

**PENGARUH PEMASAKAN TERHADAP KANDUNGAN FORMALIN
PINDANG IKAN LAYANG (*Decapterus sp.*).**

**LAPORAN SKRIPSI
TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN**

Oleh

ATHOK MAULANA

0210833002

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
FAKULTAS PERIKANAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2007**



RINGKASAN

ATHOK MAULANA. 0210833002. Pengaruh Pemasakan Terhadap Kandungan Formalin Pindang ikan Layang (*Decapterus sp.*) dibawah bimbingan **Ir. Kartini Zaelanie, MS dan Ir. Hartati Kartika N., MS.**

Ikan pindang merupakan hasil olahan yang cukup populer di Indonesia. Dalam urutan hasil olahan tradisional, ikan pindang menduduki tempat kedua setelah ikan asin. Dilihat sudut program peningkatan konsumsi protein masyarakat, ikan pindang mempunyai prospek yang lebih baik daripada ikan asin, hal ini mengingat ikan pindang mempunyai citarasa yang lebih lezat dan tidak begitu asin jika dibandingkan dengan ikan asin, sehingga dapat dimakan dengan jumlah yang lebih banyak

Proses pembuatan ikan pindang, formalin akan bereaksi dengan protein, hal ini disebabkan karena formalin memiliki unsur aldehida yang bersifat mudah bereaksi dengan protein ikan pindang, formalin akan mengikat unsur protein ikan pindang mulai dari bagian permukaan ikan (kolagen) hingga terus meresap kedalamnya. Setelah protein terikat unsur kimia dari formalin, bila ditekan maka akan terasa lebih padat, selain itu ikan pindang akan menjadi lebih awet. ditambahkan oleh Abe *et. all.*, (2003) bahwa, ikatan silang formalin pada jaringan protein, asam nukleat dan polisakarida akan membentuk ikatan methylen yang stabil dan irreversibel.

Fakta di lapang menunjukkan penggunaan formalin pada ikan dan produk perikanan sudah banyak yang mengandung formalin sebagai pengawet makanan. dari hasil penelusuran ternyata 64,32 % mie basah; 33,45 % tahu; 26,36 % ikan basah dan ikan kering tidak memenuhi syarat kesehatan karena mengandung formalin (Fatimah, 2007). Berdasarkan penelitian terbaru dari Larasati (2006), Rata-rata kandungan ikan pindang yang beredar di pasar kota Malang pada bulan Agustus 2006 adalah sebesar 24,90 ppm.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan cara pemasakan yang lebih efektif yang dapat menurunkan kandungan formalin yaitu antara penggorengan dan pengukusan. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dan terdiri dari 2 Variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah metode pemasakan, sedangkan untuk variabel terikatnya meliputi kadar protein, kadar formalin, kadar air.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana dengan tiga perlakuan dan delapan kali ulangan. Pada perhitungan ANOVA jika hasilnya berbeda nyata dilanjutkan dengan uji BNT untuk menentukan perlakuan yang memberikan respon terbaik pada taraf 0.05 (derajat kepercayaan 5%). Pada penelitian ini digunakan analisa statistik dengan alat bantu *Genstat*.

Proses pemasakan seperti penggorengan dan pengukusan dapat mengurangi kadar formalin dalam daging ikan pindang. Penurunan formalin pada proses penggorengan dan pengukusan berturut-turut sebesar 23,71% dan 20,71%.

Disarankan untuk melakukan foto jaringan untuk mengetahui sejauh mana formalin masuk kedalam daging ikan pindang.

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kepada Allah SWT. yang telah memberikan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Perikanan (S.Pi.) pada Universitas Brawijaya Malang.

Dalam menyelesaikan laporan ini banyak pihak yang membantu, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ir. Sukoso, MSc. PhD. selaku Dekan Universitas Brawijaya Malang
2. Ir. Kartini Zaelanie, MS. Selaku Dosen Pembimbing I.
3. Ir. Hartati Kartikaningsih, MS. Selaku Dosen Pembimbing II.
4. Bapak dan Ibu (Drs. H. Abdurrohman Hasnawi dan Hj. Manu'ah), terimakasih atas segala hal, semoga Allah memberikan kesehatan dan kebahagiaan kepada Bapak dan Ibu.
5. Adik-adikku (Syarif Hidayatullah dan Tsalis Musthofa Al-Khuthoibi) yang menambah keceriaan dalam keluarga.
6. Seluruh Dosen dan staff Faperik UB.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan tetapi kami berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca. Amiin.

Malang, Agustus 2007

Penulis

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komposisi Kimia Ikan Layang	7
Tabel 2. Komposisi Kimia Pindang Ikan Layang	9
Tabel 3. Karakteristik Kimia Formalin	16
Tabel 4. Data Penelitian Pendahuluan	20
Tabel 5. Denah Percobaan	26
Tabel 6. Hasil Analisa Kadar Formalin	27
Tabel 7. Hasil Analisa Kadar Protein	30
Tabel 8. Presentase penurunan asam amino setelah pemasakan	33
Tabel 9. Hasil Analisa Kadar Air	33



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Proses pembuatan pindang ikan layang berformalin	40
Lampiran 2. Skema Proses Penelitian.....	41
Lampiran 3. Data Larutan Standar Formalin dan Kurva Baku Larutan Standar	42
Lampiran 4 Preparasi Sampel dan Prosedur Analisa Kuantitatif Formalin	43
Lampiran 5. Analisa Kadar Protein.....	44
Lampiran 6. Analysis of Variance Formalin	45
Lampiran 7. Analysis of Variance Protein.....	47
Lampiran 8. Analysis of Variance Air.....	49
Lampiran 9. Cara Penghitungan Kadar Asam Amino dan Presentase Penurunan Asam Amino	51



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Ikan layang	7
Gambar 2. Struktur Daging Ikan.....	14
Gambar 3. Reaksi Formaldehid dengan Protein	15
Gambar 4. Proses Pembuatan Pindang Ikan Layang	22
Gambar 5. Prosedur Penelitian.....	22
Gambar 6. Grafik Kadar Formalin Pindang Ikan Layang Sebelum dan Sesudah Pemasakan.....	29
Gambar 7. Grafik Persentase Kadar Formalin Pindang Ikan Layang Setelah Mengalami Pemasakan.....	30
Gambar 8. Grafik Kadar Protein Pindang Ikan Layang Sebelum dan Sesudah Pemasakan	21
Gambar 9. Grafik Persentase Kadar Protein Pindang Ikan Layang Setelah Mengalami Pemasakan.....	32
Gambar 10. Grafik Kadar Air Pindang Ikan Layang Sebelum dan Sesudah Pemasakan.....	34
Gambar 11. Grafik Persentase Kadar Air Pindang Ikan Layang Setelah Mengalami Pemasakan.....	35

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada akhir tahun 2005 dan awal tahun 2006 masyarakat dikejutkan oleh berita yang menghebohkan yaitu ditemukannya bahan pengawet mayat (formalin) pada makanan. Salah satu bahan makanan yang mengandung formalin adalah ikan pindang, padahal formalin merupakan bahan yang berbahaya bagi tubuh dan tidak diperbolehkan sebagai bahan pengawet makanan. Pemindangan adalah salah satu cara pengawetan ikan yang merupakan kombinasi dari penggaraman dan perebusan (Soeseno,1991). Biasanya para pengolah ikan pindang menambahkan formalin saat melakukan perebusan. Faktor yang menyebabkan maraknya penggunaan formalin sebagai bahan pengawet adalah faktor ekonomis, disamping dapat menekan biaya produksi, penggunaan formalin juga dapat memperbaiki tekstur dan memperpanjang masa simpan ikan pindang.

Penggunaan formalin untuk mengawetkan makanan sesungguhnya telah dilarang sejak Tahun 1982. Hal ini dikuatkan dengan Undang-Undang No. 7/1996 tentang perlindungan pangan. Pada tahun 2005, pengawasan terhadap penggunaan formalin telah dilakukan kepada pelaku usaha dibidang perikanan yaitu dengan melakukan pemasangan dan penempelan stiker tentang pelarangan bahan kimia berbahaya, kemudian bekerjasama dengan Polisi Republik Indonesia dalam melakukan sosialisasi tentang Undang-undang Republik Indonesia No. 31 Tahun 2004 tentang perikanan (Anonymous, 2003).

Berdasarkan penelitian dari Rachmawati (2006), Larasati (2006) dan Kholilah (2006), memperlihatkan 45 sampel ikan segar, ikan pindang dan ikan asin yang beredar di Malang positif mengandung formalin. Rata-rata kandungan ikan pindang yang beredar di pasar kota Malang pada bulan Agustus 2006 adalah sebesar 24,90 ppm.

Formalin merupakan larutan komersial dengan konsentrasi 10-40% dari formaldehid. Bahan ini biasanya digunakan sebagai antiseptik, germisida dan pengawet. Formalin mempunyai banyak nama, diantaranya adalah: *Formol, Morbucid, Methanal, Formic aldehyde, Methyl oxide, Oxymethylene, Methylene aldehyde, Oxomethane, Formoform, Formalith, Kersan, Methylene glycol, Paraforin, Polyoxymethylene glycols, Superlysoform, Tetraoxymethylene, Trioxane* (Judarwanto, 2006).

Pemakaian formalin pada ikan sebenarnya sudah berlangsung lama saat kenaikan bahan bakar minyak (BBM) tahun 1995 dan sampai sekarang diperkirakan masih dilakukan oleh nelayan, pedagang maupun pengolah ikan walaupun secara sembunyi-sembunyi. Disamping itu adanya asumsi dari para pakar keamanan pangan yang menyatakan bahwa dengan adanya pemasakan pada produk perikanan berformalin akan dapat mengurangi kadar formalin dari produk tersebut (Nurachman, 2006), sedangkan menurut Abe *et. al.*, (2003), ikatan silang formalin pada jaringan protein, asam nukleat dan polisakarida akan membentuk ikatan methylen yang stabil dan *irreversibel*.

Adanya ikan berformalin ini juga menimbulkan pro dan kontra tentang keamanan pangan terkait jumlah formalin dalam bahan pangan. Menurut Yuswanto (2006), formalin di makanan tidak berbahaya karena, proses metabolisme formalin yang masuk ke tubuh manusia sangat cepat. Tubuh manusia akan mengubah formalin menjadi CO₂ dan air seni dalam waktu 1,5 menit. Secara alami, setiap liter darah manusia mengandung formalin 3 mililiter. Formalin yang masuk bersama makanan akan didegradasi menjadi CO₂ dan dibuang melalui alat pernapasan. Jadi, meski formalin dikonsumsi dalam jangka waktu yang cukup lama, tidak akan terjadi proses akumulasi dan menyebabkan toksifikasi. Informasi yang berkembang di masyarakat salah. Sebab, baru dalam dosis besar yakni sekitar 6 gram, formalin akan memunculkan efek negatif bagi tubuh manusia. Nurachman

(2005a) mengatakan bahwa, makanan berformalin akan beracun jika didalamnya mengandung sisa formaldehid bebas. Sisa formaldehid bebas (yang tidak bereaksi) hampir selalu ada dan sulit dikendalikan. Oleh sebab itu formalin untuk pengawet makanan tidak dianjurkan karena sangat beresiko.

Proses pemasakan ikan menggunakan panas, biasanya dilakukan dengan penggorengan dan pengukusan. Penggorengan merupakan suatu proses untuk memasak bahan pangan dengan menggunakan minyak atau lemak (Ketaren, 1986), sedangkan pengukusan merupakan pemanasan dengan menggunakan uap panas untuk mematangkan bahan (Moeljanto, 1982), Sampai saat ini belum diketahui seberapa besar pengaruh proses penggorengan dan pengukusan terhadap kadar akhir dari formalin yang terdapat pada ikan pindang, oleh karena itu diperlukan penelitian mengenai kandungan akhir formalin setelah mengalami proses pemasakan seperti penggorengan dan pengukusan khususnya pada produk-produk hasil perikanan.

1.2 Perumusan Masalah

Pindang ikan merupakan bahan pangan yang mudah rusak, oleh sebab itu memerlukan pengolahan untuk memperpanjang daya awetnya, salah satunya dengan menggunakan bahan tambahan makanan. Saat ini penggunaan bahan tambahan makanan sering terjadi penyelewengan yaitu dengan menggunakan formalin yang umumnya digunakan sebagai pengawet mayat dan berbahaya bagi tubuh. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan Indonesia, penggunaan formalin pada ikan dan hasil laut menempati tingkat teratas, yakni 66% dari total 786 sampel. Sementara tahu dan bakso 16% dan 15%.

Proses pembuatan ikan pindang, formalin akan bereaksi dengan protein, hal ini disebabkan karena formalin memiliki unsur aldehida yang bersifat mudah bereaksi dengan protein ikan pindang, formalin akan mengikat unsur protein ikan pindang mulai dari bagian permukaan ikan (kolagen) hingga terus meresap ke dalamnya. Setelah protein terikat unsur kimia dari formalin, bila ditekan maka akan terasa lebih padat, selain itu ikan pindang akan menjadi lebih awet. Menurut Kiernan (2000), sejumlah aldehid dapat bereaksi dengan Nitrogen dan beberapa atom lain atau dengan dua protein jika berdekatan, sehingga membentuk ikatan silang $-CH_2-$ yang disebut *Jembatan Methylene*. Ditambahkan oleh Abe *et. al.*, (2003), ikatan silang formalin pada jaringan protein, asam nukleat dan polisakarida akan membentuk ikatan methylen yang lebih stabil dan irreversibel, oleh sebab itu formalin lebih sukar dihilangkan.

Makanan berformalin akan beracun jika didalamnya mengandung sisa formaldehid bebas. sisa formaldehid bebas (yang tidak bereaksi) hampir selalu ada dan sulit dikendalikan. Oleh sebab itu formalin untuk pengawet makanan tidak dianjurkan karena sangat beresiko. Cara sederhana untuk menghilangkan sisa formaldehid bebas adalah dengan penguapan sampai kering (diatas 100^0 C) (Nurachman, 2005). Diantara pengolahan yang menggunakan suhu diatas 100^0 C adalah penggorengan dan pengukusan.

Berdasarkan uraian tersebut diatas, permasalahan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah: apakah penggorengan dan pengukusan dapat mengurangi kandungan formalin yang terdapat dalam daging pindang ikan layang.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggorengan dan pengukusan terhadap kandungan formalin dalam pindang ikan layang.

1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini adalah:

- Memberikan informasi kepada masyarakat tentang ada atau tidaknya pengaruh penggorengan dan pengukusan terhadap kandungan formalin pada pindang ikan layang berformalin.
- Memberikan informasi kepada lembaga untuk digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk melakukan penelitian selanjutnya.

1.5 Hipotesis

Diduga proses penggorengan dan pengukusan berpengaruh terhadap kadar formalin yang terdapat pada pindang ikan layang dibandingkan dengan kontrol.

1.6 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Ilmu – Ilmu Perairan Universitas Brawijaya Malang pada bulan Oktober 2006 dan Laboratorium Sentral Ilmu dan Teknologi Pangan Universitas Brawijaya Malang pada bulan November 2006.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Ikan Layang (*Decapterus sp*)

Menurut Saanin (1984), klasifikasi ikan layang adalah sebagai berikut:

Phylum	: Chordata
Sub Phylum	: Vertebrata
Klas	: Pisces
Sub Klas	: Teleostei
Ordo	: Percomorphii
Sub Ordo	: Percoidea
Family	: Carangidae
Genus	: <i>Decapterus</i>
Spesies	: <i>Decapterus sp.</i>

Ikan layang (*Decapterus sp*) merupakan jenis ikan pelagis kecil, ikan jenis ini memiliki sirip kecil (*finlet*) antara sirip anal dan sirip ekor (Saanin, 1984). Menurut Djatikusumo (1977), ikan layang disebut *Decapterus sp*, bersifat pelagis dan hidupnya berkelompok serta menyukai perairan yang jernih. Jenis makanannya adalah zooplankton. Ikan layang mempunyai saraf pendengaran dan penglihatan yang baik sebagai pendukung gerakannya yang aktif sebagai jenis ikan perenang. Daerah penyebaran ikan layang sangat luas, yaitu daerah perairan tropis dan sub tropis. Di Indonesia ikan ini tersebar luas, daerah penyebarannya adalah Laut Jawa, Pantai Selatan Jawa, Laut Flores dan Laut Arafuru. Morfologi ikan layang (*Decapterus sp*) ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Ikan Layang (*Decapterus sp.*)

Ikan banyak mengandung unsur organik dan anorganik, yang banyak diantaranya sangat berguna bagi manusia. Komposisi unsur-unsur itu bervariasi menurut (a) jenis ikan, (b) umur, (c) jenis kelamin, (d) musim, (e) lingkungan hidup, terutama jumlah dan keadaan makanannya dan faktor-faktor lain (Murniyati dan Sunarman, 2000). Komposisi kimia ikan Layang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Ikan Layang

Kandungan Gizi Ikan Layang	Jumlah (%)
Protein (g)	22,0
Lemak (g)	1,7
Kalsium (mg)	50
Fosfor (mg)	150
Besi (mg)	2,0
Vitamin A (SI)	150
Vitamin B ₁ (mg)	0,05
Air (g)	84,0
Energi (kal)	109

Sumber : Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI (1981)

2.2. Pemindangan

Ikan pindang merupakan hasil olahan yang cukup populer di Indonesia. Dalam urutan hasil olahan tradisional, ikan pindang menduduki tempat kedua setelah ikan asin.

Dilihat sudut program peningkatan konsumsi protein masyarakat, ikan pindang

mempunyai prospek yang lebih baik daripada ikan asin, hal ini mengingat ikan pindang mempunyai citarasa yang lebih lezat dan tidak begitu asin jika dibandingkan dengan ikan asin, sehingga dapat dimakan dengan jumlah yang lebih banyak. Ikan pindang yang mudah diperoleh di pasar-pasar, mengandung protein tinggi. Selain itu, terdapat berbagai unsur mineral, vitamin A, dan asam lemak omega-3 yang sangat bermanfaat untuk menangkal berbagai penyakit degeneratif (Anonymous, 2004a).

Pemindangan adalah salah satu cara pengawetan ikan yang merupakan kombinasi dari penggaraman dan perebusan (Soeseno,1991). Tujuan dari proses pemindangan adalah untuk menghambat aktifitas atau membunuh bakteri pembusuk maupun aktifitas enzim. Menurut Murniyati dan Sunarman (2000), bahan mentah yang digunakan untuk pembuatan ikan pindang dapat berupa ikan basah (ikan segar). Daya awet ikan pindang ditentukan oleh faktor-faktor berikut: (1) Panas dan garam mengurangi kadar air pada daging ikan sehingga mengganggu kehidupan bakteri. (2) Panas membunuh bakteri secara langsung dan mengurangi aktivitas enzim. (3) Wadah (pembungkus) yang digunakan, melindungi ikan terhadap pengotoran dari luar (Afrianto dan Liviawaty, 1983).

Banyak sekali teknik pemindangan yang dilakukan para pemindang (tergantung pada daerah, jenis, ukuran ikan dan daerah pemasaran) namun secara garis besar dibedakan menjadi dua. Cara pemindangan yang pertama adalah pemindangan garam dan yang kedua adalah pemindangan air-garam (Anonymous, 1992).

Pemindangan mempunyai beberapa keuntungan, yaitu: (1) cara pengolahannya sederhana dan tidak memerlukan alat yang mahal, (2) hasilnya berupa produk matang yang dapat langsung dimakan tanpa perlu dimasak terlebih dahulu, (3) rasanya cocok dengan selera masyarakat Indonesia pada umumnya, (4) dapat dimakan dalam jumlah

yang relatif banyak, sehingga sumbangan proteinnya cukup besar bagi perbaikan gizi masyarakat (Anonymous, 2004b).

Kelemahan ikan pindang menurut Afrianto dan Liviawaty (1989), yaitu: (1) daya awet ikan pindang relatif rendah, terutama bila dibandingkan dengan ikan asin, karena kadar cairan dalam tubuh ikan pindang masih terlalu banyak, yaitu sebesar 60 %, sehingga bakteri pembusuk dan mikroorganisme lain masih dapat tumbuh dengan baik, (2) ikan pindang umumnya masih dihasilkan oleh industri rumah tangga yang sebagian besar berupa skala usaha kecil dengan tingkat keterampilan yang hanya diperoleh secara turun temurun, (3) dalam pembuatan ikan pindang kurang memperhatikan faktor sanitasi maupun hygiene, sehingga mutu dan daya awet ikan pindang yang dihasilkan akan terpengaruh. Komposisi kimia pindang ikan Layang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Kimia Pindang Ikan Layang

Kandungan Gizi Pindang Ikan Layang	Jumlah (%)
Protein (g %)	30,0
Lemak (g %)	2,8
Kalsium (mg %)	60
Fosfor (mg %)	200
Besi (mg %)	3,0
Vitamin A (SI/100 g)	200
Vitamin B ₁ (mg %)	0,07
Air (g %)	60
Energi (kal)	153

Sumber : Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI (1981)

Secara deskriptif ikan pindang yang bermutu baik mempunyai kriteria sebagai berikut: (1) Rupa dan warna: utuh, bersih tidak terdapat endapan lemak atau lainnya,

warna produk spesifik jenis, cemerlang, tidak terkapang dan berlendir. (2) Bau: Spesifik jenis produk, bau produk ikan rebus, bau gurih dan segar. (3) Rasa: gurih spesifik produk, tidak terasa rasa asin yang berlebihan dan keasinan merata. (4) Tekstur : kompak, padat, spesifik jenis produk, empuk, cukup kering dan tidak basah, kesat. (Anonymous, 2004).

2.3 Garam

Garam yang digunakan dalam proses perebusan adalah garam dapur. Garam untuk mengawet ikan sebaiknya memakai garam murni. Artinya garam yang sebanyak mungkin mengandung NaCl dan sekecil mungkin mengandung elemen-elemen berupa garam-garam $MgCl_2$, $CaCl_2$, $MgSO_4$ dan garam-garam lainnya (Murniyati dan Sunarman, 2000). Selain ditentukan oleh kadar NaCl, kecepatan penetrasi garam ke dalam tubuh ikan juga dipengaruhi oleh ukuran partikel (butiran) garam. Semakin halus butiran garam yang digunakan, semakin cepat pula penetrasi. Bila digunakan garam berukuran besar, proses penetrasi garam ke dalam tubuh ikan menjadi lambat sehingga sering timbul kerusakan pada tubuh ikan yang dipindang (Afrianto dan Liviawaty, 1989).

Menurut Hadiwiyoto (1993), sifat dari garam adalah sebagai berikut: (1) menyebabkan berkurangnya jumlah air dalam bahan pangan sehingga kadar air dan aktivitasnya rendah, (2) menyebabkan protein bahan dan protein mikroba terdenaturasi, (3) menyebabkan sel-sel mikroba menjadi pecah karena perbedaan tekanan osmosa dan (4) ion klorida yang ada pada garam dapur mempunyai daya toksisitas yang tinggi pada mikroba sehingga dapat memblokir sistem pernapasannya. Ditambahkan Moeljanto (1992), disamping mengakibatkan proses osmosis dengan sel daging ikan, larutan garam juga dapat menyebabkan proses osmosa pada sel-sel mikroorganisme sehingga terjadi plasmolisis (kadar air dalam sel bakteri berkurang, lama-kelamaan bakteri akan mati).

2.4 Perebusan

Perebusan dilakukan dalam larutan garam hingga suhu mencapai 103°C (Moedjiharto, 1996). Tujuan dari perebusan ini adalah untuk mematangkan bahan. Api yang digunakan dalam perebusan sebaiknya tidak terlalu besar agar seluruh bagian tubuh ikan menjadi benar-benar matang dan tidak hangus. Bila api terlalu besar, biasanya tubuh ikan bagian luar akan menjadi kering, sedangkan bagian dalam masih mentah (Afrianto dan Liviawaty, 1989). Menurut Djariah (1995), ikan pindang yang telah masak memiliki ciri-ciri sebagai berikut: mata berwarna putih susu, sisik merenggang, tubuh menyusut hingga sambungan kepala dan badan sedikit menonjol serta tercium aroma yang sedap dari air yang keluar dari bak perebus.

Perebusan akan mengurangi kadar air dalam badan ikan dan mematikan sebagian besar bakteri. Adanya garam berfungsi menarik air lebih banyak. Perebusan dalam larutan garam pekat dapat menghentikan proses pembusukan ikan. Daya simpan ikan pindang antara lain tergantung pada jumlah garam yang dipakai, lama perebusan ikan, jadi semakin segar ikan dengan garam yang banyak dan waktu yang cukup lama serta pengemasan yang baik, maka pindang akan dapat disimpan lebih lama (Moeljanto, 1992).

2.5 Penggorengan

Penggorengan merupakan salah satu metode memasak klasik untuk menghasilkan produk kering dan bercitarasa khas (Firdaus *dkk.*, 2001). Penggorengan adalah salah satu pemanfaatan suhu tinggi dan dimaksudkan untuk menghilangkan atau mengurangi aktivitas biologis yang tidak diinginkan dalam bahan pangan, seperti aktivitas enzim dan mikrobiologis (Muchtadi, 1997).

Penggorengan yang dilakukan adalah penggorengan biasa (*deep frying*) yaitu bahan pangan yang digoreng terendam dalam minyak dan suhu minyak dapat mencapai 200-205⁰C (Ketaren, 2005). Pada proses penggorengan, waktu yang dibutuhkan untuk mendapat gorengan yang sempurna selain bergantung pada jenis produk yang digoreng, juga bergantung pada suhu yang digunakan untuk penggorengan, cara menggoreng, juga pada ketebalan produk. Selama proses penggorengan akan terjadi beberapa perubahan, seperti terbentuknya aroma, perubahan warna dan penurunan kadar air, sedangkan faktor yang mempengaruhi warna yang dihasilkan pada bahan pangan adalah frekwensi penggunaan minyak (minyak jelantah), suhu, lama penggorengan dan jenis minyak (Winarno, 2002). Permukaan lapisan luar bahan yang digoreng akan berwarna coklat keemasan akibat penggorengan yang disebut dengan reaksi Maillard yaitu reaksi yang terjadi antara karbohidrat, khususnya gula pereduksi dengan gugus amina primer (Winarno, 2002). Tingkat intensitas warna ini tergantung dari lama dan suhu menggoreng dan juga komposisi kimia pada lapisan luar dari bahan pangan (Ketaren, 2005). Reaksi maillard tidak hanya mempengaruhi warna dan rasa pada makanan tetapi juga mempengaruhi tekstur (Gerald and Brown, 2003). Pemanasan pada suhu 300 ⁰C atau kurang, akan terjadi pengurangan kadar aldehyd, rata-rata aldehyd aliphatic total akan berkurang lebih 0.5 ppm/mg/min tergantung pada jenis minyak yang digunakan (Lin and Liou, 2000).

2.6 Pengukusan

Pengukusan merupakan pemanasan dengan menggunakan uap panas untuk mematangkan bahan (Moeljanto, 1982). Pengukusan merupakan salah satu proses pemanasan kering, dimana tidak terjadi kontak langsung antara air dengan bahan pangan.

Pada proses pengukusan, biasanya pemanasan pada ikan tidak merata, tergantung dari letak ikan tersebut didalam alat pengukus. Ikan yang berada ditengah alat pengukus kematangan akan lebih besar bila dibandingkan dengan ikan yang berada pada ikan yang berada dipinggir alat pengukus (Winarno, 1997). Pengukusan merupakan proses penarikan air disamping koagulasi protein bahan (Ilyas, 1972).

Pengukusan sebagai salah satu penerapan cara pengawetan dengan panas atau dengan suhu tinggi mempunyai tujuan untuk menginaktifkan enzim, mematikan mikroorganisme patogen dan pembusuk (Winarno dan Jenie, 1982). Proses pengukusan menggunakan suhu sekitar 98°C (Moediharto, 1996), selain itu daging yang telah masak pada proses pengukusan tidak kuat mengikat air (Nasran, 1978). Dengan proses pengukusan maka protein yang tidak mudah larut dalam air seperti aktin, myosin dan tropomiosin akan mengalami perubahan yaitu protein akan terdenaturasi dan terus menerus akan menjadi kurang larut serta makin lama daging akan menjadi semakin liat (deMan, 1997). Menurut Bianchi *et. al* (2005), ikan yang dimasak dengan panci terbuka akan mengurangi kadar formalin karena terjadi penguapan selama proses pemasakan.

2.7 Formalin

2.7.1 Tinjauan Umum Formalin

Formalin adalah larutan formaldehid (30-40%) dalam air dan merupakan anggota paling sederhana dari kelompok aldehid dengan rumus kimia HCHO . Formalin adalah larutan yang tidak berwarna dan baunya sangat menusuk, biasanya ditambahkan metanol hingga 15% sebagai pengawet. Formalin dikenal sebagai bahan pembunuh hama (desinfektan) dan banyak digunakan dalam industri. Formaldehid murni (kadar 100%)

sangat langka dipasar, karena formalin berwujud gas, tak berwarna dan berbau sangat tajam, dengan titik didih dan titik leleh 96-100 °C dan -92 °C. (Anonymous, 2005b).

Formalin merupakan larutan komersial dengan konsentrasi 10-40% dari formaldehid. Bahan ini biasanya digunakan sebagai antiseptic, germisida dan pengawet. Formalin mempunyai banyak nama, diantaranya adalah: *Formol*, *Morbicid*, *Methanal*, *Formic aldehyde*, *Methyl oxide*, *Oxymethylene*, *Methylene aldehyde*, *Oxomethane*, *Formoform*, *Formalith*, *Kersan*, *Methylene glycol*, *Paraforin*, *Polyoxymethylene glycols*, *Superlysoform*, *Tetraoxymethylene*, *Trioxane* (Judarwanto, 2006).

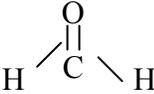
2.7.2 Karakteristik Formalin

Formaldehid dapat dihasilkan dari membakar bahan yang mengandung karbon. Formaldehid dikandung dalam asap dari kebakaran hutan, knalpot mobil dan asap tembakau. Dalam atmosfer bumi formaldehid dihasilkan dari aksi cahaya matahari dan oksigen terhadap metana dan hidrokarbon lain yang ada di atmosfer. Formaldehid dalam kadar kecil sekali juga dihasilkan sebagai kebanyakan organisme termasuk manusia. Tubuh manusia akan mengubah formalin menjadi CO₂ dan air seni dalam waktu 1,5 menit. Secara alami, setiap liter darah manusia mengandung formalin 3 mililiter. Sedangkan formalin yang masuk bersama makanan akan didegradasi menjadi CO₂ dan dibuang melalui alat pernapasan. Sifat anti-mikrobia dari formaldehid merupakan hasil dari kemampuannya mengaktifasi protein dengan cara mengondensasi dalam amino bebas dalam protein menjadi campuran lain. Kemampuan formaldehid meningkat seiring dengan peningkatan suhu (Cahyadi, 2006). Formalin merupakan bahan beracun dan berbahaya bagi kesehatan manusia. Jika kandungan dalam tubuh manusia tinggi, maka akan bereaksi secara kimia dengan hampir semua zat di dalam sel sehingga menekan

fungsi sel dan menyebabkan kematian sel yang menyebabkan keracunan pada tubuh. Selain itu kandungan formalin didalam tubuh juga dapat menyebabkan alergi, bersifat karsinogenik (menyebabkan kanker), dan bersifat mutagen (menyebabkan perubahan fungsi sel) (Anonymous, 2005).

Suatu bahan kimia dikatakan beracun bila berada pada ambang batas yang diperbolehkan. *American Conference of Governmental and Industrial Hygienist (ACGIH)* menetapkan ambang batas (*Threshold Limit Value/TLV*) untuk formaldehida adalah 0,4 ppm. *International Programme on Chemical Safety (IPCS)* menyebutkan bahwa batas toleransi formaldehid yang dapat diterima oleh tubuh dalam bentuk air minum adalah 0,1 mg per liter atau dalam satu hari asupan yang dibolehkan adalah 0,2 mg, sementara formalin yang boleh masuk kedalam tubuh dalam bentuk makanan untuk orang dewasa adalah 1,5 mg hingga 14 mg per hari. Sementara *National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)* menyatakan formaldehid berbahaya bagi kesehatan pada kadar 20 ppm (Lee, 2005). Karakteristik kimia formalin disajikan pada Tabel 3 berikut :

Tabel 3. Karakteristik Kimia Formalin

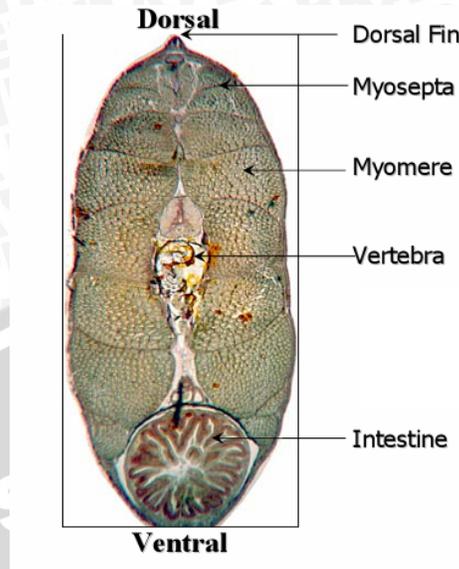
1. Rumus bangun	1. 
2. Nama sistematis	2. Metanal
3. Nama lain formalin	3. Formalin, formol, metil aldehida, metilen oksida
4. Rumus molekul	4. CH ₂ O
5. Masa molar	5. 30,03 g/mol
6. Warna	6. Gas tidak berwarna
7. Densitas dan fase	7. 1 g/m ³ , gas
8. Kelarutan dalam air	8. > 100 g/100 ml (20 °C)
9. Dalam eter, benzene, pelarut organik	9. > 100 g/100 ml
10. Dalam kloroform	10. Tidak larut
11. Titik leleh	11. -92 °C
12. Titik didih	12. 96.7-100 °C
13. Struktur	13. Trigonal Planar

Sumber: Anonymous (2006)

2.7.3 Reaksi Formalin dengan Protein

Menurut Hadiwiyoto (1992), protein dalam daging ikan dapat digolongkan menjadi 3 macam, yaitu: (1). Protein sarkoplasma, kebanyakan terdapat pada sarkoma, merupakan protein larut air. (2). Protein miofibrilar, terdapat pada benang-benang daging, merupakan protein tidak larut air. (3). Protein jaringan pengikat (stroma), terdapat pada dinding sel dan jaringan pengikat. Merupakan protein yang sedikit larut air jika terdapat garam. Daging yang terletak pada bagian punggung dan perut memiliki jaringan pengikat terbanyak yang tersusun oleh segmen-segmen yang disebut *miomer* atau *miotoma*.

Struktur daging ikan dapat dilihat pada Gambar 2.

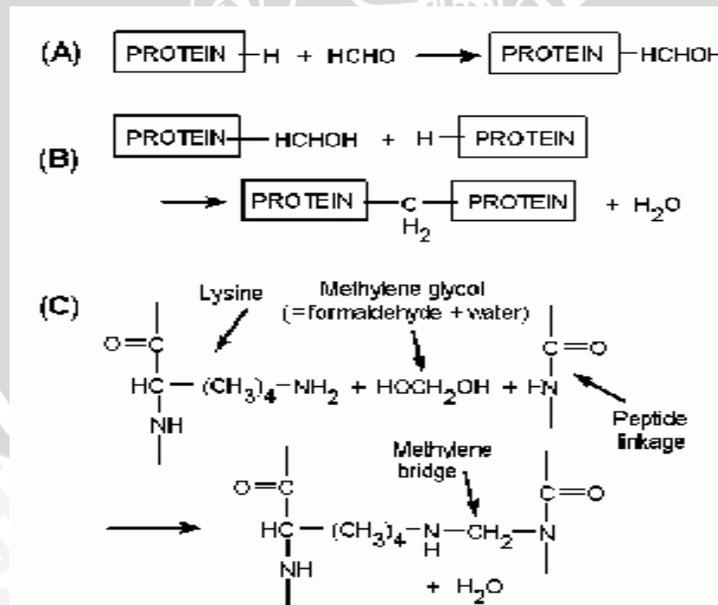


Gambar 2. Potongan Melintang Tubuh Ikan (Fauconneau, 2006)

Formaldehid merupakan zat yang dapat mengakibatkan ikatan silang yang paling sederhana dan memiliki spesifikasi reaksi yang luas. Formaldehid dapat bereaksi dengan Asam amino lisin, juga dapat bereaksi dengan rantai samping dari sistein, tirosin, histidin, triptofan dan arginin (Hernandez *et. al.*, 2003) ditambahkan oleh Abe *et. al.*, (2003) bahwa, ikatan silang formalin pada jaringan protein, asam nukleat dan polisakarida akan membentuk ikatan methylen yang stabil *dan irreversibel*.

Formalin memiliki unsur aldehida yang bersifat mudah bereaksi dengan protein, formalin akan mengikat unsur protein mulai dari bagian permukaan daging hingga terus meresap ke dalamnya. Setelah protein terikat unsur kimia dari formalin, bila ditekan maka akan terasa kenyal, selain itu protein tidak akan diserang bakteri pembusuk yang akan menghasilkan senyawa asam, itulah sebabnya makanan menjadi lebih awet (Anonymous, 2006). Pada proses pempindangan pemanasan dapat mengakibatkan proses denaturasi protein. Moedjiharto (1996) menyatakan bahwa, daging ikan tersusun dari protein, sebagai akibat pemanasan daging ikan akan mengeras akibat dari terjadinya proses denaturasi.

Menurut Nurachman (2005a), Bila sisi aktif dari protein vital dalam tubuh dimatikan oleh formaldehid, maka molekul-kolekul itu akan kehilangan dalam fungsi metabolisme. Akibatnya, kegiatan sel akan terhenti. Sifat merusak dari formalin ini terletak pada gugus CO atau aldehyd, gugus ini bereaksi dengan gugus amina, pada protein menghasilkan *Metenamin* atau *Heksametilentetramin*. Saat formalin dipakai untuk mengawetkan makanan, gugus aldehyd spontan bereaksi dengan protein dalam makanan dan jika semua aldehyd habis bereaksi maka sifat racun dalam formalin akan hilang. Menurut Kiernan (2000), sejumlah aldehyd dapat bereaksi dengan Nitrogen dan beberapa atom lain, atau dengan dua protein jika berdekatan sehingga membentuk ikatan silang -CH₂- yang disebut *Jembatan Methylene*. Studi kimia tentang penyamakan mengindikasikan bahwa jenis yang paling sering terjadi ikatan silang yang terbentuk oleh formaldehid dalam kolagen adalah antara lisin dan atom Nitrogen dari ikatan peptida (Gustavson,1996). Reaksi formaldehid dengan protein dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Reaksi formaldehid dengan protein (Kiernan, 2000)

Gambar A. menjelaskan tentang penambahan molekul formaldehid pada protein, Gambar B. menjelaskan reaksi yang terbentuk antara formaldehid dengan molekul protein yang lain sehingga membentuk ikatan silang methylene dan Gambar C menggambarkan secara lebih detail tentang ikatan silang lisine pada sisi atom Nitrogen.

Formaldehid mungkin berkombinasi dengan asam amino bebas dari protein pada sel protoplasma, merusak nukleus dan mengkoagulasi protein (Fazier and Westhoff, 1988). Formaldehid dapat merusak bakteri karena bakteri adalah protein, pada reaksi formaldehid dengan protein, yang pertama kali diserang adalah gugus amina pada posisi dari lisin diantara gugus-gugus polar dari peptidanya. Formaldehid selain menyerang gugus ϵ -NH₂ dari lisin juga menyerang residu tirosin dan histidin. Sifat antimikrobia dari formaldehid merupakan hasil dari kemampuannya menginaktivasi protein dengan cara mengondensasi dengan amino bebas dalam protein menjadi campuran lain. Kemampuan dari formaldehid meningkat seiring dengan peningkatan suhu (Lund, 1994 dalam Cahyadi, 2006).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pindang ikan layang, tablet kjedahl, Asam Borat (H_3BO_3) 3 %, Natrium Hidroksida 10 %; 32 %, Methyl Orange, Asam Klorida 0.1 N, kertas saring, tisu, aquades, minyak goreng, Phenilhidrazine 7.5 %, Kalium Ferisianida 5%, iso-propil alkohol 4.5 %, Asam Sulfat, Aluminium foil, aquades, H_2SO_4 Pekat, H_2SO_4 0,2 N, Indikator PP, NaOH 32%.

3.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pipet volume 0.5 ml, pipet volume 25 ml, dan pipet tetes, mikroburet, erlenmayer 200 ml, 100 ml dan 250 ml, beakerglass 20 ml; 250 ml, corong, spatula, mortar, gunting, magnetik stirer, timbangan digital, Spektrometer BECKMAN DU-600 dengan panjang gelombang 560 nm, kuvet, tabung reaksi, rak tabung reaksi, gelas ukur 100 ml, kompor, alat penggorengan, alat pengukusan, rangkaian alat destruksi dan rangkaian alat destilasi, tabung kjedahl, lemari asam.

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen adalah suatu cara untuk mencari hubungan sebab akibat (hubungan kausal) antara dua faktor yang sengaja ditimbulkan oleh peneliti dengan mengeliminasi atau mengurangi faktor-faktor lain yang mengganggu. Eksperimen selalu dilakukan dengan maksud untuk melihat akibat dari suatu perlakuan (Arikunto, 2002).

Penelitian ini terdiri dari 2 tahap yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama.

3.3.1 Penelitian Pendahuluan

Sebelum dilakukan penelitian utama, terlebih dahulu dilakukan penelitian pendahuluan untuk menentukan berapa jumlah formalin yang diberikan pada satu liter air untuk merebus ikan layang dalam pembuatan pindang berformalin untuk mencapai konsentrasi yang diinginkan. Pada penelitian pendahuluan dilakukan pembuatan larutan standar untuk menghitung kadar formalin dalam pindang ikan. Prosedur pembuatan larutan standar adalah bahan atau sampel menggunakan formalin dengan konsentrasi 0, 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 80, 100 ppm. Pada masing-masing konsentrasi formalin tersebut diukur absorbansinya dengan menggunakan Spektrofotometri dengan panjang gelombang 560 nm (Cahyadi, 2006). Analisa kadar formalin pada penelitian pendahuluan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Penelitian Pendahuluan

Penambahan Formalin (ml)	Absorbansi			Total	Rerata	Kadar formalin(ppm)
	I	II	III			
0.25	0.0038	0.0035	0.0036	0.0109	0.0036	15,30
0.5	0.0043	0.0045	0.0043	0.0131	0.0043	17,91
0.75	0.0063	0.0061	0.0060	0.0184	0.0061	24,63
1	0.0071	0.0069	0.0068	0.0209	0.0069	27,61
1.25	0.0087	0.0087	0.0086	0.0260	0.0086	33,95
1.5	0.0094	0.0095	0.0093	0.0284	0.0094	35,94

Untuk mengetahui kadar formalin pada ikan pindang dengan menggunakan rumus: $Y = ax-b$ yang didapat dari kurva baku larutan standar.

Dimana: Y = absorbansi sample

a = 0.0067

b = 0.0005

x = kadar formalin

Kurva larutan standard dapat dilihat pada Lampiran 1. Untuk mendapatkan sampel ikan pindang dengan kadar formalin yang diinginkan maka digunakan hasil absorbansi 0.0069

Hasil ini didapatkan dari perhitungan:

$$Y = ax - b$$

$$0.0069 = 0.0067x - 0.0005$$

$$0.0069 + 0.0005 = 0.0067x$$

$$x = 1.1045$$

Jadi kadar formalin dalam sampel ikan pindang adalah $1.1045 \times 25 = 27,61$ ppm

3.3.2 Penelitian Utama

Setelah mengetahui kadar formalin ikan pindang dari penelitian pendahuluan, maka dilanjutkan dengan penelitian utama, yaitu analisa kadar formalin, kadar protein serta kadar air. Pembuatan sampel ikan pindang dilakukan dengan penambahan formalin sebanyak 1ml/liter air yang didapat dari penelitian pendahuluan dengan 8 kali ulangan. Setelah didapatkan pindang ikan layang berformalin, maka dilakukan analisa kadar formalin awal kemudian dilanjutkan dengan proses penggorengan dan proses pengukusan untuk mengetahui kadar formalin yang tersisa setelah pemasakan. Analisa kadar protein dan kadar air juga dilakukan sebelum dan sesudah proses pemasakan.

3.4 Parameter Uji

3.4.1 Analisa kadar Formalin (Anonymous, 1962)

Metode yang digunakan dalam analisa kadar formalin adalah metode

Spektrofotometri. Langkah awal yang dilakukan untuk uji kuantitatif formalin dengan metode spektrofotometri adalah dengan mengekstraksi sampel yaitu mencampur 1g sampel dengan 45% isopropil alkohol sampai volumenya 12,5 ml, kemudian diblender selama 2 menit lalu disaring dengan kertas saring, Sedangkan prosedur

pengujiannya adalah 0,5 ml larutan sampel dimasukkan tabung reaksi, ditambahkan 0.5ml Isopropil alkohol 45%. Lalu ditambahkan 0.5 ml Phenilhidrazin hidroklorida dan dibiarkan selama 10 menit. Setelah itu ditambahkan 0.3 kalium ferisianida lalu didiamkan selama 5 menit. Selanjutnya ditambahkan 2 ml larutan NaOH lalu didiamkan selama 4 menit. Setelah itu diencerkan sampai 20 ml dengan 45% isopropil alkohol dalam tabung reaksi. Setelah 10 menit, larutan tersebut diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer panjang gelombang 560 nm, kemudian dihitung dengan menggunakan rumus yang didapat dari kurva standar. Skema kerja analisa kadar formalin dapat dilihat pada Lampiran 2.

3.4.2 Analisa Kadar Protein (Anonymous, 1975)

Prinsip analisa kadar protein yaitu dengan metode Kjeldahl yang meliputi tiga bagian, yaitu destruksi, destilasi dan titrasi. Pada tahap destruksi berupa penambahan H_2SO_4 pekat pada produk dilanjutkan dengan pemanasan. Destilasi adalah pembebasan senyawa amonia dari larutan sampel sedangkan titrasi berfungsi untuk mengetahui jumlah amonia yang bereaksi dengan HCl. Prinsip dari analisa kadar protein dengan metode Kjeldahl meliputi 3 bagian, yaitu dekstruksi, destilasi, dan titrasi.

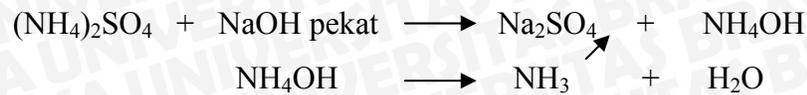
a. Dekstruksi :

Daging ikan dihidrolisa dengan asam sulfat pekat dan dipanaskan. Tujuan dari tahap ini memecahkan zat lain yang terdapat bersama-sama dalam bahan pangan.



b. Destilasi :

Pembebasan gas ammonia dari larutan contoh, dengan reaksi:



c. Titrasi :

Menampung gas ammonia dalam larutan asam borat kemudian dinetralkan dengan larutan asam dengan reaksi :



$$\text{Kadar protein} = \frac{(\text{ml titrasi HCl} \times \text{N HCl}) \times 14 \times 6,25}{100 \times \text{berat contoh (gr)}} \times 100\%$$

3.4.3 Analisa Kadar Air (Sudarmadji, dkk, 1976)

Metode yang digunakan dalam penentuan kadar air adalah metode Thermogravimetri. Prinsip dari analisa kadar air dengan metode Thermogravimetri adalah menguapkan air yang ada dalam bahan dengan cara penguapan kemudian menimbang bahan sampai berat konstan yang berarti semua air telah diuapkan.

Prosedur analisa kadar air dengan menggunakan metode Thermogravimetri adalah sebagai berikut :

- 1) Botol timbang yang bersih beserta tutupnya dipanaskan dalam oven pada suhu 102 - 105 °C selama 10-12 jam.
- 2) Botol timbang dikeluarkan dari oven kemudian didinginkan dalam desikator selama 30 menit.
- 3) Botol timbang ditimbang dan dicatat beratnya.
- 4) Sampel dimasukkan ke dalam botol timbang tersebut sebanyak 1 gram, dikeringkan dalam oven pada suhu 102 -105 °C.

5) Pengeringan dalam oven dilakukan sampai dicapai berat konstan pada penimbangan berikutnya.

6) Perhitungan :

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

A = berat botol timbang dan sampel sebelum dikeringkan

B = Berat botol timbang dan sampel setelah dikeringkan

3.5 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 8 kali ulangan, dimana perlakuan dikenakan sepenuhnya secara acak kepada unit-unit eksperimen atau sebaliknya dan perlakuan-perlakuan tersebut ditempatkan secara homogen.

Sebagai perlakuan dalam penelitian ini adalah proses pengolahan yang terdiri dari tiga perlakuan yaitu ikan pindang berformalin, ikan pindang goreng berformalin dan ikan pindang kukus berformalin. masing-masing perlakuan di ulang sebanyak delapan kali, hal ini sesuai dengan rumus:

$$(r-1)(t-1) = 15$$

dimana: r = jumlah ulangan

t = jumlah perlakuan

Data yang diperoleh di analisa dengan ANOVA, menurut Yitnosumarto (1993), model matematikanya adalah sebagai berikut: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \Sigma_{ij}$

Dimana:

Y_{ij} = hasil pengamatan perlakuan ke-i, ulangan ke-j

μ = rata-rata umum

τ_i = pengaruh perlakuan ke-i

β_j = pengaruh kelompok ke-j

Σ_{ij} = galat percobaan pada perlakuan ke-i kelompok ke-j

p = banyaknya perlakuan

r = banyaknya ulangan atau kelompok

Tabel 5. Denah Percobaan Pindang Ikan Layang Berformalin Dengan Perlakuan Digoreng dan Dikukus

Perlakuan	Ulangan							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Awal	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Penggorengan	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8
Pengukusan	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8

Pada perhitungan ANOVA jika hasilnya berbeda nyata dilanjutkan dengan uji BNT untuk menentukan perlakuan yang memberikan respon terbaik pada taraf 0.05 (derajat kepercayaan 5%). Apabila terdapat perbedaan diantara perlakuan maka analisa diteruskan dengan *polynomial orthogonal* untuk menentukan pola regresinya dan menentukan perlakuan yang paling optimal. Skema kerja penelitian dapat dilihat pada Lampiran 2.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan tentang pengaruh pemasakan terhadap kandungan akhir formalin, diperoleh nilai parameter uji pindang ikan layang yang meliputi kandungan formalin (*ppm*) sebelum dan sesudah perlakuan penggorengan dan pengukusan, kadar protein, kadar air serta profil asam amino dengan metode HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*).

4.1. Kadar Formalin

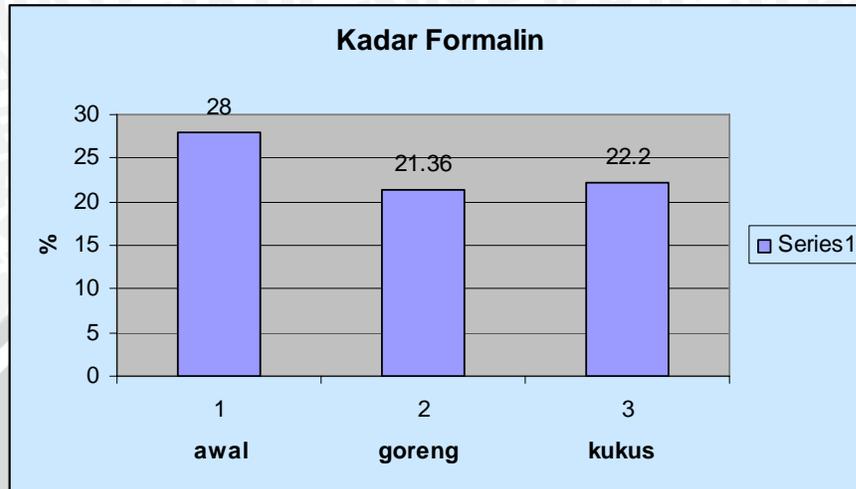
Analisa kadar formalin dilakukan dengan menggunakan alat spektrofotometer BECKMAN DU-600 pada gelombang 560 nm, sehingga didapatkan asorban yang kemudian dihitung dengan rumus yang didapatkan dari kurva standar. Hasil analisa kadar formalin dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Analisa Kadar Formalin

Perlakuan	Kadar Formalin (ppm)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	Total	Rata-rata
Awal	28	27.24	27.24	25.37	30.6	26.86	27.61	31.34	224	28
Goreng	5.97	8.21	10.82	13.06	14.55	12.31	13.8	8.21	86.93	21.36
Kukus	14.55	16.41	10.07	7.46	12.68	6.34	14.18	7.09	88.78	22.2

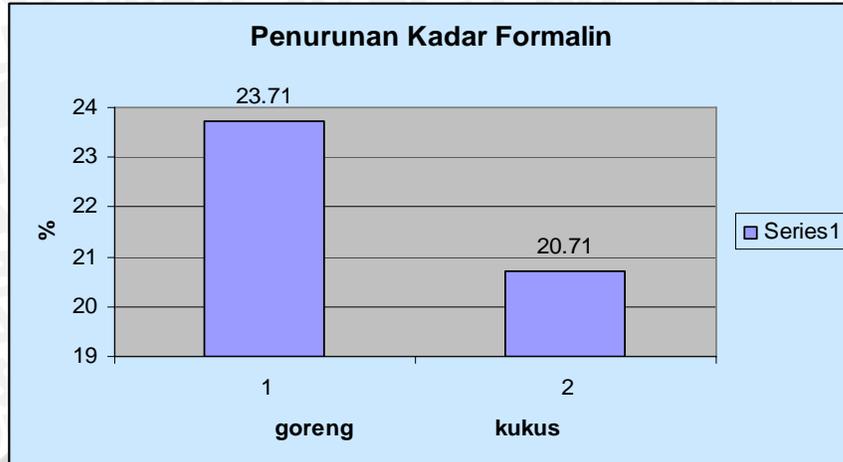
Dari hasil analisa ragam terhadap kadar formalin menunjukkan bahwa pengolahan penggorengan dan pengukusan pindang ikan layang berformalin akan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar formalin pindang ikan tersebut ($p < 0.01$). Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kandungan formalin pada ikan pindang adalah 28 ppm sedangkan setelah mengalami proses pengolahan yaitu penggorengan berkurang menjadi 21,36 ppm, begitu pula dengan pindang ikan yang mengalami pengukusan, rata-rata kadar formalinnya turun menjadi 22,3 ppm. Grafik kadar formalin

pandang ikan layang sebelum dan sesudah mengalami pemasakan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Kadar Formalin Pandang Ikan Layang Sebelum dan Sesudah Pemasakan

Pandang ikan layang yang mengalami proses penggorengan dan pengukusan terjadi penurunan kadar formalin. Jumlah penurunan kadar formalin pandang ikan layang yang mengalami proses penggorengan dan pengukusan berturut-turut sebesar 23,71% dan 20,71%. Penurunan kadar formalin ini terjadi akibat adanya pengolahan yaitu penggorengan dan pengukusan yang dapat menguapkan formaldehid yang ada pada bahan. Menurut Bianchi *et. al* (2005), ikan yang dimasak dengan panci terbuka akan mengurangi kadar formalin karena terjadi penguapan selama proses pemasakan. Menurut Nurrachman (2005), cara sederhana untuk menghilangkan sisa formaldehid bebas dari formalin adalah dengan cara penguapan sampai kering (diatas 100⁰C). Grafik penurunan kadar formalin pandang ikan layang setelah mengalami penggorengan dan pengukusan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Persentase Penurunan Kadar Formalin Pindang Ikan Layang Setelah Mengalami Pemasakan

Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa pindang ikan layang berformalin yang mengalami proses penggorengan mengalami penurunan kadar formalin yang lebih besar hal ini disebabkan karena suhu penggorengan yang lebih tinggi daripada pengukusan. Rata-rata aldehid aliphatic total akan berkurang lebih 0.5 ppm/mg/min pada pemanasan pada suhu 300 °C atau kurang, tergantung pada jenis minyak yang digunakan untuk pemasakan (Lin and Liou, 2000). Walaupun terjadi penurunan kadar formalin selama penggorengan dan pengukusan, ikan pindang ini masih mengandung formalin yang cukup besar. Oleh karena itu formalin untuk makanan tidak dianjurkan. Makanan berformalin akan beracun jika didalamnya mengandung sisa formalin bebas. Sisa formaldehid bebas (yang tidak bereaksi) hampir selalu ada dan sukar dihilangkan (Nurrachman, 2005a). *American Conference of Govermental and Industrial Hygienist* (ACGIH) menetapkan ambang batas (Threshold Limit Value/TLV) untuk formaldehida adalah 0,4 ppm. *International Programme on Chemical Safety* (IPCS) menyebutkan bahwa batas toleransi formaldehida yang dapat diterima oleh tubuh dalam bentuk air minum adalah 0,1 mg per liter atau dalam satu hari asupan yang dibolehkan adalah 0,2

mg. sementara formalin yang boleh masuk kedalam tubuh dalam bentuk makanan untuk orang dewasa adalah 1,5 mg hingga 14 mg per hari. Sementara *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) menyatakan formaldehid berbahaya bagi kesehatan pada kadar 20 ppm (Lee, 2005).

4.2 Kadar Protein

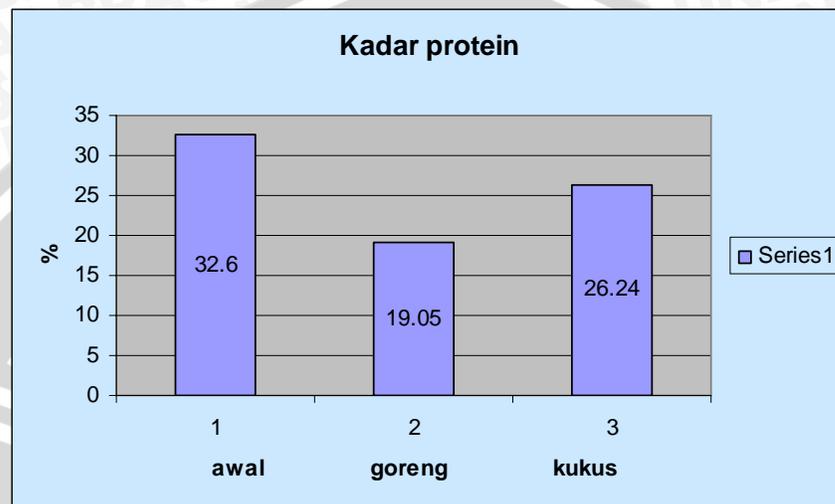
Protein merupakan kelompok nutrisi yang amat penting. Senyawa ini terdapat dalam sitoplasma pada semua sel hidup (Gaman *et al.*, 1981). Protein adalah sumber-sumber asam amino yang mengandung unsur-unsur C, H, O dan N yang tidak dimiliki oleh lemak atau karbohidrat. Dari hasil analisa ragam terhadap kadar protein menunjukkan bahwa pengolahan penggorengan dan pengukusan pindang ikan layang berformalin akan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar protein pindang ikan tersebut ($p < 0.01$). Hasil analisa kadar protein dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Analisa Kadar Protein

Perlakuan	Kadar Protein (%)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	total	Rata-rata
Awal	32.94	31.9	32.53	32.6	32.46	32.7	32.9	32.83	260.86	32.6
Goreng	19.59	18.9	19.1	19.11	18.38	18.64	19.21	19.47	152.4	19.05
Kukus	26.28	25.32	26.01	26.62	26.03	26.81	26.48	26.4	209.95	26.24

Dari hasil penelitian didapatkan rata-rata kandungan protein pindang ikan layang adalah sebesar 32,6%, setelah mengalami proses penggorengan kadar protein menjadi 19,05%, sedangkan setelah mengalami pengukusan kadar protein menjadi 26,24%. Saat formalin dipakai untuk mengawetkan makanan, maka gugus aldehid secara spontan akan bereaksi dengan protein-protein dalam makanan tersebut. Jika semua formaldehid habis bereaksi dengan protein maka sifat racun dari formaldehid akan hilang dan protein

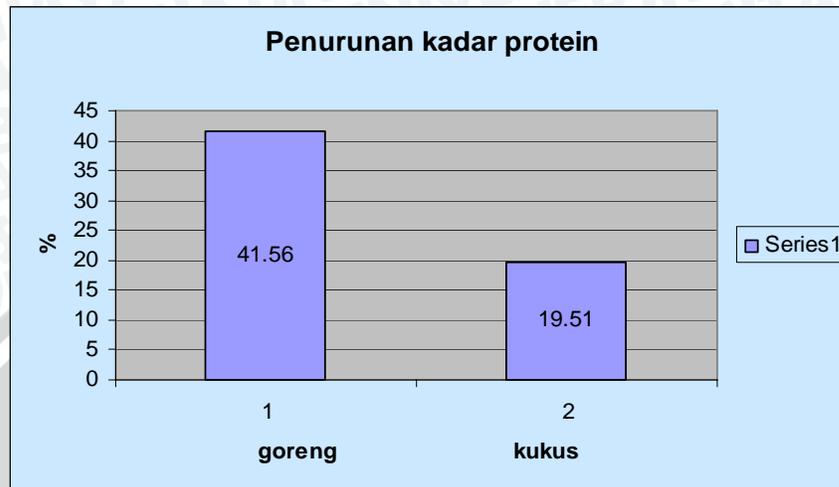
makanan yang telah bereaksi tidak beracun dan tidak perlu ditakuti. Namun nilai gizi dari makanan tersebut akan menjadi rendah karena proteinnya akan berubah (Nurachman, 2005a). Grafik kadar protein sebelum dan sesudah pemasakan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Kadar Protein Pindang Ikan Layang Sebelum dan Sesudah Mengalami Pemasakan

Ikan pindang yang mengalami pengolahan penggorengan terjadi penurunan nilai protein sebesar 41,56%, sedangkan pada ikan pindang yang mengalami proses pengukusan terjadi penurunan sebesar 19,51%. Penurunan terbesar dari kadar protein adalah pada pindang ikan layang yang mengalami proses penggorengan, hal ini disebabkan karena suhu penggorengan yang relatif lebih tinggi daripada pengukusan, suhu penggorengan optimum yaitu sebesar 161-190⁰ C yang dapat menyebabkan terjadinya denaturasi protein. Protein ikan bersifat tidak stabil dan mempunyai sifat berubah (denaturasi) dengan berubahnya kondisi lingkungan (Junianto,2003). Menurut Winarno (2002), denaturasi adalah suatu perubahan atau modifikasi terhadap struktur sekunder, tersier dan kuartener terhadap molekul protein. ditambahkan De Man (1997),

sebagian besar protein mengalami denaturasi dan koagulasi pada suhu 55-75⁰C. Grafik persentase penurunan kadar protein dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Persentase Penurunan Kadar Protein Setelah Mengalami Pemasakan

Berdasarkan analisa HPLC (*High Pressure Liquid Chromatography*) diperoleh kandungan lisin sebagai berikut: untuk pindang layang kontrol adalah sebesar 17,3668 %, pindang goreng 11,77 % sedangkan untuk pindang kukus 16,22 %. Dari data tersebut diketahui bahwa penggorengan dan pengukusan dapat menurunkan kadar lisin dan kadar asam amino yang lain pada pindang ikan layang tersebut. Menurut Heruwati (2006) Pemasakan pada suhu 95-100 ⁰C dapat mereduksi pencernaan protein dan asam amino. Selain itu, protein terlarut, peptida dengan berat molekul rendah, dan asam amino bebas dapat larut dalam air perebus, sehingga perebusan sebaiknya dilakukan di bawah suhu 100 ⁰C. Persentase penurunan kadar asam amino dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Persentase Penurunan Asam Amino Setelah Pemasakan

NO.	Asam Amino	% Asam Amino Awal	% Asam Amino Goreng	% Asam Amino Kukus	% Penurunan Asam Amino	
					Goreng	Kukus
1.	Asam Aspartat	9.52	4.40	7.54	53.77	20.77
2.	Asam Glutamat	15.14	7.89	11.78	47.86	22.16
3.	Serin	8.26	4.60	7.23	44.33	12.39
4.	Histidin	2.00	1.19	1.62	40.63	18.87
5.	Arginin	7.44	4.41	6.70	40.73	9.961
6.	Glisin	13.56	8.70	12.56	35.81	7.413
7.	Threonin	9.45	4.53	7.52	52.10	20.48
8.	Alanin	0.70	0.50	0.54	27.96	23.17
9.	Tyrosin	22.21	10.56	17.02	52.46	23.35
10.	Triptopan	5.33	3.02	4.48	43.23	15.91
11.	Metionin	8.16	3.94	6.66	51.72	18.40
12.	Valin	5.25	2.75	4.57	47.49	12.88
13.	Phenil Alanin	2.35	1.65	1.62	29.69	31.17
14.	Isoleusin	7.08	3.39	5.88	52.13	16.94
15.	Leusin	14.76	8.65	13.53	41.42	8.34
16.	Lisin	17.40	11.77	16.22	32.38	6.79

4.3 Kadar Air

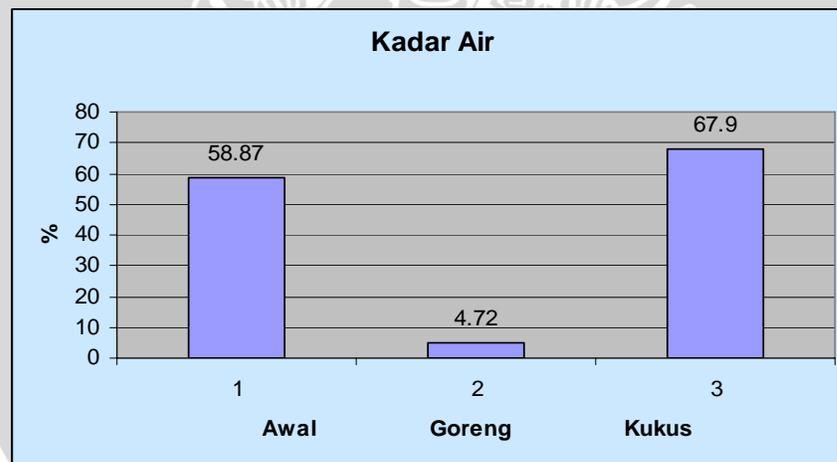
Air merupakan bahan yang sangat penting bagi kehidupan umat manusia dan fungsinya tidak dapat digantikan oleh senyawa lain. Air juga merupakan komponen penting dalam bahan makanan karena dapat mempengaruhi penampakan, tekstur serta cita rasa makanan (Winarno, 2002). Hasil analisa kadar air dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 9. Hasil Analisa Kadar Air

Perlakuan	Kadar Air (%)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	total	rerata
Awal	58.76	58.52	59.51	58.64	58.18	58.22	59.73	59.5	471	58.87
Goreng	5.24	5.24	4.19	4.24	4.19	4.29	5.19	5.19	37.77	4.72
Kukus	69.89	68.33	68.89	67.83	67.49	67.7	66.38	66.74	543.25	67.9

Dari hasil analisa ragam terhadap kadar air menunjukkan bahwa pengolahan penggorengan dan pengukusan pindang ikan layang berformalin akan memberikan

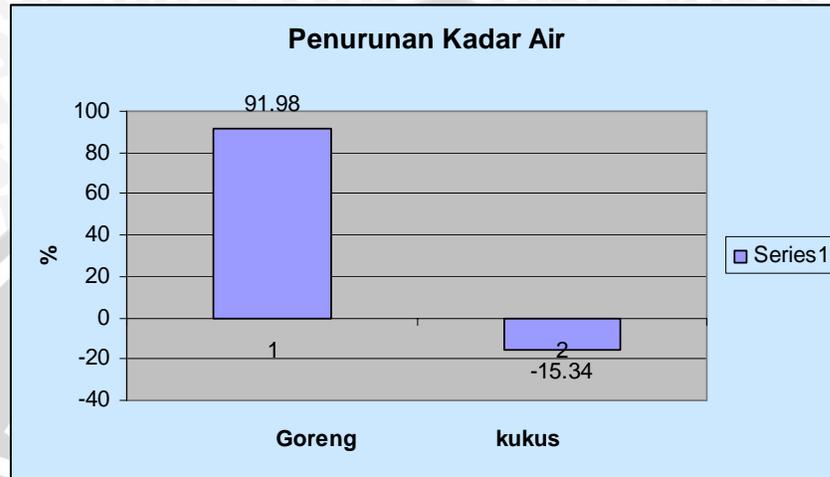
pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar air pindang ikan tersebut ($p < 0.01$). Berdasarkan Tabel 7 diatas dapat dilihat bahwa kadar air awal ikan adalah sebesar 58,87%, setelah mengalami proses penggorengan terjadi penurunan menjadi 4.72%, sedangkan setelah mengalami proses pengukusan kadar air menjadi 67,9%. Hal ini disebabkan oleh tingginya suhu penggorengan mencapai 198° C yang dapat menguapkan air yang berada pada ikan pindang Menurut Ketaren (2005), jika bahan segar digoreng, maka kulit bagian luar dapat mengerut. Kulit dan kerak dihasilkan akibat proses dehidrasi bagian luar bahan pangan pada waktu menggoreng. Pembentukan kerak terjadi akibat panas dari lemak panas (diatas 143° C) sehingga menguapkan air yang terdapat pada bagian luar bahan pangan. Grafik kadar air sebelum dan sesudah mengalami pemasakan dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Kadar Air Pindang Ikan Layang Sebelum dan Sesudah Mengalami Pemasakan

Ikan pindang yang telah dilakukan pengukusan, kadar air bertambah 15,33%, hal ini disebabkan karena terjadinya uap air yang masuk dari media penghantar panas dalam pengukusan. Menurut Moeljanto (1982), pengukusan merupakan pemanasan dengan menggunakan uap panas untuk mematangkan bahan. sedangkan ikan pindang yang telah

dilakukan penggorengan kadar airnya turun sebesar 91,96 %. Hal ini disebabkan oleh suhu penggorengan yang sangat tinggi yaitu sekitar 177-221⁰ C (Winarno, 2002). Grafik persentase penurunan dan kenaikan kadar air ikan pindang dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik Penurunan dan Kenaikan Kadar Air Ikan Pindang Setelah Mengalami Pemasakan



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: proses pemasakan seperti penggorengan dan pengukusan dapat mengurangi kadar formalin dalam daging ikan pindang. Penurunan formalin pada proses penggorengan dan pengukusan berturut-turut sebesar 23,71% dan 20,71%.

5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan oleh penulis untuk penelitian lebih lanjut adalah disarankan melakukan foto jaringan untuk mengetahui sejauh mana formalin masuk kedalam daging ikan pindang.



DAFTAR PUSTAKA

- Abe M., Takahashi M., Horiuchi K., and Nagano A., 2003. The Changes In Crosslink Contents In Tissues After Formalin Fixation. Department of Orthopaedic Surgery, Hamamatsu University School of Medicine, Shizuoka, Hamamatsu, Japan
- Afrianto dan Liviawaty. 1989. Pengawetan dan Pengolahan Ikan. Kanisius. Yogyakarta.
- Anonymous. 1962. Determination of Free Formaldehyde. Pasific Fisheries Technologists. Washington.
- _____. 1981. Daftar Komposisi Bahan Makanan. Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. Bhartara. Jakarta
- _____. 2003. pengawasan Tindak lanjut dari Penggunaan Formalin pada Produk Hasil Perikanan di Laboratorium Pengujian Mutu Hasil Perikanan (LPMHP) DKI Jakarta. <http://www.dkp.go.id>
- _____. 2004a. Ikan Pindang. <http://www.brkp.dkp.go.id>
- _____. 2004b. Ikan Pindang Tangkal Penyakit Degenaratif. <http://www.gizi.net>
- _____. 2005a. Hindarkan Pemakaian Ilegal Formalin Untuk Pangan. <http://www.republika.co.id>
- _____. 2005b. Formalin Bahan Berbahaya Pengawet. <http://www.pom.go.id>
- _____. 2006. Formalin dan Efek Sampingnya. <http://www.cybermed.cbn.net>
- Bianchi F., Careri, M., Musci. M., Mangia A. 2005. Fish And Food Safety: Determination of Formaldehyde In 12 Fish Species by SPME Extraction and GC-MS Analysis. Dipartimento di Chimica Generale ed Inorganica, Chimica Analitica, Chimica Fisica, Universita' degli Studi di Parma, Parco Area delle Scienze 17/A, 43100 Parma, Italy
- Budiarta, I, 2005c. Hidup Bersama Formalin. <http://www.wikipedia.co.id>
- Cahyadi, W, 2005. Analisis dan Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan. Pt. Bumi Aksara. Jakarta
- Dewanti, 2006. Alternatif Pengganti Formalin Pada produk Pangan. www.kompas.com
- Djariah, A.S. 1995. Ikan Duri Lunak. Kanisius. Yogyakarta

Djatikusumo, W. 1977. Biologi Ikan Ekonomis Penting. Akademi Usaha Perikanan. Jakarta

Fathima N.N., Madhan B., Rao J.R., Nair B.U., and Ramasami T. 2004. Interaction Of Aldehydes With Collagen: Effect On Thermal, Enzymatic And Conformational Stability. Chemical Laboratory, Central Leather Research Institute, Adyar, Chennai, India

Fauconneau , and Kacem. 2006. Differential Allometric Growth of Bone and Muscle Under Different Environmental Conditions. renes, france

Gerrard J.A., Brown P. K. 2002. Protein Cross-Linking In Food: Mechanisms, Consequences, Applications. Department of Plant and Microbial Sciences, University of Canterbury, Christchurch, New Zealand.

Hadiwiyoto, S. 1993. Teknologi Hasil Perikanan. Jilid 1. Penerbit Liberty. Yogyakarta

Hernandez P., Munoz, Villalobos R., and Chiraltb A. 2003. Effect Of Cross-Linking Using Aldehydes On Properties Of Glutenin-Rich Films. Aschool of Packaging. Departamento de Tecnología de Alimentos, Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera s/n., 46022 Valencia, Spain.

Ilyas, S. 1972. Teknologi Ikan. Correspondence Course Centre Direktorat Jendral Perikanan. Jakarta.

Judarwanto. J. 2006. Ancaman Formalin Bagi Kesehatan. <http://www.pdpersi.co.id>

Kiernan, A.J. 2000. Formaldehyde, Formalin, Paraformaldehyde Glutaraldehyde: What They Are and What They Do. The University of Western Ontario, London, Canada.

Lee, A. 2005c. Tips Mengenal Formalin Lebih Jauh. <http://www.wikipedia.co.id>

Lin J.M., Liou S.J., 2000 Aliphatic Aldehydes Produced by Heating Chinese Cooking. Institute of Environmental Health, College of Public Health, National Taiwan University, Room 1451, Number 1, Jen Ai Road, 1st Sec., Taipei, Taiwan 100, Republic of China.

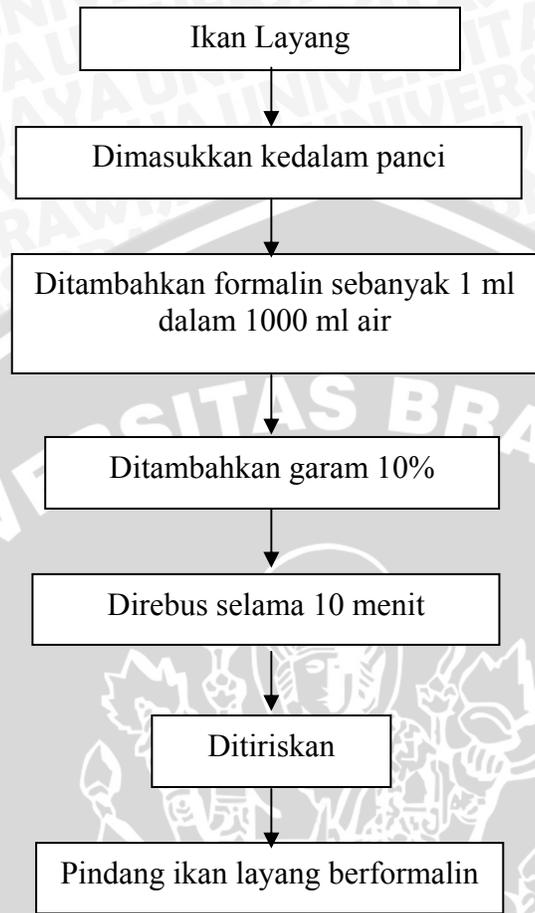
Moedjiharto, T.J., 1996. Peningkatan Mutu Gizi Protein Pindang Ikan Layang (*Decapterus Macrosoms* BLKR) Dengan Optimasi Proses Pemindangan. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.

Moeljanto, R. 1982. Pengolahan Hasil-hasil Samping Perikanan. Penebar Swadaya. Jakarta.

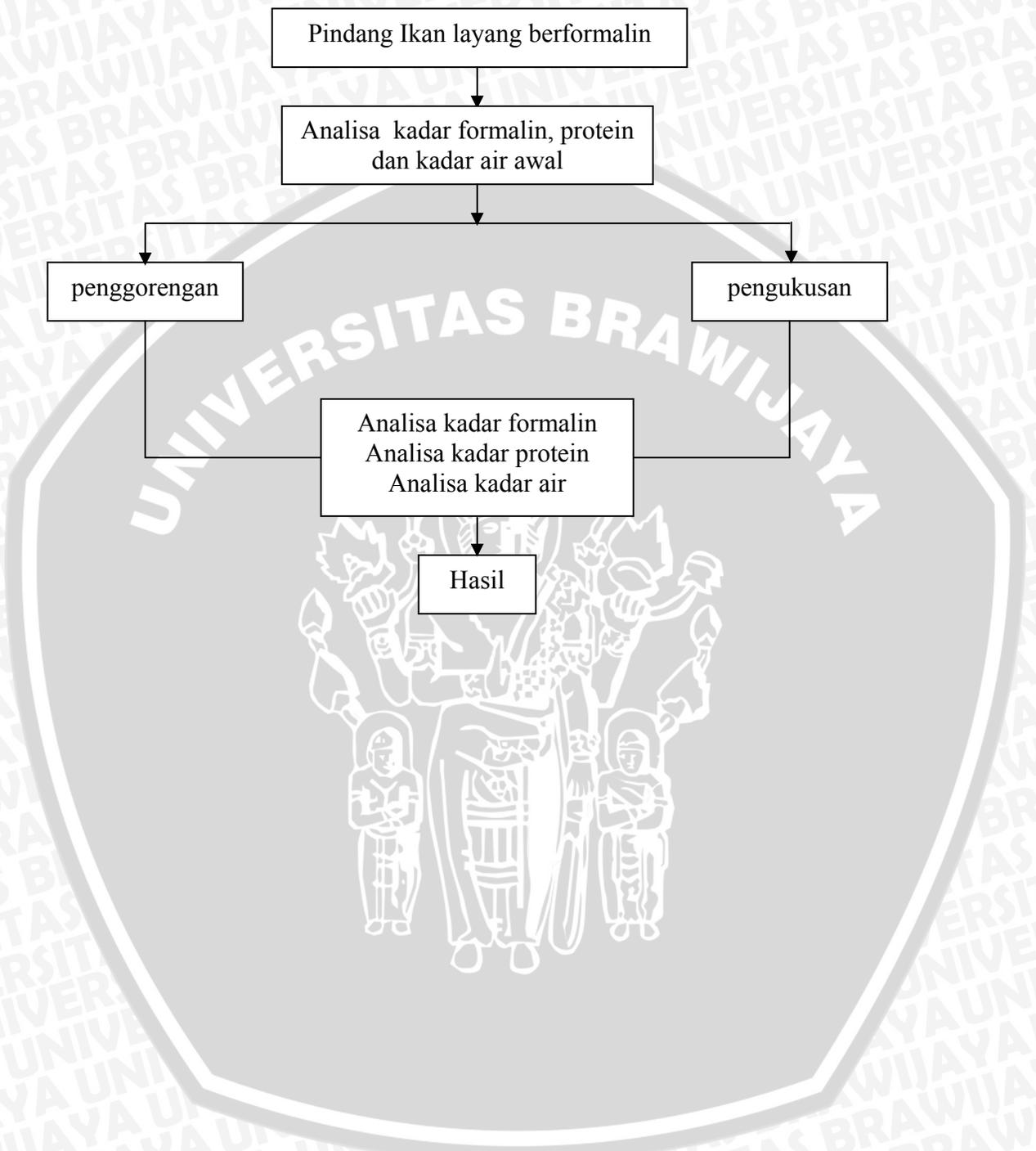
Moeljanto. 1992. Pengawetan dan Pengolahan Hasil Perikanan. Penebar Swadaya. Jakarta.

- Murniyati, A.S dan Sunarman. 2000. Pendinginan, Pembekuan dan Pengawetan Ikan. Kanisius. Yogyakarta
- Nasran, S. 1978. Ikan Sebagai Bahan Mentah dan Pengolahannya Secara Tradisional. Lembaga Penelitian Teknologi Perikanan. Jakarta.
- Nurachman, Z. 2005a. Formalin. <http://www.zeily@chem.itb.ac.id>
- Nurachman, Z. 2005b. Formalin. <http://www.gatra.com>
- Saanin, H. 1986. Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan. Binacipta. Bogor
- Santoso, H.B. 1998. Ikan Pindang. Penerbit Kanisius. Yogyakarta
- Sediaoetama. A. D. 2000. Ilmu Gizi. Dian Rakyat. Jakarta
- Soeseno, S. 1991. Teknik Penanganan Ikan. CV. Yasaguna. Jakarta
- Sudarmadji, S.B. Haryono dan Suhadi. 1996. Prosedur Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. Edisi I. Liberty. Yogyakarta
- Soekarto, S.T. 1985. Penilaian Organoleptik untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian. Bharata Karya Aksara. Jakarta
- Yitnosumarto, S. 1993. Percobaan Analisis dan Interpretasinya. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Yuswanto. 2006. Formalin di Makanan Tak Berbahaya Diurai Jadi CO₂ dalam Waktu 1,5 Menit. <http://www.pubmedcentral.gov>
- Winarno, F. G. 2002. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Winarno. F.G, Fardiaz S., Fardiaz D. 1980. Pengantar Teknologi Pangan. Pt. Gramedia Jakarta

Lampiran 1. Proses Pembuatan Pindang Ikan Layang Berformalin

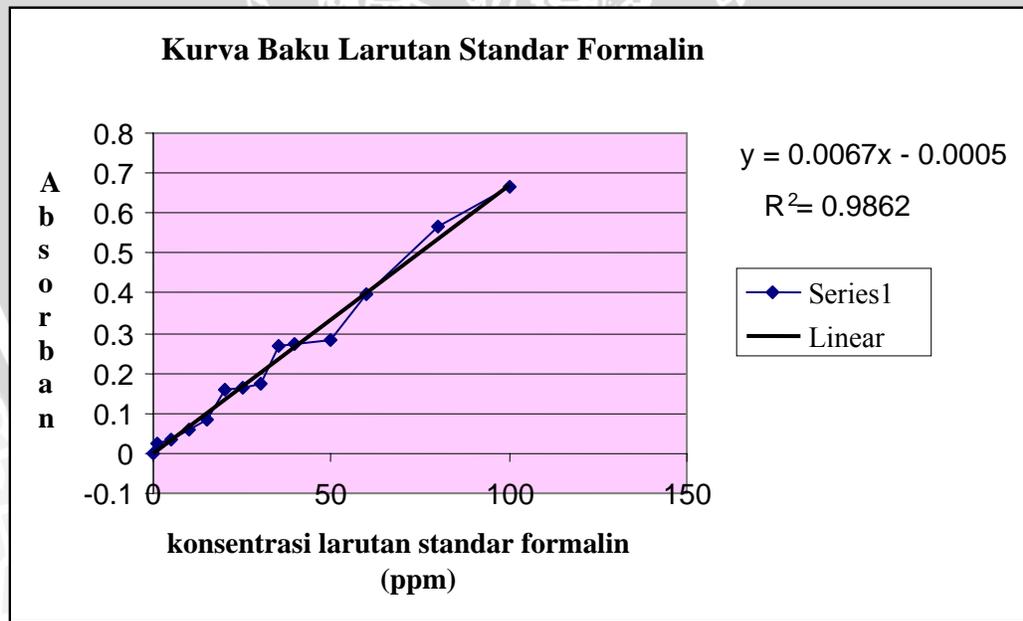


Lampiran 2. Skema Proses Penelitian



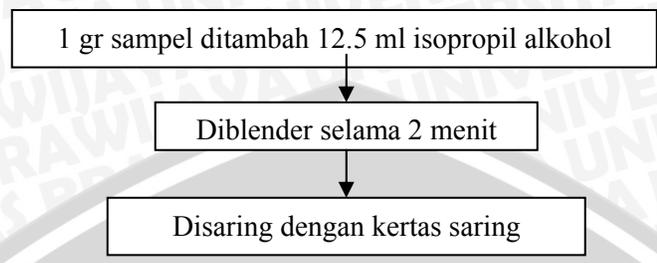
Lampiran 3. Data Larutan Standar Formalin dan Kurva Baku Larutan Standar

No	Konsentrasi Larutan Standar Formalin (ppm)	Absorbans
1	0	0
	1	0.023
	5	0.036
	10	0.058
	15	0.083
	20	0.158
	25	0.163
	30	0.172
	35	0.27
	40	0.275
	50	0.281
	60	0.397
	80	0.568
	100	0.667

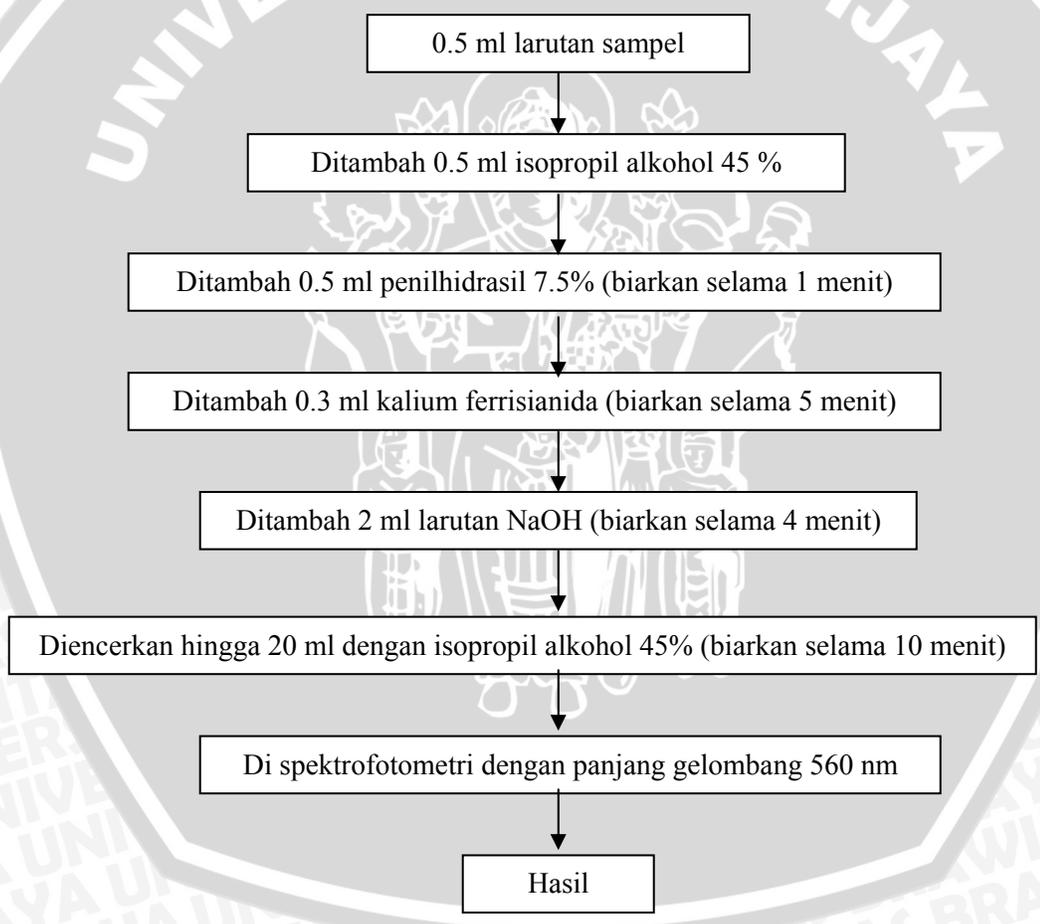


Lampiran 4. Preparasi Sampel dan Prosedur Analisa Kuantitatif Formalin

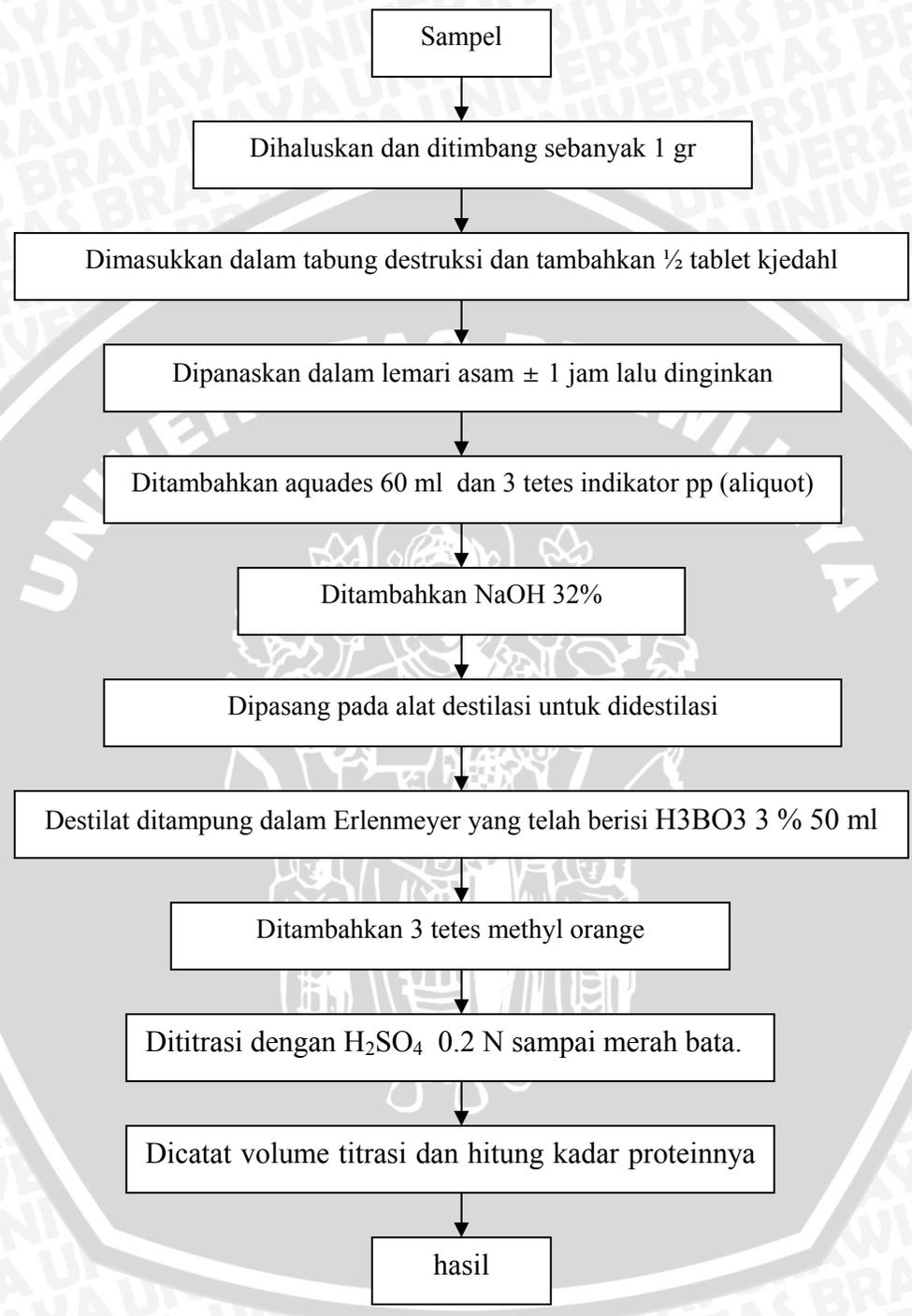
- **Preparasi sampel**



- **Pengujian sampel**



Lampiran 5. Analisa Kadar Protein



Lampiran 6. Analysis of Variance Formalin

Variate: Formalin

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
perlakuan_1	2	6260.75	3130.37	85.20	<.001
Contrast 1	1	6257.93	6257.93	170.33	<.001
Contrast 2	1	2.81	2.81	0.08	0.785
Residual	21	771.56	36.74		
Total	23	7032.31			

***** Tables of means *****

Variate: ppm_formalin

Grand mean 33.2

perlakuan_1	control	penggorengan	pengukusan
	56.0	21.4	22.2

*** Standard errors of means ***

Table	perlakuan_1
rep.	8
d.f.	21
e.s.e.	2.14

*** Standard errors of differences of means ***

Table	perlakuan_1
rep.	8
d.f.	21
s.e.d.	3.03

*** Least significant differences of means (5% level) ***

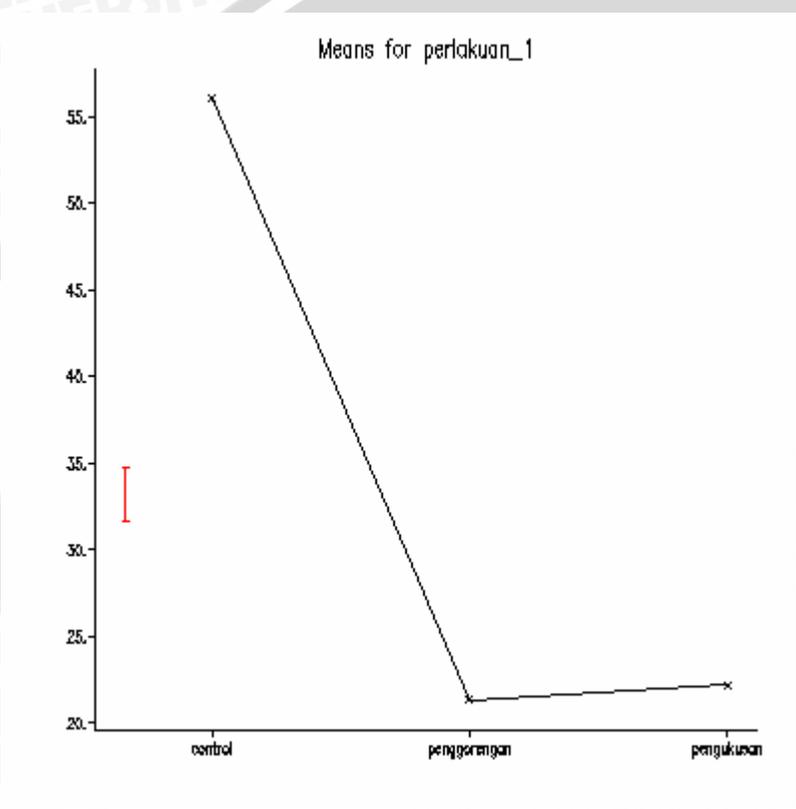
Table	perlakuan_1
rep.	8
d.f.	21
l.s.d.	6.30

Kruskal-Wallis One-Way Analysis of Variance

Value of H = 15.39
Adjusted for ties = 15.41

Sample Sizes: 8 8 8
Mean Ranks 20.5 8.2 8.8

Degrees of freedom = 2
Chi-square p-value < 0.001



Lampiran 7. Analysis of Variance Protein

Variate: protein

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
perlakuan_1	2	736.1418	368.0709	2260.65	<.001
Contrast 1	1	29.1416	529.1416	3249.93	<.001
Contrast 2	1	207.0002	207.0002	1271.37	<.001
Residual	21	3.4191	0.1628		
Total	23	739.5609			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

units 6 -0.924 s.e. 0.377

***** Tables of means *****

Variate: protein

Grand mean 25.967

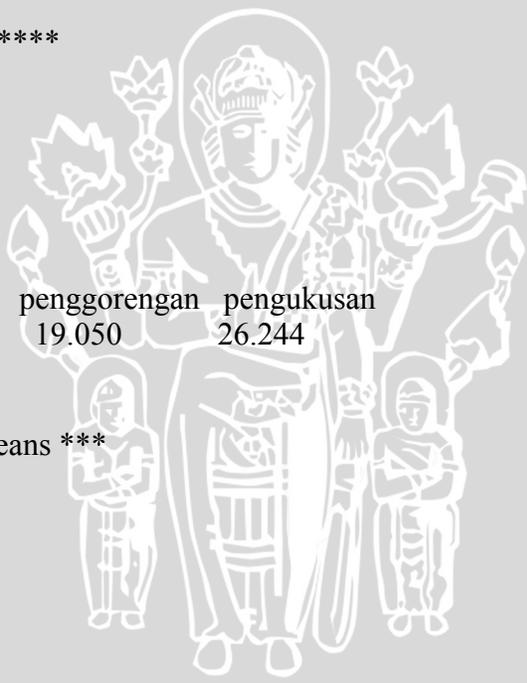
perlakuan_1	control	penggorengan	pengukusan
	32.608	19.050	26.244

*** Standard errors of means ***

Table	perlakuan_1
rep.	8
d.f.	21
e.s.e.	0.1427

*** Standard errors of differences of means ***

Table	perlakuan_1
rep.	8
d.f.	21
s.e.d.	0.2018



*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	perlakuan_1
rep.	8
d.f.	21
l.s.d.	0.4196

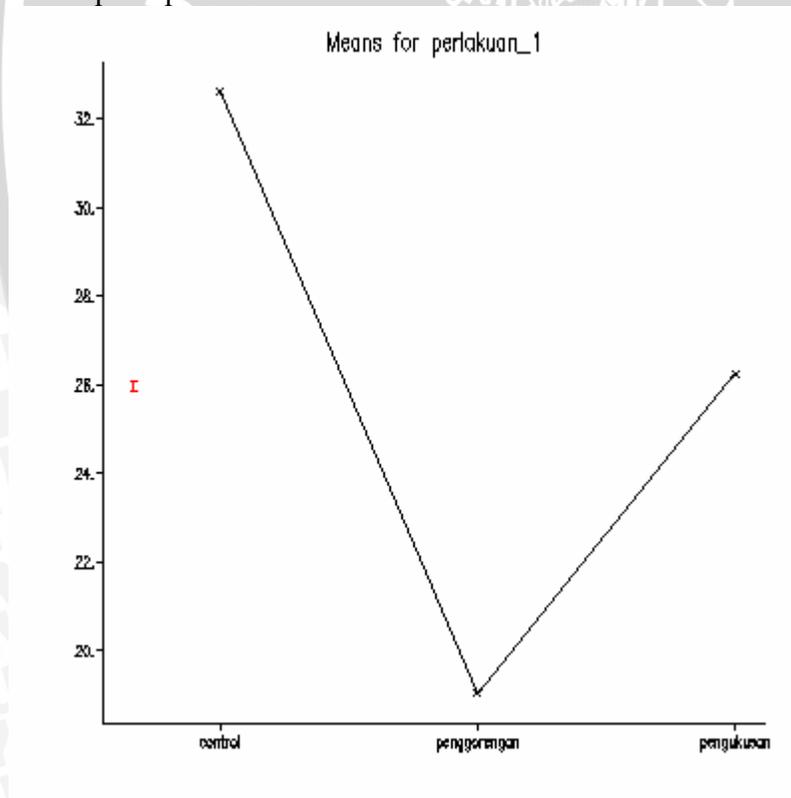
49 KRUSKAL [PRINT=test; GROUPS=perlakuan_1] protein

Kruskal-Wallis One-Way Analysis of Variance

Value of H = 20.48

Sample Sizes: 8 8 8
 Mean Ranks 20.5 4.5 12.5

Degrees of freedom = 2
 Chi-square p-value < 0.001



Lampiran 8. Analysis of Variance Air

Variate: air

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
perlakuan_1	2	21610.2121	10805.1061	1.950E+04	<.001
Contrast 1	1	3285.1752	3285.1752	5929.70	<.001
Contrast 2	1	18325.0369	18325.0369	3.308E+04	<.001
Residual	21	11.6344	0.5540		
Total	23	21621.8465			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

units 3 1.98 s.e. 0.70
 units 21 -1.53 s.e. 0.70

***** Tables of means *****

Variate: air

Grand mean 42.34

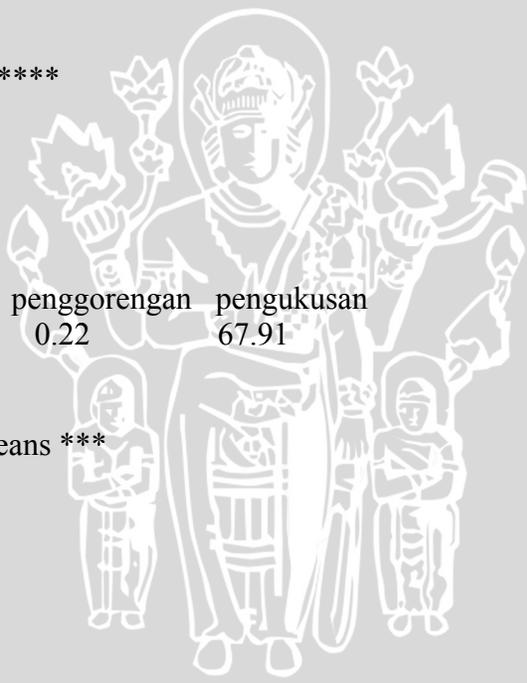
perlakuan_1	control	penggorengan	pengukusan
	58.88	0.22	67.91

*** Standard errors of means ***

Table	perlakuan_1
rep.	8
d.f.	21
e.s.e.	0.263

*** Standard errors of differences of means ***

Table	perlakuan_1
rep.	8
d.f.	21
s.e.d.	0.372



*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	perlakuan_1
rep.	8
d.f.	21
l.s.d.	0.774

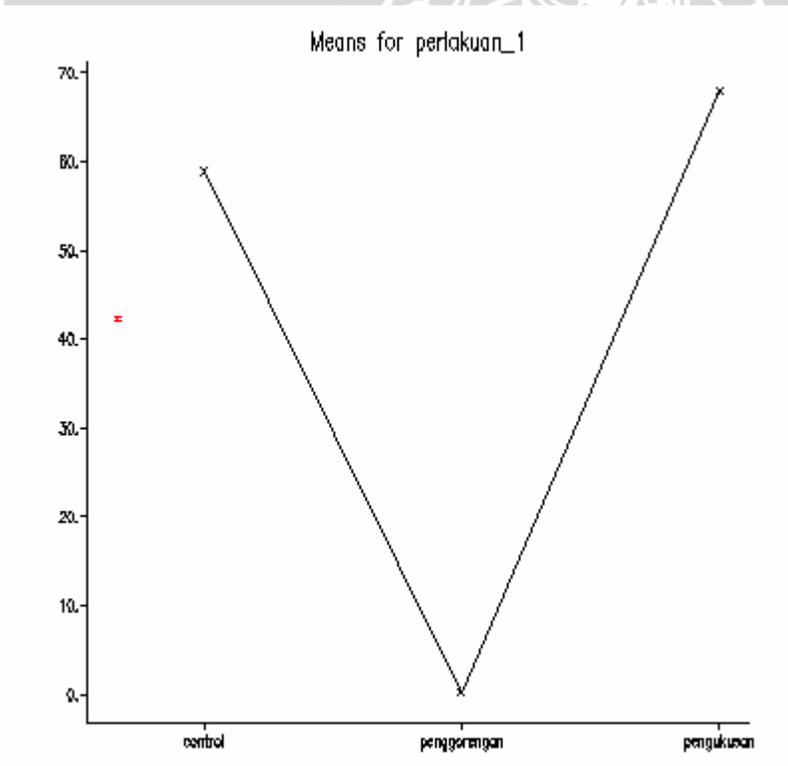
53 KRUSKAL [PRINT=test; GROUPS=perlakuan_1] air

Kruskal-Wallis One-Way Analysis of Variance

Value of H = 20.48
 Adjusted for ties = 20.61

Sample Sizes: 8 8 8
 Mean Ranks 12.5 4.5 20.5

Degrees of freedom = 2
 Chi-square p-value < 0.001



Lampiran 9. Cara Penghitungan Kadar Asam Amino dan Presentase Penurunan Asam Amino

Contoh perhitungan asam amino (lisin)

- % lisin kontrol = $\frac{11,022}{20,6485} \times 32,6\%$
= 17,40 %

- % lisin goreng = $\frac{13,692}{22,1681} \times 19,05\%$
= 11,77 %

- % lisin kukus = $\frac{12,373}{20,0177} \times 26,24\%$
= 16,22%

- % penurunan lisin goreng = $\frac{17,40 - 11,77}{17,40} \times 100\%$
= 32,37 %

- % penurunan lisin kukus = $\frac{17,40 - 16,22}{17,40} \times 100\%$
= 6,79%