uji hedonik, dimana permen jelly berflavor *butterscotch* mendapat ranking tertinggi dari panelis. Skor yang dimiliki adalah yang terkecil yaitu 1.77. Panelis memberikan skor ranking hedonik yang ke-dua pada permen jelly berflavor kopi, kemudian coklat, dan terakhir adalah *mocha*. Hasil uji ranking hedonik ini dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Hasil uji ranking hedonik permen jelly

3. Analisa Fisik dan Kimia Permen Jelly

Permen jelly yang mendapat penilaian organoleptik terbaik, yaitu yang berflavor *butterscotch* dianalisis proksimat. Hasil analisis proksimat permen dapat dilihat pada Tabel 10.

Penentuan kadar air suatu produk pangan perlu dilakukan sebab berpengaruh terhadap kualitas dan stabilitas produk. Kadar air permen jelly yang diinginkan adalah kadar air yang tidak memungkinkan pertumbuhan mikroba patogen dan pembusuk, tetapi cukup tinggi nilainya sehingga dapat

dimakan tanpa rehidrasi terlebih dahulu (Leistner dan Rodel, 1976). Nilai kadar air permen jelly yang dihasilkan adalah 29.03% (bb) atau 40.98% (bk). Hal ini berarti permen jelly tergolong dalam pangan semi basah karena mempunyai nilai kadar air dalam kisaran 20 – 50% (Karel, 1973). Air yang teranalisis pada penetapan kadar air adalah air bebas, air yang membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air lain dan air yang berikatan dengan molekul lain dalam jumlah kecil. Dalam hal ini juga air yang terikat secara fisik yaitu air yang terkurung di antara gel gelatin.

Tabel 10. Analisis proksimat permen jelly

Komposisi	Berat basah (%)	Berat kering (%)
Air	29.03	40.98
Abu	0.45	0.63
Lemak	0.67	0.94
Protein	12.86	18.11

Kadar abu merupakan parameter kemurnian produk, yang dipengaruhi oleh kadar mineral bahan pangan tersebut. Abu merupakan residu anorganik dari proses pembakaran bahan-bahan organik, umumnya merupakan partikel halus dan berwarna putih. Kadar abu yang diperbolehkan dalam permen jelly maksimal 3.0% (bb), sedangkan kadar abu yang diperoleh dalam penelitian ini adalah 0.45% (bb) atau 0.63% (bk).

Rendahnya kadar abu permen jelly disebabkan karena minimnya kandungan komponen anorganik dalam bahan-bahan penyusunnya, baik tepung protein rayap maupun gelatin (Hunaefi, 2002). HFS yang digunakan memiliki tingkat kemurnian yang tinggi dikarenakan proses pengolahannya (Tjokroadikoesoemo, 1986) sehingga nilai kadar abu pun menjadi rendah.

Kadar protein pada permen jelly ini adalah 12.86% (bb) atau 18.11% (bk). Tepung protein yang ditambahkan sebanyak 7.5%, tetapi pada produk akhir ini nilai protein dalam permen meningkat menjadi 12.86%. Hal ini disebabkan pada formulanya terkandung gelatin sehingga menyumbangkan protein dalam jumlah cukup besar.

Menurut Natacia (1992), bahan makanan sumber protein adalah jika kandungan proteinnya sebesar 16 – 33%, sehingga dalam hal ini permen jelly

protein ini belum dapat dianggap sebagai sumber protein. Namun, berdasarkan hasil ini, berarti dalam 100 gram permen jelly terkandung 12.86 gram protein, yang setara dengan 25.72% AKG. Dalam 100 gram adonan permen dapat menghasilkan permen seberat 5 gram sebanyak 15 buah, sehingga dengan hanya mengkonsumsi sekitar 5 buah permen jelly ini, kecukupan protein dalam sehari sudah tercukupi sebanyak 10%.

Pengukuran kadar lemak dalam produk permen jelly perlu dilakukan sebab lemak berpengaruh pada perubahan mutu selama penyimpanan. Jika dilihat dari bahan baku pembuatannya, tidak ada bahan yang mengandung lemak, hanya tepung protein rayap yang mengandung lemak yang sangat rendah 2.03% (bb). Hasil pengukuran kadar lemak menunjukkan nilai sebesar 0.67% (bb) atau 0.94% (bk).

Analisis kimia lain yang dilakukan terhadap permen jelly ini antara lain uji protein terlarut dengan metode Biuret, uji *digestibility*, dan pengukuran pH. Pada penelitian ini, didapatkan kadar protein terlarut permen jelly sebesar 21.24 mg/g. Nilai ini jauh lebih tinggi dibandingkan kadar protein terlarut tepung protein rayap itu sendiri (5.79 mg/ml).

Nilai rata-rata daya cerna protein (*digestibility*) dalam permen jelly rayap ini adalah sebesar 81.75%. Nilai ini lebih rendah dibandingkan dengan *digestibility* yang dimiliki tepung protein rayap sendiri (86.46%). Penurunan ini terjadi karena adanya interaksi protein rayap dengan bahan-bahan lain yang menyusun permen jelly ini menyebabkan kemungkinan adanya protein rayap yang berikatan dengan bahan-bahan tersebut sehingga tidak semua molekul protein dapat dipecah menjadi asam amino oleh enzim protease. Efektivitas kerja enzim berbeda antara di dalam sistem murni (tepung protein rayap) dengan di dalam sistem pangan (permen jelly). Di dalam sistem pangan, kondisi molekul-molekul lebih kompleks sehingga enzim protease akan lebih sulit untuk memecah-mecah protein menjadi asam amino. Dengan demikian, pada waktu yang sama (10 menit), daya cerna protein yang terukur pada permen jelly lebih rendah daripada tepung protein rayap.

Pengukuran pH berkaitan dengan fungsinya dalam mengontrol pertumbuhan mikroba. Nilai pH yang dimiliki permen jelly ini adalah 6.11.

Nilai ini tidak sesuai dengan pernyataan Lees dan Jackson (1973) bahwa pH permen jelly berada pada kisaran 4.5 – 5.0. Hal ini disebabkan pada permen jelly rayap ini tidak ditambahkan asam sitrat seperti yang biasanya terkandung dalam permen jelly pada umumnya. Tepung protein rayap yang ditambahkan pada permen ini memiliki pH netral (7.0).

Nilai pH sebesar 6.11 menjadikan permen jelly ini cukup rentan akan pertumbuhan mikroba. Namun, menurut Buckle *et. al* (1987), penggunaan gula (sukrosa dan fruktosa) dengan konsentrasi tinggi dalam permen jelly mampu mengikat dan menyerap air sehingga tidak bebas digunakan oleh mikroorganisme untuk tumbuh.

Selain itu, pada pengukuran aktivitas air, nilai yang didapat adalah 0.739. Menurut Karel (1973), makanan semi basah memiliki a_w antara 0.70 – 0.90. Aktivitas air menunjukkan banyaknya air bebas yang dapat digunakan mikroba untuk tumbuh. Menurut Frazier dan Westhoff (1978), bakteri hanya dapat tumbuh dengan baik jika nilai $a_w > 0.91$. Pertumbuhan kapang dapat terjadi pada nilai a_w minimal 0.80, sedangkan bagi khamir minimal 0.88

Berdasarkan nilai a_w permen jelly tersebut, dapat dilihat bahwa meskipun pH permen cukup tinggi tetapi relatif aman dari pertumbuhan mikroorganisme karena a_w permen memperkecil kemungkinan tersebut.

Analisis fisik yang dilakukan antara lain elastisitas, kekerasan, dan titik leleh. Elastisitas suatu permen jelly menunjukkan seberapa besar daya tahan gel dari jenis gelatin yang digunakan untuk membentuk permen jelly. Menurut Soekarto (1990), sifat elastis adalah sifat reologi tentang daya tahan untuk putus akibat gaya tarik. Sifat elastis dan keras sebenarnya merupakan daya tahan untuk pecah. Perbedaannya adalah sifat keras menyatakan sifat benda/produk pangan yang tidak bersifat deformasi, sedangkan sifat elastis adalah sifat reologi pada produk pangan elastis yang bersifat deformasi (kembali ke bentuk semula).

Berdasarkan pengukuran dengan alat Rheoner RE-3305, elastisitas permen jelly adalah 970 *gramforce*. Dengan menggunakan alat yang sama, kekerasan permen jelly adalah sebesar 62.5 *gramforce*.

Titik leleh merupakan salah satu kriteria mutu gel yang terbentuk dan merupakan salah satu faktor yang perlu dipertimbangkan untuk menentukan kondisi penyimpanan yang tepat sehingga usaha mempertahankan mutu permen jelly dapat dilakukan seefektif mungkin.

Salah satu sifat gelatin yang diinginkan dalam industri pangan adalah kecenderungan meleleh di dalam mulut, karena gelatin mulai meleleh pada suhu 27 – 34°C (Imerson, 1992). Menurut Hunaefi (2002), permen jelly dengan menggunakan berbagai jenis gelatin memiliki titik leleh antara 36 – 45°C. Lebih tingginya titik leleh berbagai permen jelly dibandingkan dengan gelatinnya sendiri dikarenakan terdapat campuran bahan lainnya untuk membentuk tekstur permen jelly, seperti sukrosa, yang menurut Hughes dan Bennion (1970) bahwa sukrosa meleleh pada suhu 160°C membentuk cairan yang jernih, yang pada pemanasan selanjutnya berangsur-angsur berubah warna menjadi coklat. Pada penelitian ini, permen jelly rayap memiliki titik leleh rata-rata sebesar 41°C.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Protein yang diekstrak dari tubuh rayap kayu basah *Glyptotermes montanus* Kemner dapat dimanfaatkan dalam produk permen jelly. Penambahan protein rayap sampai 7.5% masih dapat memenuhi ketentuan RDA. Secara keseluruhan, permen jelly ini cukup disukai konsumen. Dari segi tekstur dan rasa, konsumen menyukai permen jelly ini, tetapi warnanya kurang disukai. Penambahan protein rayap menurunkan tingkat kesukaan permen jelly.

Permen jelly mengandung protein sebesar 18.11% (bk), kadar air 40.98% (bk), abu 0.63%(bk), dan lemak 0.94% (bk). Kadar protein terlarut permen sebesar 21.24 mg/g bahan, sedangkan nilai ketercernaan (*digestibility*) permen jelly sebesar 81.75%. Nilai pH permen adalah 6.11. Elastisitas permen jelly sebesar 974 gramforce, kekerasan 62.5 gramforce, dan titik leleh sebesar 41°C.

B. SARAN

Disarankan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan daya terima permen jelly ini terutama dalam hal warna. Selain itu, perlu juga dilakukan berbagai cara untuk optimasi produk permen jelly ini, salah satunya dengan mengganti sumber pemanis yang digunakan dengan jenis gula lain, seperti gula alkohol. Dengan demikian, dapat meningkatkan nilai jual produk apabila ingin dipasarkan. Di samping itu, perlu juga dicari alternatif produk pangan lain bagi pemanfaatan protein rayap.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, S. 1987. Aspek-aspek Fisiko Kimia Serta Proporsi Bahan-bahan Pembentuk Gel dalam Pengolahan Permen Jelly Gelatin. Skripsi. Fateta. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Alikonis, J. J. 1979. *Candy Technology*. The AVI Publishing Company Inc., Westport, Connecticut.
- Anglemier, A. F. dan M. W. Montgomery. 1976. Amino Acids, Peptides, and Protein. *Di Dalam* Fennema, O. R (ed.). Principles of Food Science I. Marcel Dekker Inc., New York.
- Anson, M. L. dan J. T. Edsall. 1948. *Advances in Protein Chemistry Vol 4*. Academic Press Inc., New York.
- Antonius, F. 1993. Pengaruh Rasio Protein Globulin 7S dan 11S dari Kedelai terhadap Tekstur Tahu. Skripsi. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. Fateta. IPB, Bogor.
- AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis on the Association of Official Agricultura Chemist*. Association of Agric. Chem., Washington, D. C.
- Apriyantono, A, D. Fardiaz, N. L. Puspitasari, S. Yasni, dan S. Budiyanto. 1989. *Petunjuk Laboratorium : Analisa Pangan*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Belitz, H. D. dan W. Grosch. 1987. *Food Chemistry*. Springer-verlag, Berlin.
- Bennion, M. 1980. *The Science of Food*. John Willey and Sons, New York.
- Birch, G. G. dan K. J. Parker. 1979. *Sugar : Science and Technology*. Applied Science Publisher Ltd., London.
- Bodenheimer, F. S. *Insects as Human Food*. 1951. Dr. W. Junk Publishers, Netherlands.
- Boutin, R. F. 2000. *Confectionery*. *Di Dalam* Food Proteins : Processing Applications. Nakai, S. dan Modler, H. W (eds.). Wiley-VCH Inc., USA
- Buckle, K. A., R. A. Edwards, G. H. Fleet, dan M. Wooton. 1987. *Ilmu Pangan*. *Terjemahan* Hary Purnomo dan Adiono. UI Press, Jakarta.
- Bursell, E. 1970. *An Introduction to Insect Physiology*. Academic Press, New York-London.
- Charley, H. 1982. *Food Science*. John Wiley and Sons Inc., New York.

- Cheftel, J. C., J. L. Cuq, dan D. Lorient. 1985. *Amino Acids, Peptides, and Proteins Di Dalam Food Chemistry*. Fennema, O. R. (ed.). Marcel Dekker Inc., New York and Basel.
- Fennema, O. R. 1985. *Food Science: Part I : Food Chemistry*. Marcel Dekker Inc., New York.
- Frazier, W. C. dan D. C. Westhoff. 1978. *Food Microbiology*. Tata McGraw Hill Publ. Co. Ltd., New Delhi.
- Glicksman, M. 1969. *Gum Technology in The Food Industry*. Academic Press, New York.
- Handoko, D. D. 2000. *Pembuatan Konsentrat Protein Tempe dan Analisis Sifat-sifat Fungsionalnya*. Skripsi. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. Fateta. IPB, Bogor.
- Hanson, L. P. 1974. *Vegetables Protein Processing*. Hayes Data Corp., London.
- Harris, W. V. 1971. *Termites, Their Recognition and Control*. 2nd edition Longmans. Green and Co. Ltd., London.
- Heath, H. B. 1978. *Flavor Technology, Profiles, Product, Applications*. The AVI Publishing Company Inc., Westport, Connecticut.
- Heath, H. B. dan G. Reineccius. 1986. *Flavor Chemistry and Technology*. The AVI Publishing Company Inc., Westport, Connecticut.
- Hindayana. 2004. http://www.google.com/search?g=serangga+sebagai+makanan&hl=en&lr=lang_id&cr=countyID&start=240&sa=N.
- Hirotsuka, M., H. Taniguchi, H. Narita, dan M. Kito. 1984. Calcium fortification of soy milk with calcium-lecithin liposome system. *J. Food Sci.* 49 : 1131.
- Horn, D. J. 1978. *Biology of Insects*. W. B. Saunders Co., Philadelphia.
- Hughes, O dan M. Bennion. 1970. *Introductory Food* 5th Edition. Macmillan Publ. Co. Inc., New York.
- Hunaefi, D. 2002. *Aplikasi Gelatin Dari Kulit Ikan Cucut dan Ikan Pari Pada Pembuatan Permen Jelly*. Skripsi. Fateta. IPB, Bogor.
- Hyun, S. L. 1985. *Application / Formula of HFS As Sweetener*. Sun Hill Glucose Ltd., Korea.
- Hzu, H. W., D. L. Vavak, L. D. Satterlee, dan G. A. Miller. 1977. A multienzymes technique for estimating protein digestibility. *J. Food Sci.* 42 : 1269–1273.

- Imerson, A. 1992. Thickening and Gelling Agents for Food. Blackie Academic and Professional, London.
- Indarto, S. K. 2003. Mempelajari Pembuatan dan Daya Terima Permen Jelly Gelatin Kolang-kaling (*Arenga pinnata* Meer.). Skripsi. Faperta. IPB, Bogor.
- Jackson, E. B. 1995. Sugar Confectionery Manufacture. 2nd ed. Blackie Academic and Professional, London.
- Jones, N. R. 1977. Uses of Gelatin in Edible Products. *Di Dalam* The Science and Technology of Gelatin. Ward, A. G. dan A. Courts (eds). Academic Press, London.
- Karel, M. 1973. Recent Research and Development in The Field of Low Moisture and Intermediate Moisture Food. *Di Dalam* Water Activity and Food. John, A. T. dan J. H. B Christian (eds.). Academic Press, New York.
- Ketaren, S. 1986. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. Ed. I. UI Press, Jakarta.
- Kofoed, C. A. 1946. Termite and Termite Control. 2nd Edition. University of California Press, Berkeley.
- Lees, R. dan E. B. Jackson. 1973. Sugar Confectionery and Chocolate Manufacture. Thomson Litho Ltd., East Kilbride, Scotland.
- Leistner, L. dan W. Rodel. 1976. The Stability of Intermediate Moisture Foods with Respect to Microorganism. *Di Dalam* Intermediate Moisture Foods. Davis, R., G. G. Birch, dan K. J. Parker (eds.). Applied Science Publ. Ltd., London.
- Mark, E. M. dan G. F. Stewart. 1957. Advance in Food Research Vol VII. Academic Press, New York.
- Mayers, P. A. 1983. Pencernaan dan Absorpsi dari Traktus Gastrointestinal. *Di Dalam* Biokimia. (Terj.). Martin, D. W. (ed.). EGC, Jakarta.
- Minifie, B. W. 1980. Chocolate, Cocoa, and Confectionery. 2nd edition. The AVI Publ. Co., New York.
- Montecalvo Jr., J., S. M. Constantinides, dan C. S. T. Yang. 1984. Optimization of processing parameters for the preparation of flounder frame protein product. *J. Food Sci.* 49 : 172-176.
- Moore, B. P. 1969. Biochemical Studies in Termites. *Di Dalam* Biology of Termites. Vol I. Krishna, K dan F. M. Wessner (eds.). Academic Press, New York dan London.

- Muchtadi, D. 1989. Petunjuk Laboratorium Evaluasi Nilai Gizi Pangan. PAU Pangan dan Gizi. IPB, Bogor.
- Nandika, D. 1982. Keragaman Jenis Rayap Subteran yang Merusak Tegakan serta Frekuensi Serangannya di Hutan Alam dan Hutan Tanaman di Yanlappa Fakultas Pasca Sarjana. IPB, Bogor.
- Natacia, F. C. 1992. Pemanfaatan Protein Rayap Kayu Kering *Cryptotermes cynocephalus* Light. Sebagai Sumber Nutrisi Inkonvensional untuk Substitusi Ikan pada Kerupuk. Jurusan Teknologi Industri Pertanian. Institut Teknologi Indonesia, Serpong.
- Natarajan, K. R. 1980. Peanut Protein Ingredients : Preparations, Properties, and Food Uses. *Di Dalam Advances in Food Research*. Vol 26. Chichester, C. O, F. M. Meak, G. F. Stewart (eds.). Academic Press, New York.
- Pearce, M. J. 1971. Termites : Biology and Pest Management. University Press. London.
- Peters, T. M. 1988. Insects and Human Society. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Purwanegara, T. 1982. Mempelajari cara pembuatan protein isolat dari kedelai Buletin Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pangan. No. 15 Agustus 1982 Vol. 4. PUSBANGTEPA-FTDC IPB, Bogor.
- Rahayu, W. P. 2001. Penuntun Praktikum Penilaian Organoleptik. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. IPB, Bogor.
- Roonwall, M. L. 1979. Termite Life and Termite Control In Tropical South Asia Scientific Publ., Jodhpur.
- Sathe, S. K., S. S. Despandhe, dan D. K. Salunkhe. 1982. Functional properties of lupin seed (*Lupinus mutabilis*) proteins and protein concentrates. *J. Food Sci* 47 : 491-497.
- SNI 01-3537. 1994. Kembang Gula Jelly. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- SNI 06-3735. 1995. Mutu dan Cara Uji Gelatin. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Soekarto, S. T. 1985. Penilaian Organoleptik. Pusat Pengembangan Teknologi Pangan. IPB, Bogor.
- Soekarto, S. T. 1990. Dasar-dasar Pengawasan dan Standardisasi Mutu Pangan. PAU Pangan dan Gizi. IPB, Bogor.

- Spear, P. S. 1969. Principles of Termite Control. *Di Dalam* Biology of Termites Vol II. Krishna, K dan F. M. Wessner (eds.). Academic Press, New York dan London.
- Steinhaus, E. A. 1947. Insect Microbiology. Comstock Publ. Co. Inc., Ithaca, New York.
- Supriana, N. 1983. Catatan Mengenai Penelitian dan Industri Pengawetan Kayu di Selandia Baru. Laporan no. 6. Lembaga Penelitian Hasil Hutan, Bogor.
- Tambunan, B. dan D. Nandika. 1989. Deteriorasi Kayu oleh Faktor Biologis. PAU Bioteknologi. IPB, Bogor.
- Tarumingkeng, R. C. 1971. Biologi dan Pencegahan Rayap Perusak Kayu di Indonesia. Laporan no. 138. LPPH, Bogor.
- Thomson, L. U. 1977. Preparation and evaluation of mungbean protein isolate. *J. Food Sci.* 42 : 202.
- Tjokroadikoesoemo, P. S. 1986. HFS dan Industri Ubi Kayu Lainnya. PT Gramedia, Jakarta.
- Tourtellote, P. 1980. Gelatin. *Di Dalam* Encyclopedia of Food Science and Technology. McGraw Hill Book Co., New York.
- Uhi, H. T. 2001. Pengaruh Suplementasi Rayap Sebagai Sumber Protein dalam Ransum Ayam Pedaging. Program Pasca Sarjana. IPB, Bogor.
- Vail, E. G., J. A. Philips, L.O. Rust, R. M. Griswold, dan M. J. Justin. 1978. *Foods* 7th Edition. Houghton Mifflin Co., Boston.
- Waggle, D. H. dan C. K. Kolar. 1979. Types of Soy Protein Products. *Di Dalam* Soy Protein and Human Nutrition. Wilcke, H. L., D. T. Hopkin, dan D. H. Waggle (eds.). Academic Press, New York.
- Ward, A. G. dan A. Courts. 1977. The Science and Technology of Gelatin. Academic Press, London.
- Winarno, F. G. 1988. Kimia Pangan. PT. Gramedia, Jakarta.
- Yasin, H. 1992. Pembuatan Pekatan Protein Rayap Kayu Kering *Cryptotermes cynocephalus* Light. (Isoptera : Kalotermitidae). Skripsi. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. Fateta. IPB, Bogor.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Format isian uji organoleptik

UJI HEDONIK PERMEN JELLY

Nama Panelis :
 Tanggal Pengujian :
 Instruksi : Nyatakanlah penilaian anda berdasarkan skala hedonik pada kolom yang telah disediakan sesuai dengan penilaian anda. Setiap sampel tidak dibandingkan.

Skala hedonik : 1. Sangat tidak suka
 2. Tidak suka
 3. Agak tidak suka
 4. Biasa / netral
 5. Agak suka
 6. Suka
 7. Sangat suka

Kode	Kriteria Penilaian				
	Warna	Rasa	Tekstur	Aroma	Keseluruhan
756					
924					
547					
893					

UJI RANKING PERMEN JELLY

Nama Panelis :
 Tanggal Pengujian :
 Instruksi : Setelah mencicipi keempat sampel, urutkanlah berdasarkan keseluruhan parameter. Tuliskanlah nomor kode contoh pada kotak yang tersedia. Produk yang menurut anda yang terbaik mendapat nilai yang terkecil (1)

Ranking	1	2	3	4
Kode				

Lampiran 2. Hasil uji hedonik pendahuluan dengan penambahan tepung rayap sebanyak 0%, 5%, 7.5%, dan 10%

Panclis	Nilai kesukaan terhadap parameter																			
	Aroma				Rasa				Warna				Tekstur				Keseluruhan			
	0%	5%	7.5%	10%	0%	5%	7.5%	10%	0%	5%	7.5%	10%	0%	5%	7.5%	10%	0%	5%	7.5%	10%
1	6	3	3	2	5	3	4	3	4	3	3	3	3	2	2	2	5	3	3	2
2	4	3	4	2	4	4	4	2	6	5	5	5	6	6	6	6	6	4	5	2
3	4	4	3	4	6	5	5	3	6	4	4	3	6	6	4	3	6	4	4	4
4	6	4	6	4	6	4	4	3	6	4	4	4	6	5	3	5	6	4	4	4
5	5	4	4	3	6	3	3	2	5	4	4	3	3	3	3	2	6	5	4	3
6	6	4	4	2	5	3	2	1	6	4	4	4	5	3	3	2	6	4	4	3
7	6	5	5	5	6	5	6	3	6	3	3	2	5	5	5	5	6	5	5	3
8	6	3	4	3	6	3	2	2	6	4	4	3	6	4	4	4	6	3	3	2
9	6	4	6	3	5	2	5	3	6	4	4	3	6	6	6	6	6	4	5	3
10	5	4	6	4	6	3	6	5	6	5	5	5	4	4	4	4	6	4	5	3
11	6	3	4	7	4	2	6	7	6	5	5	4	6	5	5	5	6	4	4	4
12	4	3	3	3	5	5	3	2	3	3	3	2	6	6	6	6	4	4	4	6
13	6	3	5	4	6	1	4	3	4	3	3	3	6	4	3	3	6	2	4	3
14	6	4	4	5	6	5	5	5	6	3	5	5	4	4	4	4	6	3	4	5
15	6	3	3	3	6	6	6	5	5	3	3	3	5	4	6	4	6	2	4	3
16	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	6	3	4	5
17	6	6	5	3	6	6	3	4	6	4	4	3	6	6	4	4	4	4	4	4
18	6	4	4	4	6	4	3	3	6	4	4	4	6	5	3	4	6	6	4	3
19	6	3	4	3	5	5	3	1	6	5	5	5	6	4	3	3	6	4	3	3
20	6	6	3	2	6	6	3	2	5	4	4	4	5	5	3	3	6	5	3	2
21	4	4	4	4	5	4	4	2	6	4	4	4	4	5	4	4	5	5	3	2
22	5	4	4	3	6	3	5	2	6	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4	3
23	6	5	5	3	5	5	4	3	6	6	6	6	5	5	5	5	6	3	4	3
24	6	3	4	3	6	4	3	4	6	4	4	4	6	4	3	3	6	5	5	3
25	4	3	5	6	4	3	4	4	6	4	4	4	6	4	3	3	6	4	4	4
26	6	5	5	4	6	6	4	4	6	4	4	3	4	4	5	4	4	3	4	4
27	6	4	3	2	5	4	4	5	6	4	4	4	7	5	5	5	7	5	4	4
28	5	4	5	5	6	4	4	4	5	6	4	4	7	6	5	6	6	4	4	5
29	5	3	3	3	6	5	5	2	6	3	3	3	6	5	5	5	6	5	5	5
30	6	3	5	3	6	5	5	6	6	4	4	4	6	5	5	6	6	4	4	3

Lampiran 3. Hasil uji ranking hedonik pendahuluan

Panelis	Ranking hedonik terhadap penambahan tepung rayap			
	0%	5%	7.5%	10%
1	1	3	2	4
2	1	2	3	4
3	1	2	3	4
4	1	2	3	4
5	1	2	3	4
6	1	2	3	4
7	1	3	2	4
8	1	3	2	4
9	1	4	2	3
10	1	4	3	2
11	1	4	3	2
12	1	2	3	4
13	2	3	4	1
14	1	2	3	4
15	1	4	2	3
16	1	2	4	3
17	1	2	3	4
18	1	2	3	4
19	1	2	3	4
20	1	2	3	4
21	1	2	3	4
22	1	2	3	4
23	1	2	3	4
24	1	2	3	4
25	1	4	3	2
26	1	2	3	4
27	1	3	4	2
28	1	2	3	4
29	1	2	3	4
30	1	2	4	3

Lampiran 4. Hasil analisis statistik ANOVA terhadap parameter aroma

Estimated Marginal Means

1. Grand Mean

Dependent Variable: SKOR

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
4,225	,083	4,060	4,390

2. SAMPEL

Dependent Variable: SKOR

SAMPEL	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
547	4,200	,166	3,870	4,530
756	5,400	,166	5,070	5,730
893	3,500	,166	3,170	3,830
924	3,800	,166	3,470	4,130

Post Hoc Tests

SAMPEL

Homogeneous Subsets

SKOR

Duncan^{a,b}

SAMPEL	N	Subset		
		1	2	3
893	30	3,50		
924	30	3,80	3,80	
547	30		4,20	
756	30			5,40
Sig.		,205	,092	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = ,829.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30,000.

b. Alpha = ,05.

Lampiran 5. Hasil analisis statistik ANOVA terhadap parameter rasa

Estimated Marginal Means

1. Grand Mean

Dependent Variable: SKOR

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
4,225	,101	4,024	4,426

2. SAMPEL

Dependent Variable: SKOR

SAMPEL	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
547	4,033	,202	3,632	4,434
756	5,467	,202	5,066	5,868
893	3,333	,202	2,932	3,734
924	4,067	,202	3,666	4,468

Post Hoc Tests

SAMPEL

Homogeneous Subsets

SKOR

Duncan^{a,b}

SAMPEL	N	Subset		
		1	2	3
893	30	3,33		
547	30		4,03	
924	30		4,07	
756	30			5,47
Sig.		1,000	,907	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 1,222.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30,000.

b. Alpha = ,05.

Lampiran 6. Hasil analisis statistik ANOVA terhadap parameter warna

Estimated Marginal Means

1. Grand Mean

Dependent Variable: SKOR

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
4,300	,045	4,211	4,389

2. SAMPEL

Dependent Variable: SKOR

SAMPEL	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
547	4,000	,089	3,822	4,178
756	5,567	,089	5,389	5,744
893	3,700	,089	3,522	3,878
924	3,933	,089	3,756	4,111

Post Hoc Tests

SAMPEL

Homogeneous Subsets

SKOR

Duncan^{a,b}

SAMPEL	N	Subset		
		1	2	3
893	30	3,70		
924	30	3,93	3,93	
547	30		4,00	
756	30			5,57
Sig.		,068	,599	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = ,239.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30,000.

b. Alpha = ,05.

Lampiran 7. Hasil analisis statistik ANOVA terhadap parameter tekstur

Estimated Marginal Means

1. Grand Mean

Dependent Variable: SKOR

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
4,658	,074	4,512	4,805

2. SAMPEL

Dependent Variable: SKOR

SAMPEL	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
547	4,400	,148	4,107	4,693
756	5,500	,148	5,207	5,793
893	4,000	,148	3,707	4,293
924	4,733	,148	4,440	5,027

Post Hoc Tests

SAMPEL

Homogeneous Subsets

SKOR

Duncan^{a,b}

SAMPEL	N	Subset		
		1	2	3
893	30	4,00		
547	30	4,40	4,40	
924	30		4,73	
756	30			5,50
Sig.		,059	,114	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = ,653.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30,000.

b. Alpha = ,05.

Lampiran 8. Hasil analisis statistik ANOVA terhadap parameter keseluruhan

Estimated Marginal Means

1. Grand Mean

Dependent Variable: SKOR

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
4,325	,068	4,190	4,460

2. SAMPEL

Dependent Variable: SKOR

SAMPEL	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
547	4,033	,136	3,763	4,303
756	5,767	,136	5,497	6,037
893	3,400	,136	3,130	3,670
924	4,100	,136	3,830	4,370

Post Hoc Tests

SAMPEL

Homogeneous Subsets

SKOR

Duncan^{a,b}

SAMPEL	N	Subset		
		1	2	3
893	30	3,40		
547	30		4,03	
924	30		4,10	
756	30			5,77
Sig.		1,000	,729	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = ,554.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30,000.

b. Alpha = ,05.

Lampiran 9. Hasil analisis statistik Friedman

Uji Ranking

NPar Tests

Friedman Test

Ranks

	Mean Rank
A	1,03
B	2,53
C	2,93
D	3,50

Test Statistics^a

N	30
Chi-Square	60,120
df	3
Asymp. Sig.	,000

a. Friedman Test

Lampiran 10. Hasil uji hedonik utama dengan pemakaian beberapa jenis flavor

P	Nilai kesukaan terhadap flavor pada lima parameter																			
	Aroma				Rasa				Warna				Tekstur				Keseluruhan			
	Kopi	Coklat	Mocha	Butter-scotch	Kopi	Coklat	Mocha	Butter-scotch	Kopi	Coklat	mocha	Butter-scotch	Kopi	Coklat	Coklat	Butter-scotch	Kopi	Mocha	Coklat	Butter-scotch
1	3	3	5	5	4	5	3	6	4	4	4	4	6	6	5	6	4	5	4	6
2	3	3	3	4	6	5	5	6	4	4	4	4	6	6	5	6	4	5	4	6
3	3	3	5	6	4	3	2	6	4	4	4	4	6	6	6	6	6	5	5	6
4	5	4	5	4	4	2	2	4	5	5	5	5	3	3	3	3	4	4	3	6
5	7	6	7	6	3	3	7	7	6	6	6	6	6	6	7	7	4	3	3	6
6	4	3	3	5	4	2	3	5	4	3	5	2	3	3	2	4	4	3	7	6
7	5	6	5	6	5	6	7	4	5	6	7	4	5	6	6	5	4	3	6	6
8	4	4	4	4	6	7	2	5	4	4	4	4	6	6	6	6	5	6	7	6
9	3	3	3	4	3	2	2	3	3	3	3	3	6	6	6	6	6	5	4	6
10	5	4	6	5	2	4	1	3	6	4	6	4	2	4	3	4	3	2	2	6
11	2	4	4	6	3	5	6	6	3	3	3	3	6	6	3	6	3	4	3	6
12	5	6	2	6	5	2	1	5	3	3	3	3	6	6	5	3	6	4	3	6
13	6	5	3	4	6	6	3	6	2	2	2	2	3	3	3	3	5	3	2	6
14	5	3	3	6	6	5	3	7	5	5	3	4	6	6	5	7	6	5	3	6
15	3	4	5	3	3	3	5	6	4	4	4	4	3	6	6	6	3	5	5	6
16	3	3	4	4	4	3	3	5	4	4	4	4	6	4	4	4	4	3	6	6
17	5	3	4	5	4	4	3	6	4	4	4	4	4	3	3	5	5	3	4	6
18	4	4	5	5	6	3	3	6	5	5	5	5	6	6	6	6	6	3	4	6
19	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	4	3	4	3	3	2	3	6
20	6	2	6	5	2	1	2	5	4	4	4	4	6	6	6	6	3	3	3	6
21	5	4	6	3	6	5	3	3	5	4	4	4	3	3	4	4	5	4	4	6
22	3	4	4	4	5	5	6	6	3	3	3	3	3	3	4	6	4	4	4	6
23	2	6	6	4	7	4	4	6	2	2	2	2	5	3	4	4	6	3	4	6
24	6	4	5	6	5	3	4	6	4	4	4	5	4	4	4	5	5	4	4	6
25	3	4	3	6	2	5	2	6	4	4	4	4	2	5	3	5	3	5	3	6
26	6	6	6	5	6	6	5	5	6	6	6	6	5	6	5	5	6	5	6	6
27	6	5	3	6	5	5	3	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6	4	6
28	3	2	3	4	5	4	2	3	2	3	2	2	6	4	5	6	4	3	3	6
29	5	4	5	4	5	3	4	5	2	2	2	2	6	5	5	5	5	3	4	6
30	6	4	5	3	5	5	6	4	5	5	4	5	4	5	4	4	5	5	5	6

Lampiran 11. Hasil uji ranking hedonik utama beberapa macam flavor

Panelis	Urutan ranking hedonik flavor			
	Kopi	Coklat	Mocha	Butterscotch
1	3	2	4	1
2	1	3	4	2
3	2	3	4	1
4	2	4	3	1
5	3	4	1	2
6	2	3	4	1
7	3	2	1	4
8	2	3	4	1
9	2	4	3	1
10	3	1	4	2
11	4	2	3	1
12	1	3	4	2
13	2	3	4	1
14	2	3	4	1
15	4	3	1	2
16	1	4	3	2
17	2	4	3	1
18	1	4	3	2
19	1	2	4	3
20	3	4	2	1
21	4	3	2	1
22	4	3	2	1
23	1	4	3	2
24	2	3	4	1
25	3	1	4	2
26	2	1	3	4
27	2	3	4	1
28	1	3	4	2
29	1	4	2	3
30	1	3	2	4

Lampiran 12. Hasil analisis statistik ANOVA terhadap parameter aroma

Estimated Marginal Means

1. Grand Mean

Dependent Variable: SKOR

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
4,317	,098	4,121	4,512

2. SAMPEL

Dependent Variable: SKOR

SAMPEL	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
320	3,967	,197	3,575	4,358
538	4,333	,197	3,942	4,725
661	4,667	,197	4,275	5,058
725	4,300	,197	3,909	4,691

Post Hoc Tests

SAMPEL

Homogeneous Subsets

SKOR

Duncan^{a,b}

SAMPEL	N	Subset	
		1	2
320	30	3,97	
725	30	4,30	4,30
538	30	4,33	4,33
661	30		4,67
Sig.		,219	,219

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 1,162.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30,000.

b. Alpha = ,05.

Lampiran 13. Hasil analisis statistik ANOVA terhadap parameter rasa

Estimated Marginal Means

1. Grand Mean

Dependent Variable: SKOR

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
4,233	,114	4,007	4,460

2. SAMPEL

Dependent Variable: SKOR

SAMPEL	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
320	3,933	,228	3,481	4,386
538	3,467	,228	3,014	3,919
661	5,067	,228	4,614	5,519
725	4,467	,228	4,014	4,919

Post Hoc Tests

SAMPEL

Homogeneous Subsets

SKOR

Duncan^{a,b}

SAMPEL	N	Subset		
		1	2	3
538	30	3,47		
320	30	3,93	3,93	
725	30		4,47	4,47
661	30			5,07
Sig.		,151	,101	,066

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 1,554.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30,000.

b. Alpha = ,05.

Lampiran 14. Hasil analisis statistik ANOVA terhadap parameter warna

Estimated Marginal Means

1. Grand Mean

Dependent Variable: SKOR

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
3,858	,043	3,773	3,943

2. SAMPEL

Dependent Variable: SKOR

SAMPEL	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
320	3,867	,085	3,697	4,037
538	3,900	,085	3,730	4,070
661	3,733	,085	3,563	3,903
725	3,933	,085	3,763	4,103

Post Hoc Tests

SAMPEL

Homogeneous Subsets

SKOR

Duncan^{a,b}

SAMPEL	N	Subset
		1
661	30	3,73
320	30	3,87
538	30	3,90
725	30	3,93
Sig.		,135

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = ,219.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30,000.

b. Alpha = ,05.

Lampiran 15. Hasil analisis statistik ANOVA terhadap parameter tekstur

Estimated Marginal Means

1. Grand Mean

Dependent Variable: SKOR

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
4,775	,073	4,630	4,920

2. SAMPEL

Dependent Variable: SKOR

SAMPEL	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
320	4,800	,146	4,511	5,089
538	4,567	,146	4,277	4,856
661	5,033	,146	4,744	5,323
725	4,700	,146	4,411	4,989

Post Hoc Tests

SAMPEL

Homogeneous Subsets

SKOR

Duncan^{a,b}

SAMPEL	N	Subset	
		1	2
538	30	4,57	
725	30	4,70	4,70
320	30	4,80	4,80
661	30		5,03
Sig.		,290	,130

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = ,635.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30,000.

b. Alpha = ,05.

Lampiran 16. Hasil analisis statistik ANOVA terhadap parameter keseluruhan

Estimated Marginal Means

1. Grand Mean

Dependent Variable: SKOR

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
4,308	,084	4,141	4,476

2. SAMPEL

Dependent Variable: SKOR

SAMPEL	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
320	3,933	,169	3,598	4,269
538	3,900	,169	3,564	4,236
661	4,900	,169	4,564	5,236
725	4,500	,169	4,164	4,836

Post Hoc Tests

SAMPEL

Homogeneous Subsets

SKOR

Duncan^{a,b}

SAMPEL	N	Subset	
		1	2
538	30	3,90	
320	30	3,93	
725	30		4,50
661	30		4,90
Sig.		,889	,098

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = ,855.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30,000.

b. Alpha = ,05.

Lampiran 17. Hasil analisis statistika Friedman

UJI RANKING
NPar Tests
Friedman Test

Ranks

	Mean Rank
A	2,17
B	2,97
C	3,10
D	1,77

Test Statistics^a

N	30
Chi-Square	22,080
df	3
Asymp. Sig.	,000

a. Friedman Test