

**PENGARUH PERBEDAAN KONSENTRASI ISOLAT PROTEIN KEDELAI SEBAGAI
KRIOPROTEKTAN TERHADAP TINGKAT KESEGERAN UDANG VANNAMEI
(*Penaeus vannamei*) BEKU**

**LAPORAN SKRIPSI
TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN**

**OLEH :
BIMANTYO BROJO NEGORO
0510830016**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2009**



**PENGARUH PERBEDAAN KONSENTRASI ISOLAT PROTEIN KEDELAI SEBAGAI
KRIOPROTEKTAN TERHADAP TINGKAT KESEGERAN UDANG VANNAMEI
(*Penaeus vannamei*) BEKU**

**LAPORAN SKRIPSI
TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN**

**OLEH :
BIMANTYO BROJO NEGORO
0510830016**

Menyetujui,

Dosen Penguji 1

Dosen Pembimbing I

**Ir. Kartini Zaelani, MP
NIP. 131 471 520**

**Dr.Ir. Happy Nursyam, MS
NIP. 131 574 867**

Tanggal :

Tanggal :

Dosen Penguji 2

Dosen Pembimbing II

**Dr. Ir. Hardoko, MS
NIP. 131 759 604**

**Ir. Muhamad Firdaus, MP
NIP.**

Tanggal:

Tanggal :

Mengetahui,

Ketua Jurusan,

**Dr. Ir. Happy Nursyam, MS
NIP. 131 574867
Tanggal :**

PROSES PEMBUATAN KERIPIK TULANG IKAN KAKAP MERAH (*Lutjanus sanguineus*) PADA UD. LE-OLLENA DI DESA KANIGARAN KECAMATAN KANIGARAN KOTA PROBOLINGGO JAWA TIMUR

Hardoko¹⁾, Bimantyo Brojonegoro²⁾

ABSTRAK

Ikan kakap merah merupakan salah satu komoditi hasil perikanan yang mempunyai nilai gizi yang cukup tinggi (protein 20-23%). Tingginya nilai gizi yang dikandung oleh ikan kakap merah membuat ikan kakap merah dapat diolah menjadi produk olahan yang mempunyai nilai gizi tinggi pula. Salah satu produk olahan tersebut adalah diolah menjadi keripik.

PKL dimaksudkan untuk memperoleh gambaran nyata dan mempelajari secara langsung proses pembuatan keripik tulang ikan kakap merah (*Lutjanus sanguineus*) pada UD. Le-ollena, Probolinggo seduanakan tujuannya adalah untuk meningkatkan pengetahuan di lapangan dan memadukan teori perkuliahan dengan keadaan sebenarnya di lapangan serta untuk memperoleh keterampilan teknis tentang pengolahan tulang ikan mulai dari penerimaan bahan baku sampai menjadi produk keripik tulang ikan. Pelaksanaan PKL ini pada tanggal 10-18 Oktober 2008.

Metode yang digunakan dalam Praktek Kerja Lapang ini adalah metode deskriptif dengan data meliputi data primer dan data sekunder. Pengumpulan data dilakukan dengan studi pustaka, observasi lapangan, partisipasi langsung, dan wawancara.

Pengolahan keripik tulang ikan kakap merah pada UD. Le-ollena meliputi persiapan bahan baku, penimbangan, pemotongan, pencucian, perebusan, penggorengan, penirisan, pemberian bumbu, pengemasan dan penyimpanan.

Kata kunci : Pengolahan, ikan kakap merah, keripik tulang ikan

THE PROCESSES OF MANUFACTURING FISH BONES CHIPS *Lutjanus sanguineus* IN UD. LE-OLLENA AT KANIGARAN VILLAGE OF PROBOLINGGO CITY

Hardoko¹⁾, Bimantyo Brojonegoro²⁾

ABSTRAK

Lutjanus sanguineus stands for a fishery commodity with high nutrient content. The protein rate for this fish is about 20-23%. The higher content of nutrient leads this fish to be a favorable choice for a processed product, one of product from *Lutjanus sanguineus* is fish bones chip.

The PKL / Praktek Kerja Lapangan (Field Work Practice) is intended to obtain the real image and to study directly the processes of manufacturing the fish to be produced into the fish bones chip in UD. LE-OLLENA in Probolinmgo city, meanwhile the purposes of PKL / Praktek Kerja Lapangan (Field Work Practice) are to increase the knowledge in the field and to combine the theories obtained and learned from the college / university with the real situation and condition in the field as well as to obtain the technical know – how about the manufacturing processes of the fish bones chip (*Lutjanus sanguineus*) starting from the receipt of the raw materials until becoming the finished products of the fish bones chip. This PKL / Praktek Kerja Lapangan (Field Work Practice) was carried out on 10TH October 2008 until 18TH October 2008.

The method used in this Field Work Practice is the descriptive methods with the data which covered the primary data and secondary data. The data collection was carried out by the literatures study, the field observations, the direct participation, and the interviews.

The manufacturing processes of the fish bones chip in UD. LE-OLLENA in Probolinmgo city is include the preparation of the raw materials, the weighing processes, the cutting processes, the washing processes, the medicinal treatments, the salting, the cleaning processes, the draining processes, the packing and packaging process, and the storage process.

Keywords : the manufacturing processes, *lutjanus sanguineus*, fish bones chips

1. Staf Pengajar Fakultas Perikanan, Universitas Brawijaya, Malang

-
- 1) 1. Mahasiswa Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
 - 2) Staf Pengajar Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
 - 3) Staf Pengajar Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

2. Mahasiswa Fakultas Perikanan, Universitas Brawijaya, Malang

THE PROCESSES OF MANUFACTURING FISH BONES CHIPS *Lutjanus sanguineus* IN UD. LE-OLLENA AT KANIGARAN VILLAGE OF PROBOLINGGO CITY

Lutjanus sanguineus stands for a fishery commodity with high nutrient content. The higher content of nutrient leads this fish to be a favorable choice for a processed product, one of product from *Lutjanus sanguineus* is fish chip.

The PKL / Praktek Kerja Lapangan (Field Work Practice) is intended to obtain the real image and to study directly the processes of manufacturing the fish to be produced into the fish chip in UD. LE-OLLENA in Probolinggo city, meanwhile the purposes of PKL / Praktek Kerja Lapangan (Field Work Practice) are to increase the knowledge in the field and to combine the theories obtained and learned from the college / university with the real situation and condition in the field as well as to obtain the technical know – how about the manufacturing processes of the fish chip (*Lutjanus sanguineus*) starting from the receipt of the raw materials until becoming the finished products of the fish chip. This PKL / Praktek Kerja Lapangan (Field Work Practice) was carried out on 10TH October 2006 until 18TH October 2008.

The method used in this Field Work Practice is the descriptive methods with the data which covered the primary data and secondary data. The data collection was carried out by the literatures study, the field observations, the direct participation, and the interviews.

The manufacturing processes of the fish chip in UD. LE-OLLENA in Probolinggo city is include the preparation of the raw materials, the weighing processes, the cutting processes, the washing processes, the medicinal treatments, the salting, the cleaning processes, the draining processes, the packing and packaging process, and the storage process.

PROSES PEMBUATAN KERIPIK TULANG IKAN KAKAP MERAH (*Lutjanus sanguineus*) PADA UD. LE-OLLENA DI DESA KANIGARAN KECAMATAN KANIGARAN KOTA PROBOLINGGO JAWA TIMUR

Ikan kakap merah merupakan salah satu komoditi hasil perikanan yang mempunyai nilai gizi yang cukup tinggi (protein 20-23%). Tingginya nilai gizi yang dikandung oleh ikan kakap merah membuat ikan kakap merah dapat diolah menjadi produk olahan yang mempunyai nilai gizi tinggi pula. Salah satu produk olahan tersebut adalah diolah menjadi keripik.

PKL dimaksudkan untuk memperoleh gambaran nyata dan mempelajari secara langsung proses pembuatan keripik tulang ikan kakap merah (*Lutjanus sanguineus*) pada UD. Le-ollena, Probolinggo seduangkan tujuannya adalah untuk meningkatkan pengetahuan di lapangan dan memadukan teori perkuliahan dengan keadaan sebenarnya di lapangan serta untuk memperoleh keterampilan teknis tentang pengolahan tulang ikan mulai dari penerimaan bahan baku sampai menjadi produk keripik tulang ikan. Pelaksanaan PKL ini pada tanggal 10-18 Oktober 2008.

Metode yang digunakan dalam Praktek Kerja Lapangan ini adalah metode deskriptif dengan data meliputi data primer dan data sekunder. Pengumpulan data dilakukan dengan studi pustaka, observasi lapangan, partisipasi langsung, dan wawancara.

Pengolahan keripik tulang ikan kakap merah pada UD. Le-ollena meliputi persiapan bahan baku, penimbangan, pemotongan, pencucian, perebusan, penggorengan, penirisan, pemberian bumbu, pengemasan dan penyimpanan.

-
- 1) 1. Mahasiswa Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
 - 2) Staf Pengajar Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
 - 3) Staf Pengajar Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

PENGARUH PERBEDAAN KONSENTRASI ISOLAT PROTEIN KEDELAI SEBAGAI KRIOPROTEKTAN TERHADAP TINGKAT KESEGERAN UDANG VANNAMEI (*penaeus vannamei*) BEKU.

Bimantyo Brojongoro¹⁾, Happy Nursyam²⁾, Muhamad Firdaus³⁾

ABSTRAK

Krioprotektan merupakan komponen yang melindungi dan menstabilkan produk selama masa pembekuan dan pelelehan (Jeremiah,1996). Tujuan penggunaan krioprotektan adalah untuk melindungi bahan dari kerusakan selama penyimpanan beku. Salah satu krioprotektan yang telah dikenal adalah isolat protein kedelai (SPI). Penggunaan isolat protein kedelai sebagai krioprotektan dapat mempertahankan kesegaran pada udang vanamei (*Penaeus vannamei*) beku.

Tujuan dari penelitian adalah untuk mendapatkan konsentrasi isolat protein kedelai yang dapat memberikan tingkat kesegaran terbaik pada udang beku, mengetahui kelengkapan profil dan gambaran mikrostruktur pada daging udang yang telah diberi krioprotektan.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yang dirancang dengan rancangan acak lengkap (RAL) yang disusun secara sederhana dengan faktor perlakuan perbedaan konsentrasi isolat protein kedelai. Faktor perlakuan terdiri dari A (SPI 0%); B(SPI 0,625%); C (SPI 1,25%); D (SPI 1,875); E (SPI 2,5%). Dan dengan uji lanjut BNT.

Perlakuan terbaik pada uji fisik, kimia dan organoleptik diperoleh pada udang yang diberi krioprotektan dengan konsentrasi 1,875% dengan rata-rata nilai weight gain 15,596; drip loss -11,8443 ; cooking loss 3,673 ; dan nilai WHC 27,593. pada uji kimia didapat nilai rata-rata kadar air 80,763 ; kadar abu 1,371 ; kadar lemak 1,8 ; kadar protein 17,173 ; dan kadar karbohidrat 0,01. sedangkan untuk nilai organoleptik dengan nilai rata-rata pada warna 7,15 ; aroma pada 7 ; dan tekstur sebesar 6,5.

Kata kunci : krioprotektan, isolat ptoein kedelai, udang beku.

THE INFLUENCE OF ISOLATE SOY PROTEIN CONCENTRATION DIFFERENCE AS CRYOPROTECTANT TOWARDS THE FRESHNESS OF FROZEN SHRIMP (*Penaeus vannamei*)

Bimantyo Brojongoro¹⁾, Happy Nursyam²⁾, Muhamad Firdaus³⁾

ABSTRACT

Cryoprotectant must be a property to protect and to stabilize the product during freezing and melting period (Jeremiah, 1996). The objective of the use of cryoprotectant refers to the protection of material from the damage during frozen storage. A widely known cryoprotectant constitutes soybean protein isolate (SPI). The consideration of soybean protein isolate as cryoprotectant can keep the freshness of vannamei shrimp.

Research aims at obtaining the concentration of soybean isolate to provide the best freshness of vannamei shrimp and favorable microstructure description in the cryoprotected shrimp fresh.

The methods used in this research is the experimental method which is designed to use the Rancangan Acak Lengkap/Completely Random Design (RAL) which is organized factorially with major/main treatment factors which consist of factors of material types for frozen. they are : cryoprotectant concentration of SPI with the repetitions of three times. The cryoprotectant konsentration of SPI are: A (SPI 0%); B(SPI 0,625%); C (SPI 1,25%); D (SPI 1,875); E (SPI 2,5%) and then with BNT method. The testing parameter used in the research included the analysis of the water contents, the WHC contents, the rotein rate, the fat rate, the driploss rate the cooking loss rate, the weight gain rate, the ash rate and the organoleptic testing.

The best treatment on the chemical testing and the organoleptic was obtained on the shrimp with the concentration of SPI 1,875% with the length of the weight gain rate 15.596; the drip loss rate -11,8443 ;the cooking loss rate 3,673 ; dan the WHC rate 27,593. for chemichal testing with the length of the water rate 80,763 ; ash rate 1,371 ; fat rate 1,8 ; protein rate 17,173 ; and carbohydrate rate 0,01. Meanwhile, on the organoleptic testing, with the average of the appearance score of 7,15 ; the texture score of 6,5, and the aroma score of 7.

Keyword : cryoprotectant, isolate soy protein, frozen shrimp

-
- 1) 1. Mahasiswa Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
 - 2) Staf Pengajar Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
 - 3) Staf Pengajar Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR LAMPIRAN.....	vi
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Hipotesa	3
1.5 Kegunaan Penelitian	3
1.6 Tempat dan Waktu	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Klasifikasi dan Deskripsi Udang	4
2.2 Pembekuan	5
2.2.1 Prinsip Pembekuan.....	5
2.2.2 Proses Pembekuan.....	6
2.2.3 Manfaat Pembekuan	6
2.4 Krioprotektan.....	7
2.5 Isolat Protein Kedelai.....	9
2.6 Freshness.....	12
3. METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Materi Penelitian	16
3.1.1 Bahan Penelitian.....	16
3.1.2 Alat Penelitian	16
3.2 Metode Penelitian.....	17
3.2.1 Penelitian Pendahuluan	17
3.2.1.1 Prosedur Penelitian Pendahuluan	17
3.2.1.2 Parameter Uji Penelitian Pendahuluan	18
3.2.2 Penelitian Utama	18
3.2.2.1 Rancangan Percobaan	18
3.2.2.2 Analisa Data	20
3.2.2.3 Prosedur Penelitian Utama	20
3.2.2.4 Parameter Uji penelitian Utama	21

3.3	Prosedur Analisis Parameter Uji	21
3.3.1	Kadar Air.....	21
3.3.2	Kadar Protein.....	22
3.3.3	Kadar Abu.....	23
3.3.4	Kadar Lemak.....	24
3.3.5	Water Holding Capacity.....	25
3.3.6	Drip Loss.....	25
3.3.7	Cooking Loss.....	26
3.3.8	SDS-PAGE.....	26
3.3.9	SEM.....	27
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1	Hasil Penelitian	28
4.2	Kenaikan Berat (<i>Weight Gain</i>).....	29
4.3	<i>Drip Loss</i>	31
4.4	<i>Cooking Loss</i>	34
4.5	<i>Water Holding Capacity (WHC)</i>	36
4.6	Kadar Air.....	38
4.7	Kadar Abu.....	40
4.8	Kadar Lemak.....	42
4.9	Kadar Protein.....	43
4.10	Kadar Karbohidrat (<i>By Difference</i>).....	45
4.11	Uji Organoleptik.....	47
4.11.1	Warna.....	47
4.11.2	Aroma.....	48
4.11.3	Tekstur.....	50
4.12	(SDS-PAGE).....	51
4.13	<i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i>	52
4.14	Perlakuan Terbaik.....	54
5.	PENUTUP.....	55
5.1	Kesimpulan.....	55
5.2	Saran.....	55
	DAFTAR PUSTAKA.....	56
	LAMPIRAN.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tabel Model Rancangan Percobaan.....	19
2. Tabel Hasil Analisis Parameter Uji.....	28
3. Tabel Perbandingan berat molekul.....	53



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Panaeus vannamei.....	4
2. Mekanisme Kerja krioprotektan.....	8
3. Grafik kenaikan berat.....	29
4. Grafik drip loss.....	31
5. Grafik cooking loss.....	34
6. Grafik WHC.....	36
7. Grafik kadar air.....	38
8. Grafik kadar abu.....	40
9. Grafik lemak.....	42
10. Grafik protein.....	43
11. Grafik karbohidrat.....	45
12. Grafik organoleptik warna.....	47
13. Grafik organoleptik aroma.....	48
14. Grafik organoleptik tekstur.....	50
15. gambar SDS_PAGE.....	51
16. gambar SEM.....	53



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. prosedur pengujian.....	60
2. Hasil Analisa data.....	67
3. Data hedonik.....	76
4. Skema penelitian.....	81
5. Perlakuan terbaik.....	83



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan laporan skripsi ini yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Perikanan, Universitas Brawijaya.

Penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Kedua Orang tua, Bapak Djaini Anwar dan Ibu Honim yang telah memberikan doa dan semangat.
2. Dr.Ir. Happy Nursyam, MS dan Ir. Muhamad Firdaus, MP selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan serta motivasi hingga laporan skripsi ini selesai.
3. Seluruh Staf Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya.
4. Semua pihak yang telah memberikan dorongan dan bantuan sehingga tersusunnya laporan skripsi ini.

Akhirnya penulis berharap semoga karya tulis ini bermanfaat dan dapat memberikan informasi bagi semua pihak yang memerlukannya.

Malang, 19 Juni 2009

Penulis

RINGKASAN

BIMANTYO BROJO NEGORO. Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Isolat Protein Kedelai Sebagai Krioprotektan Terhadap Tingkat Kesegaran Udang Vannamei(*Penaeus Vannamei*) Beku. (di bawah bimbingan **Dr.Ir. HAPPY NURSYAM, MS.** dan **Ir. MUHAMAD FIRDAUS, MP**).

Proses pembekuan menyebabkan perubahan sifat-sifat fisika dan kimia dari bahan yang dibekukan. Salah satu perubahan yang terjadi adalah adanya denaturasi protein, yang menyebabkan banyaknya kehilangan cairan. Hal tersebut dapat memberikan dampak kerugian secara ekonomis sehubungan dengan masalah besarnya kehilangan berat akibat cairan yang hilang (drip loss) (Bigelow and lee, 2007).

Penggunaan krioprotektan merupakan cara yang tepat untuk mengatasi masalah kehilangan berat akibat drip loss. Menurut Jeriaska (2007), penginjeksian krioprotektan dapat menghindari terbentuknya kristal es dalam jaringan daging. Lebih lanjut dijelaskan bahwa kristal es dapat menyebabkan kerusakan jaringan yang menyebabkan kerusakan jaringan yang mengakibatkan banyaknya drip loss saat thawing. Selain itu penggunaan krioprotektan seperti isolat protein kedelai dapat memperbaiki tekstur dan warna pada udang yang dibekukan (Benjakul, et al, 2008).

Isolat protein kedelai merupakan bentuk protein nabati yang lengkap. Isolat protein kedelai mengandung semua asam amino esensial yang dibutuhkan untuk tumbuh. Selain itu, isolat protein kedelai mempunyai kualitas yang sebanding dengan protein yang terdapat dalam daging, susu dan telur (Anonymous, 2009).

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh perbedaan konsentrasi isolat protein kedelai terhadap tingkat kesegaran udang vannamei beku. Serta untuk mengurangi nilai drip loss dan cooking loss pada udang beku.

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen yang dibagi menjadi dua tahap, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian inti. Penelitian pendahuluan dirancang menggunakan Rancangan Acak lengkap (RAL) dan pada penelitian inti dirancang dengan menggunakan Rancangan Acak lengkap (RAL), yaitu STPP 1,9%; STPP 1,9% dan ISP 0,625%; STPP 1,9% dan ISP 1,25%; STPP 1,9% dan ISP 1,875% dan STPP 1,9% dan ISP 2,5%. Perlakuan tersebut dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Pengujian data dengan menggunakan Analisis Sidik Ragam dan Uji BNT. Parameter uji yang digunakan meliputi analisis kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar abu, SDS-PAGE, SEM, drip loss, cooking loss, WHC, kenaikan berat, dan uji organoleptik.

Hasil analisis statistik pada parameter kadar air, kadar protein, organoleptik warna, organoleptik tekstur, WHC, nilai drip loss, nilai cooking loss dan kenaikan berat menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($F_{hitung} > F_{tabel}$). Sedangkan pada parameter kadar lemak, kadar abu, kadar karbohidrat dan organoleptik aroma tidak memberikan pengaruh yang nyata ($F_{hitung} < F_{tabel}$).

Penggunaan krioprotektan yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar air, kadar protein, organoleptik warna, organoleptik tekstur, WHC, nilai drip loss, nilai cooking loss dan kenaikan berat. Perlakuan terbaik dari penelitian ini adalah perlakuan udang direndam dalam STPP 1,9% + ISP 1,875%. Foto SEM dan profil protein dari udang vanname beku perlakuan terbaik menunjukkan kesamaan dengan foto SEM dan profil protein udang vanname segar

Untuk mendapatkan udang vannamei beku dengan tingkat kesegaran terbaik sebaiknya menggunakan krioprotektan ISP 1.875% + STPP 1.9%. perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai lama perendaman, kecepatan putar dan kombinasi krioprotektan.



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udang merupakan salah satu produk hasil laut yang digemari dan bergizi tinggi. Udang sangat digemari dipasaran karena rasanya yang khas dan mempunyai kandungan protein yang tinggi. Karena kandungan proteinnya tinggi, maka udang termasuk komoditas yang mudah rusak. Oleh karena itu kesegaran dan mutu udang perlu dipertahankan sebaik mungkin. Salah satu cara untuk mempertahankan mutu dan kesegaran udang adalah dengan cara pembekuan (Wahyudi, 2003).

Proses pembekuan menyebabkan perubahan sifat-sifat fisika dan kimia dari bahan yang dibekukan. Salah satu perubahan yang terjadi adalah adanya denaturasi protein, yang menyebabkan banyaknya kehilangan cairan. Hal tersebut dapat memberikan dampak kerugian secara ekonomis sehubungan dengan masalah besarnya kehilangan berat akibat cairan yang hilang (drip loss) (Bigelow and lee, 2007).

Penggunaan krioprotektan merupakan cara yang tepat untuk mengatasi masalah kehilangan berat akibat drip loss. Menurut Jeriaska (2007), penginjeksian krioprotektan dapat menghindari terbentuknya kristal es dalam jaringan daging. Lebih lanjut dijelaskan bahwa kristal es dapat menyebabkan kerusakan jaringan yang menyebabkan kerusakan jaringan yang mengakibatkan banyaknya drip loss saat thawing. Selain itu penggunaan krioprotektan seperti isolat protein kedelai dapat memperbaiki tekstur dan warna pada udang yang dibekukan (Benjakul, et al, 2008).

Isolat protein kedelai merupakan bentuk protein nabati yang lengkap. Isolat protein kedelai mengandung semua asam amino esensial yang dibutuhkan untuk tumbuh. Selain itu, isolat protein kedelai mempunyai kualitas yang sebanding dengan protein yang terdapat dalam daging, susu dan telur (Anonymous, 2009).

1.2 Perumusan Masalah

Dari uraian yang telah dipaparkan dalam latar belakang, terdapat beberapa permasalahan yang dapat diambil sebagai berikut :

1. Apakah penggunaan isolat protein kedelai dalam proses pembekuan udang berpengaruh terhadap tingkat kesegaran udang
2. Apakah perbedaan konsentrasi Isolat protein kedelai sebagai krioprotektan berpengaruh terhadap tingkat kesegaran udang

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mendapatkan konsentrasi isolat protein kedelai yang dapat memberikan tingkat kesegaran terbaik.
2. Untuk mendapatkan konsentrasi isolat protein kedelai yang dapat memberikan nilai organoleptik terbaik.
3. Mengetahui gambaran mikrostruktur pada perlakuan terbaik dari daging udang yang diberi isolat protein kedelai
4. Mengetahui kelengkapan profil protein udang yang diberi krioprotektan.
5. Mendapatkan nilai proksimat dari produk udang beku yang diberi perlakuan krioprotektan isolat protein kedelai

1.4 Hipotesa

1. penggunaan isolat protein kedelai yang berbeda diduga akan memberikan pengaruh terhadap kualitas kesegaran pada produk udang yang dibekukan

1.5 Kegunaan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi masyarakat ilmiah dan masyarakat umum mengenai teknik untuk mempertahankan tingkat kesegaran dengan penambahan Isolat protein kedelai pada proses pembekuan udang.

1.6 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Hasil Perikanan, Laboratorium biokimia hasil perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Laboratorium Sentral Ilmu Hayat (LSIH) Universitas Brawijaya Malang, dan Laboratorium mikroskop elektron Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi dan Deskripsi Udang Vannamei

Penaeus vannamei mempunyai bentuk dasar tubuh yang hampir sama dengan semua jenis udang. Tubuh udang Vannamei agak melengkung, berjalan merayap didasar air dengan menggunakan kaki-kakinya yang dapat digunakan untuk berenang, serta bagian ekornya terbentuk dari ruas-ruas digunakan untuk mengemudi (Tambunan, 2001).

Klasifikasi udang *vannamei* menurut Anonymous (2007) adalah sebagai berikut :

Phylum : Arthropoda
Subphylum : Crustacea
Class : Malacostraca
Ordo : Decapoda
Family : Penaeidae
Genus : *Penaeus*
Spesies : *Penaeus vannamei*



Gambar 1 *Penaeus vannamei*

Udang Vanname (*Penaeus vannamei*) merupakan salah satu produk perikanan yang istimewa, memiliki aroma yang spesifik dan memiliki nilai gizi tinggi. Ciri-ciri udang Vannamei segar adalah rupa dan warna bening, spesifikasi jenis, cemerlang, sambungan antar ruas kokoh, kulit melekat kuat pada daging, bau segar spesifik menurut jenisnya, bentuk daging kompak, elastis, dan rasanya manis. Ciri-ciri udang

yang telah rusak atau mengalami kemunduran mutu ditandai dengan: rupa dan warna kemerahan dan kusam, sambungan antar ruas longgar, sudah mulai ditandai bercak-bercak hitam dan bau tidak segar atau busuk (Aristyo, 2008).

Udang merupakan bahan pangan yang mempunyai nilai gizi cukup tinggi. Daging udang mengandung protein sebesar 18 - 22% dan lemak 0,7 – 2,3%. Sedangkan kadar airnya kira-kira mencapai 71 – 79,6%. Disamping itu daging udang juga mengandung vitamin B₁₂, niasin, asam pentothemat, piridoksin, dan riboflavin. Daging udang merupakan sumber mineral karena mengandung garam-garam kalsium, fosfor, tembaga, mangan, zat besi, iodine, dan zink (Hadiwiyoto, 1983). Ditambahkan oleh Andryan (2007), kandungan gizi udang segar dalam 100 gram berat yaitu Protein = 21 g; Lemak = 0.2 g; Karbohidrat = 0.1 g; Kalsium = 136 mg; dan Besi = 8.0 mg.

2.2 Pembekuan

Pembekuan adalah penurunan suhu bahan pangan sampai dibawah titik beku yang mengakibatkan sejumlah air pada bahan pangan berubah menjadi kristal-kristal es. Pengawetan bahan pangan dengan cara ini merupakan kombinasi dari suhu rendah, pengurangan kadar air. Selama pembekuan, panas sensibel dipindahkan menuju bahan yang suhunya lebih rendah dan akan berhenti jika sudah mencapai titik beku (Fellow, 2000)

Menurut Murniyati dan Sunarman (2000), pembekuan ikan atau udang berarti menyiapkan ikan atau udang untuk disimpan di dalam suhu rendah (cold storage). Pembekuan ikan atau udang harus dilakukan menurut garis-garis tertentu, sebab jika tidak dilakukan dengan semestinya. Pembekuan justru merusak ikan atau udang.

2.2.1 Prinsip Pembekuan

Prinsip dasar dari pembekuan ikan adalah mengenyahkan panas dengan waktu yang lebih singkat, sehingga ikan tidak mengalami perubahan mutu. (Ilyas, 1993).

Pembekuan dimaksudkan untuk mengawetkan sifat-sifat alami ikan. Pembekuan mengubah hampir seluruh kandungan air pada ikan menjadi es, tetapi pada ikan beku yang dilelehkan kembali, keadaannya harus kembali seperti ikan yang belum dibekukan. Keadaan beku menyebabkan terhambatnya bakteri dan enzim sehingga daya awet ikan beku lebih panjang dibanding dengan ikan yang hanya didinginkan (Murniyati dan Sunarman, 2000).

2.2.2 Proses Pembekuan

Menurut Afrianto dan Liviawaty (1989), secara singkat proses pembekuan cairan dalam tubuh ikan dapat dibagi menjadi tiga fase yaitu :

1. fase pertama terjadi penurunan suhu wadah penyimpanan yang segera diikuti penurunan suhu tubuh ikan. Meskipun telah menurun, proses pembekuan baru akan terjadi setelah suhu tubuh ikan mencapai 0°C dengan ditandai terbentuknya kristal-kristal es. Pada fase ini pembentukan kristal es berlangsung cepat dan dimulai dari tubuh ikan bagian luar menuju bagian dalam.
2. fase kedua, penurunan suhu lebih lanjut akan meningkatkan pembekuan cairan tubuh. Biasanya proses pembekuan akan berhenti apabila suhu ikan mencapai -12°C . Kisaran suhu ini disebut pula sebagai daerah kritis (*critical zone*) karena sebagian besar cairan tubuh ikan akan mengalami pembekuan.
3. fase ketiga, sebagian besar cairan tubuh ikan sudah banyak membeku pada periode sebelumnya, pada fase ini proses pembekuan akan berlangsung lambat, meskipun suhu terus diturunkan hingga mencapai -30°C .

2.2.3 Manfaat Pembekuan

Menurut Irawan (1995), manfaat pembekuan antara lain :

1. dapat merubah cairan tubuh ikan atau udang menjadi kristal-kristal es sehingga kegiatan organisme akan terganggu dan sulit menyerap makanan.

2. dapat mematikan bakteri pembusuk karena sel-sel yang terdapat di dalam bakteri juga turut membeku.
3. mampu disimpan dalam jangka waktu lama dengan kondisi yang masih tetap segar.
4. menghambat proses pembusukan yang dilakukan oleh enzim dan menghambat proses oksidasi lemak oleh O_2

pembekuan memberikan manfaat dalam penyimpanan produk pangan terutama bagi industri pangan, misalnya untuk menghambat penurunan kadar nutrisi, menghambat pertumbuhan mikroorganisme perusak pangan dan bahkan pada beberapa produk pangan memberikan manfaat organoleptik. Kebutuhan pembekuan ini juga sangat dirasakan pada pengiriman dan transportasi produk-produk pangan dari produsen ke tangan konsumen (Sopian, 2007).

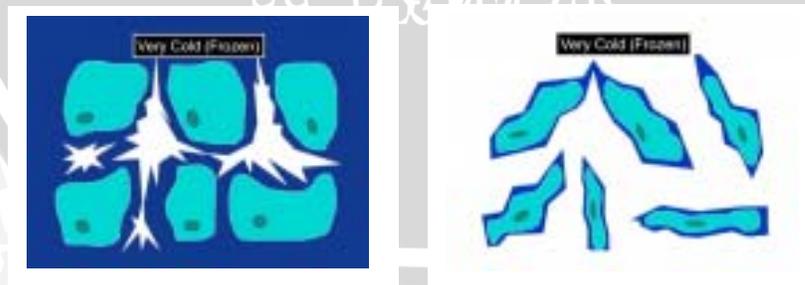
Proses pembekuan menyebabkan perubahan sifat-sifat fisika dan kimia dari bahan yang dibekukan. Salah satu perubahan yang terjadi adalah adanya denaturasi protein, yang menyebabkan banyaknya kehilangan cairan. Hal tersebut dapat memberikan dampak kerugian secara ekonomis sehubungan dengan masalah besarnya kehilangan berat akibat cairan yang hilang (drip loss) (Bigelow and lee, 2007).

2.4 Krioprotektan

Krioprotektan merupakan komponen yang melindungi dan menstabilkan produk selama masa pembekuan dan pelelehan. Tujuan dari penggunaan krioprotektan adalah untuk melindungi bahan dari kerusakan selama penyimpanan beku (Jeremiah, 1996). Penambahan krioprotektan dalam pembekuan udang sangat penting untuk mempertahankan kualitas udang beku (Pigott dan Tucker, 1990), krioprotektan akan meminimalkan pengaruh dari pembekuan terhadap sifat fisikokimia protein miofibril. Dengan penambahan krioprotektan pada udang yang dibekukan, denaturasi protein

akibat pembekuan akan berkurang (Jittinandana, 2001). Shenouda (1980), dalam Pigott dan Tucker (1990), menyatakan bahwa jika aktomiosin telah terdenaturasi, daging lumat akan kehilangan kelembapan dan kemampuan membentuk gel dan menghasilkan tekstur seperti spons (berongga) dan lembek

Mekanisme kerja krioprotektan dalam mencegah denaturasi protein dalam bahan selama pembekuan dijelaskan ke dalam model agregasi (pengumpulan) protein selama pembekuan. Ketika protein daging ikan diturunkan suhunya hingga dibawah titik bekunya, molekul air yang berada pada suhu yang lebih rendah dalam daging akan membentuk kristal es terlebih dahulu, molekul air yang berada di dalam protein kemudian akan bermigrasi pada kristal es yang terbentuk sehingga kristal es akan membesar. Migrasi air yang berada di dalam protein ini menyebabkan permukaan gugus-gugus fungsional dalam protein mengalami dehidrasi sehingga terjadi ikatan di dalam protein yang mengakibatkan terjadinya denaturasi. Ketika ditambahkan krioprotektan komponen anion krioprotektan akan mengikat air di dalam protein dan menghubungkannya dengan sisi kation protein sehingga mencegah migrasi molekul air keluar. Fenomena ini berlaku pada protein dengan struktur alfa helix maupun pada protein globular (Matsumoto *et al.*, 1992). Berikut ilustrasi tentang perbedaan keadaan sel pada saat dibekukan yang diberi krioprotektan dan yang tidak diberi krioprotektan.



Gambar 2. Ilustrasi perbedaan kondisi sel dalam keadaan suhu sangat dingin yang diberi krioprotektan, dengan yang tidak dimana (a) sel dengan krioprotektan, (b) sel yang tanpa krioprotektan. (Jeriaska, 2007)

Menurut Howel and Badii (2002) penggunaan krioprotektan dapat memberikan efek mencegah terbentuknya kristal es dalam struktur molekul protein dan menciptakan kondisi titik beku menjadi lebih rendah, sehingga dapat meminimalisir denaturasi protein selama proses pembekuan. Fan *et al* (2008), menyebutkan bahan krioprotektan dapat dibedakan kedalam tiga type, (1) krioprotektan dengan berat molekul rendah yang bersifat permeabel terhadap sel, (2) krioprotektan dari golongan gula yang secara umum bersifat tidak permeabel, dan (3) makromolekular krioprotektan yang memiliki sifat sulit berpenetrasi kedalam membran sel. Penggunaan krioprotektan dalam proses pengolahan *seafood* dapat berperan dalam meningkatkan kapasitas memegang air (*Water Holding Capacity-WHC*) daging ikan, dan mengurangi jumlah drip, serta memperkecil nilai *cooking loss*, disamping itu juga mampu meningkatkan kualitas produk (Lee dan Bigelow, 2007; Sultanbawa dan Chan, 200;1 Matsumoto dan Noguchi, 1992).

Secara umum fungsi kerja dari krioprotektan dalam bahan (Anonymous, 2002) adalah sebagai berikut :

- Mengikat molekul polar pada campuran
- Mencegah pembentukan kristal es dengan mengikat molekul air dalam campuran
- Menurunkan kelarutan padatan yang memiliki potensi toksis atau genotoksis

Jenis-jenis krioprotektan yang dapat digunakan untuk menstabilkan dan memperbaiki tekstur pada proses pencairan setelah pembekuan adalah : sorbitol, alginat, sodium tripolyphosphate, dan isolat protein kedelai (Bigelow and Lee, 2007).

2.5 Isolat Protein Kedelai

Komoditi kacang-kacangan sangat baik untuk dikonsumsi. Kacang-kacangan secara konvensional dikenal sebagai sumber protein yang murah, tingginya kandungan asam amino lisin, rendahnya kandungan lemak dan tidak berkolesterol, mengandung

sumber vitamin B yang baik serta sebagai sumber kalsium, besi, seng, tembaga dan magnesium yang baik (Koswara, 2003).

Kacang kedelai banyak dimanfaatkan menjadi berbagai produk. Sebagian besar diolah menjadi produk pangan segar, terfermentasi maupun kering. Selain itu dapat juga bermanfaat sebagai obat untuk berbagai penyakit dan gangguan tubuh, memperbaiki fungsi jantung, hati, ginjal, perut dan usus. Pemanfaatan kedelai secara modern dalam bahan pangan mencakup tepung dan bubur tidak berlemak, konsentrat, isolat, tepung bertekstur dan konsentrat bertekstur (Muchtadi, 1998). Kandungan protein dalam kacang kedelai sebesar 40% dari berat keringnya merupakan sumber protein yang baik bagi manusia dan ternak (Liu *et al.*, 2007)

Kacang kedelai mempunyai 3 aspek penting jika dilihat dari segi nutrisinya, yaitu sebagai pelengkap dan sumber protein, sebagai sumber kalori dan sumber nitrogen. Produk pangan kedelai mempunyai banyak kelebihan diantaranya dapat digunakan sebagai penambah nutrisi, memperbaiki nilai organoleptik produk dan harganya yang lebih murah (Bressani, 1975). Salah satu produk dari protein kedelai adalah isolat protein kedelai.

Isolat protein kedelai mulai digunakan secara luas oleh industri pangan pada tahun 1980. pada saat itu, sekitar 10-20% dari industri pangan menggunakan isolat protein kedelai pada daging olahan. Faktor penting dalam penggunaan isolat protein kedelai diantaranya adalah harga yang lebih murah, kemampuan memperbaiki tekstur dan kemampuan dalam mengontrol lemak (Wilding, 1974). Isolat protein juga mempunyai kemampuan untuk membentuk gel, mengikat lemak dan sebagai pengikat air (Wickle *et al.*, 1979).

Isolat protein kedelai adalah produk terbaik dari kacang kedelai. Isolat protein kedelai merupakan protein kedelai yang mempunyai kandungan protein paling tinggi.

Isolat protein kedelai diperoleh dari tepung kedelai yang dihilangkan lemak dan karbohidratnya sehingga kandungan proteinnya mencapai 90%. (Anonymous, 2009).

Isolat protein kedelai didapatkan dari tepung kedelai kemudian proteinnya diekstrak dengan cairan alkalis selama 2 jam. Kemudian disentrifuse kecepatan 10.000 RPM selama 30 menit dengan suhu 4°C. Kemudian supernatant diambil dan ditambah 2 N HCl. Setelah itu untuk m disentrifuse lagi dengan kecepatan 5.000 RPM selama 5 menit dengan suhu 4°C. Setelah itu diberi 1 N NaOH hingga pH mencapai 8 kemudian dilakukan pengeringan beku (Ortiz and Cristina, 2000).

Isolat protein kedelai mempunyai banyak kegunaan. Isolat protein kedelai banyak digunakan dalam industri makanan (sebagai sumber protein), dapat memperbaiki rasa/ memberi rasa enak, sebagai pengemulsi, pengikat air dan penyerap lemak (Anonymous, 2009). Selain itu, penambahan isolat protein kedelai dalam makanan dapat menurunkan kandungan lemak (Boatright and Hettiarachchy, 1995). Ditambahkan Bigelow and Lee (2007), penambahan protein kedelai pada produk dapat menurunkan nilai cooking loss lebih rendah dibandingkan krioprotektran yang lain. Hal ini menunjukkan bahwa isolat protein kedelai mempunyai kemampuan membentuk jaringan yang kuat sehingga dapat menahan air yang berdampak pada rendahnya nilai cooking loss.

Secara umum isolat protein kedelai mempunyai kemampuan emulsi yang terbesar diikuti oleh tepung kedelai dan konsentrat kedelai. Menurut Porcella (2000), isolat protein kedelai dapat berperan sebagai antioksidan. Ditinjau dari segi keamanan pangan, isolat protein kedelai mempunyai pengaruh sebagai sumber kontaminasi mikroba dan dapat mendukung pertumbuhan bakteri.

Isolat protein kedelai mempunyai fungsi yang baik dalam pengolahan pangan. Isolat protein kedelai dapat berperan sebagai penstabil emulsi, pengikat air dan memperkuat jaringan dan memperbaiki tekstur selama proses pemasakan (Morr, 1987). Ditambahkan oleh Scuriatti *et al.*, (2003), kombinasi protein dan phospolipid dapat memperbaiki rasa

dan tekstur makanan. Isolat protein kedelai dapat berperan sebagai penstabil struktur emulsi sehingga dapat memperpanjang masa simpan produk. Selain isolat protein juga mendukung jaringan untuk menahan air (yao *et al.*, 1990). Ditambahkan oleh Trynham *et al.*, (2007), produk-produk makanan yang mengandung protein kedelai mampu menahan air tiga kali lebih banyak daripada produk makanan yang mengandung putih telur dan susu bebas lemak.

Fungsi dari isolat protein kedelai salah satunya adalah membentuk tekstur. Colmereno *et al.*, (1995) menyatakan bahwa kandungan nilai protein akan meningkatkan evaluasi sensori yang berupa tekstur. Ditambahkan oleh Myers (2007), protein dapat berinteraksi dengan protein lainnya karena adanya ikatan rangkap hydrogen dan perubahan antara gugus sufibril dan sulfide. Interaksi molekuler tersebut membentuk suatu jaringan tiga dimensi yang mengakibatkan tekstur protein kompak. Dengan adanya struktur tiga dimensi akan merangkap sejumlah air dan lemak.

Penggunaan isolat protein kedelai lebih sedikit dalam proses pengolahan daging, yaitu sebesar 2%, sedangkan pada tepung kedelai sebesar 8-12%. Penambahan isolat protein kedelai sebesar 2% pada daging akan memberikan penambahan berat, kemampuan mengikat air dan mengurangi ongkos produksi (Terrel and Staniec, 1975).

Ada 2 cara proses masuknya isolat protein kedelai ke dalam daging olahan. Penggunaan air bertekanan tinggi dapat membuat isolat protein kedelai masuk kedalam serat daging olahan. Sedangkan cara lainnya adalah dengan pemanasan dan pendinginan pada konsentrasi dan suhu yang berbeda (Liu and Hsiesh, 2007)

Isolat protein kedelai sebagai krioprotektan dapat bekerja menghambat pembentukan kristal es pada jaringan daging (myofibril). Kemampuan menahan air yang baik pada isolat protein kedelai dapat menurunkan jumlah air bebas yang digunakan untuk pembentukan kristal es dan juga dapat menurunkan interaksi intermolekuler

protein sehingga mengurangi pembentukan kristal es dalam jaringan myofibril selama proses pembekuan (Bigelow and Lee, 2007).

Penambahan protein kedelai juga dapat mencegah terjadinya interaksi intermolekuler protein tidak hanya dengan mengikat air untuk mencegah pembentukan kristal es yang besar tetapi juga dapat mengisi ruang antara sarkoplasma dan myofibril (Yoon *et al.*, 1991).

2.6 Freshness

Tingkat kesegaran pada produk-produk perikanan merupakan hal yang terpenting dalam tingkat penerimaan konsumen. Semakin baik tingkat kesegaran produk, maka semakin besar tingkat penerimaan konsumen. Tingkat kesegaran dapat meliputi *drip loss*, *cooking loss* dan WHC

Water Holding Capacity (WHC) disebutkan oleh Lambert (2001), adalah kemampuan daging untuk menahan air. Sedangkan Lawrie (2003), yang dimaksud dengan *Water Holding Capacity* (WHC) adalah kapasitas memegang air dari daging dalam kondisi tertentu yang sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor baik fisika maupun kimia. Perbedaan nilai WHC pada daging akan sangat dipengaruhi kondisi air yang terikat secara fisik, dimana keadaan tersebut menyebabkan air akan terjebak dalam struktur daging (Hagen *et al.*, 2008). WHC merupakan parameter yang cukup penting (Gunenc, 2007), kondisi WHC yang buruk dapat menyebabkan turunnya nilai penampakan dari daging. Lebih lanjut ditegaskan, penilaian WHC pada produk daging secara nyata dapat diukur dari jumlah *drip loss*.

Drip diketahui sebagai cairan yang keluar dari tubuh ikan setelah proses *thawing* (pelelehan) dimana cairan tersebut biasanya kaya akan unsur nutrisi (Adawiyah. 2007). Selain itu dalam banyak kasus *drip loss* sangat merugikan karena sehubungan dengan masalah kehilangan berat (Ogawa *et al.*, 1994; Benjakul *et al.*, 2008). Terjadinya drip

merupakan suatu akibat dari keadaan dimana kondisi WHC daging sangat buruk (Lawrie, 2003).

Protein otot sangat berperan dalam proses pengikatan air. Lawrie (2003) menjelaskan, terjadinya eksudasi *weep* atau *drip* akan tergantung pada kondisi lepasnya air yang dibebaskan dari suatu proses yang berhubungan dengan protein-protein urat daging.

Beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya *drip* dihipotesakan oleh (Purslow *et al*, 2009), dapat dipengaruhi oleh kondisi stress pada saat menjelang kematian (*mortem*). Gunenc, (2007), menegaskan terjadinya *drip loss* dapat disebabkan oleh beberapa faktor antara lain: (1) genetik dan kondisi *pascamortem* yang singkat pada saat *handling*, (2) laju penurunan pH, (3) kondisi suhu saat *pre-rigor*, dan (4) berbagai faktor menyangkut teknik pengolahan. Disamping itu (Hansen *et al*, 2003; Hererro *et al*, 2005; Srinivasan *et al*, 1997), menyimpulkan proses pembekuan dan *thawing* (pelelehan kembali) dari daging segar yang dibekukan menjadi faktor penting yang mempengaruhi terjadinya *drip loss*.

Proses penurunan mutu udang disebabkan oleh faktor-faktor yang berasal dari badan udang itu sendiri dan faktor lingkungan. Proses penurunan mutu udang beku antara lain disebabkan oleh hal-hal berikut : (Purwaningsih, 1995)

1. Autolisis

Adalah suatu proses penurunan mutu yang terjadi karena kegiatan enzim dalam tubuh udang yang tidak terkendali sehingga senyawa kimia pada jaringan tubuh yang telah mati terurai secara kimia. Penurunan mutu ditandai dengan perubahan rasa, rupa, warna dan tekstur.

2. Denaturasi protein

Terjadi karena protein pada tubuh udang mengalami perubahan menjauhi sifat asli protein. Pada suhu -20°C denaturasi sangat kecil dan pada suhu -40°C denaturasi menjadi minimal. Menurut Murniyati dan Sunarman (2000), kecepatan perubahan protein lebih banyak bergantung pada suhu, pada suhu tidak jauh dari titik beku perubahan protein terjadi dengan cepat. Bahkan pada -10°C perubahan itu berlangsung sedemikian cepat sehingga produk yang semula baik menjadi rusak dalam beberapa minggu. Meskipun demikian, kerusakan akibat denaturasi dapat diperlambat dengan penyimpanan pada suhu serendah mungkin.

3. Bakteriologis

Adalah suatu penurunan yang terjadi karena adanya kegiatan bakteri yang berasal dari selaput lendir dan permukaan tubuh. Penurunan mutu ini mengakibatkan daging udang terurai dan menimbulkan bau busuk.

4. Oksidasi

Penurunan mutu secara oksidasi terjadi pada udang yang berlemak tinggi dan produk yang dibekukan secara individual atau produk kupas. Lemak udang akan dioksidasi oleh oksigen yang berada di udara sehingga menimbulkan bau dan rasa tengik, selain itu menurut Hariadi (1994), akibat oksidasi daging udang kelihatan kuning, bau menusuk hidung dan lemaknya berubah seperti karet.

5. Dehidrasi

Produk udang beku akan mengalami proses dehidrasi (kekeringan) karena adanya perpindahan panas yang membawa uap air dari produk ke arah evaporator sehingga produk menjadi kering dan bewarna coklat dan permukaannya berkerut.

3. METODOLOGI

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan terdiri dari bahan utama dan bahan penunjang. Bahan utama yaitu udang segar jenis Vannamei (*Pennaeus vannamei*) yang diperoleh dari tambak tradisional di kota Bangil Kabupaten Pasuruan berjarak \pm 45 km dari kota Malang. Sampel udang segar dipertahankan kesegarannya selama dalam perjalanan \pm 2 jam menuju laboratorium dengan menggunakan *styrene foam box* yang berisi es dengan rasio perbandingan antara udang dan es (1:2). *Sodium Tripolyphosphate* (STPPP), isolat soy protein (ISP) dan kertas saring *Whatman* No. 42 di dapat dari Toko Kimia Panadia kota Malang Jawa Timur, Indonesia. Sedangkan Bahan penunjang terdiri dari es curai, dan *aquadest*. Disamping itu, digunakan pula bahan kimia yang terdiri dari H_2SO_4 , HCl, NaOH, alkohol, indikator PP, petroleum eter, tablet kjeldahl, kalium karbonat, Na_2CO_3 , dan K_2CO_3 .

3.1.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari alat proses penelitian dan alat untuk analisa. Alat yang digunakan dalam proses penelitian terdiri dari timbangan digital, timbangan analitik, *hot plate*, *Magnetic Stirer*, *Beacker glass* 500 ml. Sedangkan alat untuk analisa meliputi *Refrigerated Centrifuge* (Sartorius Sigma 3-18K, SS 34 rotor, *Thermo electroncorp*. Germany), *Scanning electron Microscopy* (JEOL, JSM-5800 LV, Tokyo, Japan). cawan porselin, botol timbang, oven, rangkaian alat *Goldfish*, *muffle*, *scuber*, *digestion*, *destilation*, makroburet dan erlenmeyer 500 ml.

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yang dibagi menjadi dua tahap, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian inti. Menurut Nazir (1989), tujuan penelitian eksperimen adalah untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab akibat serta berapa besar hubungan sebab akibat tersebut dengan cara memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada kelompok percobaan.

3.2.1 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi optimum STPPP yang akan digunakan dalam penelitian inti nantinya.

a. Prosedur Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan ini dilakukan dengan prosedur sebagai berikut : udang dibersihkan dan dipotong kepalanya dan dikupas kulit karapaksnya, setelah dikupas kulitnya udang dibelah bagian punggungnya untuk mengeluarkan kotoran udang yang berbentuk benang. Kemudian udang dicuci dengan menggunakan air bersih untuk menghilangkan sisa-sisa kotoran pada udang. Setelah dicuci sampai bersih udang ditimbang berat awalnya.

Langkah selanjutnya disiapkan 4 buah beakerglass yang masing-masing diisi aquades sebanyak 300 ml. kemudian tiap-tiap aquades ditambahkan 0,5, 1,5, 2,5 dan 3,5 % STPPP dan masing-masing beaker glass ditambahkan isolat protein kedelai masing-masing 2,5 %. Langkah berikutnya campuran STPPP dan isolat protein kedelai diaduk sampai homogen dengan spatula. Kemudian masing-masing beakerglass diletakan diatas hot plate kemudian magnetik stirer dimasukkan dalam beakerglass.

Langkah berikutnya udang dimasukkan dalam beakerglass, kemudian dinyalakan pemutar stirer tanpa pemanasan, udang di stirer dalam campuran STPPP dan isolat protein kedelai selama 2 jam. Setelah distirer selama 2 jam udang dikeluarkan kemudian

ditimbang beratnya. Setelah ditimbang beratnya udang dibekukan selama 24 jam. Setelah dibekukan selama 24 jam udang di thawing kemudian dianalisa WHC-nya. Alur kerja penelitian pendahuluan dapat dilihat pada lampiran 1.

3.2.2 Parameter Uji Penelitian Pendahuluan

Parameter uji yang dilakukan pada penelitian pendahuluan ini meliputi uji scoring dan uji WHC, dimana WHC sangat menentukan mutu dari produk udang beku.

a. Penelitian Utama

Penelitian utama atau penelitian inti ini bertujuan untuk memperoleh konsentrasi isolat protein kedelai yang ditambahkan pada proses pembekuan udang. Pada penelitian inti ini menggunakan konsentrasi STPPP dan konsentrasi isolat protein kedelai sebesar 0%, 0.625%, 1.25%, 1.875% dan 2.5%

Penentuan konsentrasi STPPP yang digunakan dalam penelitian inti ini diambil dari hasil penelitian pendahuluan yang terbaik sedangkan penentuan konsentrasi isolat protein kedelai diambil dari penelitian terdahulu yang kemudian dijadikan dasar untuk penelitian inti.

3.2.3 Rancangan Percobaan

Rancangan yang digunakan dalam penelitian utama adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan tiga kali ulangan. Selain perlakuan pada penelitian ini, semua media percobaan dalam keadaan lingkungan lainnya serba sama atau homogen (Yitnosumarto, 1991).

Metode analisa yang digunakan adalah sidik ragam yang mengikuti model sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Dimana :

- Y_{ij} = Respon atau nilai pengamatan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j
- μ = Nilai tengah umum
- T_i = Pengaruh perlakuan ke-i
- ε_{ij} = Pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j
- j = Ulangan
- i = Perlakuan

Model rancangan percobaan yang digunakan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 1. Model rancangan percobaan

Perlakuan	ulangan			Total
	1	2	3	
A	A1	A2	A3	TA
B	B1	B2	B3	TB
C	C1	C2	C3	TC
D	D1	D2	D3	TD
E	E1	E2	E3	TE
Total				

Keterangan

- A : ISP 0%
- B : ISP 0.625%
- C : ISP 1.25%
- D : ISP 1.875%
- E : ISP 2.5%

Langkah selanjutnya adalah membandingkan antara F hitung dengan F tabel :

- Jika F hitung < F tabel 5 %, maka perlakuan tidak berbeda nyata.
- Jika F hitung > F tabel 1 %, maka perlakuan menyebabkan hasil sangat berbeda nyata.

- Jika $F \text{ tabel } 5 \% < F \text{ hitung } < F \text{ tabel } 1 \%$, maka perlakuan menyebabkan hasil berbeda nyata.

3.2.4 Analisa Data

Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) dan dianalisis lebih lanjut dengan uji BNT yang bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan yang terjadi diantara faktor perlakuan yang digunakan.

a Prosedur Penelitian Utama

Prosedur penelitian utama yang pertama yaitu disiapkan STPPP kemudian ditimbang sebanyak sebanyak 5 kali, kemudian masing-masing dilarutkan dalam 400 ml aquades pada 5 beakerglass dan diaduk hingga homogen. selanjutnya disiapkan isolat protein kedelai dan ditimbang masing-masing 0 gram, 2,5 gram, 5 gram, 7,5 gram dan 10 gram. Langkah berikutnya dimasukan isolat protein kedelai pada larutan STPPP sehingga beakerglass 1 berisi larutan STPPP dan ISP 0%, beakerglass 2 berisi larutan STPPP dan ISP 0.625%, beakerglass 3 berisi larutan STPPP dan ISP 1.25%, beakerglass 4 berisi larutan STPPP dan ISP 1.875% dan beakerglass 5 berisi larutan STPPP dan ISP 2.5%. Kemudian diaduk hingga homogen.

Langkah selanjutnya disiapkan udang, udang dipotong kepalanya dan dikupas kulit karapaksnya, setelah itu dibelah bagian belakangnya hal ini berfungsi untuk mengeluarkan kotoran udang berupa benang. Kemudian udang dicuci dengan menggunakan air bersih untuk menghilangkan sisa kotoran yang masi menempel pada udang. Setelah dicuci udang ditimbang berat awalnya.

Langkah berikutnya udang di masukan dalam 5 beaker glass, kemudian beakerglass diletakkan diatas hot plate, selanjutnya magnetic stirer dimasukkan dalam masing-masing beakerglass. Langkah selanjutnya tombol pemutar stirer dinyalakan,

undang di rendam dan di stirer dalam larutan STPPP dan ISP selama 2 jam. Setelah direndam selama dua jam undang ditimbang untuk mengetahui berat undang setelah perendaman. Langkah berikutnya undang di bekukan pada freezer selama 14 hari. Setelah dibekukan selama 14 hari undang dithawing dan siap untuk dilakukan pengujian *water holding capacity* (WHC), kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, drip loss, cooking loss, Sodium Dodecyl Sulfate Polyacrlamide Gel Electroforesis (SDS-PAGE), dan Scanning Electron Microscopy (SEM). Skema kerja penelitian utama dapat dilihat pada lampiran 2.

3.2.5 Parameter Uji Penelitian Utama

Parameter uji yang akan dilakukan pada penelitian utama ini meliputi uji *water holding capacity* (WHC) kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, *drip loss*, *cooking loss*, Sodium Dodecyl Sulfate Polyacrlamide Gel Electroforesis (SDS-PAGE), dan Scanning Electron Microscopy (SEM).

3.3 Prosedur Analisis Parameter Uji

3.3.1 Kadar Air (Anonymous, 1975)

Penentuan kadar air dengan menggunakan metode pengeringan dalam oven dengan cara memanaskan sampel pada suhu 100-105 °C sampai diperoleh berat konstan (Sudarmadji *et al.*, 1996).

- Timbang contoh yang berupa serbuk atau bahan yang telah dihaluskan sebanyak 1-2 gram dalam botol timbang yang telah diketahui beratnya (A).
- Keringkan dalam oven pada suhu 100-105 ° C selama 3-5 jam tergantung bahannya.
- Didinginkan dalam desikator dan ditimbang (B)
- Panaskan dalam oven lagi selama 30 menit.
- Didnginkan dalam desikator dan ditimbang. Perlakuan ini diulang sampai berat

konstan (selisih penimbangan berturut-turut kurang dari 0,2 mg). Pengurangan berat merupakan banyaknya air dalam bahan.

- Perhitungan kadar air menggunakan rumus :

$$\text{Kadar air} = \frac{A - B}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$

3.3.2 Kadar Protein (Sudarmadji *et al.*, 1996)

Metode yang digunakan adalah Kjeldhal. Prinsip kerja dari metode ini adalah berdasarkan hasil penelitian diasumsikan bahwa 16% dari protein adalah unsur nitrogen sehingga penentuan protein dengan metode Kjeldhal didasarkan pada total N yang kemudian dikalikan dengan faktor pengendali 6,24. Penentuan kadar protein dengan metode ini adalah dengan mencernakan sampel dengan pelarut pekat, sehingga N dalam protein akan terurai membentuk garam. Kemudian ditambahkan alkali kuat sehingga akan membentuk NH_3 yang didestilat dan ditampung dalam H_3BO_3 , selanjutnya dititrasi dengan asam standart (Sudarmadji *et al.*, 1996). Analisa protein yang digunakan adalah metode kjehldal. Analisa dibagi tiga tahap, yaitu destruksi, destilasi dan titrasi. Tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

- Sampel ditimbang 1 gram, dimasukkan dalam labu kjehldal. Selanjutnya ditambah asam sulfat pekat 20 ml sehingga terjadilah destruksi sampel menjadi unsur-unsurnya, serta tablet kjehldal sebanyak 3 gram sebagai katalisator. Proses destruksi selesai apabila larutan menjadi jernih atau tidak berwarna.
- Setelah destruksi, labu kjehldal diangkat dan ditambahkan 100 ml aquades dan indikator pp. Selanjutnya didinginkan dengan cara mengguyur labu dengan air mengalir. Larutan ini disebut aliquot.
- Disiapkan erlemeyer berisi 50 ml H_3BO_3 , ditambah 5 tetes indikator tashiro.
- Ditambahkan pada aliquot NaOH pekat yang telah didinginkan sedikit demi

sedikit hingga diperoleh warna biru yang menandakan larutan bersifat alkali.

- Aliquot dipanaskan pada rangkaian alat destilasi.
- Destilat ditampung dalam erlemeyer berisi H_3BO_3 dan indikator tashiro tadi dengan ujung kolom tercelup. Destilasi dilakukan sampai destilat yang tertampung 75 ml.
- Destilat dititrasi dengan 0,1 N HCl, sampai berwarna ungu dan dicatat volume HCl yang dipakai.

$$\text{Kadar Protein} = \frac{\text{ml titrasi HCl} \times \text{N HCl} \times 14 \times 6,25}{1000 \times \text{berat sampel (gram)}} \times 100\%$$

3.3.3 Kadar Abu (Sudarmadji *et al.*, 1996)

Metode yang digunakan dalam analisa kadar abu ini adalah menggunakan metode kering. Prinsip kerja dari metode ini adalah didasarkan pada berat residu pembakaran (oksidasi dengan suhu tinggi sekitar $500-650^{\circ}C$) terhadap semua senyawa organik dalam bahan (Sudarmadji *et al.*, 1996). Prosedurnya adalah sebagai berikut:

- Haluskan lebih dahulu bahan kering yang akan ditentukan kadar abunya, lalu timbang sebanyak ± 2 gram (A). Kemudian masukkan ke dalam cawan pengabuan yang telah diketahui beratnya (B).
- Selanjutnya cawan beserta tutup dan isinya dimasukkan ke dalam muffle. Atur suhunya mula-mula pada suhu sekitar $250-300^{\circ}C$ untuk beberapa menit kemudian tingkatkan hingga mencapai sekitar $500-600^{\circ}C$. Pengabuan diakhiri setelah residu berwarna putih ke abu-abuan.
- Timbang berat abu hasil pembakaran tersebut. Berat abu setelah penimbangan dinyatakan sebagai berat akhir (C) dan tentukan kadar abu berdasarkan berat kering bahan. Untuk itu bahan perlu diketahui lebih dahulu airnya, dan untuk bahan yang basah (segar) harus dikeringkan terlebih dahulu.

$$\text{Rumus Kadar Abu} : \frac{(C - B)}{A} \times 100\%$$

3.3.4 Kadar Lemak (Sudarmadji *et al.*, 1996)

Metode yang digunakan adalah metode goldfish dimana prinsipnya menurut Sudarmadji *et al* (1996) adalah mengekstraksi lemak dari sampel dengan pelarut seperti petroleum ether dan dilakukan dengan alat ekstraksi goldfish.

- Langkah pertama adalah sampel dikeringkan dalam oven suhu 105⁰C selama semalam untuk menghilangkan air dalam sampel.
- Sampel kering dan halus ditimbang sebanyak 2 gram (A). Setelah itu sampel tadi diletakkan diatas kertas saring yang telah dikeringkan dan diketahui beratnya (B). Dilipat menjadi persegi dan rapat lalu diikat dengan tali. Fungsinya sebagai membran penahan ampas sampel sehingga yang dapat keluar hanya lemak yang larut karena petroleum eter atau petroleum benzene.
- Kemudian dimasukkan dalam sampel tube dan dipasang tepat dibawah kondensor rangkaian alat goldfish. Bahan pelarut yang digunakan ditempatkan pada gelas piala dan dipasang tepat dibawah kondensor sampai rapat dan tidak dapat diputar lagi.
- Lalu kran air pendingin diputar dan dialirkan ke kondensor dan alat di nyalakan. Bila gelas piala dipanaskan, uap pelarut akan naik dan didinginkan oleh kondensor sehingga akan mengembun dan menetes pada sampel demikian terus-menerus sehingga bahan akan dibasahi oleh pelarut dan lipida akan terekstrasi dan selanjutnya akan tertampung pada gelas piala.
- Ekstraksi dilakukan selama 3 jam. Setelah selesai maka alat dimatikan dan kertas saring berisi sampel diambil setelah tetesan petroleum ether atau benzene dari sampel berhenti lalu dikeringkan dalam oven suhu 105⁰C sampai 30 menit

dan ditimbang berat timbel (C) agar sisa petroleum ether atau petroleum benzene teruapkan sehingga tidak mengganggu berat akhir. Kadar lemak dihitung dengan rumus :

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

3.3.5 Water Holding Capacity (Bigelow and Lee, 2007)

Kapasitas memegang air (WHC) ditentukan berdasarkan metode yang digunakan oleh Bigelow and Lee (2007) menngadop dari metode Jauregui *et al.*, (1981) dengan modifikasi. Bahan yang dibutuhkan dalam analisa penentuan WHC in adalah 3 lembar kertas Whatman No. 42. Timbang sampel seberat kurang lebih 0.3 gram (A) kemudian bungkus sampel dengan kertas whatman yang berjumlah 3 lembar (timbel), kemudian masukkan sampel dalam sampel tube (cuvet sentrifuse) yang berukuran 15 ml. Kemudian masukkan sampel yang akan disentrifuse dengan kecepatan $24.854 \times g$ (13.000 rpm) selama 15 menit pada suhu 4°C menggunakan *Refrigerated centrifuge* (Sartorius Sigma 3-18K, SS 34 Rotor, *Thermoelectroncop.* Germany). Timbang kembali sampel setelah proses sentrifuse berakhir (B), kemudian hitung nilai presentase WHC yang dinyatakan sebagai jumlah kehilangan berat sampel awal setelah sentrifuse dengan rumus perhitungan sebagai berikut :

$$\% \text{WHC} = 100\% - \frac{(A-B)}{A}$$

3.3.6 Drip Loss

Menurut Bigelow, et al (2007), Produk perikanan biasanya dilelehkan atau dithawing pada suhu 4°C selama semalam atau kurang lebih 16 jam. Pelelehan akan menyebabkan kehilangan cairan pada daging pada saat penyimpanan. Dan kehilangan cairan dapat ditentukan dengan rumus :

$$\% \text{Drip loss} = \frac{A-B}{C} \times 100 \%$$

dimana,
A = berat awal sebelum perendaman
B = Berat setelah thawing
C = berat setelah perendaman

3.3.6 Cooking Loss

Cooking loss ditentukan berdasarkan metode penimbangan sampel sebelum dan sesudah proses pemanasan. Udang dimasak dengan menggunakan oven pada suhu 110°C selama 15 menit dan selanjutnya segera didinginkan dalam air dingin selama 1 menit dan didiamkan pada suhu 4°C selama 5 menit. Untuk mengetahui % cooking loss dapat dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ Cooking Loss} = \frac{A - B}{C} \times 100\%$$

dimana,
A = berat awal sebelum perendaman
B = Berat setelah cooking
C = berat setelah perendaman

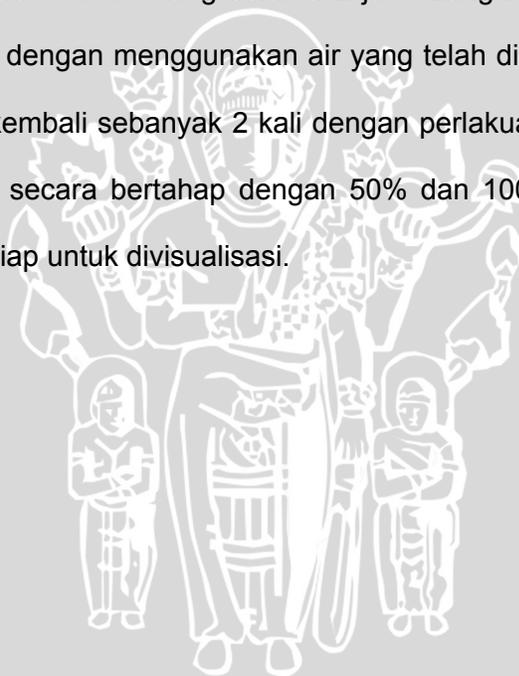
3.3.8 Sodium Dodecyl Sulfate Polyacrylamide Gel Electrophoresis (SDS-PAGE)

Metode analisa SDS-PAGE yang dilakukan oleh Benjakul *et al.*, (2008) mengadopsi pada metode yang telah dilakukan oleh Laemli (1970). Perendaman sampel sebanyak 20 ml yang berisi larutan campuran dari 10% (w/v) SDS, kemudian dihomogenkan dengan menggunakan alat homogenizer (IKA Labortechnik). Untuk selanjutnya homogenat yang didapat diinkubasikan dalam waterbath dengan suhu 85°C selama 1 jam dengan tujuan pelarutan protein, pemisahan protein setelah inkubasi dilakukan dengan cara pengendapan. Kemudian dilakukan pipeting sampel sebanyak 15 mg, untuk dianalisa dengan metode biuret menggunakan Bovine Serum Albumin sebagai standar penanda (marker) dan selanjutnya diisikan ke dalam sumuran gel yang telah disiapkan. Elektroforesis proses pemisahan protein dilakukan dengan menggunakan kekuatan arus sebesar 15 mA/plate, profil protein akan terbaca dengan proses pewarnaan selama 3

jam menggunakan 0.125 % Coomassie Brilliant Blue R-250 yang dilarutkan kedalam 40% metanol dan 10% asam asetat glasial.

3.3.7 Scanning Electron Microscopy (SEM) (Benjakul *et al.*, 2008)

Sampel dari hasil perlakuan terbaik dipilih untuk selanjutnya dilukan analisa mikrostruktur dengan menggunakan elektron mikroskop (JEOL., JSM-5800 LV, Tokyo, Japan). Sampel daging udang disiapkan dengan 2 bagian dari irisan melintang dan membujur yang berukuran 4x4x4 mm dengan menggunakan *razor blade*. Kemudian dicampurkan sampel dalam larutan 2.5 % glutaraldehyde 0.2 M *phosphate buffer*, dengan pH larutan 7.2 pada suhu ruang selama 2 jam. Langkah selanjutnya dilakukan pembilasan pada sampel dengan menggunakan air yang telah dideionisasikan selama 15 menit, kemudian dibilas kembali sebanyak 2 kali dengan perlakuan yang sama. Sampel kemudian didehidrasikan secara bertahap dengan 50% dan 100% ethanol selama 15 menit kemudian sampel siap untuk divisualisasi.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Hasil analisis berbagai parameter uji fisik dan kimia serta organoleptik terhadap tingkat kesegaran udang Vannamei beku yang diberi perlakuan perendaman dalam larutan krioprotektan Isolat protein kedelai dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 2. Hasil Analisis Parameter Uji Udang Vannamei segar dengan Perlakuan krioprotektan Isolat protein kedelai

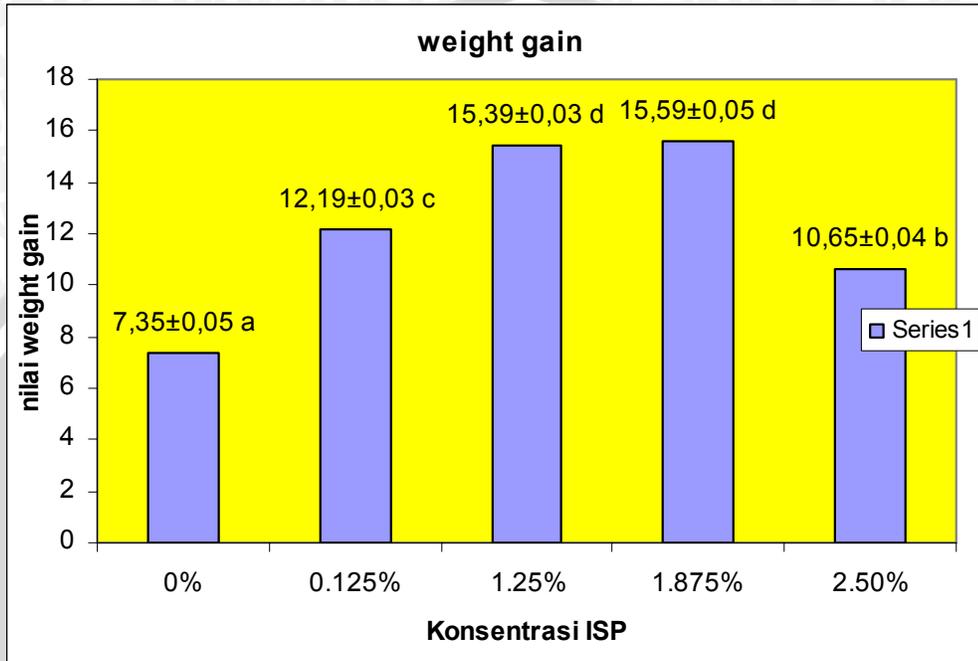
NO.	VARIABEL	PERLAKUAN					
		[A]	[B]	[C]	[D]	[E]	[CK]
		0%	0.625%	1.25%	1.875%	2.50%	-
1	Weight Gain	7.35	12.19	15.39	15.59	10.65	0.000
2	Drip Loss	-7.62	-6.84	-9.26	-11.84	-7.52	5.72
3	Cooking Loss	6.7	4.37	4.49	3.67	4.67	39.02
4	WHC	34.40	33.41	29.09	27.59	34.14	31.67
Proksimat							
5	Kadar Air	79.57	80.07	80.18	80.76	81.35	79.56
6	Kadar Abu	1.373	1.372	1.37	1.37	1.37	1.38
7	Kadar Lemak	1.826	1.82	1.80	1.80	1.796	1.85
8	Kadar Protein	15.783	16.63	16.64	17.17	17.87	15.83
9	Karbohidrat	1.303	0.097	0.008	0.01	0.007	1.354
Uji Organoleptik							
10	Warna	6,25	6.5	6.7	7.15	7.1	4.40
11	Aroma	6.65	6.75	6.85	7	6.9	4.80
12	Tekstur	6.5	6.7	6.4	6.5	5.85	4.85

Keterangan:

- A : Isolat protein kedelai 0 % + STPP 1.9% (kontrol positif)
- B : Isolat protein kedelai 0.625 + STPP 1,9 %
- C : Isolat protein kedelai 1.25 % + STPP 1,9 %
- D : Isolat protein kedelai 1.875 % + STPP 1.9%
- E : Isolat protein kedelai 2.5 % + STPP 1.9%
- CK : Isolat protein kedelai 0 % + STPP 0 % (kontrol negatif)

4.2 Kenaikan Berat (*Weight Gain*)

Hasil analisis kenaikan berat udang vannamei setelah perlakuan perendaman dalam larutan krioprotektan Isolat protein kedelai dapat dilihat pada gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi krioprotektan isolat protein kedelai terhadap kenaikan berat

Gambar 3 memperlihatkan bahwa pemberian krioprotektan STPPP dan Isolat protein kedelai dengan metode perendaman (*soaking*) dapat mengakibatkan udang mengalami kenaikan berat. Udang segar CK sebagai kontrol negatif tanpa perlakuan pemberian krioprotektan memiliki nilai WG nol. Nilai WG perlakuan pemberian STPP 1.9% sebagai kontrol positif adalah sebesar 7,35 %. Nilai WG tertinggi ditunjukkan pada pemberian konsentrasi krioprotektan 1.9% STPPP dan 1.875% ISP, yaitu sebesar 15,59±0,05. Hasil tersebut masih lebih tinggi bila dibandingkan dengan perlakuan pemberian STPP 1.9%. Nilai WG terendah dihasilkan pada pemberian konsentrasi krioprotektan 1.9% STPPP dan 2.5% ISP yaitu sebesar 10,65±0,04. Data WG dari penelitian ini menunjukkan hasil yang relatif lebih besar dibandingkan dari hasil

penelitian yang dilakukan Benjakul *et al.*, (2008), Dimana data nilai WG penelitian tersebut hanya berkisar antara 4 – 10 %.

Nilai WG yang cukup tinggi dalam penelitian ini dapat dikarenakan dua hal, yaitu metode perendaman (*soaking*) yang dijalankan dalam penelitian ini dan pengaruh dari perbedaan konsentrasi pemberian krioprotektan. Proses *soaking* dilakukan dengan cara merendam udang dalam larutan krioprotektan pada suhu 4⁰C selama 2 jam sambil mengalami proses pengadukan dengan kecepatan 50 rpm. Hal itulah yang dapat membantu proses adsorpsi krioprotektan kedalam daging berjalan secara maksimal. Udang yang digunakan saat proses *soaking* adalah udang yang telah mengalami pengupasan dan pembelahan, sehingga hal tersebut juga mempengaruhi proses absorpsi dikarenakan dapat memperluas bidang penyerapan.

Gambar 1 memperlihatkan pada perlakuan 2, 3, 4, 5 terdapat kecenderungan nilai kenaikan berat yang menurun. Hal ini memberikan penjelasan bahwa penggunaan konsentrasi larutan krioprotektan yang semakin tinggi akan menurunkan nilai kenaikan berat. Pernyataan tersebut diperkuat oleh Birkeland *et al.*, (2007), peningkatan konsentrasi larutan injeksi secara signifikan dapat menurunkan kemampuan bahan untuk menyerap air, dikarenakan terjadi peningkatan nilai viskositas larutan. Makin tinggi konsentrasi larutan perendaman maka semakin tinggi nilai viskositas larutan tersebut (pekak), sehingga proses penetrasi bahan untuk menyerap air semakin rendah. Hal inilah yang mempengaruhi nilai kenaikan berat udang dalam proses *soaking* pada larutan krioprotektan Isolat protein kedelai. selain itu menurut Terrel and Staniec, (1975) penambahan protein kedelai sebesar 2% pada daging akan memberikan penambahan berat.

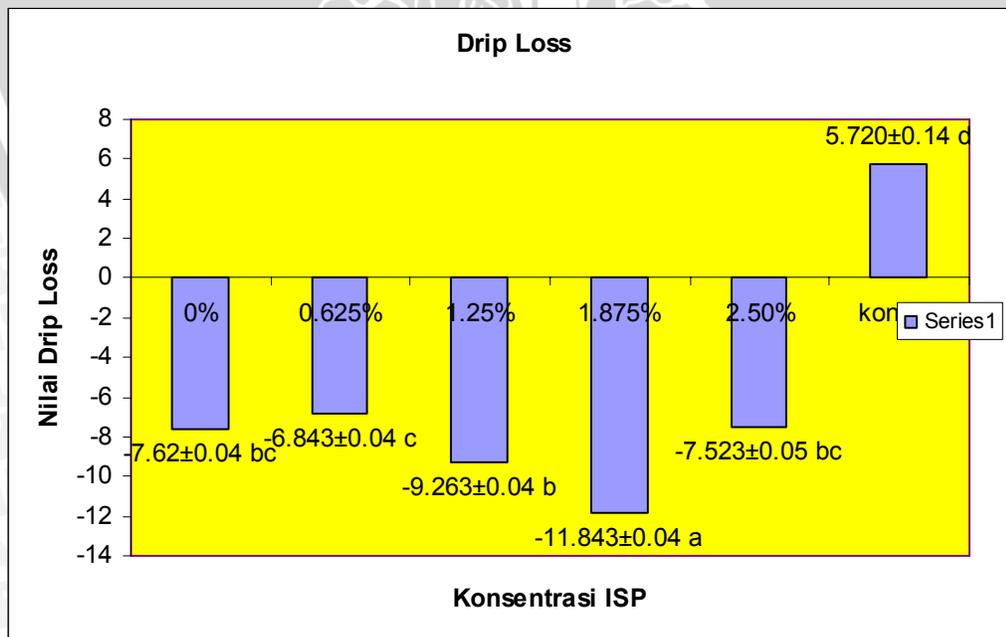
Benjakul *et al.*, (2008), mengungkapkan parameter WG dapat digunakan sebagai acuan untuk melihat seberapa besar suatu bahan krioprotektan dapat masuk kedalam daging. Lebih lanjut WG berhubungan erat dengan kemampuan berpenetrasi suatu

bahan pada saat perendaman (*soaking*), yang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu (T), pH, dan besarnya konsentrasi bahan perendaman.

Berdasarkan hasil uji ANOVA satu arah (lampiran 2), nilai F hitung perlakuan lebih besar dari nilai F tabel 5% ($F > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi krioprotektan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai kenaikan berat (*weight gain*). Analisis lanjut uji beda nyata terkecil (BNT) menunjukkan kontrol positif perlakuan 1 berbeda sangat nyata dibandingkan dengan perlakuan 2, 3, 4, dan 5. Perlakuan 4 menunjukkan tidak ada perbedaan yang cukup nyata dengan perlakuan 3, sedangkan perlakuan 2, dan 5 menunjukkan pengaruh yang sangat berbeda nyata. Lebih lanjut tabel notasi tiap perlakuan pada parameter kenaikan berat dapat dilihat pada lampiran 2.

4.3 Drip Loss

Hasil analisis nilai *drip loss* udang vannamei yang diberi krioprotektan isolat protein kedelai (ISP) dapat dilihat pada Gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 4 . Pengaruh konsentrasi krioprotektan ISP terhadap kenaikan berat

Gambar 4 memperlihatkan seluruh sampel yang diberi perlakuan krioprotektan memiliki nilai *drip loss* lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan tanpa pemberian krioprotektan. Perlakuan CK sebagai kontrol negatif tanpa pemberian krioprotektan memiliki nilai *drip loss* paling tinggi, yaitu sebesar 5.720 ± 0.147 %. Nilai *drip loss* paling rendah dihasilkan pada perlakuan pemberian krioprotektan 1.9% STPPP dan 1.875% ISP, yaitu sebesar $-11,843 \pm 0,05$ %. Hasil tersebut masih lebih rendah bila dibandingkan dengan sampel yang diberi perlakuan STPPP 1.9% saja, dimana nilai *drip loss*nya sebesar $-7,62 \pm 0,04$ %. Nilai *drip loss* hasil penelitian ini masih lebih rendah dari standar nilai *drip loss* 1.9% yang disebutkan Corea *et al.*, (2006); dan Lawrie, (2003), dimana nilai penelitian ini berkisar antara ($-11,843 \pm 0,05$ %) hingga $-6,84 \pm 0.04$ % setelah disimpan beku (-20°C) selama 14 hari.

Rendahnya nilai *drip loss* pada penelitian ini dapat disebabkan oleh adanya pengaruh dari fungsi Isolat protein kedelai sebagai krioprotektan. Hal ini dikarenakan Isolat protein kedelai sebagai krioprotektan mampu memberikan efek dalam mekanisme krioprotektif. Hasil ini sama seperti yang diungkapkan Bigelow dan Lee, (2007), adanya mekanisme krioprotektif dari pemberian krioprotektan pada fillet ikan sebelum proses pembekuan mengakibatkan terjadinya penurunan nilai *drip loss* dan peningkatan nilai WHC. Penggunaan isolat protein kedelai mempunyai fungsi yang baik dalam pengolahan pangan seperti sebagai penstabil emulsi, pengikat air dan memperkuat jaringan (Morr, 1987). Penambahan protein kedelai sebesar 2% pada daging akan memberikan penambahan berat dan kemampuan mengikat air (Terrel and Staniec, 1975). Pada udang kontrol mempunyai nilai *drip loss* sebesar $5,720 \pm 0,14$. Adanya nilai *drip loss* menandakan bahwa daging sudah mengalami kerusakan. Faktor-faktor yang menyebabkan *drip loss* adalah kondisi stress pada saat kematian, kondisi pasca mortem yang singkat pada saat handling, laju penurunan pH, kondisi suhu pada saat pre-rigor (Gunenc, 2007).

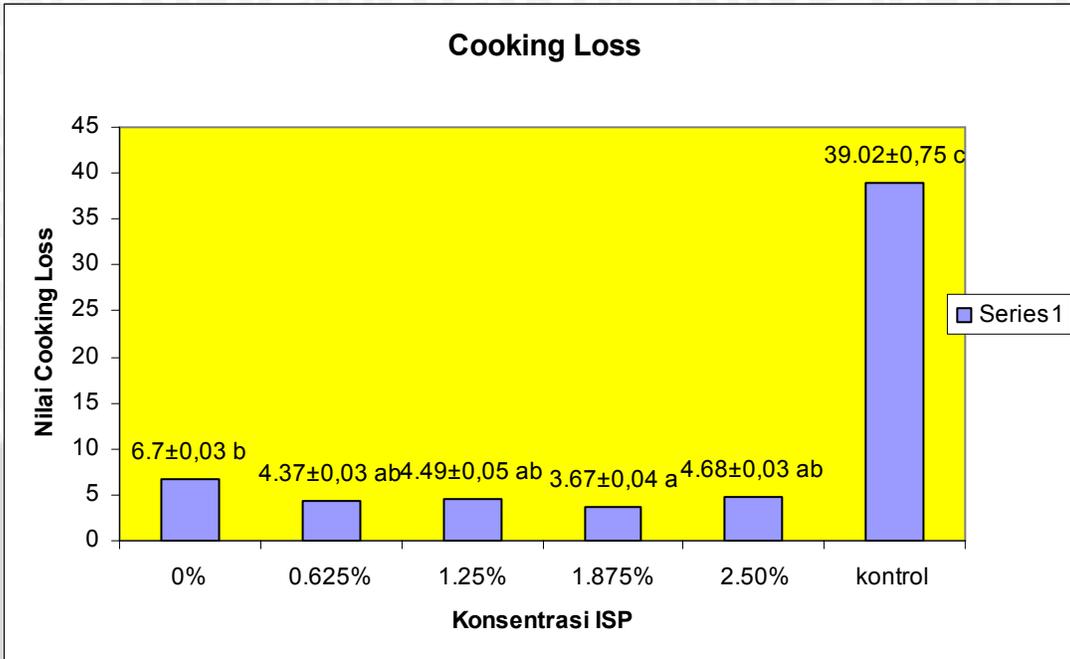
Isolat protein kedelai sebagai krioprotektan dapat bekerja menghambat pembentukan kristal es pada jaringan daging (myofibril). Kemampuan menahan air yang baik pada isolat protein kedelai dapat menurunkan jumlah air bebas yang digunakan untuk pembentukan kristal es dan juga dapat menurunkan interaksi intermolekuler protein sehingga mengurangi pembentukan kristal es dalam jaringan myofibril selama proses pembekuan (Bigelow and Lee, 2007).

Penambahan protein kedelai juga dapat mencegah terjadinya interaksi intermolekuler protein tidak hanya dengan mengikat air untuk mencegah pembentukan kristal es yang besar tetapi juga dapat mengisi ruang antara sarkoplasma dan myofibril (Yoon *et al.*, 1991).

Berdasarkan hasil uji ANOVA satu arah (lampiran 2), nilai F hitung perlakuan lebih besar dari nilai F tabel 5% ($F > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi krioprotektan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai drip loss. Analisis lanjut uji beda nyata terkecil (BNT) menunjukkan kontrol positif perlakuan 1 berbeda sangat nyata dibandingkan dengan perlakuan 2, 3, dan 4. Perlakuan 4 menunjukkan adanya perbedaan yang cukup nyata dengan perlakuan kontrol positif 1, sedangkan perlakuan 2, 3 dan 5 masing-masing menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata. Lebih lanjut tabel notasi tiap perlakuan pada parameter *drip loss* dapat dilihat pada lampiran 2.

4.4 Cooking Loss

Hasil analisis nilai cooking loss udang vannamei yang diberi krioprotektan Isolat protein kedelai dapat dilihat pada Gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 5. Pengaruh konsentrasi krioprotektan Isolat protein kedelai terhadap nilai cooking loss

Gambar 5 menunjukkan bahwa seluruh sampel yang diberi perlakuan krioprotektan memiliki nilai cooking loss lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan tanpa pemberian krioprotektan. Perlakuan CK sebagai kontrol negatif tanpa pemberian krioprotektan memiliki nilai cooking loss paling tinggi, yaitu sebesar 39.02±0.75 %. Nilai cooking loss paling rendah dihasilkan pada perlakuan pemberian krioprotektan 1.9% STPPP dan 1.875% ISP yaitu sebesar 3,67±0,04. hasil tersebut masih lebih rendah bila dibandingkan dengan sampel yang diberi perlakuan STPPP 1.9% saja, dimana nilai cooking lossnya sebesar 6,7±0,03. hal ini sesuai dengan Terrel dan Staniec (1975), penambahan protein kedelai sebesar 2% pada daging akan memberikan penambahan berat, kemampuan mengikat air dan mencegah pengurangan susut berat selama proses pemasakan.

Penggunaan krioprotektan dalam proses pengolahan *seafood* dapat berperan dalam meningkatkan kapasitas memegang air (*Water Holding Capacity-WHC*) daging ikan, dan mengurangi jumlah drip, serta memperkecil nilai *cooking loss*, disamping itu juga mampu meningkatkan kualitas produk (Lee dan Bigelow, 2007; Sultanbawa dan Chan, 2001; Matsumoto dan Noguchi, 1992)

Nilai *cooking loss* yang cukup rendah dalam penelitian ini dapat dikarenakan dua hal, yaitu metode perendaman (*soaking*) yang dijalankan dalam penelitian ini dan pengaruh dari perbedaan konsentrasi pemberian krioprotektan. Proses *soaking* dilakukan dengan cara merendam udang dalam larutan krioprotektan pada suhu 4°C selama 2 jam sambil mengalami proses pengadukan dengan kecepatan 50 rpm. Hal itulah yang dapat membantu proses adsorpsi krioprotektan kedalam daging berjalan secara maksimal. Udang yang digunakan saat proses *soaking* adalah udang yang telah mengalami pengupasan dan pembelahan, sehingga hal tersebut juga mempengaruhi proses absorpsi dikarenakan dapat memperluas bidang penyerapan. Menurut Morr (1987), Penambahan isolat protein kedelai banyak digunakan dalam pengolahan pangan karena mempunyai fungsi yang baik dalam memperkuat jaringan dan memperbaiki tekstur selama pemasakan. Ditambahkan Bigelow and Lee (2007), penambahan protein kedelai pada produk dapat menurunkan nilai *cooking loss* lebih rendah dibandingkan krioprotektran yang lain. Hal ini menunjukkan bahwa isolat protein kedelai mempunyai kemampuan membentuk jaringan yang kuat sehingga dapat menahan air yang berdampak pada rendahnya nilai *cooking loss*.

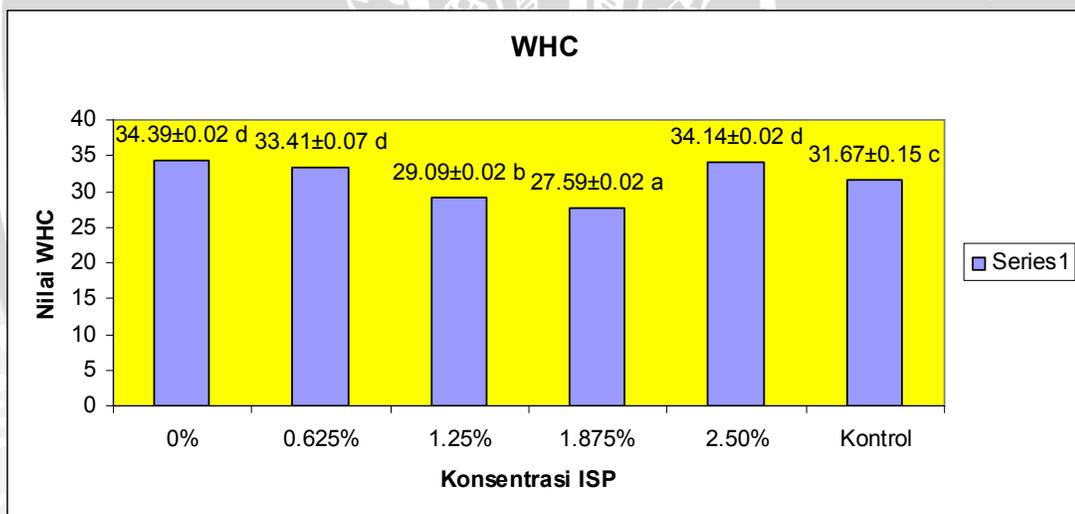
Berdasarkan hasil uji ANOVA satu arah (lampiran 2), nilai F hitung perlakuan lebih besar dari nilai F tabel 5% ($F > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi krioprotektan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai *cooking loss*. Analisis lanjut uji beda nyata terkecil (BNT) menunjukkan kontrol positif perlakuan 1 berbeda nyata dengan perlakuan 2, 3, 4 dan 5. Perlakuan [6] yaitu kontrol negatif (tanpa

perlakuan) menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata dengan perlakuan kontrol positif 1, 2, 3, 4 dan 5. Lebih lanjut tabel notasi tiap perlakuan pada parameter *drip loss* dapat dilihat pada lampiran 2.

Menurut Soeparno (1998), susut masak merupakan fungsi dari temperatur dan lama pemasakan. Susut masak dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu pH, panjang sarkomer serabut otot, panjang serabut otot, status kontraksi myofibril, ukuran dan berat sampel daging dan penampang melintang daging.

4.5 Water Holding Capacity (WHC)

Hasil analisis nilai WHC udang vannamei yang diberi krioprotektan Isolat protein kedelai dapat dilihat pada Gambar 4 sebagai berikut.



Gambar 6. Pengaruh konsentrasi krioprotektan Isolat protein kedelai terhadap nilai WHC

Gambar 6 menunjukkan bahwa sampel CK sebagai kontrol negatif memiliki nilai WHC sebesar 31.67 ± 0.15 %. Sedangkan pada perlakuan penambahan STPPP 1.9% tanpa ISP (kontrol positif) memiliki nilai WHC sebesar 34.39 ± 0.02 . nilai WHC terendah diperoleh pada perlakuan penambahan krioprotektan 1.9% STPPP dan 1.875% ISP yaitu sebesar 27.59 ± 0.02 , hal ini dikarenakan oleh faktor kekuatan tarik-menarik antar

molekul-molekul yang berikatan menurun disebabkan kenaikan muatan netto negatif diantara muatan protein atau melemahnya ikatan idrogen sehingga akan meningkatkan kemampuan menahan air, dimana nilai WHC yang baik merupakan indikator bahwa struktur protein masih baik (Forrest *et al.*, 1975) . Hasil tersebut masih lebih rendah bila dibandingkan dengan sampel CK sebagai kontrol positif dan perlakuan pemberian STPPP 1.9% sebagai kontrol negatif. Hal ini sesuai dengan Yao *et al.* , (1990), bahwa isolat protein kedelai mendukung jaringan untuk menahan air, selain itu ditambahkan oleh Trynham *et al.* , (2007), produk-produk makanan yang mengandung protein kedelai mampu menahan air tiga kali lebih banyak daripada produk makanan yang mengandung putih telur dan susu bebas lemak.

Penggunaan krioprotektan dalam proses pengolahan *seafood* dapat berperan dalam meningkatkan kapasitas memegang air (*Water Holding Capacity-WHC*) daging ikan, dan mengurangi jumlah drip, serta memperkecil nilai *cooking loss*, disamping itu juga mampu meningkatkan kualitas produk (Lee dan Bigelow, 2007; Sultanbawa dan Chan, 2001; Matsumoto dan Noguchi, 1992)

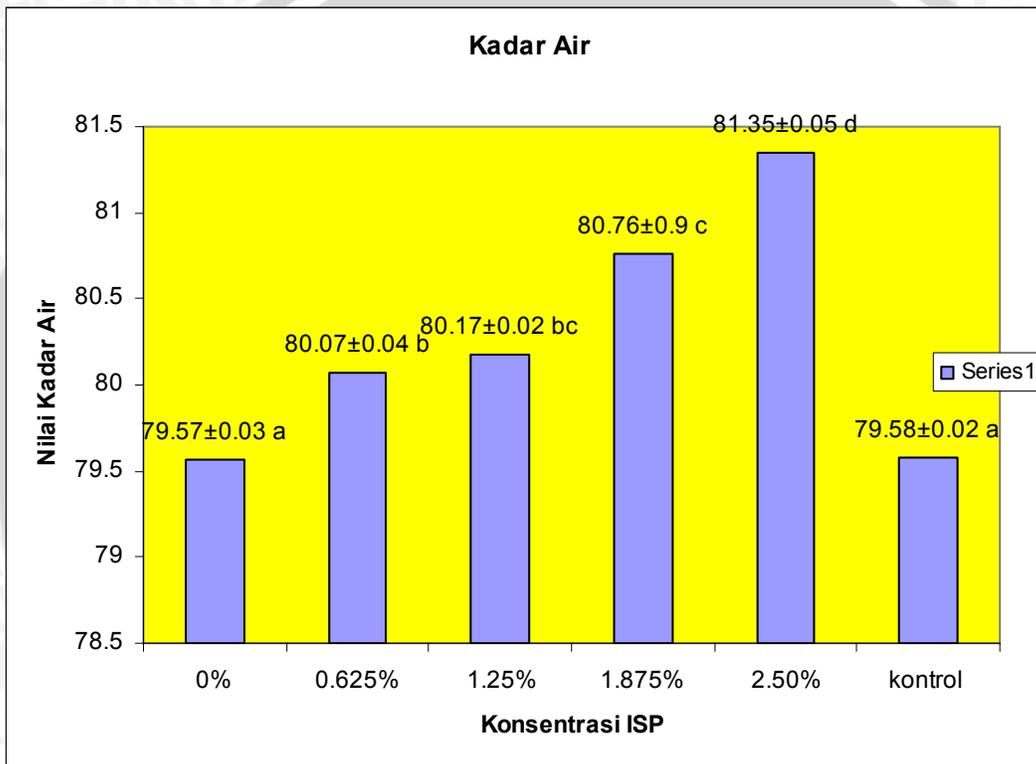
WHC merupakan kemampuan daging untuk menahan air (Lambert, 2001). WHC merupakan parameter yang cukup penting (Gunenc, 2007). Perbedaan nilai WHC pada daging akan sangat dipengaruhi kondisi air yang terikat secara fisik dimana keadaan tersebut akan menyebabkan air akan terjebak dalam struktur daging (Hagen *et al.*, 2008).

Berdasarkan hasil uji ANOVA satu arah (lampiran 2), nilai F hitung perlakuan lebih besar dari nilai F tabel 5% ($F > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi krioprotektan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai WHC. Analisis lanjut uji beda nyata terkecil (BNT) menunjukkan kontrol positif perlakuan 1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan 2 dan 5 dan berbeda sangat nyata dengan perlakuan 3 dan 4. Sedangkan kontrol negatif (tanpa perlakuan) sangat berbeda nyata dengan

perlakuan 1, 2, 3, 4 dan 5. Lebih lanjut tabel notasi tiap perlakuan pada parameter WHC dapat dilihat pada lampiran 2.

4.6 Kadar Air

Hasil analisis proksimat kadar air udang vannamei yang diberi krioprotektan Isolat protein kedelai dapat dilihat pada Gambar 5 sebagai berikut.



Gambar 7. Pengaruh konsentrasi krioprotektan Isolat protein kedelai terhadap nilai kadar air

Gambar 7 menunjukkan bahwa semua sampel yang diberi krioprotektan isolat protein kedelai mempunyai kadar air yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol positif (perlakuan penambahan 1.9% STPPP) dan kontrol negatif (tanpa perlakuan). Perlakuan CK tanpa penambahan krioprotektan nilai kadar airnya sebesar 79,58±0,02 sedangkan perlakuan kontrol positif dengan penambahan 1.9% memiliki nilai kadar air terendah yaitu sebesar 79,57±0,03. kadar air tertinggi diperoleh pada perlakuan penambahan krioprotektan 1.9% STPPP dan 2.5% ISP yaitu sebesar 81,35±0,05. kadar

air mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan konsentrasi isolat protein kedelai. Hal ini sesuai dengan Yao *et al.*, (1990), isolat protein kedelai berfungsi mendukung jaringan untuk menahan air. Penggunaan krioprotektan dalam proses pengolahan *seafood* dapat berperan dalam meningkatkan kapasitas memegang air (*Water Holding Capacity-WHC*) daging ikan, dan mengurangi jumlah drip, serta memperkecil nilai *cooking loss*, disamping itu juga mampu meningkatkan kualitas produk (Lee dan Bigelow, 2007; Sultanbawa dan Chan, 2001; Matsumoto dan Noguchi, 1992)

Isolat protein kedelai mempunyai fungsi yang baik dalam pengolahan pangan. Isolat protein kedelai dapat berperan sebagai penstabil emulsi, pengikat air dan memperkuat jaringan (Morr, 1987) ditambahkan oleh trynham *et al.*, (1987) produk-produk makanan yang mengandung protein kedelai mampu menahan air tiga kali lebih banyak daripada produk makanan yang mengandung putih telur dan susu bebas lemak.

Air merupakan komponen penting dalam bahan pangan karena air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur serta cita rasa makanan. Kandungan air dalam bahan makanan ikut menentukan penerimaan konsumen, kesegaran dan daya tahan bahan itu (Winarno, 1997).

Salah satu senyawa fosfat yang digunakan dalam penelitian ini adalah polifosfat. Polifosfat yang umum digunakan adalah sodium tripolifosfat (STPPP). Dalam mencegah denaturasi protein, STPPP memiliki mekanisme mengikat logam pengkelat dalam protein seperti ion kalsium, dan seng yang akan meningkatkan polar aktif dalam protein yang dapat berikatan dengan air. Kemampuan mengikat air sangat penting karena proses pembekuan akan merusak dinding sel, mendenaturasi protein dan mengakibatkan hilangnya banyak cairan (drip) (Piggot and Tucker, 1990)

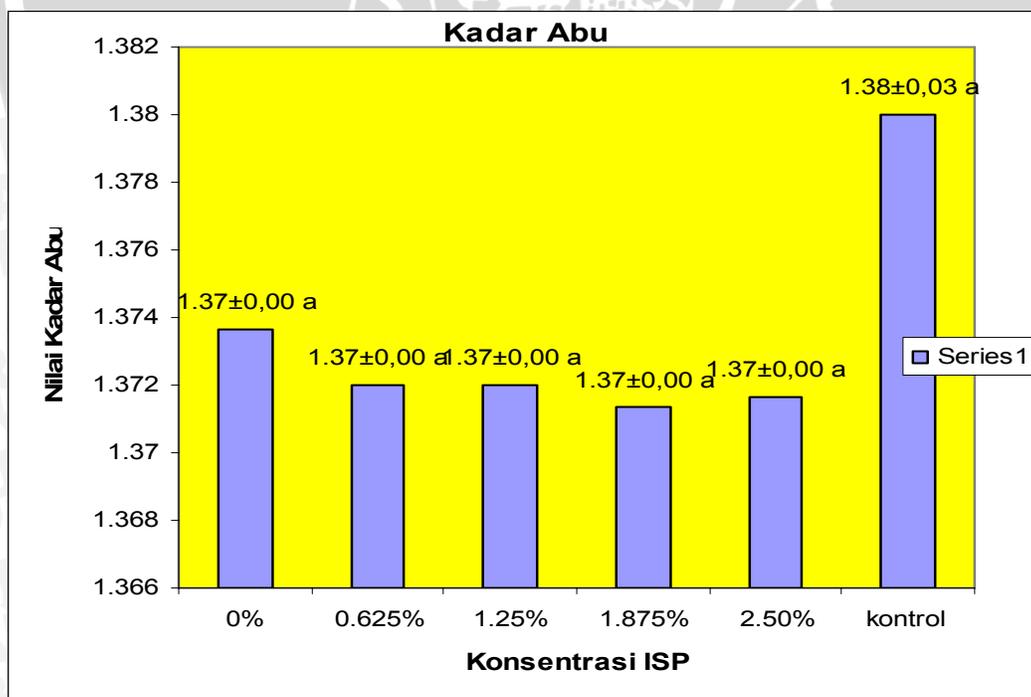
Isolat protein memiliki kemampuan untuk membentuk gel, mengikat lemak dan sebagai pengikat air (Wickle *et al.*, 1979). Berdasarkan grafik kadar air, hubungan konsentrasi isolat protein kedelai terhadap kadar air adalah semakin tinggi konsentrasi

isolat protein kedelai, maka kadar airnya meningkat. Penggunaan isolat protein kedelai ternyata memberikan pengaruh terhadap kadar air produk.

Berdasarkan hasil uji ANOVA satu arah (lampiran 2), nilai F hitung perlakuan lebih besar dari nilai F tabel 5% ($F > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi krioprotektan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai kadar air. Analisis lanjut uji beda nyata terkecil (BNT) menunjukkan kontrol positif perlakuan 1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol negatif [CK] dan berbeda sangat nyata dengan perlakuan 2, 3, 4 dan 5. Sedangkan kontrol negatif (tanpa perlakuan) sangat berbeda nyata dengan perlakuan, 2, 3, 4 dan 5. Lebih lanjut tabel notasi tiap perlakuan pada parameter WHC dapat dilihat pada lampiran 2.

4.7 Kadar Abu

Hasil analisis proksimat kadar abu udang vannamei yang diberi krioprotektan Isolat protein kedelai dapat dilihat pada Gambar 6 sebagai berikut.



Gambar 8. Pengaruh konsentrasi krioprotektan Isolat protein kedelai terhadap proksimat kadar abu

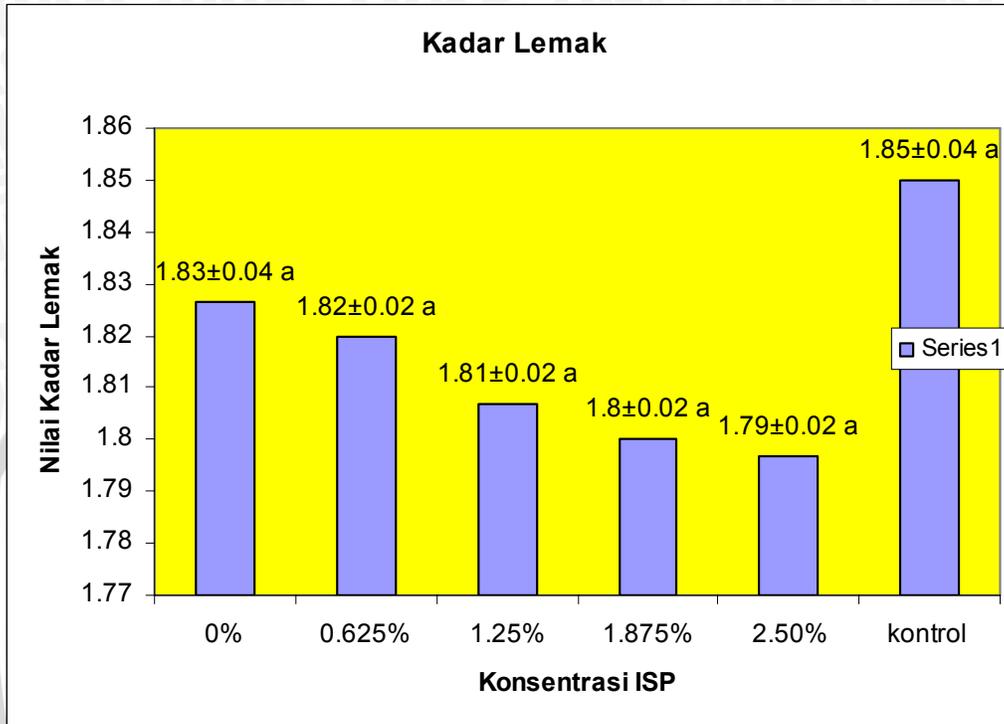
Gambar 8 menunjukkan bahwa semua sampel yang diberi krioprotektan memiliki nilai kadar abu yang hampir sama. Pada perlakuan kontrol negatif nilai kadar abu sebesar $1,38 \pm 0,03$ dan pada perlakuan kontrol positif (dengan penambahan STPPP 1.9%), perlakuan 2, 3, 4 dan 5 memiliki nilai kadar abu yang sama yaitu sebesar $1,37 \pm 0,00$.

Kadar abu suatu bahan pangan adalah kadar residu hasil pembakaran semua komponen-komponen organik didalam bahan (Sumardi *et al*, 1992). Penentuan kadar abu dapat digunakan untuk berbagai tujuan, antara lain untuk menentukan baik tidaknya suatu proses pengolahan, mengetahui jenis bahan yang digunakan dan digunakan sebagai parameter nilai gizi bahan makanan (Sudarmadji *et al*, 1989).

Berdasarkan hasil uji ANOVA satu arah (lampiran 2), nilai F hitung perlakuan lebih kecil dari nilai F tabel 5% ($F < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi krioprotektan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai kadar abu. Lebih lanjut tabel notasi tiap perlakuan pada parameter WHC dapat dilihat pada lampiran 2.

4.8 Kadar Lemak

Hasil analisis proksimat kadar lemak udang vannamei yang diberi krioprotektan Isolat protein kedelai dapat dilihat pada Gambar 7 sebagai berikut.



Gambar 9 . Pengaruh konsentrasi krioprotektan Isolat protein kedelai terhadap proksimat kadar lemak

Berdasarkan grafik diatas, kadar lemak tertinggi adalah $1,85\pm 0,04$ yakni pada perlakuan udang kontrol. Kadar lemak terendah yaitu $1,79\pm 0,02$ yakni pada perlakuan udang direndam dalam larutan 1.9% STPPP dan 2.5% ISP.

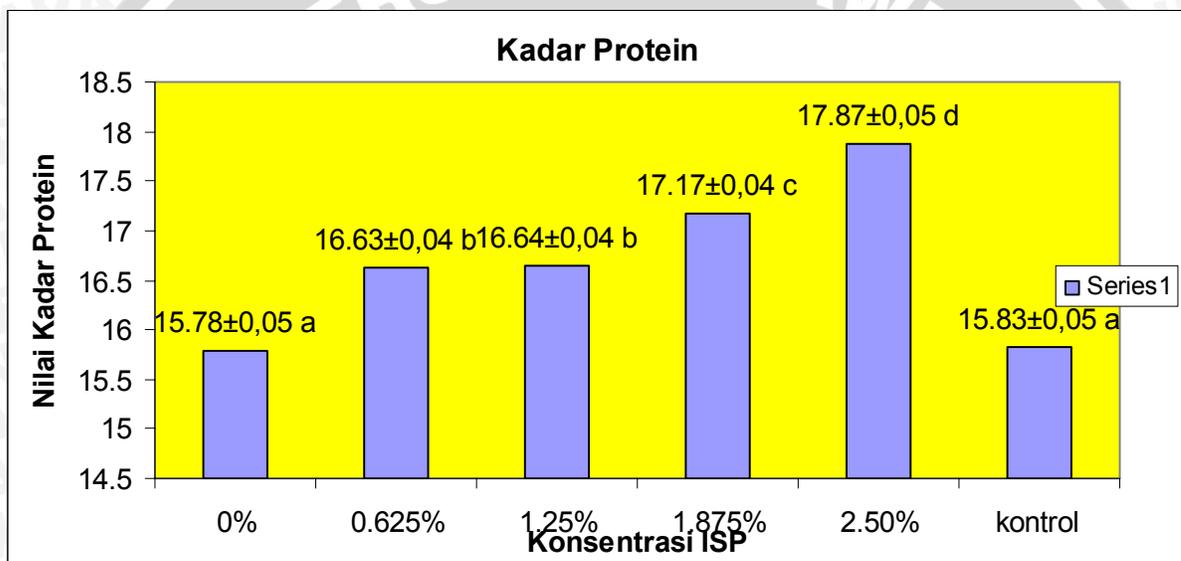
Isolat protein kedelai mempunyai kemampuan untuk membentuk gel, mengikat lemak ataupun sebagai pengontrol lemak (Wickle *et al.*,1979). Penambahan isolat protein kedelai ternyata tidak berpengaruh nyata terhadap kadar lemak dari udang beku.

Menurut Sediaoetomo (2000), lemak adalah sekelompok ikatan organic yang terdiri atas unsur C H O yang mempunyai ikatan yang dapat larut dalam zat pelarut tertentu, seperti petroleum benzene, ether. Lemak yang mempunyai titik lebur tinggi bersifat padat pada suhu kamar, sedangkan yang mempunyai titik lebur rendah, bersifat cair.

Berdasarkan hasil uji ANOVA satu arah (lampiran 2), nilai F hitung perlakuan lebih kecil dari nilai F tabel 5% ($F > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi krioprotektan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai kadar abu. Lebih lanjut tabel notasi tiap perlakuan pada parameter WHC dapat dilihat pada lampiran 2

4.9 Kadar Protein

Hasil analisis proksimat kadar Protein udang vannamei yang diberi krioprotektan Isolat protein kedelai dapat dilihat pada Gambar 8 sebagai berikut.



Gambar10 . Pengaruh konsentrasi krioprotektan Isolat protein kedelai terhadap nilai kadar protein

Gambar 10 menunjukkan bahwa semua sampel yang diberi krioprotektan isolat protein kedelai mempunyai kadar protein yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol positif (perlakuan penambahan 1.9% STPPP) dan kontrol negatif (tanpa perlakuan). Perlakuan CK tanpa penambahan krioprotektan nilai kadar proteinnya sebesar $15,83 \pm 0,05$. sedangkan perlakuan kontrol positif dengan penambahan 1.9% memiliki nilai kadar protein terendah yaitu sebesar $15,78 \pm 0,05$. kadar protein tertinggi diperoleh pada perlakuan penambahan krioprotektan 1.9% STPPP dan 2.5% ISP yaitu sebesar

17,87±0,05. kadar protein mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan konsentrasi isolat protein kedelai dan peningkatan nilai kadar air. Isolat protein banyak digunakan dalam industri makanan sebagai sumber protein, pengikat air, dan sebagai pengemulsi (Anonymous,2009)

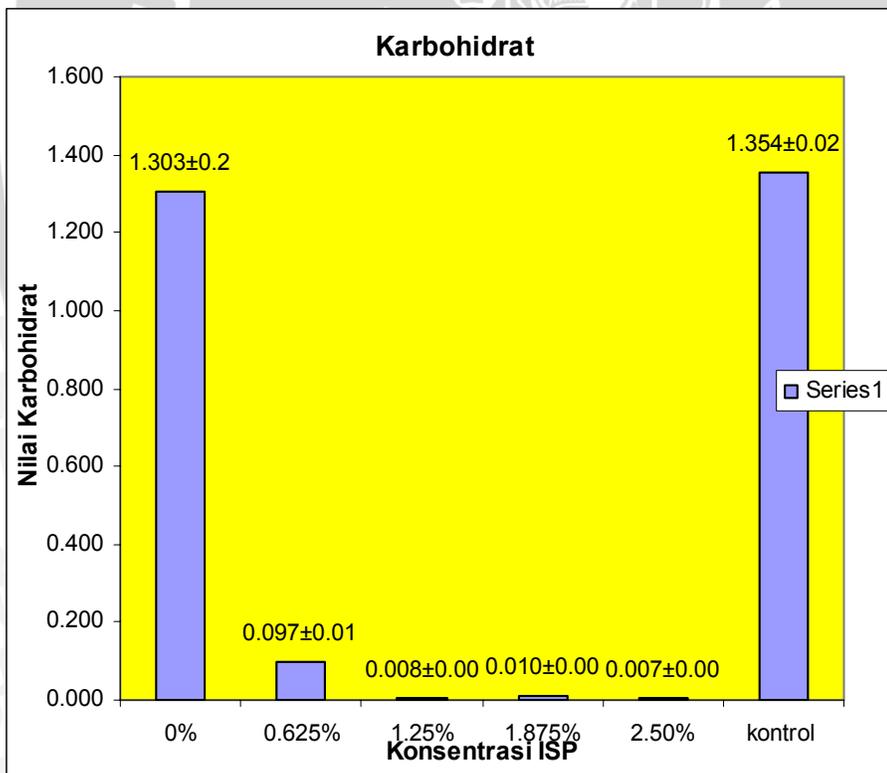
Nilai protein yang cukup tinggi dalam penelitian ini dapat dikarenakan dua hal, yaitu metode perendaman (*soaking*) yang dijalankan dalam penelitian ini dan pengaruh dari perbedaan konsentrasi pemberian isolat protein kedelai. Proses *soaking* dilakukan dengan cara merendam udang dalam larutan krioprotektan yaitu STPPP dan isolat protein kedelai pada suhu 4⁰C selama 2 jam sambil mengalami proses pengadukan dengan kecepatan 50 rpm. Hal itulah yang dapat membantu proses adsorpsi krioprotektan kedalam daging berjalan secara maksimal. Udang yang digunakan saat proses *soaking* adalah udang yang telah mengalami pengupasan dan pembelahan, sehingga hal tersebut juga mempengaruhi proses absorpsi dikarenakan dapat memperluas bidang penyerapan. isolat protein kedelai adalah produk terbaik dari kacang kedelai. Isolat protein kedelai merupakan protein kedelai yang mempunyai kandungan protein paling tinggi. Isolat protein kedelai diperoleh dari tepung kedelai yang dihilangkan lemaknya dan karbohidratnya sehingga kandungan proteinnya mencapai 90% (Anonymous, 2009).

Protein merupakan suatu zat makanan yang amat penting bagi tubuh karena zat ini disamping sebagai bahan bakar dalam tubuh, juga berfungsi sebagai zat pembangun dan pengatur (Winarno, 2002). Kandungan nilai protein akan meningkatkan evaluasi sensori berupa tekstur (Colmerenoet *al.*,1995). Ditambahkan oleh Myers (2007), protein dapat berinteraksi dengan protein lainnya karena ada ikatan hidrogen dan perubahan antara gugus sufibril dan sulfide. Interaksi molekuler tersebut membentuk suatu jaringan tiga dimensi yang mengakibatkan tekstur protein kompak.

Berdasarkan hasil uji ANOVA satu arah (lampiran 2), nilai F hitung perlakuan lebih besar dari nilai F tabel 5% ($F > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi krioprotektan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai protein. Analisis lanjut uji beda nyata terkecil (BNT) menunjukkan kontrol positif perlakuan 1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan [CK] tetapi sangat berbeda nyata dengan perlakuan 2, 3, 4 dan 5. Lebih lanjut tabel notasi tiap perlakuan pada parameter WHC dapat dilihat pada lampiran 2.

4.10 Kadar Karbohidrat (*By Difference*)

Hasil analisis proksimat kadar karbohidrat udang vannamei yang diberi krioprotektan Isolat protein kedelai dapat dilihat pada Gambar 9 sebagai berikut.



Gambar 11 . Pengaruh konsentrasi krioprotektan Isolat protein kedelai terhadap nilai kadar karbohidrat

Gambar 11 menunjukkan bahwa semua sampel yang diberi krioprotektan isolat protein kedelai mempunyai kadar karbohidrat yang lebih rendah dibandingkan dengan kontrol positif (perlakuan penambahan 1.9% STPPP) dan kontrol negatif (tanpa perlakuan). Perlakuan CK tanpa penambahan krioprotektan nilai kadar karbohidratnya sebesar $1,354 \pm 0,02$. sedangkan perlakuan kontrol positif dengan penambahan 1.9% memiliki nilai kadar karbohidrat yaitu sebesar $1,303 \pm 0,2$. kadar karbohidrat tertinggi diperoleh pada perlakuan CK yaitu penambahan krioprotektan sebesar $1,354 \pm 0,02$.

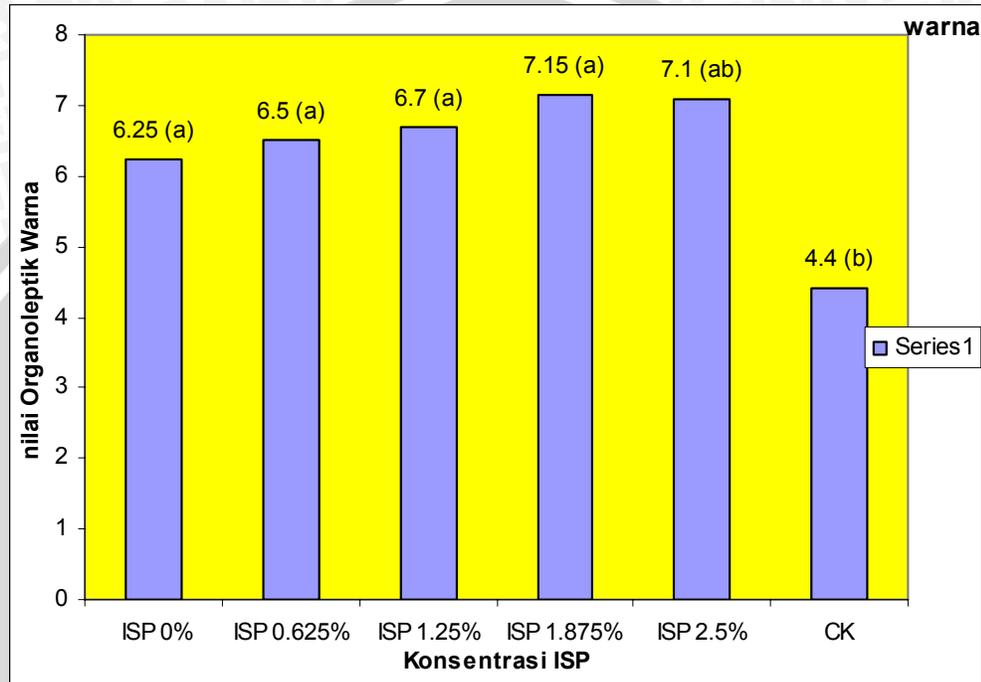
Isolat protein kedelai merupakan protein kedelai yang mempunyai kandungan protein paling tinggi. Isolat protein kedelai diperoleh dari tepung kedelai yang dihilangkan lemaknya dan karbohidratnya sehingga kandungan proteinnya mencapai 90% (Anonymous, 2009).

Berdasarkan hasil uji ANOVA satu arah (lampiran 2), nilai F hitung perlakuan lebih kecil dari nilai F tabel 5% ($F < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi krioprotektan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai kadar karbohidrat. Lebih lanjut tabel notasi tiap perlakuan pada parameter karbohidrat dapat dilihat pada lampiran 2.

4.11 Uji Organoleptik

4.11.1 Warna

Hasil analisis organoleptik warna udang vannamei yang diberi krioprotektan Isolat protein kedelai berdasarkan uji skoring dapat dilihat pada Gambar 10 sebagai berikut.



Gambar 12 . Pengaruh konsentrasi krioprotektan Isolat protein kedelai terhadap nilai organoleptik (warna)

Kisaran nilai rata-rata uji scoring warna adalah 4,4 – 7,15. hasil analisis statistik pada lampiran (3) menunjukkan bahwa penambahan Isolat protein kedelai memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai organoleptik warna pada udang beku ($F_{hitung} > F_{tabel}$).

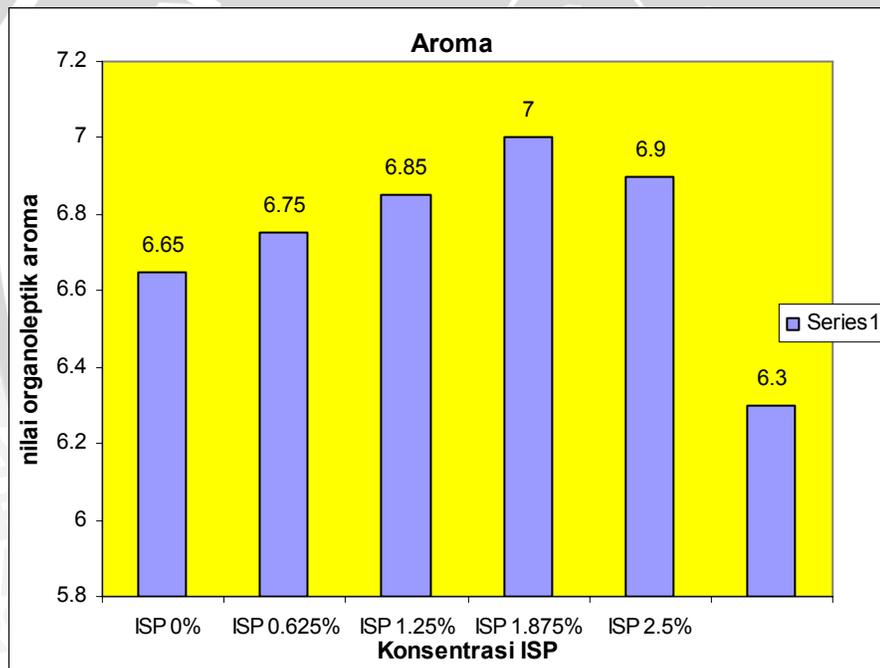
Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa warna pada udang beku dengan penambahan ISP memberikan nilai yang berbeda, nilai yang tertinggi pada perlakuan udang beku dengan penambahan ISP 1.875% sebesar 7,15 dan nilai terendah pada perlakuan udang beku tanpa perlakuan (kontrol) sebesar 4,4. penambahan isolat protein kedelai mempengaruhi warna pada udang beku. Udang dengan penambahan isolat

protein kedelai mempunyai warna yang lebih cerah dibandingkan dengan udang tanpa perlakuan (tanpa penambahan ISP).

Kacang kedelai mempunyai 3 aspek penting jika dilihat dari segi nutrisinya, yaitu sebagai pelengkap dan sumber protein, sebagai sumber kalori dan sumber nitrogen. Produk pangan kedelai mempunyai banyak kelebihan diantaranya dapat digunakan sebagai penambah nutrisi dan memperbaiki nilai organoleptik produk (Bressani, 1975).

4.11.2 Aroma

Hasil analisis organoleptik aroma udang vannamei yang diberi krioprotektan Isolat protein kedelai berdasarkan uji skoring dapat dilihat pada Gambar 11 sebagai berikut.



Gambar 13 . Pengaruh konsentrasi krioprotektan Isolat protein kedelai terhadap nilai organoleptik (aroma)

Kisaran nilai rata-rata uji scoring aroma adalah 6,3 – 7. hasil analisis statistik pada lampiran menunjukkan bahwa penambahan krioprotektan isolat protein kedelai tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap skor aroma pada udang beku (F hitung

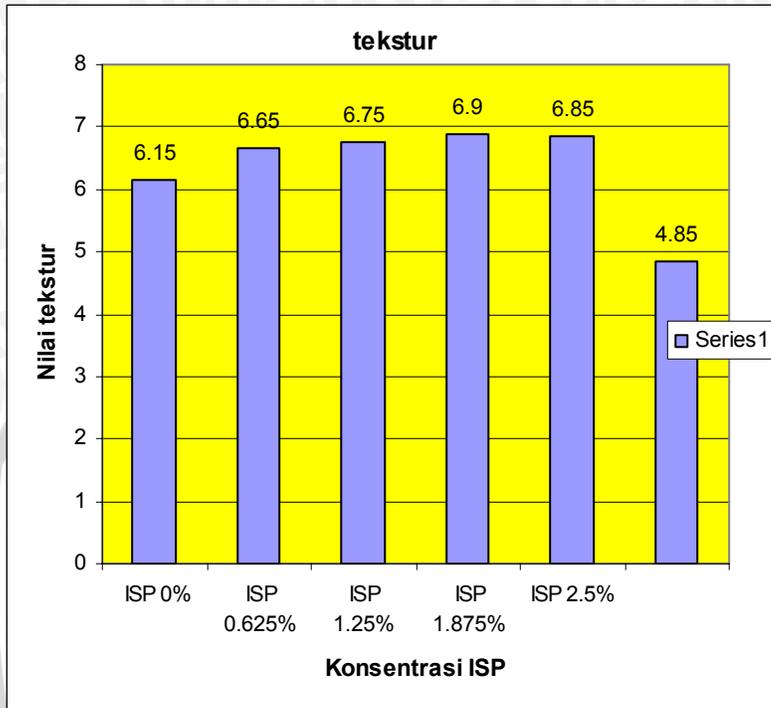
< F tabel). Dari gambar dapat dilihat bahwa aroma udang beku dengan penambahan krioprotektan isolat protein kedelai memberikan nilai yang sama atau dengan kata lain tidak begitu berbeda. Terlihat pula tidak ada perbedaan yang nyata pada tiap perlakuan, hal ini menunjukkan bahwa penambahan krioprotektan tidak mempengaruhi aroma atau bau dari produk udang beku. Ini dikarenakan panelis yang kami pakai merupakan panelis yang tidak terlatih.

Kelezatan suatu makanan sangat ditentukan oleh faktor aroma. Industri pangan menganggap sangat penting untuk melakukan uji scoring aroma. Dalam banyak hal aroma menjadi daya tarik tersendiri dalam menentukan rasa enak dari produk makanan itu sendiri (Soekarto, 1985).



4.11.3 Tekstur

Hasil analisis organoleptik tekstur udang vannamei yang diberi krioprotektan Isolat protein kedelai berdasarkan uji skoring dapat dilihat pada Gambar 12 sebagai berikut.



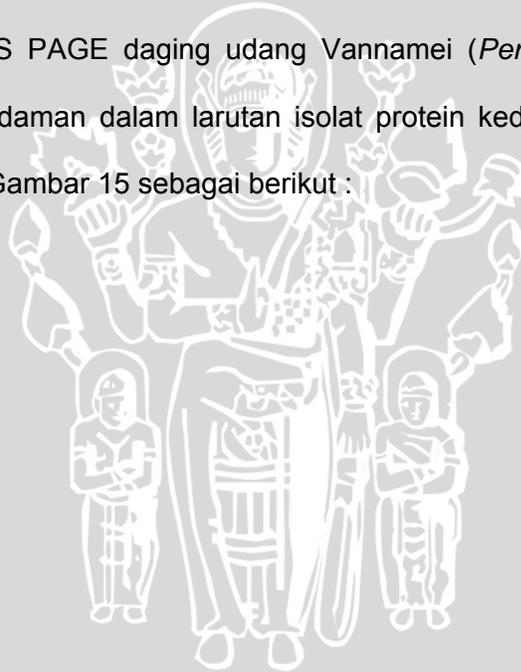
Gambar 14 . Pengaruh konsentrasi krioprotektan Isolat protein kedelai terhadap nilai organoleptik (tekstur)

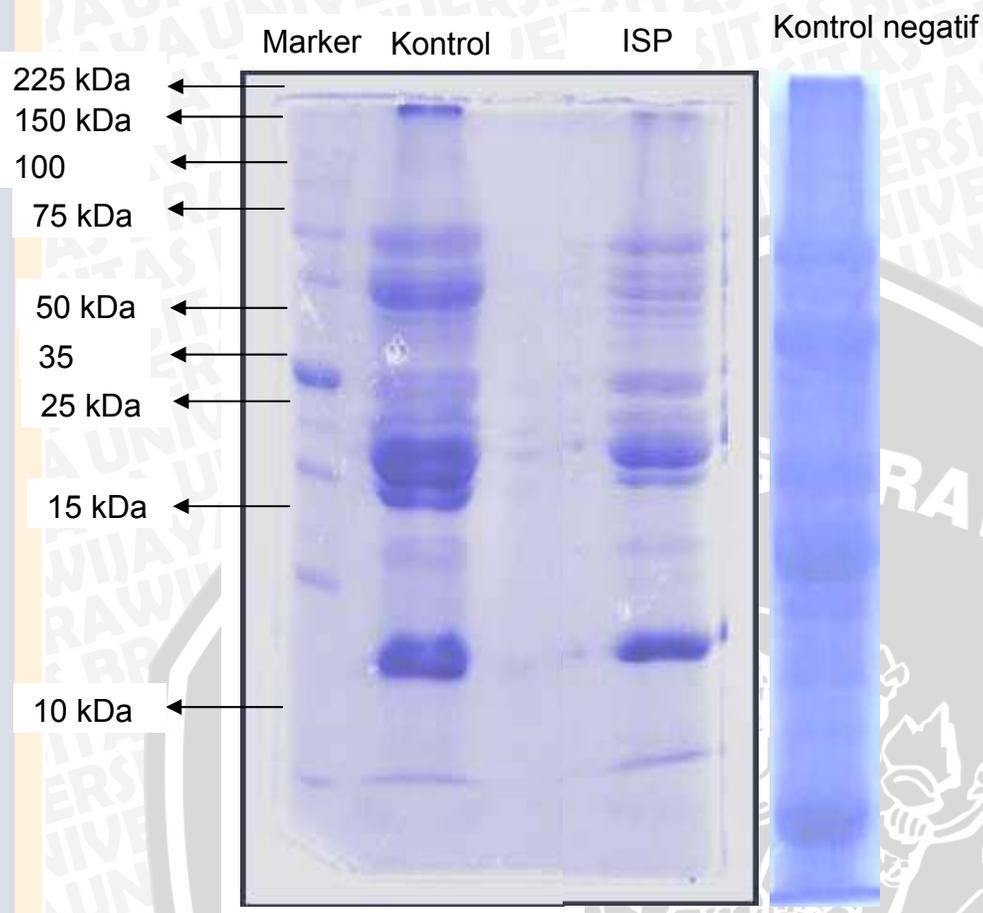
kisaran nilai rata-rata uji scoring tekstur adalah 4,85 – 6,9. hasil analisis pada lampiran menunjukkan bahwa penambahan krioprotektan isolat protein kedelai memberikan pengaruh nyata terhadap skor tekstur udang beku ($F_{hitung} > F_{tabel}$). Nilai tekstur tertinggi diperoleh pada perlakuan penambahan krioprotektan STPPP 1.9% dan ISP 1.875% sebesar 6,9% dan nilai tekstur terendah pada CK yaitu sebesar 4,85%. Dari gambar dapat dilihat bahwa tektur udang beku dengan penambahan krioprotektan isolat protein kedelai memberikan nilai yang semakin besar seiring dengan peningkatan konsentrasi isolat protein kedelai. semakin tinggi konsentrasi isolat protein kedelai maka teksturnya semakin baik, hal ini sesuai dengan Colmereno et al., (1995), isolat protein

kedelai berfungsi membentuk tekstur, karena kandungan nilai protein akan meningkatkan evaluasi sensori yang berupa tekstur. Ditambahkan oleh Myers (2007), protein dapat berinteraksi dengan protein lainnya karena adanya ikatan rangkap hydrogen dan perubahan antara gugus sufibril dan sulfide. Interaksi molekuler tersebut membentuk suatu jaringan tiga dimensi yang mengakibatkan tekstur protein kompak. Tekstur terkadang lebih penting dari aroma dan rasa karena dapat mempengaruhi cita rasa makanan. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi tekstur antara lain kandungan protein, lemak, kadar air serta aktivitas dan pergerakan air (Purnomo, 1995).

4.12 Sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE)

Hasil analisa SDS PAGE daging udang *Vannamei* (*Penaeus vannamei*) beku dengan perlakuan perendaman dalam larutan isolat protein kedelai 1.875% + STPPP 1.9% dapat dilihat pada Gambar 15 sebagai berikut :





Gambar 15. Analisa profil protein pada perlakuan terbaik pemberian krioprotektan Isolat protein kedelai konsentrasi 1.875% + STPPP 1.9% yang dibandingkan dengan profil protein jaringan daging udang segar

Tabel 3. Perbandingan berat molekul antara udang perlakuan dan udang kontrol

Berat Molekul	Udang kontrol	Udang perlakuan
6.88 Kda	√	√
12.15 Kda	√	√
21.45 Kda	√	√
28.50 Kda	√	√
34.92 Kda	√	√
42.77 Kda	√	√
53.47 Kda	√	√
78.43 Kda	√	√
88.81 Kda	x	√
104.46 Kda	√	√

Analisa SDS PAGE digunakan untuk mengetahui profil protein yang terdapat dalam daging udang. Pada Gambar 15 memperlihatkan susunan pita-pita hasil analisa SDS PAGE profil protein udang perlakuan terbaik dengan kontrol memiliki persamaan. Profil protein pada udang yang direndam dalam larutan isolat protein kedelai 1.875% + STPPP 1.9% muncul pada berat molekul 10 kDa – 225 kDa umumnya memiliki kesamaan dengan sampel kontrol. Menurut Liu *et al* (2007), pola SDS-PAGE dari isolat protein kedelai dapat dibagi menjadi 2 daerah, yaitu pita dengan berat molekul <44 kDa dan pita dengan berat molekul ≥ 44 kDa. Pita dengan berat molekul pita dengan berat molekul <44 kDa merupakan glisinin sedangkan pita dengan berat molekul ≥ 44 kDa adalah konglisinin.

Gambar 15 menunjukkan hasil uji SDS-PAGE dari udang segar sebagai kontrol positif, kontrol negatif dan udang perlakuan terbaik yang disimpan beku

selama 14 hari. Dari gambar tersebut menunjukkan bahwa susunan pita-pita protein pada udang perlakuan terbaik memiliki persamaan dengan udang kontrol positif dan negatif. Pita-pita protein udang perlakuan digambarkan lebih tipis daripada pita-pita protein udang kontrol positif, sedangkan bila dibandingkan dengan kontrol negatif, profil pita protein udang yang diberikan krioprotektan lebih tebal

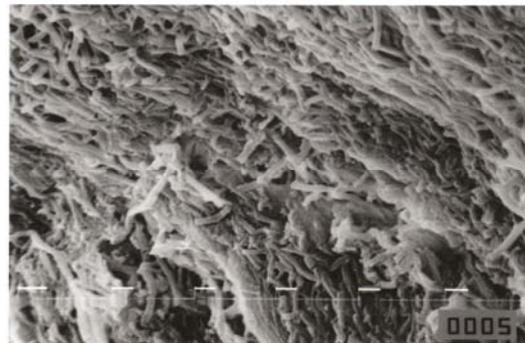
Terdapat perbedaan profil pita protein pada udang kontrol dan udang perlakuan. Profil pita protein pada udang perlakuan lebih banyak daripada pada udang kontrol. Pada udang kontrol tidak ditemukan berat molekul 88.81 Kda, sedangkan pada udang perlakuan ada. Hal ini dikarenakan, protein pada udang kontrol mengalami degradasi sehingga protein dengan berat molekul tinggi akan terpecah-pecah menjadi protein dengan berat molekul yang lebih sederhana.

Profil protein yang terdapat pada udang perlakuan terbaik mempunyai pita yang tipis dibandingkan udang kontrol, hal ini menandakan bahwa protein telah mengalami degradasi sehingga terjadi pemecahan protein. Penurunan tingkat ketebalan pita dari protein mengindikasikan telah terjadi degradasi protein selama proses pembekuan (Benjakul *et al.*,2008).

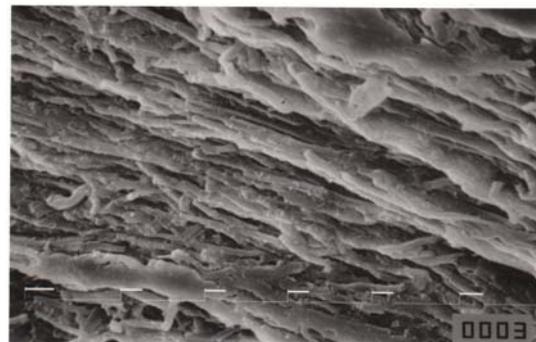
Profil protein yang terdapat pada udang dengan perlakuan terbaik memiliki jumlah yang lebih banyak daripada profil protein pada udang kontrol. Hal ini dikarenakan pada udang perlakuan diberikan penambahan isolat protein kedelai. Isolat protein kedelai merupakan protein kedelai yang mempunyai kandungan protein paling tinggi. Isolat protein kedelai diperoleh dari tepung kedelai yang dihilangkan lemak dan karbohidratnya sehingga kandungan proteinnya mencapai 90%. (Anonymous, 2009).

4.13 Scanning Electron Microscopy (SEM)

Hasil uji SEM pada udang vannamei (*Penaeus vannamei*) beku dengan perlakuan perendaman dalam larutan krioprotektan ISP 1.875% + STPPP 1.9% dapat dilihat pada Gambar 16 berikut.



(a)



(b)

Gambar 16. (a) foto struktur otot udang segar, (b) foto struktur otot udang perlakuan terbaik (ISP 1.875% + STPPP 1.9%)

Gambar 16 menunjukkan perbandingan foto struktur otot antara udang segar (a) dengan udang perlakuan terbaik (b). Struktur otot udang pada udang kontrol terlihat kasar seperti tali yang tidak teratur dan terdapat banyak rongga / celah yang terdapat pada daging. Pada udang dengan perlakuan terbaik, gambar struktur ototnya lebih baik daripada udang kontrol, karena pada struktur ototnya lebih rapi dan rongga / celah pada daging juga lebih sedikit.

Pada udang dengan perlakuan terbaik, yaitu udang direndam dalam larutan STPPP 1.9% dan ISP 1.875% memiliki struktur otot yang lebih halus dan lebih teratur daripada struktur pada udang kontrol. Hal ini disebabkan telah terjadi proses penyelimutan pada struktur udang karena penambahan isolat protein kedelai. Isolat protein kedelai mempunyai kemampuan untuk membentuk gel dan memperkuat jaringan (Wickle *et al.*,1979). Adanya kemampuan membentuk gel dan memperkuat jaringan ternyata berdampak terhadap struktur otot udang dengan terciptanya suatu kondisi penyelimutan terhadap jaringan daging udang.

Pada udang dengan perlakuan terbaik juga memiliki jumlah rongga / celah yang lebih sedikit daripada udang tanpa perlakuan. Adanya rongga pada udang yang menyebabkan terjadinya drip loss pada saat *thawing*. Semakin banyak rongga, maka semakin besar drip loss. Penggunaan protein kedelai ternyata berdampak terhadap jumlah rongga yang muncul pada struktur udang. Karena penambahan protein kedelai juga dapat mencegah interaksi intermolekuler protein tidak hanya dengan mengikat air tetapi juga untuk mencegah pembentukan kristal es yang besar dan juga dapat mengisi ruang antar sarkoplasma dan myofibril (Yoon *et al.*,1991).

4.14 Perlakuan Terbaik

Penentuan perlakuan terbaik menggunakan metode indeks efektifitas (de Garmo *et al*, 1979). Nilai perlakuan terbaik adalah udang yang direndam dalam larutan 1.9% STPPP dan 1.875% ISP. untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran 4

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan bahwa:

- Nilai *weight gain* tertinggi terdapat pada perlakuan krioprotektan 1.9% STPPP dan 1.875% ISP, yaitu sebesar 15,59 dan nilai paling rendah pada perlakuan kontrol (tanpa krioprotektan) sebesar 0%.
- Nilai *drip loss* tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol sebesar 5,72 % dan nilai paling rendah pada perlakuan krioprotektan 1.9% STPPP dan 1.875% ISP, yaitu sebesar -11,843
- Nilai *cooking loss* tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol sebesar 39,025% dan nilai paling rendah pada perlakuan krioprotektan 1.9% STPPP dan 1.875% ISP yaitu sebesar 3,67
- Nilai WHC tertinggi terdapat pada perlakuan STPPP 1.9% tanpa ISP (kontrol positif) memiliki nilai WHC sebesar $34.39 \pm 0,02$ dan nilai paling rendah pada perlakuan krioprotektan 1.9% STPPP dan 1.875% ISP yaitu sebesar $27,59 \pm 0,02$.

- Nilai kadar air tertinggi terdapat pada perlakuan 1.9% STPPP dan 2.5% ISP yaitu sebesar 81,35 dan nilai paling rendah pada perlakuan STPPP 1.9% sebesar 79,57%
- Nilai kadar protein tertinggi terdapat pada perlakuan krioprotektan 1.9% STPPP dan 2.5% ISP yaitu sebesar 17,87 dan nilai paling rendah pada perlakuan penambahan STPPP 1.9% sebesar 15,78%.
- Nilai kadar lemak tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol tanpa perlakuan sebesar 1,85% dan nilai paling rendah pada perlakuan STPPP 1.9% + ISP 2.5% sebesar 1,79%.
- Nilai kadar abu tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol tanpa perlakuan sebesar 1,38% dan nilai paling rendah pada perlakuan STPPP 1.9% + ISP 1.875% sebesar 1,37%.
- Nilai kadar karbohidrat tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol tanpa perlakuan sebesar 1,35% dan nilai paling rendah pada perlakuan STPPP 1.9% + ISP 2.5% sebesar 0,007%.
- Skor warna tertinggi terdapat pada perlakuan STPPP 1.9% + ISP 1.875% sebesar 7,15 dan nilai paling rendah pada perlakuan kontrol sebesar 6,4.
- Skor aroma tertinggi terdapat pada perlakuan STPPP 1.9% + ISP 1.875% sebesar 7 dan nilai paling rendah pada perlakuan kontrol sebesar 6,3.
- Skor tekstur tertinggi terdapat pada perlakuan STPPP 1.9% + ISP 1.875% sebesar 6,9 dan nilai paling rendah pada perlakuan kontrol sebesar 5,9.
- Perlakuan terbaik dari penelitian ini adalah perlakuan udang direndam dalam STPPP 1.9% + ISP 1.875%
- Foto SEM dan profil protein dari udang vanname beku perlakuan terbaik menunjukkan kesamaan dengan foto SEM dan profil protein udang vanname segar.

5.2 Saran

Untuk mendapatkan udang vannamei beku dengan tingkat kesegaran terbaik sebaiknya menggunakan krioprotektan ISP 1.875% + STPPP 1.9%. perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai lama perendaman, kecepatan putar dan kombinasi krioprotektan.

DAFTAR PUSTAKA

Anonymous. 1975. Prosedur analisa kimia komposisi dan kesegaran ikan. Akademi Usaha Perikanan. Jakarta. Hal 55

_____. 2002. Cryopreservation: a quantitative study of the ability of different preservation methods to stabilize nucleic acids. www.google.com. 27 februari 2009.

_____. 2006. Phosphates. www.wikipedia. Org. 27 februari 2009.

_____. 2007. *Penaeus vannamei*. www.wikipedia. Org. 27 februari 2009

Afrianto E dan Liviawaty E. 1989. Pengawetan dan pengolahan ikan. Kanisius. Yogyakarta.

Benjakul, S., N. Rattanasatheirn, W. Visessanguan and K. Kijongrojana. 2008. Properties, translucence, and mikrostruktur of pasific white shrimp treated with mixed phosphates as affected by freshness and deveining. Journal of food science. Vol. 73, Nr. 1. Institute of Food technologist

Bigelow, W. And C.M. Lee. 2007. Evaluation of various infused cryoprotective ingredients for their freeze-thaw stabilizing and texture red hake muscle. Journal of food science. Vol. 72, Nr. 1. Institute of food technologist

Boatright, W.L. And Hettiaracuchy, N.S. 1995. Effect of lipids on soy protein isolate solubility. JAOCS vol 72. no 12. AOCS press

Buckle, K. A. R. A Edward. G. H. Fleet, M. Wotton. 1987. Ilmu pangan. UI Press.

- Darmono. 1991. Udang windu. Penebar Swadaya. Jakarta
- Departemen Kesehatan. 1999. Daftar komposisi bahan makanan. Usaha Perbaikan Gizi Masyarakat. Proyek Perbaikan Gizi. Kantor Wilayah Departemen Kesehatan. Jawa Timur.
- FAO. 2007. *Litopenaeus vannamei*. www.google.com
- Fellows, P. 2000. Food processing technology principles and practice second edition. Woodhead Publishing Limiteds. England
- Hadiwiyoto, S. 1993. Teknologi hasil perikanan. Jilid I. Liberty. Yogyakarta.
- Hariadi. 1994. Pengolahan udang beku. Karya Anda. Surabaya
- Ilyas, S. 1988. Teknologi refrigerasi hasil perikanan. Jilid 1. Teknik Pendinginan Ikan. Yayasan Wijayakusuma. Jakarta.
- _____. 1993. Teknologi refrigerasi hasil perikanan. Jilid II. Teknik Pembekuan Ikan. Lembaga Penelitian Teknologi Perikanan. Jakarta.
- Irawan, A. 1995. Pengawetan ikan dan hasil perikanan. CV Aneka Solo. Solo
- Jeriaska. 2007. The cryobiological basic to cryonics. www.acceleratingfuture.com. Com. Diakses 7 Januari 2009
- Jittinandana, S., P.B. Kenney, S.D Slider, and R. Kiser, 2001. Effect of Cryoprotectans on Physicochemical Attributes of Intact Rainbow Trout Fillets. Abstract. 2001 IFT Annual Meeting. New OrLens
- Koswara, S. 1995. Teknologi Pengolahan Kedelai Menjadi Makanan Bermutu. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta
- Lian PZ, Lee CM, Hufnagel L. 2000. Physicochemical properties of frozen red hake mince as affected by cryoprotective ingredients. Journal Food Science. Vol. 65
- Liu, S. Ruibao, Z. Shaojun, T. Junyi, G. 2007. A study on subunit group of soybean protein extract under SDS-PAGE. JAOCS
- Liu, K.S. And Hsiesh, F.H. 2007. Protein-protein interactions in high moisture-extruded meat analogs and heat induced soy protein gels. JAOCS
- Nazir, M. 1989. Metode Penelitian. Graha Indonesia. Jakarta. Hal 13
- Matsumoto, J.J. and S.F. Noguchi, 1992. Cryostabilization of Protein in Surimi. In T.C. Lanier and C.M. Lee Surimi Technology. Marcel Dekker Inc. New York
- Moeljanto. 1975. Refrigerasi Ikan Dan Hasil Perikanan. Penebar Swadaya. Jakarta

- Morr, C. 1987 Functionality of oil seed and legume protein. AOCS. New Orleans
- Muchtadi, T.R, Purwiyanto dan A, Basuki, 1988. Teknologi Pemasakan Ekstrusi. PAU. Pangan dan Gizi. IPB. Bogor
- Murniyati, A. S dan Sunarman. 2000. Pendinginan, Pembekuan, dan Pengawetan Ikan. Kanisius. Yogyakarta
- Myers, C. 1972. Functional Attributes of Protein Isolates. www.google.com diakses tanggal 3 Maret 2009
- Ortiz, Sara, E.M. And Cristina, Mara . A. 2000. Analysis of products, mechanism of reaction, and some functional properties of soy protein Hydrolysates. JAOCS vol 77 no 12
- Pigott, G.M dan B.W. Tucker, 1995. Seafoods Effect of Technology on Nutrition. Marcel Dekker Inc. New York
- Porcella SF, Raffel SJ, Schrupf ME, Schriefer ME, Dennis DT, Schwan TG. 2000. Serodiagnosis of louse-borne relapsing fever with glycerophosphodiester phosphodiesterase from borrelia recurrentis. J Clin Microbiol
- Purwaningsih.1995. Teknologi Pembekuan Udang. PT Penebar Swadaya. Jakarta
- Scuariatti, M. P, M.C Tomas and J.R Wagner. 2003. Influence of soybean protein isolates- phosphotidycholine interaction on the stability of oil in water emulsions. JAOCS vol 80 no 11
- Sudarmadji S., B. Haryono dan Suhardi. 1996. Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. Penerbit Liberty Yogyakarta.
- Soeparno. 1998. Ilmu dan Teknologi Daging. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Tambunan, P.R. 2001. Pengolahan udang dibalut tepung. www. Departemen Kelautan dan perikanan Republik Indonesia. 3 Maret 2007
- Trynham, T.L; Deland, J.M; A.L Carriquiry; L.A Johnson. 2007 Evaluation of Water Holding Capacity for Wheat-soy Flour Blends. AOCS. New Orleans
- Terrell, R.N, W.P. Staniec. 1975. Comparative functionality of soy protein used in commercial meat food product. The Griffith Laboratories. Chicago
- Wahyudi. 2003. Penerimaan dan Persiapan Bahan Baku Udang. www.google.com
- Wilding, D.M. 1974. Textured Proteins in Meats and Meat-like Prodsuts. JAOCS. Vol. 51
- Winarno, F. G. 1993. Pangan Gizi, Teknologi dan Konsumen. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. Hal. 34
- Winarno, F.G. 2002. Kimia Pangan dan Gizi. PT Gramedia Pustaka Umum. Jakarta

Yao, J.J, Tanteratarm, K And L.S Wei. 1990. Effect of maturation and storage on solubility, emulsion stability and gelation properties of isolated soy protein. JAOCS vol 62 no 12.

Yitnosumarto, S.1991. Percobaan, Perancangan Analisis dan Interpretasinya. PT.Gramedia Pustaka Utama. Jakarta

Yoon KS, Lee CM, Hufnagel LA. 1991. Textural and Microstruktral Properties of Frozn Fish Mince as Affected by The Addition of Nonfish Proteins and Sorbitol. Food Struct.

Lampiran 1. Prosedur pengujian

1. Kenaikan Berat (*weight gain*) (Benjakul, et al., 2008)

- Udang kupas belah segar ditimbang (a)
- Dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang berisi 400 ml larutan krioprotektan Na-alginat
- Direndam sambil diputar dengan *magnetic stirrer* selama 2 jam pada suhu 4⁰C menggunakan es curai
- Diangkat dan didiamkan selama 5 menit
- Ditimbang (b)
- Hitung nilai kenaikan berat

Nilai kenaikan berat (*weight gain*) dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\% \text{ kenaikan berat} = \frac{(b - a)}{a} \times 100$$

Dimana :

a = Berat awal sampel

b = berat sampel setelah proses perendaman.

2. Drip loss (Bigelow and Lee, 2007)

- Udang setelah direndam (*soaking*)
- Dikemas dengan plastik PE (*poly ethylen*)
- Dibekukan dengan suhu -30°C selama 4 jam
- Disimpan pada suhu -30°C selama 14 hari
- Dilelehkan (*thawing*) selama 16 jam pada suhu 4°C dalam refrigerator
- Ditimbang (c)
- Hitung nilai drip loss

Nilai *drip loss* dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

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

Dimana :

a = berat awal sampel sebelum perendaman (*soaking*)

b = berat sampel setelah proses perendaman

c = berat sampel setelah dicairkan

3. Cooking loss (Benjakul, et al., 2008)

- Udang beku
- Dilelehkan (*thawing*)
- Ditimbang (a)
- Dimasak (di oven) pada suhu 110°C selama 15 menit
- Didinginkan pada suhu ruang selama 1 menit
- Ditimbang (c)
- Hitung nilai *cooking loss*

Nilai *cooking loss* dapat dihitung dengan rumus :

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

Dimana :

- b = berat sampel setelah proses perendaman
- c = berat sampel setelah dimasak.

4. Water Holding Capacity (WHC) (Bigelow and Lee, 2007)

- ditimbang sampel seberat $0,3 \text{ gr} \pm 0,3 \text{ gr}$ (a)
- sampel dibungkus dengan 3 lembar kertas whatman No. 42 (timbangan)
- sampel dimasukkan dalam kuvet sentrifus 15 ml.
- kuvet sentrifus yang telah diisi timbel (sampel) dimasukkan ke dalam *Refrigerated Centrifuge* (Sartorius Sigma 3-18K, SS 34 rotor, *Thermo electroncorp.* Germany).
- disentrifuse dengan kecepatan $24.854 \times g$ (13000 rpm) selama 15 menit pada suhu 4°C .
- setelah disentrifus sampel ditimbang (b)
- hitung nilai persentase WHC

Nilai persentase WHC dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ WHC} = \frac{(a - b)}{a} \times 100$$

Dimana :

- a = berat sampel awal sebelum sentrifus
- b = berat setelah sentrifus

5. Uji Organoleptik (Soekarto, 1985)

- Sampel dinilai oleh panelis berdasarkan indera perasa, penciuman dan peraba panelis
- Diberikan *score* berdasarkan skala yang telah ditentukan pada kertas *scoring*.
- Dirutkan parameter yang terpenting sampai tidak penting berdasarkan penilaian panelis/responden.

- Diberikan komentar yang menunjang penelitian atau untuk perbaikan penelitian selanjutnya.

6. Scanning Electron Microscope (SEM) (Benjakul, *et al.*, 2008)

- Sampel daging udang segar
- Diiris dengan ukuran maksimal 9x9x9 mm
- Dimasukkan ke dalam larutan fiksasi *glutaraldehyde* 2% selama 2-3 jam pada suhu 4°C.
- Dicuci dengan larutan buffer posfat pH 7,4 sebanyak 3 kali selama 5 menit pada suhu 4°C
- Diganti dengan larutan post fiksasi *Osmic Acid* 1% selama 1-2 jam pada suhu 4°C
- Dicuci kembali dengan larutan buffer posfat pH 7,4 sebanyak 3 kali selama 5 menit pada suhu 4°C.
- Didehidrasi dengan alkohol secara bertingkat : 30%, 50%, 70%, 80%, 90% absolut sebanyak 2x, masing-masing selama 15-20 menit. Dehidrasi 30 – 70 % dilakukan pada suhu 4°C, sedangkan dehidrasi alkohol 80% absolut dilakukan pada suhu ruang.
- Diganti dengan amil acetate absolut (sebagai pengawet sampai menunggu waktu pengeringan).
- Dikeringkan dengan alat *Critical Point Drying* (CPD)
- Dilakukan penempelan pada *stub* (*holder*) dengan menggunakan lem khusus.
- Pelapisan dengan alat Vacuum Evaporator dan bahan pelapisnya adalah emas murni atau karbon
- Sampel siap diamati dan dipotret pada SEM (*Scanning Electron Microscopy*).

7. Kadar Air (Sudarmadji, *dkk.*, 2006)

- Botol timbang bersih dikeringkan dalam oven bersuhu 105°C selama semalam
- Dinginkan dalam desikator selama 15 menit – 30 menit, kemudian ditimbang
- 2 gram sampel (mi basah) dimasukkan dalam botol timbang dan dioven semalam
- Dinginkan dalam desikator selama 15 – 30 menit
- Timbang botol timbang dan sampel, hitung kadar air

Nilai kadar air dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ kadar air} = \frac{(a + b) - c}{b} \times 100\%$$

Dimana :

- a = berat botol timbang
- b = berat awal sampel
- c = berat akhir sampel

8. Kadar Abu (Sudarmadji, *dkk.*, 2006)

- Cawan porselin dikeringkan dalam oven (T=105°C, t=24 jam)
- Masukkan desikator 15 – 30 menit dan timbang beratnya
- Masukkan sampel sebangak 1 gram
- Masukkan dalam *muffle* (T=650°C) sampai terabukan seluruhnya
- Masukkan desikator dan timbang beratnya
- Hitung besarnya kadar abu

Jumlah kadar abu dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ kadar abu} = \frac{b - c}{a} \times 100$$

Dimana :

- a = berat sampel
- b = berat akhir cawan porselin yang berisi sampel setelah dipanaskan
- c = berat cawan porselin

9. Kadar Protein (Apriyantono, *et al.*, 1989)

- 1 gram sampel halus dalam laabu destruksi dicampur H₂SO₄ pekat 15 ml dan tablet kjeldhal
- Panaskan sampai bening dan dinginkan
- Tambahkan aquadest 60 ml dan indikator PP
- Tambahkan NaOH sampai alkali dan didestilasi
- Tampung destilat pada erlenmeyer dalam suasana asam lemah (H₃BO₃ 3 % dan indikator methyl orange)
- Titrasi dengan asam klorida dan hitung kadar protein

Kadar protein dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ kadar protein} = \frac{(V_1 - V_2) \times N_1 \times 14 \times 6,25}{1000 \times W} \times 100$$

Dimana :

- V₁ = volume titrasi sampel (ml)
- V₂ = volume titrasi blanko (ml)
- N₁ = konsentrasi H₂SO₄ (N)
- W = berat sampel (gr)

10. Kadar Lemak (Sudarmadji, *dkk.*, 2006)

- 2 gram sampel kering halus dibungkus kertas saring
- Masukkan pada *sample tube* dan alirkan air pendingin
- Ekstraksi 3 – 4 jam
- Keringkan sampel dalam oven T=105°C) sampai berat konstan
- Hitung kadar lemak

Kadar lemak dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ kadar lemak} = \frac{(a + b) - c}{a} \times 100$$

Dimana :

- a = berat sampel
- b = berat kertas saring dan tali
- c = berat akhir (kertas saring dan tali ditambah sampel)

11. Sodium Dodecyl Sulfate Polyacrylamide Gel Electroforesis (SDS PAGE)

(Benjakul, et al., 2008)

- 1 gram bahan (daging udang) dihaluskan dengan mortar pada suhu 4°C menggunakan es batu dan *ice gel*
- Suspensi disaring dengan kertas saring, residu dalam erlenmeyer dicuci aquadest panas
- Residu pada kertas dipindahkan dalam erlenmeyer dan sisanya dicuci dengan NaOH mendidih sebanyak 200 ml
- Didihkan dengan pendingin balik
- Saring dengan kertas saring (W = n) dan cuci dengan K₂SO₄ 10 %
- Residu kertas saring dicuci aquadest panas dan dikeringkan sampai berat konstan
- Hitung kadar serat kasar bahan pangan

Lampiran 2. Hasil Analisa Data

- Weight Gain**

Total Weight gain (%)

ISP	KODE	a	b	c	total	Rerata	SD
0%	1	7.39	7.38	7.29	22.06	7.353333	0.055076
0.125%	2	12.23	12.18	12.16	36.57	12.19	0.036056
1.25%	3	15.37	15.36	15.43	46.16	15.38667	0.037859
1.875%	4	15.61	15.64	15.54	46.79	15.59667	0.051316
2.50%	5	10.67	10.67	10.6	31.94	10.64667	0.040415
kontrol	[ck]	0	0	0	183.52	0	0

FK	2245.306
JKT	142.788
JKP	142.7679
JKS	0.020067

ANOVA						
sk	db	JK	kt	f hit	F5%	F1%
P	4	149.6699	37.41748	323.6058	3.48	5.99
S	10	1.156267	0.115627			
T	14	150.8262				

SED	0.160296
BNT 5%	0.35714
BNT 1%	0.507978

Tabel BNT							
Rerata Perlakuan	1	5	2	3	4	notasi	
7.35	7.35	10.65	12.19	15.39	15.6		

1		0				a
5		3.3	0			b
2		4.84	1.54	0		c
3		8.04	4.74	3.2	0	d
4		8.25	4.95	3.41	0.21	d

• Drip Loss

Drip loss (%)								
STPPP	ISP	KODE	a	b	c	Total	Rerata	SD
1.90%	0%	1	-7.64	-7.57	-7.65	-22.86	-7.62	0.043589
	0.625%	2	-6.88	-6.79	-6.86	-20.53	-6.84333	0.047258
	1.25%	3	-9.24	-9.23	-9.32	-27.79	-9.26333	0.049329
	1.875%	4	-11.82	-11.9	-11.81	-35.53	-11.8433	0.049329
	2.50%	5	-7.51	-7.58	-7.48	-22.57	-7.52333	0.051316
	kontrol	CKO	5.802	5.55086	5.80853	17.16139	5.720463	0.146917
					-112.119			

Fk	698.3657
JKT	562.582
JKP	562.5155
JKS	0.066436

ANOVA						
sk	db	JK	kt	f hit	F5%	F1%
P	5	562.5155	112.5031	20320.89	3.11	5.06
S	12	0.066436	0.005536			
T	17	562.582				

SED	0.035076
BNT 5%	0.07643
BNT 1%	0.107156

Tabel BNT							
rerata perlakuan	4	3	1	5	2	[ck]	notasi
	-11.84	-11.84	-9.26	-7.62	-7.52	-6.48	5.72

4	-9.26							a
3	-7.62	0						b
1	-7.52	2.58	0					bc
5	-6.48	4.22	1.64	0				bc
2	5.72	4.32	1.74	0.1	0			c
[ck]		5.36	2.78	1.14	1.04	0		d
		17.56	14.98	13.34	13.24	12.2	0	

• **Cooking Loss**

Cooking loss (%)								
STPPP	ISP	KODE	a	b	c	Total	Rerata	SD
1.90%	0%	1	6.72	6.72	6.66	20.1	6.7	0.034641
	0.625%	2	4.39	4.39	4.33	13.11	4.37	0.034641
	1.25%	3	4.55	4.46	4.46	13.47	4.49	0.051962
	1.875%	4	3.7	3.62	3.7	11.02	3.673333	0.046188
	2.50%	5	4.68	4.64	4.71	14.03	4.676667	0.035119
	kontrol	CKO	38.598	39.902	38.577	117.077	39.02567	0.759
					188.807			

Fk	1980.449
JKT	2948.263
JKP	2947.094
JKS	1.169094

ANOVA						
sk	db	JK	kt	f hit	F5%	F1%
P	5	2947.094	589.4187	6050.005	3.11	5.06
S	12	1.169094	0.097425			
T	17	2948.263				

SED	0.147139
BNT 5%	0.320616
BNT 1%	0.44951

Tabel BNT								
rerata perlakuan		4	2	3	5	1	[ck]	notasi
		3.67	4.37	4.49	4.68	6.7	39.03	
4	3.67	0						a
2	4.37	0.7	0					ab
3	4.49	0.82	0.12	0				ab
5	4.68	1.01	0.31	0.19	0			ab
1	6.7	3.03	2.33	2.21	2.02	0		b
[ck]	39.03	35.36	34.66	34.54	34.35	32.33	0	c

• WHC

WHC								
STPPP	ISP	KODE	a	b	c	Total	Rerata	SD
	0%	1	34.41	34.41	34.37	103.19	34.39667	0.023094
	0.625%	2	33.38	33.36	33.5	100.24	33.41333	0.075719
	1.25%	3	29.11	29.11	29.06	87.28	29.09333	0.028868
	1.875%	4	27.61	27.61	27.56	82.78	27.59333	0.028868
1.90%	2.50%	5	34.12	34.17	34.12	102.41	34.13667	0.028868
	Kontrol	CK0	31.84	31.555	31.612	95.007	31.669	0.150808
						570.907		

Fk	18107.49
JKT	119.4735
JKP	119.4105
JKS	0.063019

ANOVA						
sk	db	JK	kt	f hit	F5%	F1%

P	5	119.4105	23.8821	4547.576	3.11	5.06
S	12	0.063019	0.005252			
T	17	119.4735				

SED	0.034162
BNT 5%	0.074438
BNT 1%	0.104364

Tabel BNT								
rerata perlakuan		4	3	[ck]	2	5	1	notasi
		27.59	29.09	31.67	33.41	34.14	34.4	
4	27.59	0						a
3	29.09	1.5	0					b
[ck]	31.67	4.08	2.58	0				c
2	33.41	5.82	4.32	1.74	0			d
5	34.14	6.55	5.05	2.47	0.73	0		d
1	34.4	6.81	5.31	2.73	0.99	0.26	0	d

• **Kadar Lemak**

Kadar Lemak									
STPPP	ISP	KODE	a	b	c	total	Rerata	SD	
			1.78						
	0%	1	1.8	1.83	1.87	5.48	1.826667	0.045092	
	0.625%	2	1.8	1.84	1.82	5.46	1.82	0.02	
	1.25%	3	1.78	1.79	1.83	5.42	1.806667	0.020817	
	1.875%	4	1.77	1.82	1.8	5.4	1.8	0.02	
1.90%	2.50%	5		1.8	1.82	5.39	1.796667	0.025166	
	kontrol	CKO	1.8	1.87	1.88	5.55	1.85	0.043589	
						32.7			

FK	59.405
JKT	0.0176
JKP	0.006
JKS	0.0116

ANOVA						
sk	db	JK	kt	f hit	F5%	F1%
P	5	0.006	0.0012	1.241379	3.11	5.06
S	12	0.0116	0.000967			
T	17	0.0176				

• **Kadar Air**

kadar air								
STPPP	ISP	KODE	a	b	c	total	Rerata	SD
1.90%	0%	1	79.54	79.6	79.57	238.71	79.57	0.03
	0.625%	2	80.05	80.03	80.12	240.2	80.06667	0.047258
	1.25%	3	80.18	80.15	80.2	240.53	80.17667	0.025166
	1.875%	4	79.71	81.28	81.3	242.29	80.76333	0.912268
	2.50%	5	81.3	81.34	81.4	244.04	81.34667	0.050332
	kontrol	CKO	79.56	79.61	79.58	238.75	79.58333	0.025166
						1444.52		

FK	115924.3
JKT	8.914378
JKP	7.236044
JKS	1.678333

ANOVA						
sk	db	JK	kt	f hit	F5%	F1%
P	5	7.236044	1.447209	10.34747	3.11	5.06
S	12	1.678333	0.139861			
T	17	8.914378				

SED	0.176296
BNT 5%	0.384149
BNT 1%	0.538584

rerata perlakuan		1	[ck]	2	3	4	5	notasi
		79.57	79.58	80.07	80.18	80.76	81.35	
1	79.57	0						a
[ck]	79.58	0.01	0					a
2	80.07	0.5	0.49	0				b
3	80.18	0.61	0.6	0.11	0			bc
4	80.76	1.19	1.18	0.69	0.58	0		d
5	81.35	1.78	81.35	1.28	1.17	0.59	0	d

• **Kadar Protein**

STPPP	ISP	KODE	a	b	c	total	Rerata	SD
	0%	1	15.82	15.81	15.72	47.35	15.78333	0.055076
	0.625%	2	16.61	16.68	16.6	49.89	16.63	0.043589
	1.25%	3	16.64	16.68	16.59	49.91	16.63667	0.045092
	1.875%	4	17.13	17.21	17.18	51.52	17.17333	0.040415
1.90%	2.50%	5	17.93	17.83	17.84	53.6	17.86667	0.055076
	kontrol	CKO	15.89	15.78	15.82	47.49	15.83	0.055678
						299.76		

FK	4992.003
JKT	9.564
JKP	9.534533
JKS	0.029467

sk	db	JK	kt	f hit	F5%	F1%
P	5	9.534533	1.906907	776.5683	3.11	5.06
S	12	0.029467	0.002456			
T	17	9.564				

SED	0.02336
BNT 5%	0.050901
BNT 1%	0.071364

Tabel BNT

rerata perlakuan		1	[ck]	2	3	4	5	notasi
		15.78	15.83	16.63	16.64	17.17	17.87	
1	15.78	0						a
[ck]	15.83	0.05	0					a
2	16.63	0.85	0.8	0				b
3	16.64	0.86	0.81	0.01	0			b
4	17.17	1.39	1.34	0.54	0.53	0		c
5	17.87	2.09	2.04	1.24	1.23	0.7	0	d

• **Kadar Abu**

kadar abu								
STPPP	ISP	KODE	a	b	c	total	Rerata	SD
	0%	1	1.375	1.374	1.372	4.121	1.373667	0.001528
	0.625%	2	1.371	1.372	1.373	4.116	1.372	0.001
	1.25%	3	1.373	1.369	1.374	4.116	1.372	0.002646
	1.875%	4	1.371	1.37	1.373	4.114	1.371333	0.001528
1.90%	2.50%	5	1.373	1.371	1.371	4.115	1.371667	0.001155
	kontrol	CKO	1.39	1.41	1.34	4.14	1.38	0.036056
						24.722		

FK	33.95429
JKT	0.002792
JKP	0.000164
JKS	0.002628

ANOVA						
sk	db	JK	kt	f hit	F5%	F1%
P	5	0.000164	3.29E-05	0.150178	3.11	5.06
S	12	0.002628	0.000219			
T	17	0.002792				

• **Kadar Karbohidrat**

KADAR KARBOHIDRAT					
% ISP	Perlakuan	Ulangan	Total	Rerata	Standar

		1	2	3			Deviasi
0%	A	1.480	1.360	1.070	3.910	1.303	0.211
0.625%	B	0.110	0.090	0.090	0.290	0.097	0.012
1.25%	C	0.007	0.011	0.006	0.024	0.008	0.003
1.875%	D	0.009	0.010	0.010	0.029	0.010	0.001
2.50%	E	0.009	0.007	0.006	0.022	0.007	0.001
kontrol	CK	1.359	1.327	1.377	4.063	1.354	0.025

FK	3.862
JK TOTAL	6.856
JK PERLAKUAN	6.765
JK GALAT	0.090

ANOVA						
SK	db	JK	KT	Fhitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	5	6.765	1.353	179.544	3.110	5.060
Galat	12	0.090	0.008			
Total	17	6.856				

SED	0.040923
BNT 5%	0.089172
BNT 1%	0.12502

Tabel BNT							
rerata perlakuan	[ck]	1	2	4	3	5	notasi
[ck]	1.354						
1	1.354	0	1.303				a
2	1.303	-0.051	0	0.09			a
4	0.09	-1.264	-1.213	0	0.01		a
3	0.01	-1.344	-1.293	-0.08	0	0.008	a
5	0.008	-1.346	-1.295	-0.082	-0.002	0	a
	0.007	-1.347	-1.296	-0.083	-0.003	-0.001	0

Lampiran 3. Analisa Data Organoleptik

- Warna**

Warna							
Panelis	Sampel	ISP	ISP	ISP	ISP	CK	Total
	ISP 0%	0.625%	1.25%	1.875%	2.5%		
1	7	8	6	7	8	6	42
2	6	6	6	7	7	3	35
3	5	5	6	7	6	4	33
4	6	7	7	7	8	5	40
5	7	9	8	8	7	5	44
6	8	7	8	7	8	4	42
7	5	5	6	6	6	5	33
8	7	7	8	7	7	7	43
9	6	7	7	8	7	6	41
10	7	7	8	9	9	4	44
11	5	3	5	5	6	5	29
12	6	7	6	7	7	3	36
13	7	5	7	8	7	4	38
14	6	7	6	6	7	5	37
15	6	7	6	6	5	3	33
16	7	7	7	7	7	4	39
17	5	4	5	6	6	2	28
18	7	8	8	9	8	4	44
19	7	8	8	8	9	4	44
20	5	6	6	8	7	5	37
jumlah	125	130	134	143	142	88	762
rerata	6.25	6.5	6.7	7.15	7.1	4.4	

Fk	4838.700
JKT	247.300
JKP	103.200
JKS	144.100

anova						
P	5	103.2	20.64	16.3287	2.3	3.2
S	114	144.1	1.26404			
T	119	247.300				

UJI BNT	
t (0,05/114)	1.980
t (0,01/114)	2.630
BNT 0,05	0.704
BNT 0,01	0.935

Perlakuan		4	5	3	2	1	[ck]	Notasi
		7.15	7.1	6.7	6.5	6.25	4.4	
4	7.15	0.000	-	-	-	-	-	a
3	7.1	0.050	0.000	-	-	-	-	a
2	6.7	0.450	0.400	0.000	-	-	-	a
1	6.5	0.650	0.600	0.200	0.000	-	-	a
5	6.25	0.900	0.850	0.450	0.250	0.000	-	ab
[ck]	4.4	2.750	2.700	2.300	2.100	1.850	0.000	b

• Aroma

Aroma

Panelis	Aroma						Total
	ISP 0%	ISP 0.625%	ISP 1.25%	ISP 1.875%	ISP 2.5%	CK	
1	7	7	8	6	9	6	43
2	7	8	6	7	8	4	40
3	8	7	7	6	7	8	43
4	7	8	7	9	8	7	46
5	5	7	6	7	8	8	41
6	6	7	7	7	8	6	41
7	6	7	7	8	7	5	40
8	7	7	7	9	7	4	41
9	8	6	7	7	6	6	40
10	7	8	8	8	7	6	44
11	6	7	7	5	6	7	38
12	8	6	8	8	7	8	45
13	8	7	8	6	6	7	42
14	6	6	7	7	7	7	40
15	5	5	5	6	5	3	29
16	7	5	6	5	4	7	34
17	7	8	8	8	7	7	45
18	7	5	6	7	7	8	40
19	5	8	8	6	7	4	38
20	6	6	4	8	7	8	39
Jumlah	133	135	137	140	138	126	809
rerata	6.65	6.75	6.85	7	6.9	6.3	

Fk	5454.008
JKT	162.992
JKP	6.142
JKS	156.850

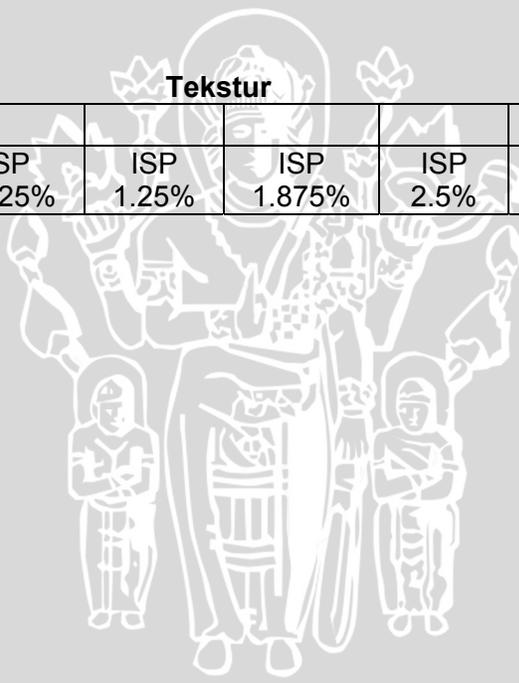
anova

P	5	6.14167	1.22833	0.89276	2.3	3.2
S	114	156.85	1.37588			
T	119	162.992				

- **Tekstur**

Tekstur

Panelis	Sampel						Total
	ISP 0%	ISP 0.625%	ISP 1.25%	ISP 1.875%	ISP 2.5%	CK	



1	9	9	7	7	9	7	48
2	6	8	7	8	7	4	40
3	7	6	6	8	6	4	37
4	5	7	8	8	6	3	37
5	9	7	8	7	7	2	40
6	7	8	7	7	6	5	40
7	8	8	8	9	9	8	50
8	5	7	7	8	8	7	42
9	7	7	7	7	7	6	41
10	5	7	7	6	7	6	38
11	7	7	7	8	6	4	26
12	7	7	6	5	7	4	36
13	3	4	5	7	7	3	29
14	5	7	7	6	8	7	38
15	6	4	6	6	6	2	30
16	6	5	5	4	5	7	32
17	5	7	7	8	7	6	40
18	5	5	5	4	5	2	39
19	6	6	8	7	7	4	38
20	5	7	7	8	7	6	40
Jumlah	123	133	135	138	137	97	761
rerata	6.15	6.65	6.75	6.9	6.85	4.85	

Fk	4826.008
JKT	306.992
JKP	87.242
JKS	219.750

anova

P	5	87.2417	17.4483	9.0517	2.3	3.2
S	114	219.75	1.92763			
T	119	306.992				

UJI BNT	
t (0,05/114)	1.980
t (0,01/114)	2.630

BNT 0,05	0.869
BNT 0,01	1.155

Perlakuan		4	5	3	2	1	[ck]	Notasi
		6.9	6.85	6.75	6.65	6.6	4.85	
4	6.9	0.000	-	-	-	-	-	a
3	6.85	0.050	0.000	-	-	-	-	a
2	6.75	0.150	0.100	0.000	-	-	-	a
1	6.65	0.250	0.200	0.100	0.000	-	-	a
5	6.6	0.300	0.250	0.150	0.050	0.000	-	a
[ck]	4.85	2.050	2.000	1.900	1.800	1.750	0.000	b

Lampiran 4. Prosedur Penelitian

PROSEDUR PENELITIAN

