

**PENGARUH PENAMBAHAN ISOLAT PROTEIN KEDELE TERHADAP
KARAKTERISTIK SENSORI FISIKA-KIMIA
SOSIS FERMENTASI IKAN LELE DUMBO (*Clarias gariepinus*)
SELAMA MASA PEMASAKAN 28 HARI**

LAPORAN SKRIPSI

Oleh:

A. DYAH WIDIASTUTI

0310830001



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
FAKULTAS PERIKANAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG**

2007

**PENGARUH PENAMBAHAN ISOLAT PROTEIN KEDELE TERHADAP
KARAKTERISTIK SENSORI FISIKA-KIMIA
SOSIS FERMENTASI IKAN LELE DUMBO (*Clarias gariepinus*)
SELAMA MASA PEMASAKAN 28 HARI**

Oleh:

A. DYAH WIDIASTUTI

0310830001

Mengetahui ,
Ketua Jurusan

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

(Ir. MAHENO SRI WIDODO, MS)

Tanggal :

(Ir. HAPPY NURSYAM, MS)

Tanggal :

Dosen Pembimbing II

(Ir. YAHYA, MP)

Tanggal :

**PENGARUH PENAMBAHAN ISOLAT PROTEIN KEDELE TERHADAP
KARAKTERISTIK SENSORI FISIKA-KIMIA
SOSIS FERMENTASI IKAN LELE DUMBO (*Clarias gariepinus*)
SELAMA MASA PEMASAKAN 28 HARI**

Oleh:

A. DYAH WIDIASTUTI
0310830001

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

(Ir. HAPPY NURSYAM, MS)
Tanggal :

Dosen Pembimbing II

(Ir. YAHYA, MP)
Tanggal :

Dosen Penguji I

(Ir. KARTINI Z, MP)
Tanggal :

Dosen Penguji II

(Prof. Dr. Ir. TJ MOEDJHIARTO, M App, Sc)
Tanggal :

Mengetahui ,
Ketua Jurusan

(Ir. MAHENO SRI WIDODO, MS)
Tanggal :

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi dengan judul Pengaruh Penambahan Isolat Protein Kedelai Terhadap Karakteristik Sensori Fisika-Kimia Sosis Fermentasi Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Selama 28 Hari Masa Pemasakan.

Atas terselesaikannya laporan Skripsi ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

- Ir. Happy Nursyam, MS dan Ir. Yahya, MP selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan sampai terselesainya laporan ini.
- Ir. Kartini Z. MP dan Prof. Dr. Ir. TJ Moedjiarto, M App, Sc dosen Penguji yang bersedia meluangkan waktu.
- Mama, Papa dan mbak untuk semua doa serta dana yang telah diberikan *I Love You*.
- THPers`03 dan THPfm umumnya serta semua orang yang ada disekitar ku, terimakasih.
- Serta semua pihak yang telah membantu tersusunnya laporan ini.

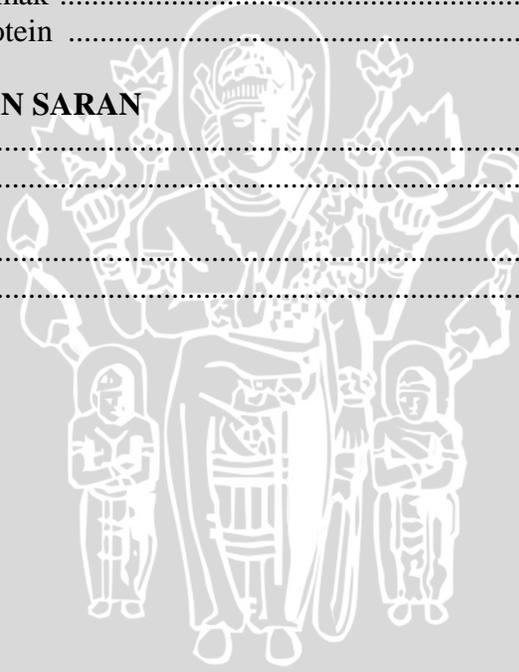
Penulis menyadari didalam laporan ini masih ada kekurangan sehingga masukan berupa kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan untuk kesempurnaan penulisan laporan ini dan selanjutnya. Besar harapan penulis laporan skripsi ini dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi para pembacanya.

Penulis

DAFTAR ISI

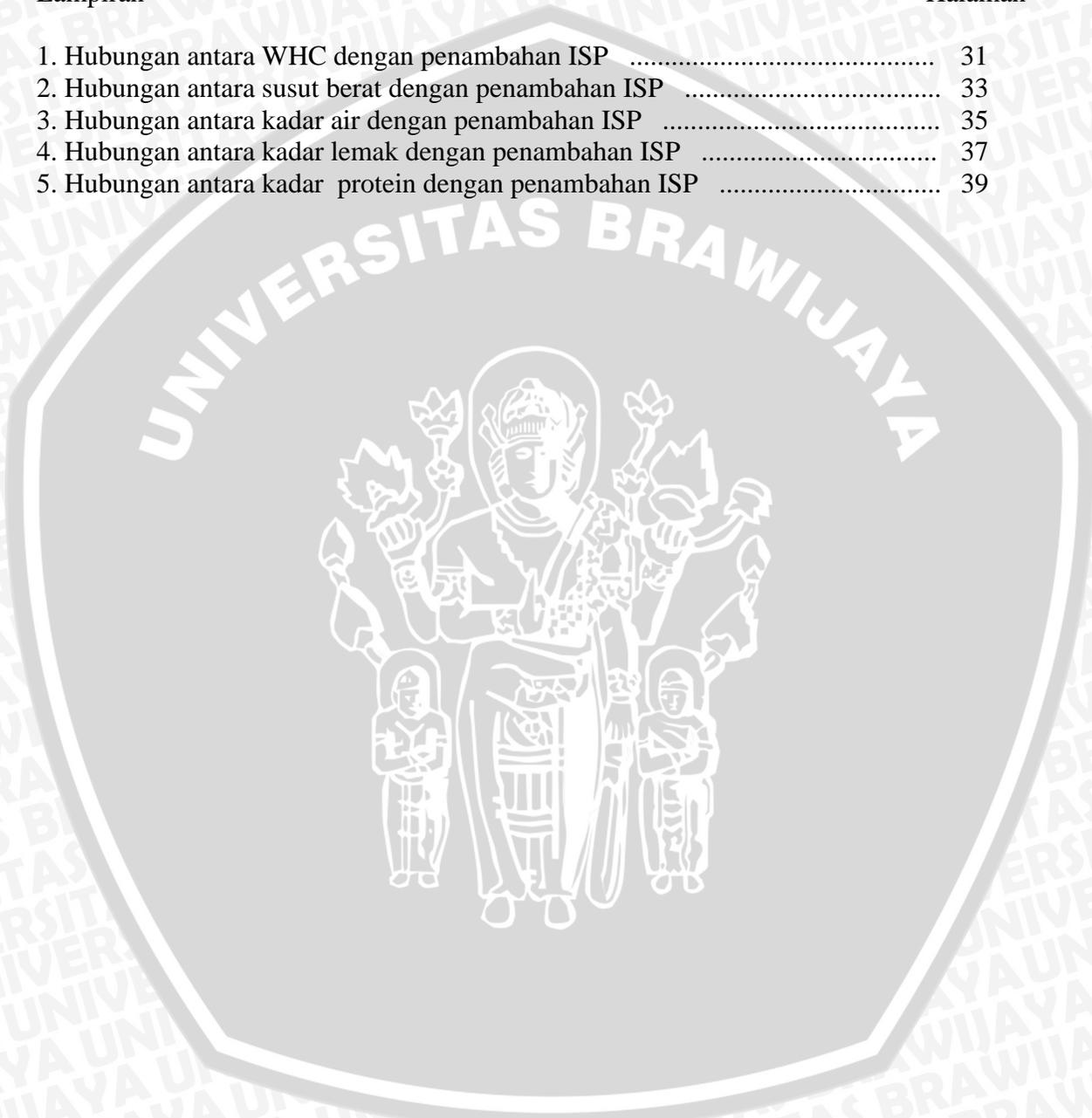
| | |
|---|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| RINGKASAN | iii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR TABEL | vi |
| DAFTAR GRAFIK | vii |
| DAFTAR LAMPIRAN | viii |
| | |
| 1. PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah | 4 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 5 |
| 1.4 Kegunaan | 5 |
| 1.5 Tempat dan Waktu | 6 |
| | |
| 2. TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Ikan Lele Dumbo | 7 |
| 2.2 Isolat Protein Kedelai | 8 |
| 2.3 Emulsifikasi | 11 |
| 2.4 Sosis Fermentasi | 11 |
| 2.5 Bakteri Asam Laktat | 15 |
| 2.6 Fermentasi Asam Laktat | 17 |
| 2.7 Sifat Fisika dan Kimia Sosis Fermentasi | |
| 2.7.1 Sifat Fisika Sosis Fermentasi | |
| 2.7.1.1 Daya Ikat Air | 18 |
| 2.7.1.3 Susut Berat | 18 |
| 2.7.2 Sifat Kimia Sosis Fermentasi | |
| 2.7.2.1 Kadar Air | 18 |
| 2.7.2.2 Kadar Lemak | 18 |
| 2.7.2.3 Kadar Protein | 19 |
| 2.8 Bahan Tambahan | |
| 2.8.1 Nitrat dan nitrit | 19 |
| 2.8.2 Garam Dapur | 20 |
| 2.8.3 Gula | 20 |
| 2.8.4 Lada | 21 |
| 2.8.5 Bawang Putih | 22 |
| 2.8.6 Jahe | 22 |
| 2.8.7 Ketumbar | 22 |
| 2.8.8 Cengkeh | 22 |
| 2.8.9 Kayu Manis | 23 |
| 2.8.10 Selongsong | 23 |

| | |
|---|----|
| 3. MATERI DAN METODE | |
| 3.1 Materi dan Peralatan Penelitian | 25 |
| 3.2 Metode Penelitian | |
| 3.2.1 Metode | 26 |
| 3.2.2 Variabel | 26 |
| 3.3 Pelaksanaan Penelitian | 27 |
| 3.4 Parameter Uji | 30 |
| 3.5 Penentuan Perlakuan Terbaik..... | 30 |
| 4. HASIL DAN PEMBAHASAN | |
| 4.1 Karakteristik Fisika Sosis Fermentasi | |
| 4.1.1 Daya Ikat Air | 31 |
| 4.1.2 Susut Berat | 33 |
| 4.2 Karakteristik Kimia Sosis Fermentasi | |
| 4.2.1 Kadar Air | 34 |
| 4.2.2 Kadar Lemak | 37 |
| 4.2.3 Kadar Protein | 39 |
| 5. KESIMPULAN DAN SARAN | |
| 5.1 Keimpulan | 42 |
| 5.2 Saran | 43 |
| DAFTAR PUSTAKA | 44 |
| LAMPIRAN | 47 |



DAFTAR GRAFIK

| Lampiran | Halaman |
|--|---------|
| 1. Hubungan antara WHC dengan penambahan ISP | 31 |
| 2. Hubungan antara susut berat dengan penambahan ISP | 33 |
| 3. Hubungan antara kadar air dengan penambahan ISP | 35 |
| 4. Hubungan antara kadar lemak dengan penambahan ISP | 37 |
| 5. Hubungan antara kadar protein dengan penambahan ISP | 39 |



DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | Halaman |
|--|---------|
| 1. Parameter Uji | 47 |
| 2. Data Analisa Karakteristik Fisika-Kimia | 50 |
| 3. Data Organoleptik | 55. |
| 4. Form Organoleptik | 60 |



I. PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Jenis ikan lele dumbo merupakan salah satu dari sekian banyak jenis ikan yang dimanfaatkan sebagai sumber bahan pangan oleh manusia. Selama ini ikan lele dumbo pada umumnya masih dikonsumsi dalam keadaan segar. Ikan lele dumbo segar mengandung kadar air sebesar 75,69%. Setelah air komponen terbesar lainnya adalah protein yaitu sebesar 15,19%, kadar lemak 6,90% dan kadar abu 2,1% (Heruwati dan Indrati, 1987).

Lele dumbo segar dapat dijadikan produk olahan seperti bakso, burger, kamaboko, kerupuk dan sebagainya. Pengolahan dalam bentuk sosis merupakan salah satu usaha untuk mendukung budidaya lele dumbo dan diversifikasi olahan yang akan memperluas pemasarannya (Irianto dan Muljanah, 1988).

Sosis adalah suatu makanan yang terbuat dari daging cincang, lemak hewan, terna dan rempah, serta bahan-bahan lain. Sosis umumnya dibungkus dalam suatu pembungkus yang secara tradisional menggunakan usus hewan, tapi sekarang sering kali menggunakan bahan sintesis, serta diawetkan dengan suatu cara, misalnya dengan pengasapan. Pembuatan sosis merupakan suatu teknik produksi dan pengawetan makanan yang telah dilakukan sejak sangat lama. Saat ini dengan kemajuan teknologi, sosis telah dibuat secara modern dengan berbagai jenis dan ukuran. Berdasarkan daerah dikembangkannya, dikenal berbagai nama dagang (*brand*) sosis (Anonymous, 2007)^a.

Sosis ikan adalah salah satu bentuk diversifikasi makanan yang berasal dari ikan. Sosis merupakan makanan setengah basah sehingga mudah sekali mengalami kerusakan karena aktivitas mikroorganisme yang menyebabkan daya awetnya lebih rendah.

Menurut Naruki (1992), sosis merupakan olahan produk emulsi minyak dalam air, dimana lemak membentuk fase diskontinyu, air membentuk fase kontinyu dan protein daging sebagai emulsifier. Menurut Khairun dan Khairun Amri (2002), salah satu jenis ikan yang bisa digunakan sebagai bahan baku sosis adalah ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*), karena lele dumbo mempunyai tekstur daging yang empuk, enak dan gurih.

Sosis merupakan produk polahan daging yang mempunyai nilai gizi tinggi. Komposisi gizi sosis berbeda-beda, tergantung pada jenis daging yang digunakan dan proses pengolahannya. Sosis atau *sausage* berasal dari kata *salsus* yang berarti menggiling dengan garam. Sesuai dengan namanya, sosis merupakan produk olahan daging yang digiling. Berdasarkan tingkat kehalusan penggilingan daging, sosis dibedakan atas sosis daging giling dan emulsi. Dalam sosis daging giling, daging tidak dihaluskan sehingga masih terlihat serat-serat daging yang belum hancur dan menghasilkan tekstur khas. Sedangkan dalam sosis emulsi daging digiling halus sampai terbentuk emulsi dengan lemak yang ditambahkan. Sosis juga sering diolah lebih lanjut dengan proses fermentasi bakteri asam laktat. Bakteri yang digunakan antara lain *Pediococcus sp* dan *Lactobacillus sp*. Sosis fermentasi lebih dikenal dengan istilah *dry sausage* atau *semi dry sausage*. Contoh sosis jenis ini antara lain adalah *salami sausage*, *papperson sausage*, *genoa sausage*, *thurringer sausage*, *cervelat sausage* dan *chauzer sausage*. Jenis ini biasanya dikonsumsi oleh orang luar negeri dan jarang ditemui di pasar Indonesia (Anonymous, 2007)^b.

Jenis lainnya adalah sosis matang yang sebagian besar dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Dalam prosesnya, bahan baku sosis yang berupa daging, mengalami beberapa kali penggilingan. Setelah melewati penggilingan pertama, daging gilingan tersebut ditambah es serta garam fosfat. Usai digiling untuk kedua kalinya,

ditambahkan emulsi ke dalamnya. Pada gilingan terakhir, kemudian daging gilingan tersebut dicampur dengan tepung. Langkah selanjutnya, daging gilingan tersebut dimasukkan ke dalam *casing* atau selongsong. Gilingan daging yang telah diberi *casing* ini dimasukkan ke dalam *smoke house* untuk keperluan pengasapan yang berlangsung berkisar 1-2 jam (Anonymous, 2007)^c.

Macam sosis yang telah dikenal pada dasarnya terdiri atas lima kelas yakni sosis segar, sosis segar diasap, sosis masak, sosis kering dan sosis agak kering serta sosis spesialis daging masak. Sosis segar merupakan sosis yang dibuat dari daging segar, tidak diperam dan harus dimasak sebelum dimakan. Sosis masak berasal dari daging segar, bisa diperam atau tidak, tidak diasap dan setelah dipreparasi harus segera dimasak dan siap dimakan. Sosis spesialis daging masak khusus dipersiapkan sebagai produk daging yang diperam atau tidak diperam, dimasak dan jarang diasap, biasanya dikonsumsi dalam keadaan dingin. Sosis kering dan agak kering adalah sosis fermentasi yang berasal dari daging yang diperam dan dikeringkan oleh udara, sosis jenis ini bisa diasap sebelum pengeringan dan dapat dikonsumsi dalam keadaan dingin atau dimasak (Soeparno, 1994).

I.2 Perumusan Masalah

Sosis fermentasi yaitu suatu produk yang dibuat dari daging dicampur dengan garam, gula dan bumbu, dimasukkan ke dalam *casing*, proses pematangan dengan cara fermentasi oleh bakteri asam laktat, baik yang terdapat dalam daging secara alami, maupun bakteri starter yang ditambahkan (Soeparno, 1992).

Bahan makanan yang telah mengalami proses fermentasi biasanya memiliki nilai gizi yang lebih tinggi dari pada bahan asalnya, disebabkan mikroorganisme bersifat

katabolis (pemecah) komponen-komponen yang kompleks menjadi lebih sederhana sehingga mudah dicerna (Soediby, 1976). Dengan dilakukan proses fermentasi maka sosis akan mempunyai rasa dan aroma yang khas, rasa sosis menjadi asam dan selama proses fermentasi akan terjadi hidrolisis protein (Wood, 1998).

Penelitian ini akan membahas mengenai pengaruh perbedaan level Isolat protein kedelai sebagai bahan tambahan pada sosis fermentasi ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) terhadap karakteristik-karakteristik kimia dan fisika sosis yaitu kadar air, lemak, protein, susut berat, WHC (*Water Holding Capacity*) dan kualitas sensori sebagai data pendukung.

Dari uraian tersebut, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Pengaruh perbedaan level isolate protein kedelai terhadap karakteristik kimia dan fisika sosis fermentasi ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*).
2. Level isolate protein kedelai optimum yang ditambahkan terhadap pembentukan karakteristik kimia dan fisika sosis fermentasi ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*).

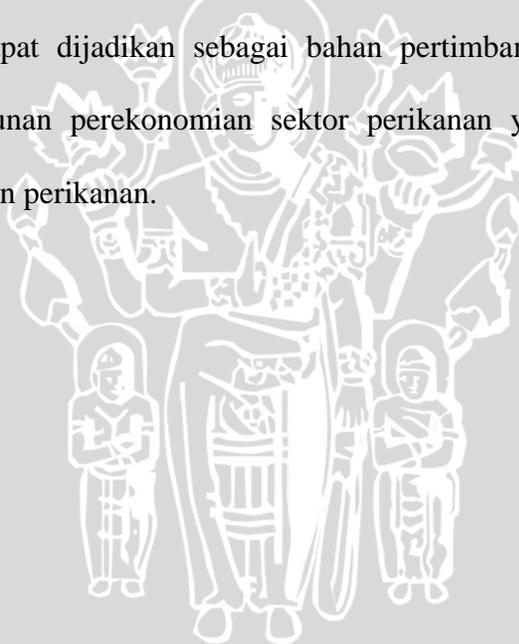
I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui konsentrasi isolate protein kedelai yang ditambahkan terhadap sifat fisika dan kimiaw sosis. Dari hasil penelitian ini akan didapatkan konsentrasi isolate protein kedelai terbaik bagi pembentukan sifat fisik dan kimia sosis fermentasi ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*).

I.4 Kegunaan

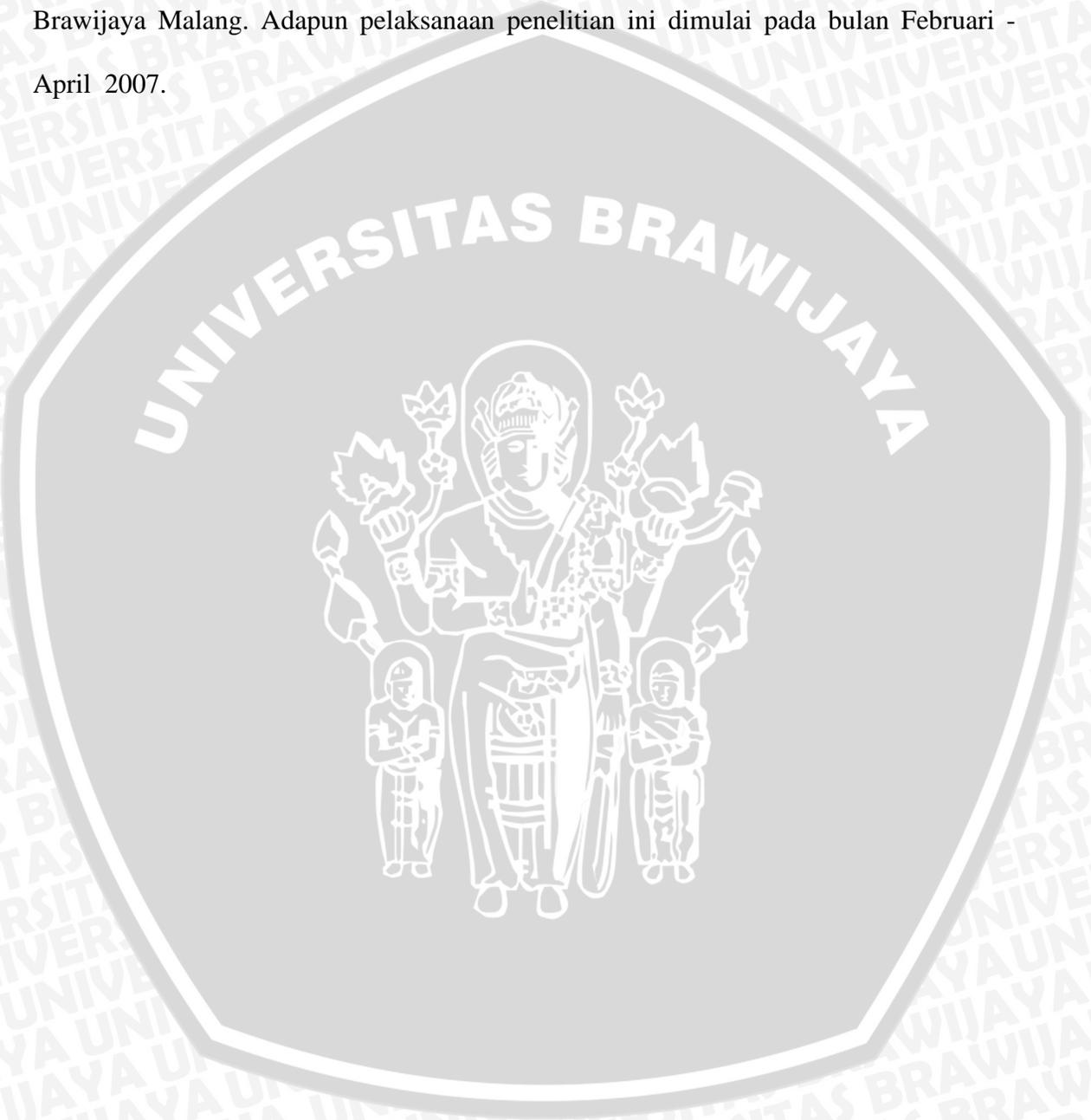
Penelitian ini diharapkan memiliki kegunaan:

1. Bagi mahasiswa, dapat dijadikan referensi pengetahuan mengenai pengaruh level isolate protein kedelai terhadap pembentukan karakteristik kimia dan fisika sosis fermentasi ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*);
2. Bagi masyarakat umum, dapat dijadikan suatu tambahan pengetahuan mengenai komposisi penambahan isolate protein kedelai terbaik terhadap karakteristik fisika dan kimia sosis fermentasi ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*);
3. Bagi dunia industri pangan, dapat dijadikan dasar pengembangan produk sejenis maupun produk-produk fermentasi lainnya;
4. Bagi pemerintah dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam menyusun kebijakan pembangunan perekonomian sektor perikanan yang berbasiskan pada produk-produk olahan perikanan.



I.5 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Dasar, Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan dan Laboratorium Biokimia Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang. Adapun pelaksanaan penelitian ini dimulai pada bulan Februari - April 2007.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*)

Ikan lele dumbo (*Clarias Gariepinus*) mempunyai warna tubuh seperti lumpur dan hidupnya di perairan yang berlumpur. Kulitnya licin, tidak bersisik dan banyak mengeluarkan lendir, kepalanya berbentuk segitiga, mulutnya lebar dengan empat pasang sungut peraba pada sudut mulutnya (Djuhanda, 1981).

Ciri-ciri khusus ikan jenis ini antara lain bentuk badannya memanjang, bagian kepala pipih, tulang kepala umumnya keras dan meruncing ke belakang. Selain itu, tubuh ikan lele menjadi pucat apabila terkena sinar matahari dan akan diwarnai noda hitam dan putih bila menderita stress (Santoso, 1994). Sungut (*barbell*) pada ikan lele menurut Richter dan Rustidja (1985), terdapat di sekitar mulut yang berfungsi sebagai tentakel. Ikan lele dapat mengenali mangsanya melalui perabaan dan penciuman, terutama bila makan pada malam hari dan dalam air yang keruh.

Komposisi gizi yang dimiliki ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) terdiri atas protein (17–37%), lemak (4,8%), mineral (1,2%), vitamin (1,2%) dan air (75,1%) (Soetomo, 2000).

Ikan lele merupakan salah satu bahan pangan bergizi yang mudah untuk dihidangkan sebagai lauk. Kandungan gizi daging ikan lele sebanding dengan daging ikan lainnya. Beberapa jenis ikan, termasuk ikan lele, mengandung protein lebih tinggi dan lebih baik dibandingkan dengan daging hewan.

Klasifikasi ikan lele menurut Saanin (1984) adalah:

Phyllum : Chordata

Sub-phyllum : Vertebrata

| | |
|----------|-----------------------------|
| Klas | : Pisces |
| Sub-klas | : Teleostei |
| Ordo | : Ostariophysi |
| Sub-ordo | : Siluroidea |
| Familia | : Clariidae |
| Genus | : Clarias |
| Spesies | : <i>Clarias Gariepinus</i> |

2.2 Isolat Protein Kedelai

Komoditi 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 (Anonymous, 2003).

Penggunaan kacang kedele secara fungsional digunakan tambahan pada bahan pangan sebagai *emulsification* dan *texturizing* (Muchtadi, 1998). Kedelai (*Glycine max L Mar*) banyak dimanfaatkan baik untuk 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 protein kedelai dalam bahan pangan mencakup tepung dan bubur tidak berlemak, konsentrat, isolat, tepung bertekstur dan konsentrat bertekstur. Kandungan setiap 100 gram bagian kedelai yang dapat dimakan mengandung 10 gram air, 35 gram protein, 18 gram lemak, 35 gram karbohidrat, 4 gram serat dan 5 gram abu. Kedelai merupakan sumber utama kalsium serta vitamin B1 dan vitamin C dalam gizi orang-orang timur, konsentrat dan isolat protein dari kedelai masing-masing mengandung 67% dan 93%.

Produk utama kedelai yang terdapat di pasaran internasional adalah tepung kedelai yang mengandung 50-69% protein, protein pekatan 70% protein dan isolat protein 90-95% protein. Isolat protein kedelai merupakan bentuk protein yang murni yang mengandung minimal 90% protein dari berat kering. Isolat protein kedelai biasanya digunakan sebagai bahan campuran dalam makanan oleh daging dan susu. Isolat protein kedelai baik sekali digunakan dalam industri makanan sebagai bahan pengikat dan pengemulsi dalam produk daging (Winarno, 1993).

USDA dalam Russ (2007) bahwa penggunaan isolat protein kedelai sebesar 2% pada sosis yang dimasak mempunyai pengaruh yang bagus. Level yang digunakan pada daging analog antara 4-20%. Manfaat protein kedelai antara lain meningkatkan nilai ekonomi, sumber kualitas protein yang tinggi, menyediakan fungsi bahan dalam pembentukan gel dan tekstur yang baik dan bagus, sebagai pengemulsi lemak, sebagai pengikat air, dan mampu meningkatkan lemak dan menahan kandungan air pada produk akhir. Menurut Kumar *et al.*, (2003) bahwa penggunaan isolat protein kedelai sebanyak 2 - 3,5 % dapat digunakan sebagai Binder (pengikat) yang baik.

Penggunaan isolat protein kedelai sebanyak 8-15% dari formulasi daging masih bisa diterima. Mekanisme kerja binder dalam system matriks emulsi didasarkan pada kemampuan protein untuk berinteraksi dengan air, lemak dan protein untuk berinteraksi dengan air, lemak dan protein itu sendiri. Interaksi dengan air didasarkan pada adanya rantai sisi polar di sepanjang rantai peptida yaitu gugus karboksil dan amino. Molekul protein mempunyai beberapa gugus yang mengandung atom N dan O yang tidak berpasangan sehingga mempunyai kemampuan membentuk ikatan hidrogen. Atom N yang terdapat pada rantai peptida mempunyai muatan negatif sehingga mampu menarik atom H dari air yang bermuatan positif. Molekul air yang telah terikat tersebut masih dapat berikatan dengan

molekul air yang lain, karena memiliki sebuah atom O dengan elektron yang tidak berpasangan. Isolat protein kedelai mempunyai kandungan protein murni. Protein dapat berinteraksi dengan protein lainnya karena adanya ikatan rangkap hidrogen dan perubuhan antara gugus sulhidil dan sulfida. Interaksi molekuler tersebut membentuk suatu jaringan tiga dimensi yang mengakibatkan tekstur protein kompak. Dengan adanya struktur tiga dimensi tersebut akan merangkap sejumlah air dan lemak (Mayer, 1972).

Mekanismenya protein sebagai emulsifier yaitu bagian molekul emulsifier yang bersifat larut dalam minyak (hidrofobik) terletak dibagian dalam dan berikatan dengan molekul lemak. Sedangkan bagian yang larut dalam air (hidrofilik) menghadap keluar dan berikatan dengan molekul air (Winarno, 1984).

Secara umum isolat protein kedelai mempunyai kemampuan emulsi yang terbesar diikuti oleh tepung kedelai dan konsentrat kedelai. Menurut Porcella (*et al.*, 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.

Menurut Luiza *et al.*, (2006) bahwa protein kedelai merupakan protein kedelai merupakan legume dengan kadar protein tinggi dan keseimbangan asam amino. Kemampuan yang bagus dalam pembantuan gel dan WHC.

2.3 Emulsi

Emulsi adalah suatu dispersi suatu cairan dalam cairan yang lain, yang molekul-molekul kedua cairan tersebut tidak dapat saling berbaaur tetapi saling antagonistik. Air dan minyak merupakan cairan yang tidak berbaaur, tetapi saling ingin terpisah karena mempunyai berat jenis yang berbeda. Pada suatu emulsi biasanya terdapat tiga bagian utama; yaitu bagian yang terdispersi yang terdiri dari butir-butir yang biasanya terdiri dari lemak, bagian kedua disebut media pendispersi yang juga dikenal sebagai *continuous phase*, yang biasanya terdiri dari air, dan bagian ketiga adalah *emulsifier* yang berfungsi menjaga agar butir-butir minyak tadi tetap tersuspensi dalam air (Winarno, 2002).

Dalam proses emulsifikasi, lemak, protein, garam dan air dicampur dan dikombinasikan menjadi emulsi. Protein otot daging disebut miosin terlarut atau terlepas dari serta otot karena kontak dengan garam. Protein yang terlarut dan air berkombinasi dan mengelilingi globula lemak dan menahan partikel lemak pada suspensi yang dikeluarkan dalam campuran bergabung dengan bumbu dan penyedap (FSIS, 1999).

2.4 Sosis Fermentasi

Sosis adalah daging adalah produk makanan yang diperoleh dari campuran daging halus (mengandung daging tidak kurang 75%) dengan tepung atau pati dengan atau tanpa penambahan bumbu dan bahan tambahan makanan lain yang diizinkan dan dimasukkan ke dalam selubung sosis (Anonymous, 2003)^a.

Fermentasi adalah suatu proses penguraian senyawa-senyawa kompleks yang terdapat didalam tubuh ikan menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana oleh enzim atau ferment yang berasal dari tubuh ikan itu sendiri atau dari mikroorganisme dan berlangsung dalam

lingkungan yang terkontrol. Proses penguraian ini dapat berlangsung dengan atau tanpa aktivitas mikroorganisme (Afrianto dan Liviawaty, 2005).

Sosis fermentasi adalah salah satu jenis produk daging giling, merupakan hasil fermentasi gula oleh mikroba sehingga diperoleh pH 5,3 (walaupun biasanya memiliki pH 4,6-5,0), mengalami proses pengeringan/ pemeraman untuk mengurangi kelembaban 15-25%. Produk ini biasanya dikuring, tetapi tidak selalu dimasak atau diasap (NYSAES,2006).

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Standart Nasional Indonesia (SNI) untuk produk sosis daging dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Standart Nasional Indonesia Sosis Daging (SNI 01-3820-1995)

| Karakteristik | Kandungan |
|--------------------------------------|------------------|
| Fisik : | |
| Bau, rasa, dan warna | Normal |
| Tekstur | Bulat panjang |
| Kimia : | |
| Kadar air (maks.) | 67,0% b/b |
| Kadar abu (maks.) | 3,0% b/b |
| Kadar protein (min.) | 13,0% b/b |
| Kadar lemak (maks.) | 25,0% b/b |
| Kadar karbohidrat (maks.) | 8% b/b |
| Bahan tambahan makanan | SNI 01-0222-1995 |
| Cemaran logam (mg/kg) | |
| Pb (maks.) | 2,0 |
| Cu (maks.) | 20,0 |
| Zn (maks.) | 40,0 |
| Sn (maks.) | 40,0 |
| Hg (maks.) | 0,03 |
| Arsen (As) (maks.) | 0,1 |
| Cemaran mikroba : | |
| Angka lempeng total (maks.) | 105 koloni/g |
| Bakteri bentuk koli (maks.) | 10 APM/ g |
| <i>Escherichia coli</i> | < 3 APM/g |
| <i>Enterococci</i> | 102 koloni/g |
| <i>Clostridium perfringens</i> | Negatif |
| <i>Salmonella</i> | Negatif |
| <i>Staphilococcus aureus</i> (maks.) | 102 koloni/g |

Sumber : Anonymous (2003)^b

USDA (1999) mengklasifikasikan sosis menjadi beberapa kategori berdasarkan spesifikasi proses produksi dan cara penyimpanan. Kategori tersebut adalah sosis segar, sosis masak dan sosis kering. Menurut Soeparno (1998) sosis kering adalah sosis fermentasi sebagai hasil kerja bakteri pembentuk asam laktat, baik yang terdapat di dalam daging secara alami maupun bakteri starter yang ditambahkan.

Fermentasi akan menurunkan pH sosis kering dan agak kering dari 5,8-6,2 menjadi 4,8-5,3. Fermentasi juga memberi kesempatan pada air dalam sosis untuk menyebar ke seluruh bagian sosis secara cepat dan merata. Asam laktat akan menyebabkan denaturasi protein daging. Denaturasi protein daging ini mengakibatkan tekstur sosis menjadi lebih kompak (Soeparno, 1994).

Fermentasi asam laktat adalah sangat penting dalam pengawetan pangan. Gula di dalam bahan pangan dapat dikonversikan menjadi asam laktat dan produk-produk lainnya, dan dalam jumlah tertentu dapat tercipta lingkungan untuk mengendalikan organisme yang lain. Fermentasi asam laktat adalah efisien dan merupakan organisme fermentasi yang pertumbuhannya cepat (Desrosier, 1988).

Adapun proses pembuatan sosis fermentasi menurut Aryanta, *et al.*, (1991) dimulai dengan tahap persiapan daging sebagai bahan baku. Daging digiling sampai halus dengan menggunakan blender. Tujuan dari penggilingan ini dimaksudkan untuk memotong seragam daging. Selanjutnya, daging giling dicampur dengan Na-Clorida (NaCl), natrium nitrat (NaNO_3) dan natrium nitrit (NaNO_2). Proses pencampuran ini bertujuan untuk mengekstrak protein dari dalam daging yang telah digiling tersebut. Setelah halus, daging tersebut disimpan pada suhu rendah yaitu pada suhu 0 sampai 4°C selama 24 jam. Tahap selanjutnya ialah pembuatan adonan yang terdiri dari campuran daging halus dengan bumbu-bumbu yang terdiri dari gula, lada hitam, lada putih, ketumbar, jahe, kayu manis, bawang putih dan cengkeh. Pada tahap ini, bakteri asam laktat sengaja ditambahkan pada adonan yang berperan sebagai starter proses fermentasi pada sosis yang akan mengalami proses pemeraman. Tahap ini diakhiri dengan pemasukan adonan kedalam selongsong. Tahap berikutnya ialah proses pengasapan sosis dengan menggunakan suhu 45 sampai 50°C selama sekitar 4 jam. Proses pengasapan ini dilakukan dengan menggunakan pengasapan panas agar lebih mudah dan

lebih cepat dilakukan. Setelah proses pengasapan selesai, maka tahap akhir dari proses pembuatan sosis fermentasi ini ialah tahap inkubasi (pemeraman) pada suhu antara 15-20,2^oC selama sekitar 1 bulan.

2.5 Bakteri Asam Laktat

Menurut Fardiaz (1992), berbagai jenis bakteri telah digunakan dalam dunia industri, baik pangan maupun industri kimia. Keuntungan penggunaan bakteri dalam dunia industri dibandingkan dengan kapang dan khamir ialah pertumbuhannya yang lebih cepat dengan waktu generasi rata-rata kurang dari satu jam (20 menit sampai satu jam). Fermentasi makanan menggunakan bakteri dapat berlangsung secara spontan, misalnya pada pembuatan sayur asin dan pickel, atau dengan cara menambahkan kultur bakteri, misalnya dalam fermentasi sosis, *yoghurt*, *nata de coco*, susu asam, keju, dan sebagainya. Pengelompokan bakteri berdasarkan sifat pertumbuhannya pada makanan terdiri atas beberapa jenis yaitu bakteri asam laktat, bakteri asam asetat, bakteri asam butirat, bakteri asam propionat, bakteri proteolitik, bakteri lipolitik, bakteri sakarolitik, bakteri termofilik, bakteri psikrotropik, halofilik, osmofilik, bakteri berpigmen, bakteri pembentuk lendir dan bakteri pembentuk gas.

Bakteri asam laktat (BAL) merupakan kelompok bakteri yang berperan dalam metabolisme karbohidrat menghasilkan asam laktat sebagai produk utamanya. Ciri-ciri yang dimiliki jenis bakteri ini diantaranya ialah memiliki suhu optimum pertumbuhan antara 20-40^oC, mampu tumbuh pada kadar gula tinggi (sampai 55-60% untuk *Leuconostoc mesentroides*), memiliki kisaran pH pertumbuhan antara 3,8 sampai 8,0 serta mampu memfermentasi berbagai monosakarida dan disakarida (Frazier dan Weshoff, 1978; Stamer, 1979).

Pediococcus acidilactici merupakan salah satu jenis bakteri asam laktat yang sering digunakan dalam proses fermentasi bahan pangan. Bakteri ini merupakan jenis bakteri gram positif dan berbentuk bulat. *Pediococcus acidilactici* tumbuh dalam media MRS (Man, Rogosa dan sharpe) broth.

Menurut Dwijoseputro (1998) klasifikasi bakteri *Pediococcus acidilactici* adalah sebagai berikut:

- Divisio : Prothopyta
- Class : Schizomycetes
- Ordo : Eubacteriales
- Famili : Lactobacillaceae
- Genus : *Pediococcus*
- Species : *Pedoicoccus acidilactici*

Lactobacillus casei merupakan bakteri gram positif, anaerob fakultatif, non motil, tidak membentuk spora, berbentuk batang (sel berukuran 0,7-1,1 x 2,0-4 mikro meter) merupakan bagian dari genus bakteri asam laktat. *Lactobacillus* tahan asam, menghasilkan asam laktat sebagai hasil akhir fermentasi. *Lactobacillus* merupakan organisme fakultatif homofermentatif. Kondisi pertumbuhan optimum pada suhu 37°C dan pH 6,8 dan apabila digunakan dalam produk susu fermentasi, waktu inkubasi yang diperlukan 24 jam (Ferrero *et al.*, 1986).

Menurut Dwijoseputro (1998) klasifikasi bakteri *Lactobacillus casei* adalah sebagai berikut:

- Divisio : Prothopyta
- Class : Schizomycetes
- Ordo : Eubacteriales
- Famili : Lactobacillaceae
- Genus : *Lactobacillus*
- Species : *Lactobacillus casei*

2.6 Fermentasi Asam Laktat

Fermentasi laktat dalam industri pangan adalah fermentasi yang dilakukan oleh sekelompok bakteri asam laktat termasuk *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Bifidobacterium*, dan *Streptococcus*. *Lactobacillus* merupakan jenis yang banyak digunakan dalam produk-produk pangan fermentasi. Bakteri asam laktat berfungsi untuk mengawetkan makanan karena membentuk asam dan menurunkan pH makanan, mempertahankan kesehatan tubuh dan pembentukan cita rasa produk. Proses fermentasi sering didefinisikan sebagai proses pemecahan karbohidrat dan asam amino secara anaerobik yaitu tanpa memerlukan oksigen. Senyawa yang dapat dipecah dalam proses fermentasi terutama karbohidrat, sedangkan asam amino hanya dapat difermentasi oleh beberapa jenis bakteri tertentu. Karbohidrat merupakan substansi utama yang dipecah dalam proses fermentasi. Polisakarida terlebih dahulu akan dipecah menjadi gula sederhana sebelum difermentasi, misalnya hidrolisis pati menjadi unit-unit glukosa. Glukosa kemudian akan dipecah menjadi senyawa-senyawa lain tergantung dari jenis fermentasinya (Fardiaz, 1992).

Menurut Winarno dan Fardiaz (1979), fermentasi ialah suatu reaksi oksidasi-reduksi dalam sistem biologi yang menghasilkan energi. Proses fermentasi dilakukan dengan cara membuat suatu kondisi yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba perusak, namun mampu memacu pertumbuhan mikroba fermentatif yang memberi flavor. Pada umumnya, proses fermentasi yang dilakukan secara tradisional berlangsung secara spontan (tanpa inokulum) sehingga proses penguraian (aktifitas mikroorganisme) pada bahan pangan berlangsung mengikuti perubahan lingkungan yang terjadi.

2.7 Sifat Fisika dan Kimia Sosis Fermentasi

2.7.1 Sifat Fisik Sosis Fermentasi

2.7.1.1 Daya Ikat Air

Daya ikat air oleh protein daging atau *Water Holding Capacity* (WHC) adalah kemampuan daging untuk mengikat airnya atau air yang ditambahkan selama ada pengaruh kekuatan dari luar (Soeparno, 1994).

2.7.1.2 Susut Berat

Susut masak merupakan fungsi dari temperatur dan lama pemasakan. Di samping itu, susut masak bisa dipengaruhi oleh pH, panjang sarkomer, serabut otot, panjang potongan serabut otot, status kontraksi miofibril, ukuran dan berat sampel daging dan penampang lintang daging (Soeparno, 1994).

2.7.2 Sifat Kimia Sosis Fermentasi

2.7.2 .1 Kadar Air

Kadar air bahan adalah jumlah air bebas yang terkandung di dalam bahan yang dapat dipisahkan secara fisis seperti penguapan dan destilasi (Sumardi, *et al.*, 1992).

Air merupakan komponen penting dalam bahan makanan karena dapat mempengaruhi penampakan tekstur, cita rasa makanan. Kandungan air dalam bahan makanan ikut menentukan *acceptability*, kesegaran dan daya tahan bahan tersebut (Winarno, 2002).

2.7.2.2 Kadar Lemak

Lemak dan minyak adalah bahan-bahan yang tidak larut dalam air yang berasal dari tumbuh-tumbuhan dan hewan. Lemak dan minyak yang digunakan dalam makanan sebagian

besar adalah trigliserida yang merupakan ester dari gliserol dan berbagai asam lemak (Buckle *et al.*, 1987).

Metode analisa kadar lemak adalah goldfish dimana prinsipnya adalah mengekstraksi lemak dari sample yang dibuat menjadi timbel dengan pelarut petroleum ether dan dilakukan dengan alat ekstraksi goldfish (Sudarmadji, *dkk.*, 1996).

2.7.2.3 Kadar Protein

Menurut Winarno (2002), protein merupakan suatu zat makanan yang amat penting bagi tubuh karena zat ini disamping berfungsi sebagai bahan bakar dalam tubuh, juga berfungsi sebagai zat pembangun dan pengatur. Protein merupakan sumber asam-asam amino yang mengandung unsur-unsur C, H, O dan N yang tidak dimiliki oleh lemak atau karbohidrat.

2.8 Bahan-Bahan Tambahan

2.8.1 Na-Nitrit dan Na-Nitrat

Nitrit dan nitrat dipergunakan dalam daging dengan tujuan untuk mengembangkan warna daging menjadi merah muda terang dan stabil, mempercepat proses curing, preservative microbial yang mempunyai pengaruh bakteristatik dan sebagai agensia yang mampu memperbaiki flavor dan antioksidan. Selain itu nitrit juga dapat menghambat oksidasi lemak (Soeparno, 1992).

Natrium nitrit berbentuk butiran berwarna putih. Nitrit dan nitrat dapat menghambat pertumbuhan bakteri pada daging dan ikan dalam waktu yang singkat, sering digunakan pada daging yang telah dilayukan untuk mempertahankan warna merah daging. Jumlah nitrit yang ditambahkan biasanya 0,1 % atau 1 gram / kg bahan yang diawetkan. Untuk nitrat 0,2 % atau 2 gram/kg bahan (Anonymous, 2006).

2.8.2 Garam Dapur (NaCl)

Garam khususnya garam dapur (NaCl) akan dapat menghasilkan berbagai pengaruh terhadap bahan pangan terutama dapat menghambat mikroba – mikroba pembusuk yang mengkontaminasikan (Winarno dan Jenie, 1983).

Garam dapat berfungsi sebagai pengawet (menghambat pertumbuhan mikroba), penambah aroma dan cita rasa, meningkatkan tekanan osmotik medium (Djarajah dan Nurwantoro, 1997). Menurut Astawan (1989), penambahan garam pada pembuatan sosis ikan dimaksudkan untuk membentuk emulsi sosis, membentuk flavor, sebagai pengawet, melarutkan protein serta mempertinggi daya ikat antar partikel.

2.8.3 Gula

Menurut Soeparno (1994), fungsi gula adalah memodifikasi rasa dan menurunkan kadar air yang sangat dibutuhkan oleh pertumbuhan mikroorganisme. Gula yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari sukrosa, glukosa dan fruktosa.

Sukrosa sering digunakan dalam pengawetan pangan, karena sukrosa mempunyai daya larut yang tinggi, mempunyai kemampuan menurunkan aktivitas air (a_w) dan dapat mengikat air (Buckle, *et al*, 1987).

Fruktosa disebut juga dengan levulosa / gula buah yang merupakan gula termanis yang ditemukan secara alami (Nabors dan Robert, 1991). Fruktosa dalam alam dapat ditemukan bersama glukosa dalam buah – buahan dan madu. (Gaman dan Sherington, 1992).

Glukosa merupakan karbohidrat yang banyak terdapat dalam bahan nabati. Glukosa termasuk didalam monosakarida dan pada umumnya banyak terdapat dalam buah – buahan (Winarno, 1993).

Menurut Djarijah dan Nurwantoro (1997), gula dapat mengikat air sehingga menurunkan a_w pangan serta meningkatkan tekanan osmosis sehingga sel mikroba mengalami plasmolisis (kehilangan air).

2.8.4 Lada (*Piper nigrum L*)

Lada atau merica (*Piper nigrum L*) merupakan rempah-rempah yang sering ditambahkan pada produk makanan untuk menambah cita rasa. Lada mengandung 1-3% minyak volatile dan senyawa piperin (alkaloid) sebesar 5-9% (Worrel, 1951). Lada (*Piper nigrum*) biasa digunakan sebagai bumbu dalam berbagai masakan tertentu, memberikan bau sedap, menambah rasa kelezatan makanan dan memberikan rasa pedas serta menghasilkan cita rasa yang khas sehingga dapat meningkatkan selera konsumen (Rismunandar, 2000)

Kandungan kimia lada adalah minyak atsiri, *pinena*, *kariofilena*, *limonena*, *filandrena*, *alkaloid piperrina*, *kavisina*, *piperitina*, *piperidina*, zat pahit, dan minyak lemak (Anonymus, 2006).

2.8.5 Bawang Putih (*Allium sativum*)

Bawang putih digunakan sebagai pelezat makanan. Penggunaan bawang putih dimaksudkan agar dapat meningkatkan cita rasa dan aroma produk. Bawang putih merupakan bahan alami yang dapat ditambahkan pada produk sehingga didapatkan aroma yang khas dan mampu meningkatkan selera makan seseorang (Fardiaz, 1988).

Umbi bawang putih mengandung senyawa *allicin*, *alliin*, *gurwit hrays*, *Antihamolytic factor*, *allithiamine*, *selenium*, *germanium*, *antitoksin*, *scordinin* dan *methylallyl trisulfide* (Budi, 1998).

Bawang putih dapat dimanfaatkan sebagai pembentuk cita rasa karena mengandung minyak atsiri yang sedap baunya, selain itu juga berfungsi sebagai bahan pengawet karena mengandung *allicin* (sebagai bakteriostatik). Komposisi kimia bawang putih terdiri dari 60,9-

67,9% air, 3,5-7% protein, 0,3% lemak, 24,0-27,4% karbohidrat dan serat 0,7% (Wibowo, 2001). Kadar minyak volatile bawang putih kurang dari 0,2% dengan komposisi 60% diallil sulfida, 20% diallil tri sulfide dan 6% allil propel (Winarno, 1993).

2.8.6 Jahe (*Zingiber officinale Roscoe*)

Dibalik rasanya yang pedas karena mengandung *oleoresin*, jahe mengandung zat yang berguna bagi tubuh manusia terutama bagi kesehatan. Jahe dapat digunakan menggunakan bumbu masakan dan dapat mengurangi bau amis pada daging dan ikan (Rukyanto, 2004).

Rimpang jahe mengandung lemak, protein, pati, damar, asam organik, oleoresin (*gingerin*), dan minyak terbang (*Zingeron*, *zingeron*, *zingiberol*, *zingiberin*, *borneol*, *sineol* dan *feladron*) (Budi, 1998).

Salah satu komposisi kimia rimpang jahe menurut Rismunandar (1996), adalah minyak atsiri (*ginger oil*) 0,25-3,3,% sebagai pembawa aroma pada jahe.

2.8.7 Ketumbar

Ketumbar adalah biji yang berasal dari tanaman *Coridium sativum* berwarna coklat kekuningan. Biji ketumbar mengandung 1% minyak yang mudah menguap, ketumbar merupakan rempah-rempah yang cukup penting untuk menghambat proses ketengikan (Harris, 1993)

Minyak dari biji ketumbar terutama mengandung *d-linalol* (60 – 70 %) yang menjadi penyebab bau, *geraniol*, *borneol*, *stironelol*, bermacam – macam ester, keton dan aldehida (Syukur dan Hernani, 2002).

2.8.8 Cengkeh

Cengkeh merupakan tanaman tropis yang memiliki pohon bercabang yang bisa tumbuh sampai setinggi 10 meter dengan daun yang lebat. Yang digunakan sebagai bumbu dapur adalah bagian tunas bunga yang sudah dikeringkan (Anonymous, 2004).

Tanaman yang juga disebut *clove tree* (Inggris) dan *ting hsiang* (Tiongkok) ini memiliki sifat hangat. Sifat kimiawi dan efek farmakologis dari cengkeh adalah rasanya yang tajam, aromatik, berhasiat sebagai perangsang (stimulan), antiseptik, peluruh kentut (*icarminative*), anestetik lokal, mengholangkan kolik dan obat batuk. Kandungan kimia cengkeh adalah karbohidrat, kalsium, fosfor, zat besi, vitamin B1, lemak, protein dan eugenol (Anonymous, 2006).

2.8.9 Kayu Manis

Bubuk kayu manis mempunyai sifat yang sama dengan kulit kayu manis dan mengandung minyak atsiri mineral, rasa pedas dan bahan kimia organik (protein, karbohidrat dan lemak), untuk mendapatkan bubuk kayu manis dapat diperoleh dengan cara menggiling kayu manis kering atau dapat juga diperoleh dari debu hasil penggergajian kulit kayu manis (Rismunandar dkk, 2001).

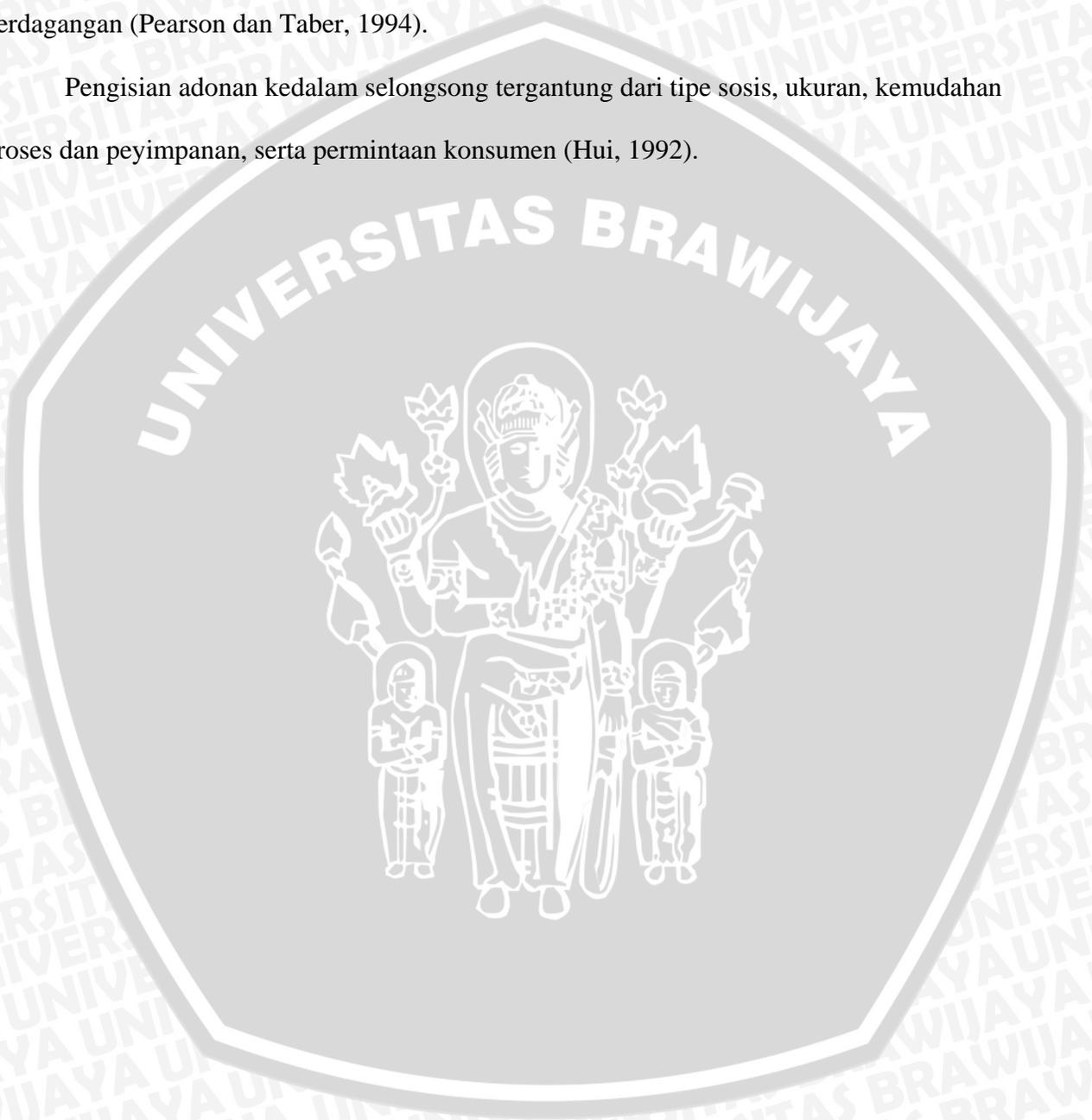
2.8.10 Selongsong

Selongsong (casing) digunakan sebagai wadah produk sosis yang dihasilkan, digunakan sebagai cetakan wadah dalam penggaraman serta memegang peranan dalam menarik perhatian konsumen dalam penjualan. Selongsong sosis terdiri dari dua tipe yaitu selongsong alamiah dan selongsong buatan. Selongsong alamiah terbuat dari usus hewan memamah biak, seperti usus sapi, usus domba, usus kambing dan usus babi, sedangkan selongsong buatan terdiri dari empat kelompok yakni selulosa, kolagen yang dapat dimakan, kolagen yang tidak dapat dimakan dan plastik (Hadiwiyoto, 1983).

Selongsong buatan memiliki kekuatan yang lebih besar daripada selongsong alami. Selongsong dari plastik tidak dapat ditembus oleh asap dan cairan, dapat dipergunakan pada sosis yang tidak diasap. Selongsong plastik dapat dibuat dari film kopolimer polivinilklorida atau polietilena atau polipropilena (Sorparno, 1994).

Selongsong digunakan sebagai wadah produk sosis yang dihasilkan. Selain menentukan bentuk dan ukuran produk, dapat pula digunakan sebagai cetakan dan wadah selama penggaraman serta memegang peranan dalam menarik perhatian konsumen dalam perdagangan (Pearson dan Taber, 1994).

Pengisian adonan kedalam selongsong tergantung dari tipe sosis, ukuran, kemudahan proses dan penyimpanan, serta permintaan konsumen (Hui, 1992).



3. MATERI DAN METODE

3.1 Materi dan Peralatan Penelitian

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) yang diperoleh dari Kolam Budidaya Kecamatan Dau, Kota Batu. Bahan tambahan yang digunakan meliputi isolate protein kedelai, lemak sapi, natrium-nitrit (NaNO_2), garam dapur (NaCl), gula (sukrosa, glukosa dan fruktosa), lada hitam, lada putih, ketumbar, jahe, kayu manis, bawang putih, dan cengkeh yang dibeli dari pasar Besar Kota Malang. Sedangkan untuk aquades diperoleh dari Laboratorium Kimia Panadia, casing kolagen sebagai selongsong sosis di peroleh dari UD. Pasar Kaliki Bandung. Kultur starter *Pediococcus acidilactici* yang digunakan untuk proses fermentasi diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang. Bahan pengemas yang digunakan menggunakan plastik PP dengan ketebalan 0,08 mm.

Bahan yang digunakan dalam analisa karakteristik fisik dan kimia, yaitu kertas saring, aquades, N-hexane, larutan buffer pH 4 dan larutan buffer pH 7.

Peralatan yang digunakan meliputi 2 macam, yaitu peralatan yang digunakan dalam proses pembuatan sosis dan peralatan yang digunakan untuk proses analisa fisik dan kimia. Peralatan yang digunakan dalam pembuatan sosis fermentasi ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) adalah pisau, telenan, baskom, timbangan digital, beaker glass 1000 ml, spatula, blender, *mixer*, lemari asap, kipas angin, *freezer*, inkubator, lemari es, termometer, dan sarung tangan.

Peralatan yang digunakan untuk analisa kimia sosis fermentasi yang meliputi kadar air, kadar protein, kadar lemak, pH adalah oven, botol timbang, mortar, desikator,

rangkaian alat destruksi, beaker glass 1000 ml, gelas ukur 100 ml, pipet volume 25 ml, bola hisap, erlenmeyer 1000 ml, erlenmeyer 100 ml, pipet tetes, rangkaian alat destilasi, erlenmeyer 250 ml, mikroburet, statif, timbangan digital, rangkaian alat *goldfish*, gelas piala, sample tube, kurs porselin, muffle, spatula, corong, dan *cruisable tank*.

Peralatan yang digunakan untuk analisa fisika yang meliputi analisa susut berat, uji uji WHC adalah timbangan digital, pnetrometer, pisau, kaca 10 x 20 cm, dan pemberat 2 kg.

3.2 Metode Penelitian

3.2.1 Metode Penelitian

Metode penelitian deskriptif merupakan suatu metode penelitian yang dilakukan dengan tujuan utama untuk membuat gambaran atau deskripsi tentang keadaan secara objektif. Penelitian ini dilakukan dengan menempuh langkah-langkah pengumpulan data, klasifikasi, pengolahan data membuat kesimpulan dan laporan (Soekidjo, 2005).

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode deskriptif dengan pengambilan data secara eksperimen yaitu untuk mengetahui pengaruh perbedaan konsentrasi isolat protein kedele yang ditambahkan terhadap karakteristik fisika kima sosis fermentasi.

3.2.2 Variabel

Variabel terdiri dari dua macam, yaitu variable bebas (*independent variable*) dan variable terikat (*dependent variable*). Menurut Koentjaningrat (1983), variable bebas adalah faktor yang menyebabkan suatu pengaruh, sedangkan variable terikat adalah factor yang diakibatkan oleh pengaruh tadi.

Variable yang digunakan dalam penelitian ini adalah variable bebas. Variabel bebas pada penelitian ini adalah pengaruh perbedaan level isolat protein kedele yang ditambahkan pada sosis fermentasi ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). Variable terikat meliputi sifat fisik dan kimia sosis fermentasi ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) yakni kadar air, kadar lemak, kadar protein, nilai pH, nilai WHC, dan susut berat. Data pendukung digunakan pula hasil uji karakteristik sensori yang meliputi warna, tekstur, flavor, odor, dan rasa.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Proses Pembuatan Sosis Fermentasi Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*)

Formula standar sosis diambil dari Aryanta *et al.* (1991), dengan modifikasi teknologi dari Hands, *et al.* (1990); Heruwati, *et al.* (1997); USDA-FSIS (1995 dan 1999); dan Papavergou, *et al.* (2004), yang telah dirancang dan diuji berdasar studi pendahuluan (Nursyam, 2005-2006) terlihat pada gambar 1. daging lele dumbo yang digunakan adalah yang memiliki ukuran berat 500 – 900 g/ekor (studi pendahuluan:2005).

Proses pembuatan sosis fermentasi ikan lele dumbo ini diawali dengan tahap pemisahan daging ikan lele dumbo dari kepala, ekor, isi perut, kulit, sirip dan duri, kemudian daging ikan dicuci air bersih untuk menghilangkan kotoran dan darah yang masih ada lalu ditiriskan, diblender hingga halus dan ditimbang sebesar 1000 gram. Langkah berikutnya yakni ditambahkan Na Nitrit nitrit 100 ppm (0,1 g/kg lele), Na-nitrat 200 ppm (0,2g/kg lele) dan NaCl (35g/kg lele) yang masing-masing dilarutkan dalam 50 ml aquades. Daging dapat disimpan dalam freezer (0-4°C) selama 24 jam, berikutnya ditambahkan bumbu-bumbu yang telah dihaluskan, yaitu lada hitam (1 g),

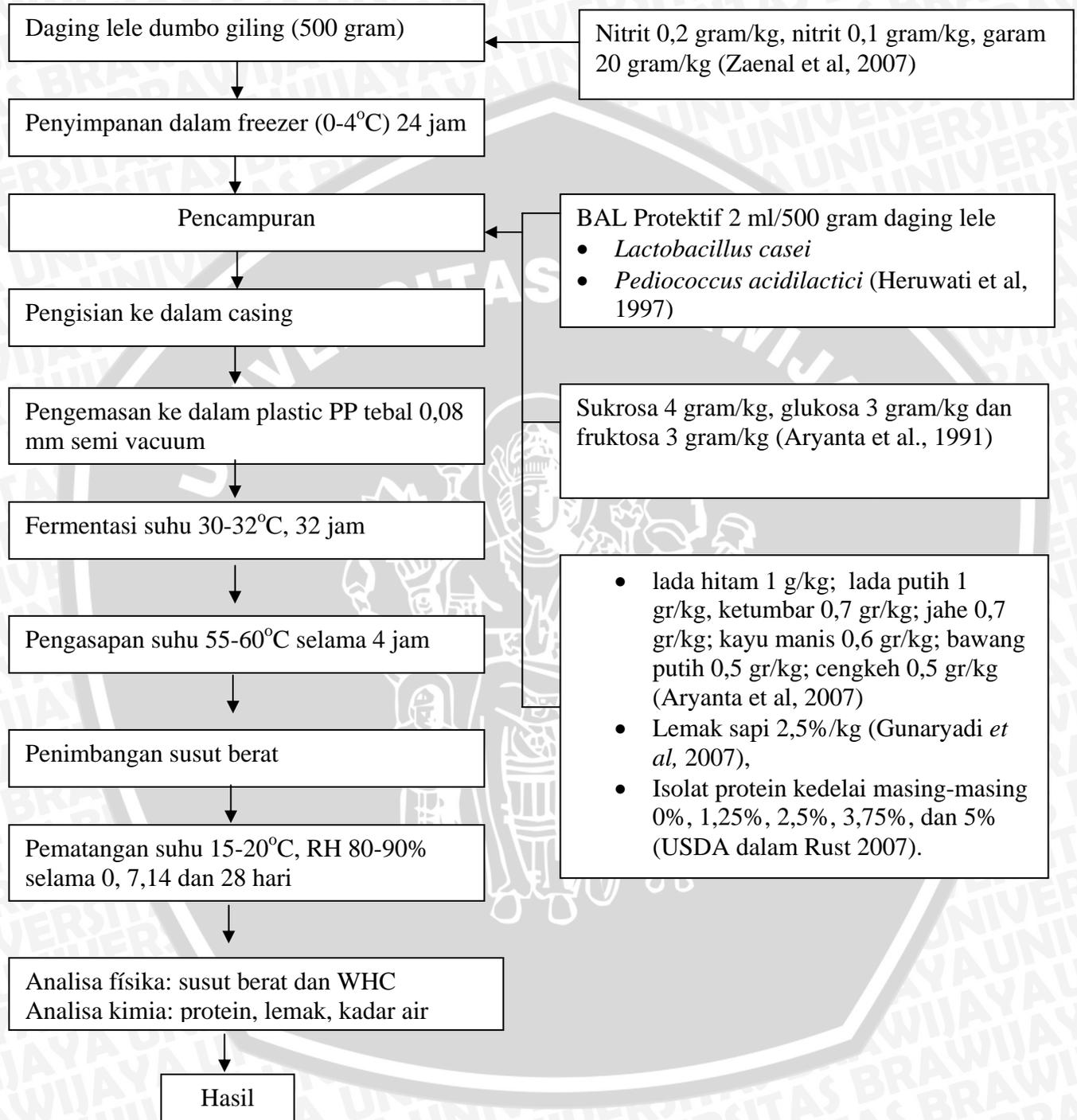
lada putih (1 g), ketumbar (0,7 g), jahe (0,7 g), kayu manis (0,6 g), bawang putih (0,5 g), dan cengkeh (0,5g). Ditambahkan pula gula yang dilarutkan dalam 50 ml aquades, terdiri dari sukrosa (4 g), glukosa (3 g), dan fruktosa (3 g); serta BAL protektif *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus casei* (masing-masing 2 ml/kg daging pada 10^8 cfu/g) serta isolat protein kedele (masing-masing 1% dan 2%). Bumbu-bumbu dapat dihomogenkan secara merata ke dalam daging ikan dengan menggunakan mixer kemudian daging ikan dapat dimasukkan ke dalam selongsong (*casing*) dengan panjang \pm 10 cm dan diikat kedua ujungnya kemudian dikemas dalam plastik PP semi vakum (tebal 0,08 mm).

Sosis difermentasikan dalam inkubator pada suhu 30-32°C selama 32 jam dan selanjutnya diinkubasi (fermentasi) menggunakan metode komersial pada suhu 15 – 20°C selama 28 hari. Sosis dapat dikemas menggunakan plastik PP selama 28 hari dengan pengamatan pada hari 0, 7, 14, dan 28.

Keterangan:

- 1) Maksimum Na-nitrit (*in-going*) 156 ppm atau 0,156 gr/kg; dan maksimum Na-nitrat (*in-going*) 1718 ppm atau 1,718 g/kg (USDA-FSIS, 1995 dan 1999).
- 2) Menggunakan BAL-protektif, volume total 2,0 ml/500 g daging lele pada 108 cfu/g (Heruwati *et al.*, 1987)
- 3) Bumbu: lada hitam 1 gr/kg; lada putih 1 gr/kg; ketumbar 0,7 gr/kg; jahe 0,7 gr/kg; kayu manis 0,6 gr/kg; bawang putih 0,5 gr/kg; dan cengkeh 0,5 gr/kg (Aryanta, *et al.*, 1991)

Skema 2. Pembuatan Sosis Fermentasi ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*)



3.4 Parameter Uji

Pada penelitian ini parameter yang akan dianalisa yaitu sifat-sifat fisik dan sifat kimia sosis fermentasi ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). Sifat fisik yaitu nilai WHC, tekstur dan susut berat. Sifat kimia meliputi kadar air, kadar lemak, kadar protein.

3.5 Penentuan Perlakuan Terbaik

Penentuan perlakuan terbaik menurut De Garmo *et al.* (1984) ditentukan dengan menggunakan metode indeks efektifitas, prosedur perhitungannya adalah sebagai berikut:

- Memberikan bobot nilai pada masing-masing parameter dengan angka relatif 0 sampai 1.
- Menentukan bobot normal variabel, yaitu: $\frac{\text{bobot variabel}}{\text{bobot total}}$
- Menentukan nilai efektifitas dengan rumus: $\frac{\text{nilai perlakuan} - \text{nilai terjelek}}{\text{nilai terbaik} - \text{nilai terjelek}}$
- Menghitung nilai hasil yaitu: bobot normal x nilai efektifitas
- Menjumlahkan nilai dan hasil parameter dan perlakuan terbaik dipilih dari perlakuan dengan nilai tertinggi.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

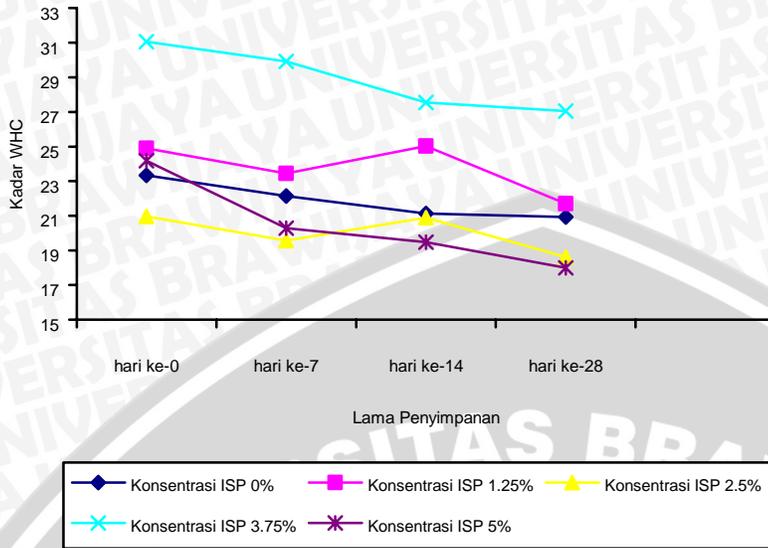
4.1 Sifat Fisik Sosis Fermentasi

4.1.1 Daya Ikat Air (*Water Holding Capacity*)

Daya ikat air oleh protein daging atau *water holding capacity* atau *water binding capacity* (WHC atau WBC) adalah kemampuan daging untuk mengikat airnya tau air yang ditambahkan selama ada pengaruh kekuatan dari luar, misalnya pemotongan daging, pemanasan, penggilingan, dan tekanan. Absorpsi air atau kapasitas gel adalah kemampuan daging menyerap air secara spontan dari lingkungan yang mengandung cairan (Soeparno, 2005). Rerata nilai daya ikat air sosis fermentasi lele dumbo dengan penambahan isolat protein kedele yang berbeda selama pemasakan 28 hari disajikan pada tabel 2.

Table 2. Rerata daya ikat air setelah dilakukan penambahan konsentrasi ISP disajikan dibawah ini

| Penyimpanan (hari) | Konsentrasi ISP (%) | | | | |
|-----------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 0 | 1.25 | 2.5 | 3.75 | 5 |
| 0 | 23.33±0.82 | 24.906±1.53 | 20.972±0.85 | 31.048±0.08 | 24.18±3.89 |
| 7 | 22.138±8.23 | 23.456±1.34 | 19.567±2.78 | 29.906±3.85 | 20.288±2.99 |
| 14 | 21.126±3.63 | 25.028±6.04 | 20.896±4.89 | 27.543±0.85 | 19.481±3.12 |
| 28 | 20.936±4.3 | 21.705±4.16 | 18.62±1.93 | 27.052±2.91 | 17.996±2.36 |



Grafik 1. Hubungan antara WHC dengan Penambahan ISP

Berdasarkan hasil uji kadar WHC dapat diketahui bahwa kadar WHC terendah pada perlakuan dengan penambahan ISP sebesar 5% dengan masa penyimpanan hari ke-28 yakni sebesar 17.995885%. Kadar WHC tertinggi pada perlakuan dengan penambahan ISP sebesar 3,75% dengan masa penyimpanan hari ke-0 yakni sebesar 31,0476 %.

Hubungan antara WHC berbanding lurus dengan kadar protein dalam bahan. WHC merupakan kemampuan matrik protein suatu bahan untuk mengikat airnya sendiri selama mengalami perlakuan dari luar, misalnya pemotongan, pemanasan, penggilingan dan tekanan (Forrest *et al.*, 1975).

Perubahan daya ikat air dapat diketahui dengan adanya edukasi cairan yang disebut *weep* pada daging mentah yang belum dibekukan atau *drip* pada daging mentah beku yang disegarkan kembali atau kerut pada daging masak (Soeparno, 2005).

Ditambahkan Soeparno (1982), perubahan nilai WHC yang disebabkan oleh proses pengolahan adalah karena pemasakan pada suhu tinggi akan menyebabkan denaturasi protein, sehingga terjadi koagulasi dan penurunan solubilitas protein daging.

Perubahan WHC juga dapat terjadi sebagai akibat dari pengolahan dan penyimpanan, karena nilai WHC berkaitan dengan struktur protein daging (Cole and Lawrie, 1975). Penyerapan air dari protein meningkat dengan semakin meningkatnya kandungan protein. Kondisi proses mempercepat interaksi protein dengan komponen makanan lainnya seperti lemak, karbohidrat, dan air (Zayas, 1997).

Reagan *et al.* (1983) bahwa ketika level lemak berkurang dengan meningkatnya kandungan protein, maka daya ikat air yang dihasilkan oleh produk akan semakin besar. Claus *et al.* (1989) menambahkan, ketika kandungan lemak berkurang dengan terus meningkatnya proporsi air sedang jumlah protein esensial tetap, produk rendah lemak memperlihatkan lebih rendah daya ikat airnya.

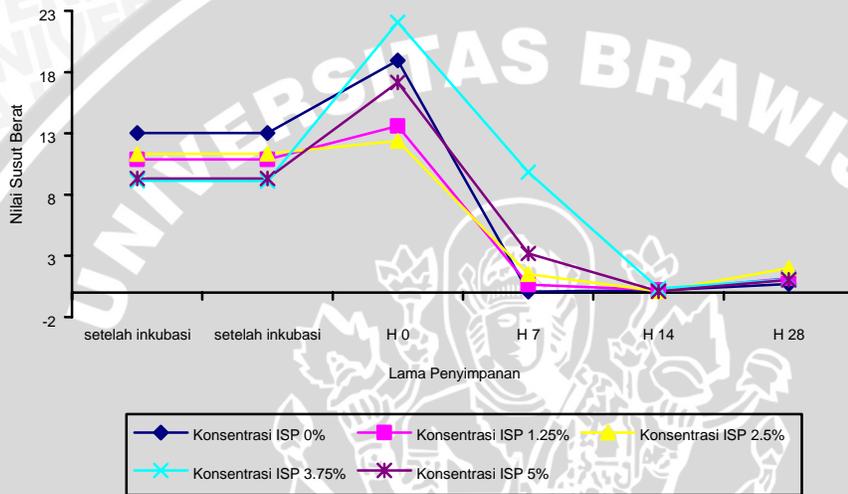
Daya ikat air dipengaruhi pula oleh waktu pemeraman. Pada saat pertumbuhan bakteri asam laktat mencapai titik maksimum, maka daya ikat air akan semakin rendah. Asam laktat yang dihasilkan BAL akan bereaksi dengan protein.

4.1.2 Susut Berat (Rendemen)

Rendemen merupakan perbandingan antara produk akhir dengan bahan awal yang merupakan salah satu parameter proses yang menunjukkan efisiensi suatu proses produksi (Sudarmadji, 1996). Nilai susut berat sosis fermentasi lele dumbo dengan penambahan isolat protein kedele yang berbeda selama pemasakan 28 hari disajikan pada tabel 3.

Table 3. Nilai susut berat setelah dilakukan penambahan konsentrasi ISP disajikan dibawah ini

| Penyimpanan | setelah inkubasi | setelah pengasapan (H 0) | H 7 | H 14 | H 28 |
|-------------|------------------|--------------------------|-------|-------|-------|
| 0 | 13.039 | 18.960 | 0.083 | 0.175 | 0.687 |
| 1.25 | 10.865 | 13.604 | 0.638 | 0.211 | 1.163 |
| 2.5 | 11.335 | 12.381 | 1.504 | 0.101 | 1.995 |
| 3.75 | 9.124 | 22.076 | 9.835 | 0.331 | 1.098 |
| 5 | 9.329 | 17.150 | 3.200 | 0.104 | 1.044 |



Grafik 2. Hubungan antara Susut Berat dengan Penambahan ISP

Berdasarkan nilai rendemen terlihat bahwa nilai rendemen terendah sebesar 0.0831% yaitu pada sosis dengan perlakuan tanpa penambahan ISP pada penyimpanan 14 hari dan nilai tertinggi sebesar 22.076% yaitu pada sosis dengan perlakuan penambahan ISP 3,75% pada penyimpanan 7 hari.

Dalam hal ini rendemen dipengaruhi oleh semua factor yang dapat menyebabkan berkurangnya berat bahan. Soeparno (2005) memaparkan bahwa susut masak merupakan fungsi dari temperature dan lama pemasakan. Disamping itu, susut masak bisa dipengaruhi oleh pH, panjang sarkomer serabut otot, panjang serabut otot, status kontraksi myofibril, ukuran dan berat sample daging dan penampang melintang daging.

Kontraksi myofibril mempengaruhi besarnya susut masak. Penampang melintang daging mempunyai pengaruh yang identik dengan panjang serabut otot terhadap susut masak.

4.2 Sifat Kimia Sosis Fermentasi

4.2.1 Kadar Air

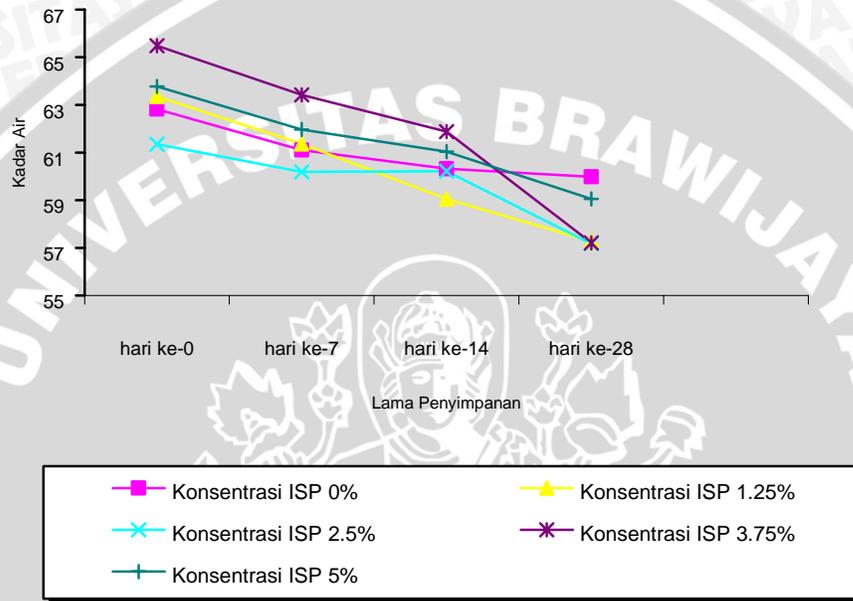
Kadar air bahan adalah jumlah air bebas yang terkandung di dalam bahan yang dapat dipisahkan secara fisis seperti penguapan dan destilasi (Sumardi, *et al.*, 1992).

Protein miofibrilar yang terdapat pada daging ikan dapat menyerap air yang ada dalam bahan sehingga menjadikan kadar air menurun sampai pada hari ke 14 dan pada saat hari ke 28 kadar air meningkat karena protein yang ada dalam bahan digunakan untuk pertumbuhan bakteri. Semakin tinggi kadar ISP yang ditambahkan (kadar optimum yang bisa ditambahkan) akan menjadikan air bebas yang ada dalam bahan terikat. Air yang diikat akan menjadikan tekstur bahan menjadi keras.

Air berinteraksi dengan protein dengan cara, air secara signifikan yang terikat oleh protein ditahan dengan ikatan hydrogen. Interaksi antara molekul air dan rantai hidrofilik protein terjadi melalui ikatan hydrogen. Penyerapan air merupakan atribut dari kandungan protein produk dan viskositas meningkat secara eksponensial seiring dengan meningkatnya kandungan protein. Penyerapan air dari protein meningkat dengan semakin meningkatnya kandungan protein. Kondisi proses mempercepat interaksi protein dengan komponen makanan lainnya seperti lemak, karbohidrat, dan air (Zayas, 1997). Rerata nilai kadar air sosis fermentasi lele dumbo dengan penambahan isolat protein kedele yang berbeda selama pemasakan 28 hari disajikan pada tabel 4.

Table 4. Rerata kadar air setelah dilakukan penambahan konsentrasi ISP disajikan dibawah ini

| Penyimpanan (hari) | Konsentrasi ISP (%) | | | | |
|--------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 0 | 1.25 | 2.5 | 3.75 | 5 |
| 0 | 62.815±1.56 | 63.355±0.48 | 61.357±1.52 | 65.484±0.55 | 62.815±1.24 |
| 7 | 61.106±1.04 | 61.36±1.01 | 60.194±1.51 | 63.423±0.1 | 61.106±1.01 |
| 14 | 60.324±0.52 | 59.046±0.88 | 60.217±2.31 | 61.873±1.84 | 60.324±0.63 |
| 28 | 59.98±3.05 | 57.28±2.94 | 57.165±3.27 | 57.21±6.88 | 59.98±8.1 |



Grafik 3. Hubungan antara Kadar Air dengan Penambahan ISP

Kadar air terendah diperoleh pada perlakuan dengan penambahan ISP sebesar 3.75% dalam masa penyimpanan hari ke-0 sebesar 65.484%. Sedangkan kadar air terendah pada perlakuan penambahan ISP sebesar 2.5% dengan masa penyimpanan hari ke-28 yakni sebesar 57.165%. Kadar air tersebut sudah memenuhi standar yang ada. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI), sosis daging yang baik mengandung kadar air maksimal 67%. Air merupakan komponen penting dalam bahan makanan karena dapat mempengaruhi penampakan tekstur, cita rasa makanan. Kandungan air dalam bahan makanan ikut menentukan *acceptability*, kesegaran dan daya tahan bahan tersebut (Winarno, 2002).

Penurunan kadar air juga disebabkan oleh proses selama penyimpanan dan juga selama proses pembuatan sosis sendiri. Seperti yang diungkapkan oleh Purnomo (1995), yang menyatakan bahwa kandungan air yang ada dalam bahan pangan akan berubah ubah sesuai dengan lingkungannya, dan dalam hal ini sangat erat hubungannya dengan daya awet bahan pangan tersebut. Hal ini merupakan pertimbangan utama dalam pengolahan dan pengolahan pasca bahan pangan. Air dalam bahan pangan berperan sebagai pelarut dari beberapa komponen di samping ikut sebagai bahan pereaksi, sedang bentuk air dapat ditemukan sebagai air bebas dan air terikat. Air bebas dapat dengan mudah hilang apabila terjadi penguapan atau pengeringan, sedangkan air bebas sulit dibebaskan dengan cara tersebut.

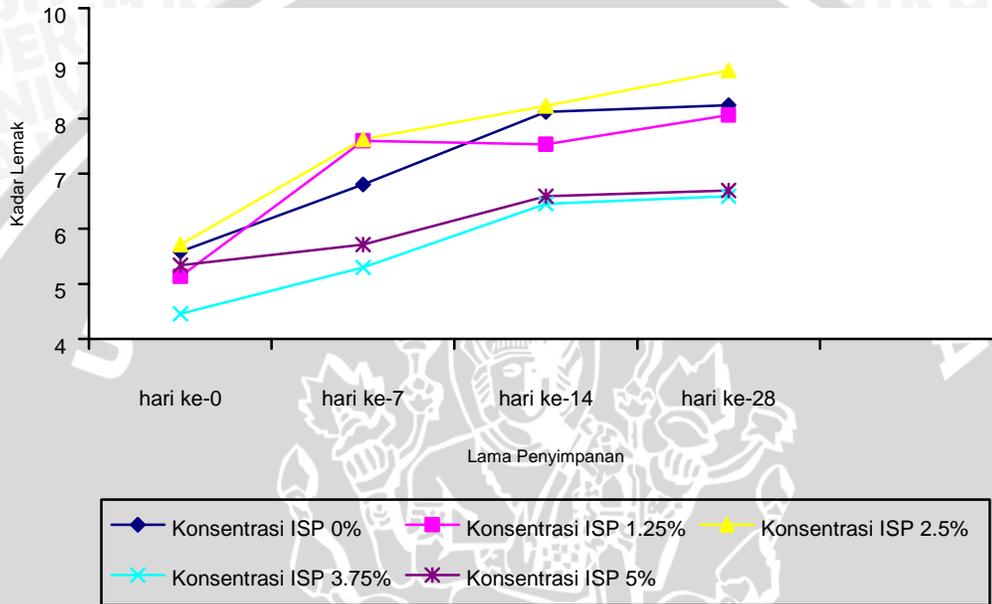
4.2.2 Kadar Lemak

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

Lemak dan minyak adalah bahan-bahan yang tidak larut dalam air yang berasal dari tumbuh-tumbuhan dan hewan. Lemak dan minyak yang digunakan dalam makanan sebagian besar adalah trigliserida yang merupakan ester dari gliserol dan berbagai asam lemak (Buckle *et al.*, 1987). Rerata nilai kadar lemak sosis fermentasi lele dumbo dengan penambahan isolat protein kedele yang berbeda selama pemasakan 28 hari disajikan pada tabel 5.

Table 5. Rerata kadar lemak setelah dilakukan penambahan konsentrasi ISP disajikan dibawah ini

| Penyimpanan (hari) | Konsentrasi ISP (%) | | | | |
|--------------------|---------------------|------------|------------|------------|------------|
| | 0 | 1.25 | 2.5 | 3.75 | 5 |
| 0 | 5.586±1.41 | 5.136±1.03 | 5.715±0.39 | 4.455±1.33 | 5.337±0.92 |
| 7 | 6.806±0.51 | 7.594±0.39 | 7.622±1.26 | 5.299±0.38 | 5.711±1.19 |
| 14 | 8.121±1.24 | 7.533±0.84 | 8.227±0.55 | 6.453±1.16 | 6.59±0.47 |
| 28 | 8.24±0.96 | 8.059±2.12 | 8.869±3.71 | 6.593±1.31 | 6.696±0.24 |



Grafik 4 hubungan antara Lemak dengan Penambahan ISP

Berdasarkan hasil uji kadar lemak dapat diketahui bahwa kadar lemak terendah pada perlakuan dengan penambahan ISP sebesar 3,75% dengan masa penyimpanan hari ke-0 yakni sebesar 4.455%. Kadar lemak tertinggi pada perlakuan dengan penambahan ISP sebesar 2,5% dengan masa penyimpanan hari ke-28 yakni sebesar 8.869%. Kenaikan kadar lemak selama penyimpanan 28 hari Menurut Fernandez *et al* (1994) penurunan kandungan air (*water loss*) pada sosis selama pemeraman akan berpengaruh terhadap peningkatan total kandungan lemak sosis.

Pada awal masa penyimpanan kadar lemak rendah bila dibandingkan dengan masa penyimpanan setelah hari ke 7, kadar lemak mulai naik seiring menurunnya kadar protein bahan.

Selama pengolahan, protein yang berlanjung dalam protein akan terdenaturasi, dan terkoagulasi oleh panas sehingga terjadi pelunakan kolagen dan kealotan myofibril. Akibatnya protein yang terkoagulasi membuat serabut-serabut protein dalam daging akan mengkerut dan terjadi dalam daging akan mengkerut dan terjadi pangurangan berat. Hal ini disebabkan kehilangan air dan lemak yang diikuti dengan proses koagulasi serabut protein serta jaringan pengikat. Lemak akan mencair dan keluar dari otot daging (Winarno, 1992).

4.2.3 Kadar Protein

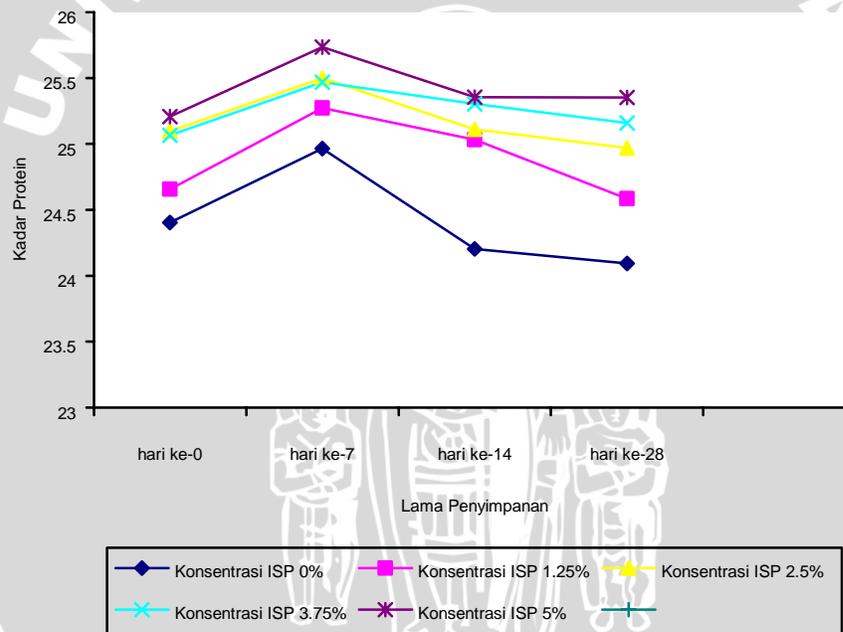
Fungsi dari protein adalah menentukan metabolisme, membentuk jaringan memberikan kemungkinan untuk bergerak, mengangkut senyawa dan melindungi tubuh dari mikro organisme yang merugikan. Pembongkaran molekul protein untuk mendapatkan energi atau unsur senyawa seperti nitrogen atau sulfur untuk reaksi metabolisme lainnya. Untuk keperluan fungsional dan structural dan untuk keperluan tersebut komposisi asam amino pembentuk protein (Moedjiharto dan Soemardi, 2004).

Pada umumnya kadar protein dalam bahan pangan menentukan mutu bahan pangan itu sendiri. Protein merupakan penyusun utama enzim dan antibodies serta cairantubuh seperti darah, susu, dan putih telur. Molekul protein terutama disusun oleh atom Karbon (D), Hidrogen (H), Oksigen (O), dan Nitrogen (N). Sebagian besar protein juga mengandung S, P, unsure lain lebih jarang ada (Winarno

dkk, 1983). Rerata nilai kadar protein sosis fermentasi lele dumbo dengan penambahan isolat protein kedele yang berbeda selama pemasakan 28 hari disajikan pada tabel 5.

Table 5. Rerata kadar protein setelah dilakukan penambahan konsentrasi ISP disajikan dibawah ini

| Penyimpanan (hari) | Konsentrasi ISP (%) | | | | |
|--------------------|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 0 | 1.25 | 2.5 | 3.75 | 5 |
| 0 | 24.404±3.88 | 24.656±0.338 | 25.098±0.233 | 25.067±0.300 | 25.209±0.413 |
| 7 | 24.965±0.619 | 25.273±0.293 | 25.499±0.228 | 25.467±0.212 | 25.736±0.293 |
| 14 | 24.203±0.440 | 25.031±0.354 | 25.112±0.428 | 25.305±0.478 | 25.355±0.176 |
| 28 | 24.094±0.533 | 24.585±0.303 | 24.969±0.24 | 25.16±0.370 | 25.352±0.271 |



Grafik 5 hubungan antara Protein dengan Penambahan ISP

Berdasarkan hasil uji kadar protein dapat diketahui bahwa kadar protein terendah pada perlakuan dengan penambahan ISP sebesar 0% dengan masa penyimpanan hari ke-28 yakni sebesar 24.094%. Kadar protein tertinggi pada perlakuan dengan penambahan ISP sebesar 5% dengan masa penyimpanan hari ke-7 yakni sebesar 25.736%. Penurunan

kadar protein setelah masa penyimpanan hari ke-7 bisa dikarenakan akibat dari aktivitas mikroba yang menggunakan protein sebagai nutrisi sebagai sumber nutrisi. Menurut Soeparno (1998), di samping air dan oksigen, sebagian besar mikroorganisme membutuhkan nutrisi nitrogen, energi, mineral dan vitamin B untuk pertumbuhannya. Kebutuhan nitrogen dapat berasal dari asam-asam amino, nonprotein nitrogen lain atau peptida dan protein.

Fungsi dari ISP salah satunya adalah membentuk tekstur, seperti yang diungkapkan oleh Colmereno *et al*, (1995) yang menyatakan bahwa kandungan nilai protein akan meningkatkan evaluasi sensori yang berupa tekstur.

Menurut Winarno (2002), protein merupakan suatu zat makanan yang amat penting bagi tubuh karena zat ini disamping berfungsi sebagai bahan bakar dalam tubuh, juga berfungsi sebagai zat pembangun dan pengatur. Protein merupakan sumber asam-asam amino yang mengandung unsure-unsur C, H, O dan N yang tidak dimiliki oleh lemak atau karbohidrat.

Protein dapat berinteraksi dengan protein lainnya karena adanya ikatan rangkap hidrogen dan perubahan antara gugus sulfhidril dan sulfide. Interaksi molekuler tersebut membentuk suatu jaringan tiga dimensi yang mengakibatkan tekstur protein kompak. Dengan adanya struktur tiga dimensi tersebut akan merangkap sejumlah air dan lemak (Meyer, 1972).

Menurut Katsaras (1991), semua proses yang terjadi selama pemasakan sosis-pembentukan gel dengan kontribusi protein miofibrillar dan protein jaringan ikat, denaturasi dari perubahan protein, dan pengurangan air menghasilkan pengembangan suatu matriks di dalam sosis fermentasi. Matriks sangat dibutuhkan dalam pembentukan tekstur produk.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Analisa karakteristik fisika sosis fermentasi ikan lele dumbo (*Clarias garipienus*) selama pemasakan 28 hari menunjukkan nilai daya ikat air tertinggi pada penambahan 3.75% ISP pada hari ke-28 sebesar 31,0476 %. Dan yang terendah pada penambahan ISP sebesar 5% dengan masa penyimpanan hari ke-7 yakni sebesar 17.995885%. Untuk rendemen tertinggi didapat pada hari ke 7 dengan konsentrasi 3.75% dengan 22.076% dan yang terendah didapat dengan perlakuan tanpa penambahan ISP 1.25% pada hari ke 14 sebesar 0.101%. Tekstur tertinggi pada penambahan ISP 1,25% yang didasarkan pada uji organoleptik.

Analisa karakteristik kimia sosis fermentasi ikan lele dumbo (*Clarias garipienus*) selama pemasakan 28 hari menunjukkan bahwa kadar air tertinggi diperoleh pada perlakuan penambahan ISP 3.75% dalam masa penyimpanan hari ke-0 sebesar 65.484%. Sedangkan kadar air terendah pada perlakuan dengan penambahan ISP 2.5% dengan masa penyimpanan hari ke-28 yakni sebesar 57.165%. Untuk analisa kadar lemak terendah didapat dengan penambahan ISP 3,75% dengan masa penyimpanan hari ke-0 yakni sebesar 4.455%. Kadar lemak tertinggi pada perlakuan dengan penambahan ISP 2,5% dengan masa penyimpanan hari ke-28 yakni sebesar 8.869%. Analisa kadar protein diketahui bahwa kadar protein terendah pada perlakuan tanpa penambahan ISP dengan masa penyimpanan hari ke-28 yakni sebesar 24.094%. Kadar protein tertinggi pada perlakuan dengan penambahan ISP 5% dengan masa penyimpanan hari ke-7 yakni sebesar 25.736%.

5.2 Saran

- Perlu dilakukan penelitian mikrobiologi untuk mengetahui komposisi ISP yang lebih tepat.
- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan bahan tambahan untuk meningkatkan cita rasa sosis fermentasi lele dumbo

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR PUSTAKA

Afrianto, E. dan E. Liviawaty. 2005. *Pengawetan dan Pengolahan Ikan*. Kanisius. Jakarta.

Anonymous. 2003.

_____. 2004

_____. 2006. *Mewaspada Si bulat Panjang Sosis*. www.indohalal.com

_____. 2007.

_____. 2007.

_____. 2007.

Aryanta, *et al.*, 1991

Astawan, W.N. dan H. Astawan. 1987. *Teknologi Pengolahan Pangan Hewani Tepat Guna*. CV Akademika Pressindo. Jakarta

Budi, 1998

Buckle, K. A., Edwards, R. S., Fleet, G. H., dan Wooton. 1987. *Ilmu Pangan*. Alih bahasa: Hari Purnomo dan Adiono. Universitas Indonesia Press. Jakarta.

Claus, J. R., Hunt, M. C. and Kastner, C. L. 1989. *J. Must. Food*, 1, 1

Cole and Lawrie, 1975

Colmenero, F.J, G. Barreto, N. Mota and J. Carballo. 1995. *Influence of Protein and Fat Content and Cooking Temperature on Texture and Sensory Evaluation of Bologna Sausage*. *Journal Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*

Djarajah, A.S., 2004. *Sale Ikan Lele*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta

Desrosier, N.W, 1977. *Element Of Food Technology*. The AVI publishing company Inc. Westport. Connecticut

Djuhanda, T. 1977. *Dunia Ikan*. Armico. Bandung.

Dwijoseputro, D. 1998. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Djambatan. Malang

Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan 1*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

- Fernandez, M., L. de la Hoz, O. Diaz, M. I. Cambero dan J. A. Ordonez. 1994. *Effect of the Addition of Pancreatic Lipase on the Ripening of Dry-fermented Sausages -- Part 1. Microbial, Physico-chemical and Lipolytic Changes*. Departamento de Higiene y Tecnologia de los Alimentos, Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense, Madrid, Spain
- Ferrero, G. J, B. R Funke and C. L case. 2001. *Microbiology An Introduction*. Addison Wesley Longman Inc. New York.
- Forrest, Z. E., E.D. Aberle, H. B. Hendrick, F. D. Judge dan R.A. Merkel. 1975. *Principle of Meat Science*. The AVI Publishing Co. Inc. WestPort Connecticut.
- Frazier, W. C. dan D. C. Westhoff. 1978. *Food Microbiology 3th edition*. Tata Mc Graw Hill Publising Co. Ltd. New Delhi.
- FSIS, 1999
- Gaman, P. M., dan K. B. Sherington. 1992. *Ilmu Pangan: Pengantar Ilmu Pangan, Nutrisi dan Mikrobiologi*. Diterjemahkan oleh: Murdijat, G. S, Naruki, A. Muriat dan Sarjono. Universitas Gajah Mada Press. Yogyakarta.
- Hadiwiyoto, S. 1983. *Hasil-hasil Olahan Susu, Daging, Ikan dan Telur*. Liberty. Yogyakarta.
- Haris, R. S. 1993. *Tanaman Minyak Atsiri*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Heruwati, E.S dan N. Indrati. 1987. *Pengolahan Ikan Lumat Ikan Beku dari Ikan Lele (Lanjutan Proceeding) Seminar Reka Pangan*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta
- Hui, Y. H. 1992. *Encyclopedia of Food Science and Technology*. Volume 3. John Willey and Sons Inc. New York.
- Irianto, H. E dan Murniyati. 1999. *Bakteri Asam Laktat Sebagai Probiotik Pada Ikan*. Instalansi Penelitian Perikanan Laut Slipi.
- Katsaras, K. dan Klaus-Dieter Budras. 1991. *Microstructure of Fermented Sausage*. Institute of Veterinary Anatomy, Free University of Berlin, Berlin, FRG
- Khairun dan Khairul Amri. 2002. *Budidaya Lele Dumbo Secara Intensif*. AgroMedia Pustaka. Tangerang.
- Koentjaraningrat. 1983. *Metode-metode Penelitian Masyarakat*. Gramedi. Jakarta.

Kumar, J. A, J. L. Rasic and m. Kroger. 1992. *Encyclopedia of Fermented fresh Milk Product*. Van Nostrand Reinhold. New York.

Lehniger. 1982. *Dasar-dasar Biokimia*. Jilid I. Alih bahasa : Thenawidjaja, Maggi. Penerbit Airlangga. Jakarta.

Lewis, Y. S. 1984. *Herb for The Food Industry*. Food Trade Press. England.

Luiza *et al.* 2006

Mayer

Muchtadi, T.R, Purwiyanto dan A, Basuki, 1988. *Teknologi Pemasakan Ekstrusi*. PAU Pangan dan Gizi. IPB. Bogor

Moedjiharto dan Soemardi, 2004

Nabor and Ronert, C. G. 1991. *Alternative Sweeteners (Second Edition Revised and Expanded) Calori Control Council Atlanta. Georgia*. Marcell Dekker Inc. New York

Naruki, S. 1991. *Gizi Terapan*. UGM. Yogyakarta

NYSAES,2006

Pearson dan Taber, 1994

Porcella *et al.*, 2000

Reagan, J. O., Liou, F. H., Reynolds, A. E. and Carpenter, J. A. (1983). *J. Food Sci.*,

Rismunandar, Fary, B, Paimin, 2001. *Budidaya dan Pengolahan Kayu Manis*. Penebar Swadaya. Jakarta

Russ Egbert. 2007. *Achieviing Success With Meat Analogs*. [Http://www. Ift.org](http://www.ift.org).

Rustidja. 1985

Saanin, H. 1984. *Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan*. PT Gramedia

Santoso, B. 1994. *Petunjuk Praktis Budidaya Lele Dumbo dan Lokal*. Kanisius. Jakarta.

Sediaoetomo. 2000. *Ilmu Gizi*. Dian Rakyat. Jakarta

Soekidjo, 2005

Soeparno, 1994. *Ilmu dan Teknologi Daging*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

_____, 1998. *Ilmu dan Teknologi Daging*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta

Susanto, H., 2006. *Budidaya Ikan Lele*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.

Soedibyo, 1976

Sudarmadji, S.B., Haryono dan Suhardi. 1989. *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Penerbit Liberty. Yogyakarta.

Sumardi, J.A., BB. Sasmito dan Hardoko. 1992. *Penuntun Praktikum Kimia dan Mikrobiologi Pangan Hasil Perikanan*. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang

Syukur dan Hernani, 2002

USDA. 1999. *Safe Practices for Sausage Production*. The U.S. Department of Agriculture (USDA). USA.

Wibowo. 2001. *Budidaya Bawang*. Penebar Swadaya. Jakarta

Winarno, F.G. 1984. *Pengantar Teknologi Pangan*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

_____. 1993. *Pangan: Gizi, Teknologi dan Konsumen*. PT Gramedia. Jakarta

_____. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Winarno dan Fardiaz. 1979.

Winarno dan Jenie. 1983

Wood, 1998

Worrel, L. 1951. *Flavor, Spices, Condiments and Essential Oil. The Chemistry and Technologi of Food and Food Product*. Interscience Publisher Inc. New York.

Zayas, 1997

Lampiran 1. Parameter Uji

1. Analisa Kadar N – total (Sudarmadji, 1989)

- a. Timbang 1 g bahan yang telah dihaluskan dan masukkan ke dalam labu kjeldahl. Kalau kandungan protein bahan tinggi gunakan bahan kurang dari 1 g, kemudian tambahkan 7,5 g $K_2S_2O_4$ dan 0,3 d HgO dan akhirnya tambahkan 15 ml H_2SO_4 pekat
- b. Panaskan semua bahan dalam labu kjeldahl dalam almari asam sampai berhenti berasap. Teruskan pemanasan dengan api besar sampai mendidih dan cairkan menjadi jernih. Teruskan pemanasan tambahan kurang lebih satu jam. Matikan api pemanasan dan biarkan bahan menjadi dingin
- c. Kemudian tambahkan 100 ml aquades dalam labu kjeldahl yang didinginkan (dalam air) dan akhirnya tambahkan perlahan – lahan larutan NaOH 50% sebanyak 50 ml yang sudah didinginkan dalam almari es. Pasanglah labu kjeldahl dengan segera pada alat destilasi
- d. Destilat ditampung dalam Erlenmeyer yang telah diisi dengan 50 ml larutan standart HCl (0,1N) dan 5 tetes indikator metil merah. Lakukan setilasi sampai destilat yang ditampung sebanyak 75 ml
- e. Titrailah destilat yang diperoleh dengan standart NaOH (0,1N) sampai warna kuning
- f. Buatlah juga larutan blanko dengan mengganti bahan dengan aquades, lakukan destilasi dan titrasi seperti pada bahan contoh.

$$\%N = \frac{(ml\ NaOH\ blanko - ml\ NaOH\ contoh) \times 100 \times 14,008}{g\ contoh \times 1000}$$

$$\%protein = \%N \times faktor\ (6,25)$$

2. Analisa Kadar Lemak (Tranggono, 1991)

- a. Menimbang sample kering yang telah dihaluskan sebanyak 2 gram dan membungkusnya dengan kertas saring yang telah dikeringkan dalam oven
- b. Memasang sample pada thimble pada tabung sample
- c. Memasukkan pelarut PB secukupnya dalam gelas piala khusus yang sudah diketahui dan selanjutnya memasang gelas piala ini pada rangkaiannya
- d. Melakukan sektraksi selama 3 – 5 jam
- e. Setelah selesai, listrik dimatikan dan setelah tidak ada pelarut yang menetes, thimble dan sisa bahan diambil
- f. Memasukkan sample tersebut dalam oven tersebut dalam oven selama semalam
- g. Memasukkan sample yang telah dikeringkan dalam oven ke dalam desikator
- h. Menimbang berat akhir sample dan mencatat beratnya.

$$\text{Kadar lemak} = \frac{(\text{berat awal kertas saring sample} - \text{berat kertas saring sample} + \text{sample}) \times 100\%}{\text{berat awal sampel}}$$

3. Analisa Kadar Air (Sudarmadji *et al*, 1997)

- a. Timbang sample yang telah dihaluskan sebanyak 1 – 2 gram dalam botol timbang yang telah diketahui beratnya
- b. Keringkan dalam oven pada suhu 100 – 105⁰ C selama 3 – 5 jam, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang
- c. Panaskan lagi dalam oven selama 30 menit, dinginkan dalam desikator dan ditimbang
- d. Perlakuan ini diulang sampai tercapai berat konstan, dimana seluruh penimbangan berturut – turut kurang dari 0,2 miligram

- e. Pengukuran berat merupakan banyaknya air dalam bahan. Perhitungan kadar air berdasarkan berat kering adalah sebagai berikut :

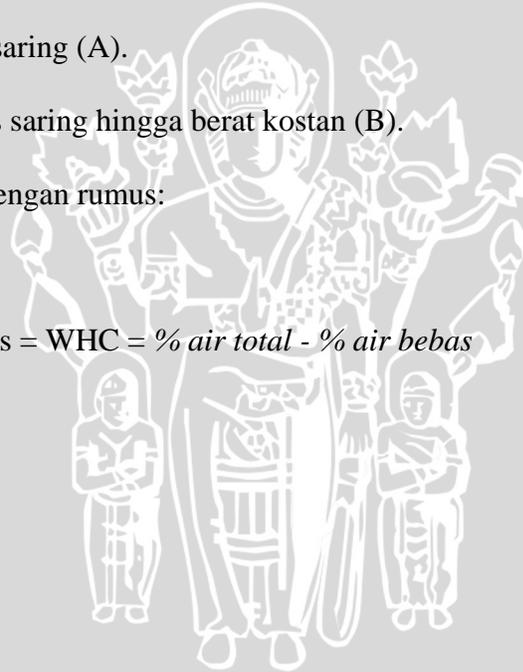
$$\text{Kadar air} = \frac{\text{berat awal} - \text{berat akhir}}{\text{berat awal}} \times 100\%$$

4. Analisa Daya Ikat Air

Prosedur penentuan daya ikat air adalah sebagai berikut:

- Timbang 2 gram bahan dan letakkan pada bagian tengah plat kaca.
- Letakkan kertas di atas bahan kemudian ditutup dengan plat kaca.
- Letakkan beban sebesar 3,5kg di atas plat kaca selama 5 menit.
- Timbang kertas saring (A).
- Keringkan kertas saring hingga berat konstan (B).
- Ukur kadar air dengan rumus:
- $\text{mg H}_2\text{O} = \text{A} - \text{B}$

$$\% \text{ air bebas} = \text{WHC} = \% \text{ air total} - \% \text{ air bebas}$$



Lampiran 2. Data Analisa Karakteristik Fisika-Kimia

Water Holding Capacity

Hari ke 0

| Perlakuan | I | II | III | Rata-rata |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 0% | 19.491525 | 17.54386 | 25.773196 | 20.936194 |
| 1.25% | 25.961538 | 21.505376 | 17.647059 | 21.704658 |
| 2.50% | 20.27027 | 16.504854 | 19.083969 | 18.619698 |
| 3.75% | 26.277372 | 24.603175 | 30.275229 | 27.051925 |
| 5% | 21.641791 | 21.052632 | 17.293233 | 19.995885 |

Hari ke 7

| Perlakuan | I | II | III | Rata-rata |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 0% | | | | |
| 1.25% | 18.06069 | 28.2228 | 28.802077 | 25.028522 |
| 2.50% | 20.62751 | 16.151361 | 25.909685 | 20.896186 |
| 3.75% | 27.40113 | 26.777804 | 28.449401 | 27.542778 |
| 5% | 20.915913 | 17.688244 | 15.839133 | 17.481097 |

Hari ke 14

| Perlakuan | I | II | III | Rata-rata |
|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|
| 0% | 17.88785 | 10.0357143 | 26.489796 | 22.137787 |
| 1.25% | 20.642857 | 20.032787 | 21.689655 | 23.4551 |
| 2.50% | 21.276596 | 18.691589 | 16.730337 | 19.566174 |
| 3.75% | 20.789474 | 23.491803 | 25.4375 | 29.906259 |
| 5% | 23.333333 | 20.183486 | 17.346939 | 20.287919 |

Hari ke 28

| Perlakuan | I | II | III | Rata-rata |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 0% | 21.804511 | 22.382166 | 21.804511 | 21.330396 |
| 1.25% | 17.138686 | 18.789474 | 18.789474 | 24.905878 |
| 2.50% | 18.918919 | 18.730496 | 19.266187 | 20.971867 |
| 3.75% | 27.142857 | 27.115164 | 27.183616 | 31.047619 |
| 5% | 28.66242 | 22.222222 | 21.656051 | 24.180231 |

Susut Berat

| Konsentrasi | Sebelum inkubasi | Setelah inkubasi | Hari ke 0 | Hari ke 7 | Hari ke 14 | Hari ke 28 |
|-------------|------------------|------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 0 | 26.463 | 23.0126 | 18.6494 | 18.6339 | 18.6012 | 18.4735 |
| 1.25 | 29.5876 | 26.3729 | 22.7849 | 22.6396 | 22.5919 | 22.3291 |
| 2.5 | 30.5796 | 27.1148 | 23.7576 | 23.4003 | 23.3767 | 22.9105 |
| 3.75 | 30.6853 | 27.8855 | 21.7295 | 19.5922 | 19.5273 | 19.3128 |
| 5 | 31.5069 | 28.5676 | 23.6682 | 22.9108 | 22.8869 | 22.6478 |

Rendemen

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| 13.03858 | 18.96005 | 0.083113 | 0.175487 | 0.686515 |
| 10.86502 | 13.60487 | 0.637703 | 0.210693 | 1.163249 |
| 11.33043 | 12.38143 | 1.50394 | 0.100853 | 1.994293 |
| 9.124239 | 22.07599 | 9.835937 | 0.331254 | 1.098462 |
| 9.329068 | 17.1502 | 3.200074 | 0.104318 | 1.044702 |

Keterangan:

1 : $\frac{\text{Sebelum inkubasi} - \text{Setelah inkubasi}}{\text{Sebelum inkubasi}} \times 100\%$

2 : $\frac{\text{Setelah inkubasi} - \text{Hari ke 0}}{\text{Setelah inkubasi}} \times 100\%$

3 : $\frac{\text{Hari ke 0} - \text{Hari ke 7}}{\text{Hari ke 0}} \times 100\%$

4 : $\frac{\text{Hari ke 7} - \text{Hari ke 14}}{\text{Hari ke 7}} \times 100\%$

5 : $\frac{\text{Hari ke 28} - \text{Hari ke 14}}{\text{Hari ke 28}} \times 100\%$

Kadar Air

Hari ke 0

| Perlakuan | I | II | III | Rata-rata |
|------------------|----------|-----------|------------|------------------|
| 0% | 62.931 | 61.203 | 64.311 | 62.815 |
| 1.25% | 63.077 | 63.077 | 63.912 | 63.35533 |
| 2.50% | 62.078 | 60.923 | 59.071 | 61.35667 |
| 3.75% | 65.378 | 66.083 | 64.991 | 65.484 |
| 5% | 63.21 | 62.921 | 65.195 | 62.81533 |

Hari ke 7

| Perlakuan | I | II | III | Rata-rata |
|------------------|-----------|-----------|------------|------------------|
| 0% | 60.317343 | 60.711538 | 62.288889 | 61.10592 |
| 1.25% | 62.216049 | 61.613757 | 60.251185 | 61.36033 |
| 2.50% | 59.449123 | 61.134021 | 62 | 61.19438 |
| 3.75% | 63.482234 | 63.296296 | 63.490956 | 63.42316 |
| 5% | 61.171779 | 63.113861 | 61.611374 | 61.96567 |

Hari ke 14

| Perlakuan | I | II | III | Rata-rata |
|------------------|----------|-----------|------------|------------------|
| 0% | 60.067 | 59.974 | 60.93 | 60.32367 |
| 1.25% | 61.961 | 60.187 | 60.99 | 59.046 |
| 2.50% | 60.001 | 57.601 | 59.049 | 60.217 |
| 3.75% | 59.742 | 62.821 | 63.057 | 61.87333 |
| 5% | 60.649 | 60.392 | 61.066 | 60.03567 |

Hari ke 28

| Perlakuan | I | II | III | Rata-rata |
|------------------|----------|-----------|------------|------------------|
| 0% | 62.91938 | 60.5694 | 64.45128 | 59.98002 |
| 1.25% | 56.3798 | 57.79296 | 58.66764 | 57.28013 |
| 2.50% | 56.85397 | 60.38951 | 60.25135 | 57.16494 |
| 3.75% | 61.65533 | 55.61762 | 68.35815 | 57.21037 |
| 5% | 49.70283 | 63.79319 | 63.66152 | 59.98251 |

Kadar lemak

Hari ke 0

| Perlakuan | I | II | III | Rata-rata |
|------------------|------------|-----------|------------|------------------|
| 0% | 4.2550322 | 7.0744929 | 5.4308437 | 5.58679 |
| 1.25% | 4.041751 | 6.09561 | 5.272687 | 5.136682 |
| 2.50% | 5.437741 | 5.548214 | 6.16113 | 5.7156948 |
| 3.75% | 3.81316053 | 3.557706 | 5.995212 | 4.45536 |
| 5% | 4.29519 | 6.065207 | 5.651506 | 5.337301 |

Hari ke 7

| Perlakuan | I | II | III | Rata-rata |
|------------------|-----------|------------|------------|------------------|
| 0% | 6.9458723 | 6.2398638 | 7.2343028 | 6.80668 |
| 1.25% | 7.9231593 | 7.16035 | 7.699916 | 7.594475 |
| 2.50% | 6.7237111 | 7.0710351 | 9.07324 | 7.622662 |
| 3.75% | 5.080289 | 5.07902331 | 5.739161 | 5.299491 |
| 5% | 6.095027 | 6.664873 | 4.375188 | 5.711696 |

Hari ke 14

| Perlakuan | I | II | III | Rata-rata |
|------------------|-----------|-----------|------------|------------------|
| 0% | 9.436603 | 7.956632 | 6.9718901 | 8.121708 |
| 1.25% | 6.6276437 | 8.302727 | 7.670426 | 7.533599 |
| 2.50% | 8.621741 | 8.465849 | 7.595795 | 8.227795 |
| 3.75% | 7.597062 | 5.275599 | 6.489107 | 6.453923 |
| 5% | 6.212078 | 7.126587 | 6.433576 | 6.590747 |

Hari ke 28

| Perlakuan | I | II | III | Rata-rata |
|------------------|----------|-----------|------------|------------------|
| 0% | 7.823312 | 9.29688 | 7.590276 | 8.236823 |
| 1.25% | 8.942567 | 9.598828 | 5.638484 | 8.059959 |
| 2.50% | 12.36759 | 4.968877 | 9.272331 | 8.869598 |
| 3.75% | 7.885944 | 6.619277 | 5.273896 | 6.593039 |
| 5% | 6.426367 | 6.911264 | 6.751262 | 6.696298 |

Kadar Protein

Hari ke 0

| Perlakuan | I | II | III | Rata-rata |
|------------------|----------|-----------|------------|------------------|
| 0% | 24.32896 | 24.05954 | 24.82514 | 24.40 |
| 1.25% | 24.35602 | 25.35695 | 24.25484 | 24.66 |
| 2.50% | 24.77514 | 24.91935 | 25.59942 | 25.10 |
| 3.75% | 24.49414 | 25.15805 | 25.54961 | 25.07 |
| 5% | 24.87216 | 25.54961 | 25.20633 | 25.21 |

Hari ke 7

| Perlakuan | I | II | III | Rata-rata |
|------------------|----------|-----------|------------|------------------|
| 0% | 24.7719 | 24.82261 | 25.30347 | 24.97 |
| 1.25% | 24.87402 | 25.39618 | 25.54961 | 25.27 |
| 2.50% | 25.15805 | 25.74004 | 25.59942 | 25.50 |
| 3.75% | 25.20379 | 25.64941 | 25.54961 | 25.47 |
| 5% | 25.53542 | 25.99141 | 25.68133 | 25.74 |

Hari ke 14

| Perlakuan | I | II | III | Rata-rata |
|------------------|----------|-----------|------------|------------------|
| 0% | 23.83214 | 24.67162 | 24.10554 | 24.20 |
| 1.25% | 24.72786 | 25.20895 | 25.15805 | 25.03 |
| 2.50% | 25.20895 | 25.35232 | 24.77514 | 25.11 |
| 3.75% | 25.54961 | 25.20895 | 25.15805 | 25.31 |
| 5% | 25.89027 | 24.96673 | 25.20895 | 25.36 |

Hari ke 28

| Perlakuan | I | II | III | Rata-rata |
|------------------|----------|-----------|------------|------------------|
| 0% | 24.15172 | 24.43256 | 23.69774 | 24.09 |
| 1.25% | 24.34724 | 24.34724 | 25.06267 | 24.59 |
| 2.50% | 25.30742 | 24.77514 | 24.82514 | 24.97 |
| 3.75% | 25.35695 | 25.10994 | 25.01429 | 25.16 |
| 5% | 25.39618 | 25.59942 | 25.06202 | 25.35 |