



**DAYA ANTIMIKROBIA ASAP CAIR TERHADAP
BANDENG PRESTO-ASAP DAN BANDENG ASAP-PRESTO
SELAMA PENYIMPANAN**

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**

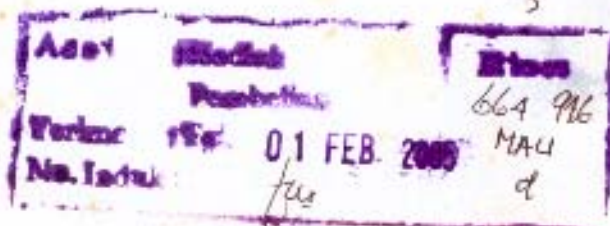
Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan
Program Pendidikan Strata Satu (S1) Pada
Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Oleh :

NURUS SITTAH ROCHMATUL MAUHIBIYAH

NIM : 001710101081

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2005**



DOSEN PEMBIMBING :

Ir. SUSIJAHADI, MS (DPU)

Ir. SIH YUWANTI, MP (DPA)




HALAMAN PENGESAHAN

DITERIMA OLEH:

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember
Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)

Dipertanggungjawabkan pada:
Hari : Senin
Tanggal : 10 Januari 2005
Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Tim Penguji
Ketua

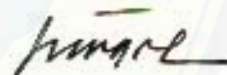

Ir. Susjiahadi, MS
NIP. 130 287 109

Anggota I



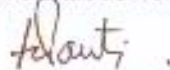
Ir. Sih Yuwanti, MP
NIP. 132 086 416

Anggota II



Ir. Herlina, MP
NIP. 132 046 360

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember



Ir. Siti Hartanti, MS
NIP. 130 350 763

"Demi masa (waktu), sesungguhnya manusia dalam kerugian kecuali orang - orang yang beriman dan beramal sholeh, saling menasehati dalam kebenaran dan kesabaran"

(QS. Al - Ashr 130 : 1 - 3)

Katakanlah, "Sesungguhnya dalam menuntut ilmu tiada pernah ada kata berhenti, jika kau hendak berhenti maka tunggulah hingga Izra'il datang menjemputmu"

(Anonim)

"Dan kembalilah kamu kepada Rabb-mu dan berserah dirilah kepada-Nya sebelum datang azab kepadamu, kemudian kamu tidak dapat tertolong lagi"

(QS. Az-Zumar 39:54)

"Manusia terbaik adalah manusia yang bertobat setelah melakukan kesalahan lalu berjanji tidak melakukan kesalahan yang sama di kemudian hari, dan cita-cita paling mulia adalah mati dalam keadaan syahid"

(Nasihat orang bijak)

Karya kecil ini tercipta dan kupersembahkan untuk:

- Dienul Islam yang telah memberiku nafas dan pemahaman tentang hakikat kehidupan.
- Bapakku **Mutholib** terima kasih atas doa, nasehat dan bimbinganmu selama ini.
- Almarhumah Ibu **Fadhilah** terima kasih telah memberiku kesempatan untuk hadir di dunia ini. Semoga Allah S.W.T menyatukan kita di surga-Nya.
- Almarhumah nenekku **Safi'ah** terima kasih atas cinta dan kasih sayang yang telah kauberikan. Surga Allah S.W.T senantiasa menantimu.
- **Kakak-kakakku:** Fauzi, (Alm.) Suminik semoga Allah S.W.T melapangkan surga-Nya untukmu, Fathoni, Iksan, Koeswanto, Mahmudah (semoga Allah S.W.T senantiasa menyatukan kita dalam rahmat-Nya).
- **Adik-adikku:** Udin, Ipoel, dan Adun (jadilah dewasa dan bermanfaat).
- **Sepuluh** manusia kecil yang telah mengisi dunia dengan tawa dan tangisnya.
- Seseorang yang kelak akan menemani hidupku dan membimbingku ke jalan-Nya.

Terima kasihku untuk:

Rabb-ku yang telah memberiku nafas kehidupan dan memberiku kesempatan menikmati indahnya dunia
Nabiku sekaligus suri teladanku Muhammad SAW
semoga safa'atmu senantiasa menyertai
Malaikat penjagaku yang selalu memberiku rasa aman
Manusia2 penasehatku terima kasih kalian telah memberiku sesuatu yang sangat berharga dan bermanfaat untukku
Crue 2A mania maafkan aku & terima kasih untuk semuanya
My "Tiger" yang setia menemani langkahku
Sohibku Indah dan Ika (semoga persahabatan kita abadi), Desi (ingat nasehatku dan jagalah hati)
Rekan seperjuanganku angkatan 2000 dan almamaterku tercinta

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayahNya penulis dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi) yang berjudul **"Daya Antimikrobia Asap Cair Terhadap Bandeng Presto-Asap dan Bandeng Asap-Presto Selama Penyimpanan"**. Dengan terselesaikannya penyusunan Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi) ini penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, terutama kepada yang terhormat:

1. Ibu Ir. Hj. Siti Hartanti, MS selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian.
2. Bapak Ir. Susijahadi, MS selaku ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian dan sebagai Dosen Pembimbing Utama (DPU).
3. Ibu Ir. Sih Yuwanti, MP selaku Dosen Pembimbing Anggota I (DPA I) dan Ibu Ir. Herlina, MP selaku Dosen Pembimbing Anggota II (DPA II).
4. Teknisi Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
5. Teknisi Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas MIPA, Universitas Jember.
6. Seluruh staf akademik Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
7. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu terselesaikannya Karya Ilmiah Tertulis ini.

Penulis menyadari bahwa dalam Karya Ilmiah Tertulis ini masih terdapat banyak kekurangan, namun demikian penulis berharap dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Jember, 2005

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
DOSEN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
RINGKASAN	xiii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Ikan Bandeng.....	5
2.2 Bandeng Presto.....	7
2.3 Bandeng Asap.....	9
2.4 Asap Cair.....	11
2.5 Asap cair sebagai Antimikrobia.....	13
2.6 Pertumbuhan Mikrobia.....	16
2.7 Hipotesa.....	21

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Bahan dan Alat Penelitian.....	22
3.1.1	Bahan.....	22
3.1.2	Alat.....	22
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian.....	22
3.3	Metode Penelitian.....	22
3.3.1	Rancangan Percobaan.....	22
3.3.2	Pelaksanaan Penelitian.....	23
3.4	Pengamatan.....	23
3.5	Prosedur Pengamatan.....	24
3.5.1	Penyiapan alat dan media.....	24
3.5.2	Pengamatan Total Mikrobia dengan metode TPC.....	24

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Total Mikrobia Bandeng Presto-Asap.....	28
4.1.1	Bandeng Presto-Asap selama Penyimpanan suhu ruang.....	28
4.1.2	Bandeng Presto-Asap selama Penyimpanan suhu dingin.....	29
4.2	Total Mikrobia Bandeng Asap-Presto.....	31
4.2.1	Bandeng Asap-Presto selama Penyimpanan suhu ruang.....	31
4.2.2	Bandeng Asap-Presto selama Penyimpanan suhu dingin.....	32

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	39
5.2	Saran.....	39

DAFTAR PUSTAKA.....	40
----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	43
----------------------	-----------

DAFTAR TABEL

TABEL	Halaman
1. Perbedaan antara Ikan segar dan Ikan busuk	6



DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	Halaman
1. Ikan Bandeng.....	5
2. Rumus bangun senyawa antimikrobia asap cair.....	12
3. Diagram Alir Pembuatan Bandeng Presto-Asap.....	26
4. Diagram Alir Pembuatan Bandeng Asap-Presto.....	27
5. Jumlah mikrobia bandeng presto-asap selama penyimpanan suhu ruang.....	28
6. Jumlah mikrobia bandeng presto-asap selama penyimpanan suhu dingin.....	29
7. Jumlah mikrobia bandeng asap-presto selama penyimpanan suhu ruang.....	31
8. Jumlah mikrobia bandeng asap-presto selama penyimpanan suhu dingin.....	32

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	Halaman
1. Jumlah Mikrobia pada Bandeng Presto-Asap selama Penyimpanan Suhu Ruang dan Suhu Dingin	43
2. Jumlah Mikrobia pada Bandeng Asap-Presto selama Penyimpanan Suhu Ruang dan Suhu Dingin	44



Nurus Sittah Rochmatul Mauhibiyah. NIM 001710101081. Daya Antimikrobia Asap Cair terhadap Bandeng Presto-Asap dan Bandeng Asap-Presto selama Penyimpanan. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember, Dosen Pembimbing : Ir. Susijahadi, MS (DPU) dan Ir. Sih Yuwanti, MP (DPA).

RINGKASAN

Ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsk) merupakan salah satu hasil perairan Indonesia yang dibudidayakan di perairan air payau (tambak) dan memiliki prospek cerah di masa yang akan datang. Ikan bandeng memiliki rasa yang lebih gurih dibandingkan dengan ikan lainnya, namun keberadaan duri-duri halus dapat mengurangi minat konsumen. Hasil olahan ikan bandeng yang menjadi kegemaran masyarakat adalah bandeng presto dan bandeng asap. Bandeng presto merupakan jenis produk yang dalam proses pemasakannya menggunakan uap bertekanan tinggi sehingga dapat melunakkan tulang dan duri-duri halus didalamnya. Produk ini bersifat basah dan tidak bertahan lama dalam penyimpanan suhu ruang. Bandeng asap memiliki kondisi fisik yang kering sehingga lebih awet selama penyimpanan, namun memiliki kelemahan yaitu masih terdapatnya duri-duri halus di dalamnya dan proses pengasapannya masih menggunakan cara tradisional. Untuk mengatasi semua fenomena di atas alternatif yang dapat dilakukan adalah dengan memadukan proses dari kedua produk yaitu proses pemasakan presto dan pengasapan dengan memanfaatkan kelebihan dari asap cair sebagai zat antimikrobia. Asap cair digunakan dalam pembuatan bandeng presto dengan cara merendam bandeng segar dalam asap cair pada saat pemasakan presto sehingga didapatkan produk bandeng presto dengan rasa asap (bandeng presto-asap) yang memiliki daya tahan lebih lama selama penyimpanan. Sedangkan pembuatan bandeng asap dengan duri lunak dapat dilakukan dengan cara merendam bandeng presto yang telah dikeringkan (diovon) ke dalam asap cair dan kemudian dilakukan pengeringan kembali sehingga didapatkan suatu produk dengan nama bandeng asap-presto.

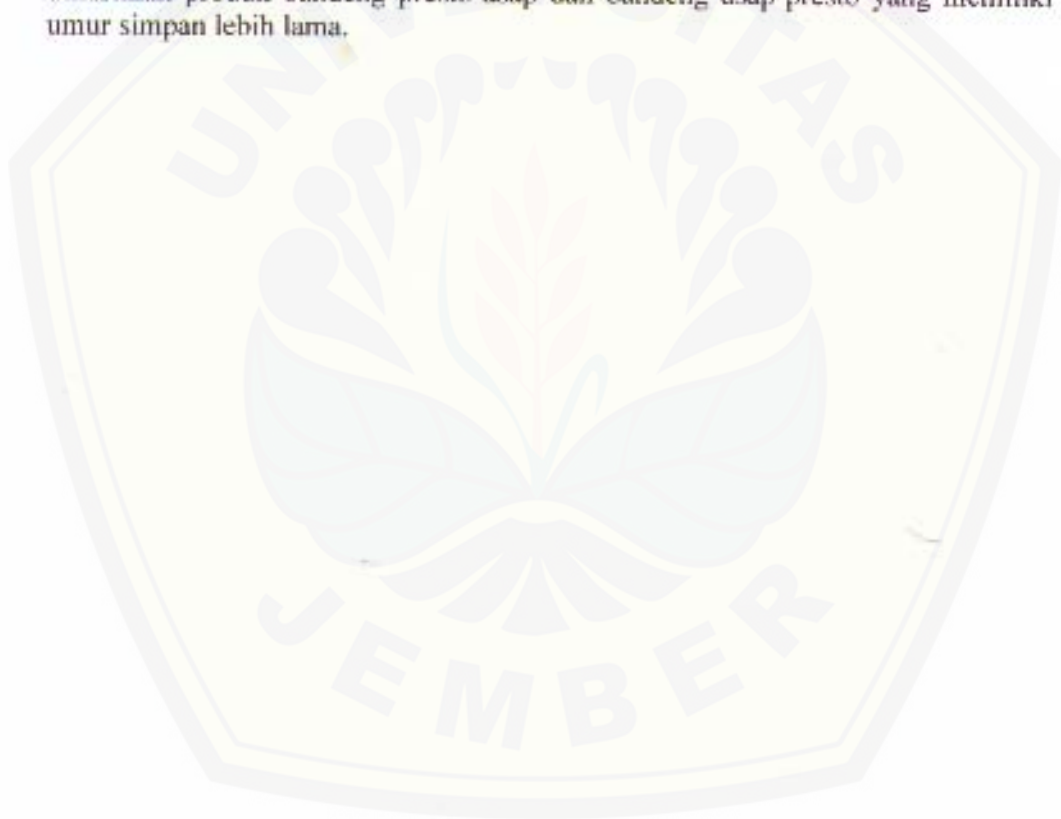
Kedua produk di atas memiliki kandungan protein yang cukup tinggi, selain lemak dan karbohidrat. Sebagian besar mikrobia terutama dari kelompok bakteri yang mudah sekali tumbuh pada produk makanan yang mengandung protein tinggi. Asap cair mengandung senyawa antimikrobia yang berfungsi untuk menghambat pertumbuhan mikrobia pada produk selama penyimpanan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya antimikrobia asap cair selama penyimpanan bandeng presto-asap dan bandeng asap-presto, serta mengetahui konsentrasi asap cair dan suhu penyimpanan yang sesuai.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK), dimana ulangan sebagai kelompok. Variasi konsentrasi asap cair yang digunakan adalah 2,5%; 5%; 7,5% dan 0% sebagai kontrol. Penyimpanan dilakukan pada suhu ruang dan suhu dingin (10°C). Pengamatan yang dilakukan adalah menghitung jumlah mikrobia pada sampel yang disimpan dalam suhu ruang setiap 2 hari sekali hingga terjadi kerusakan dan pada sampel yang disimpan dalam suhu dingin

(10°C) diamati setiap 7 hari sekali hingga hari ke-28. Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk grafik sesuai dengan pengamatan yang dilakukan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan asap cair mampu menghambat pertumbuhan mikrobia dan memperpanjang umur simpan produk bandeng presto-asap dan bandeng asap-presto. Semakin tinggi konsentrasi asap cair maka daya antimikrobia yang ditimbulkan akan semakin tinggi sehingga mengakibatkan jumlah mikrobia yang tumbuh pada bahan semakin rendah. Produk bandeng presto-asap konsentrasi 5% dan 7,5% dapat bertahan hingga hari ke-6 selama penyimpanan suhu ruang. Sedangkan pada penyimpanan suhu dingin (10°C) produk konsentrasi 2,5%, 5%, dan 7,5% dapat bertahan hingga hari ke-28 dengan kondisi yang masih layak dikonsumsi. Produk bandeng asap-presto konsentrasi 7,5% mampu bertahan hingga hari ke-6 pada suhu ruang. Dan pada penyimpanan suhu dingin (10°C) produk konsentrasi 2,5%, 5%, dan 7,5% dapat bertahan hingga hari ke-28 dan masih layak dikonsumsi. Dengan penyimpanan suhu dingin (10°C) dan penambahan konsentrasi asap cair sebanyak 7,5% dihasilkan produk bandeng presto-asap dan bandeng asap-presto yang memiliki umur simpan lebih lama.





I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hasil perairan Indonesia merupakan sumber daya alam yang memiliki prospek yang cerah di masa yang akan datang, mengingat perairan Indonesia meliputi 70% dari total wilayahnya yang dapat menghasilkan 8 juta ton ikan tiap tahun (Syarief dan Irawati, 1988).

Ikan bandeng (*Chanos-chanos* Forsk) merupakan salah satu jenis ikan yang dibudidayakan di perairan air payau (tambak) dengan ciri fisik yang khas, yaitu memiliki daging yang berwarna putih dan sedikit merah di bagian tertentu, bertulang keras, memiliki banyak duri halus, serta memiliki rasa yang lebih gurih dibandingkan dengan ikan lainnya. Ikan bandeng memiliki nilai gizi yang cukup tinggi dan merupakan jenis ikan berlemak rendah, namun keberadaan duri-duri halusnya dapat mengurangi minat konsumen.

Secara umum ikan akan mengalami kerusakan apabila tidak ada pengolahan lebih lanjut, ikan bandeng bila rusak akan sulit diterima oleh konsumen. Hasil olahan ikan bandeng yang menjadi kegemaran masyarakat saat ini adalah bandeng presto dan bandeng asap.

Bandeng presto merupakan jenis produk yang dalam proses pemasakannya menggunakan uap bertekanan tinggi. Uap yang dihasilkan dapat melunakkan tulang dan duri-duri pada daging ikan bandeng sehingga lebih mudah dikonsumsi. Produk ini bersifat basah dan tidak bertahan lama dalam suhu ruang, sehingga diperlukan pemanasan ulang untuk mempertahankannya. Pemanasan ulang ini dapat menurunkan mutu produk bandeng presto sehingga hal ini menjadi salah satu kendala dalam proses pemasarannya.

Pengasapan merupakan salah satu alternatif yang digunakan oleh produsen untuk mempertahankan keawetan ikan bandeng. Proses pengasapan tradisional dapat dilakukan dengan cara mengasapi ikan secara langsung dari pembakaran kayu. Namun produk yang dihasilkan memiliki beberapa kelemahan antara lain kurang efisien, kurang higienis, dan daya simpannya hanya 2 – 3 hari yang menyebabkan kualitas produk rendah. Disamping itu rasa dan aroma yang

terbentuk tidak konsisten dan kelemahan utama adalah terikutnya senyawa hidrokarbon polisiklik aromatik (PAH) yang sangat berbahaya bagi kesehatan. Dengan cara tradisional juga dapat memicu terjadinya kebakaran dan menyebabkan polusi.

Seiring dengan perkembangan teknologi, saat ini telah ditemukan suatu solusi untuk mengatasi semua fenomena diatas, yaitu dengan cara menggunakan asap cair. Menurut Pszczola (1995), asap cair merupakan kondensat dari pembakaran kayu tidak sempurna yang mengalami destilasi ulang sehingga PAH dan benzopiren tidak terikut. Asap cair memiliki kemampuan sebagai pengawet karena adanya senyawa asam, fenol, dan karbonil.

Asap cair didapatkan dari dispersi kayu dalam air yang dibuat dengan mengkondensasikan asap hasil pembakaran kayu tidak sempurna. Pada proses tersebut, komponen kayu mengalami pirolisa menghasilkan asap dengan komposisi yang sangat kompleks. Pada proses pirolisa dihasilkan senyawa dari kelompok fenol, karbonil, dan asam. Ketiga senyawa secara simultan mempunyai aktivitas antioksidan dan antimikrobia (Darmadji,1996).

Menurut Maga (1988), asap cair memiliki kelebihan antara lain; lebih ekonomis, kualitas produk lebih terkontrol, kandungan senyawa hidrokarbon polisiklik aromatik yang rendah dan dapat diaplikasikan pada suhu yang dikehendaki serta dapat mengurangi polusi. Asap cair juga dapat digunakan sebagai antioksidan dan antimikrobia.

Dengan kelebihan tersebut maka asap cair dapat dijadikan sebagai suatu alternatif dalam pembuatan produk bandeng presto dengan cara merendam bandeng segar dalam asap cair pada saat pengolahan presto sehingga didapatkan produk bandeng presto dengan rasa asap (bandeng presto-asap) yang memiliki daya tahan lebih lama selama penyimpanan.

Produk lain ikan bandeng adalah handeng asap. Selama penyimpanan produk ini cenderung lebih awet daripada bandeng presto karena memiliki kondisi fisik yang kering, namun memiliki kelemahan yaitu masih terdapatnya duri-duri halus di dalam dagingnya sehingga dapat mengurangi penerimaan konsumen. Masalah tersebut dapat diatasi dengan cara pemasakan presto, agar seluruh duri

dan tulang ikan menjadi lunak dan dapat diterima konsumen. Untuk proses pengasapan dapat dilakukan dengan cara merendam produk presto yang telah dioven ke dalam asap cair, kemudian dikeringkan kembali dengan menggunakan oven. Karena produk bandeng asap ini memiliki tekstur tulang dan duri yang lunak maka produk ini dinamakan bandeng asap-presto.

Kedua produk tersebut memiliki kandungan protein yang cukup tinggi, selain lemak dan karbohidrat. Sebagian besar mikroba terutama dalam kelompok bakteri mudah sekali tumbuh pada produk makanan yang memiliki kandungan protein yang tinggi. Dengan asap cair diharapkan pertumbuhan dan kegiatan mikrobia dapat dihambat sehingga produk memiliki ketahanan (keawetan) selama penyimpanan. Suhu selama penyimpanan juga berperan penting terhadap umur simpan produk. Pada suhu rendah umumnya pertumbuhan mikroba dapat terhambat, sebaliknya bila disimpan pada suhu ruang maka pertumbuhan mikroba meningkat karena suhu ruang merupakan suhu optimal bagi pertumbuhan mikroba.

1.2 Rumusan Masalah

Penggunaan asap cair adalah upaya untuk menghambat kerusakan produk bandeng presto-asap dan bandeng asap-presto selama penyimpanan, sehingga perlu diketahui sejauh mana peranan asap cair dapat menghambat kerusakan yang ditimbulkan oleh mikroba pada produk dengan menguji kemampuan asap cair sebagai zat antimikrobia melalui variasi konsentrasi asap cair dan suhu penyimpanan.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya antimikrobia asap cair selama penyimpanan bandeng presto-asap dan bandeng asap-presto, serta mengetahui konsentrasi asap cair dan suhu penyimpanan yang sesuai .

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan input kepada masyarakat dan produsen produk bandeng mengenai daya antimikrobia asap cair dalam menghambat kerusakan pada bandeng presto-asap dan bandeng asap-presto selama penyimpanan.
2. Sebagai alternatif pengolahan dalam upaya untuk memperpanjang umur simpan bandeng presto-asap dan bandeng asap-presto.





II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ikan Bandeng

Ikan Bandeng (*Chanos-chanos* Forsk) adalah salah satu jenis ikan yang dapat hidup di air tawar, air payau (tambak), maupun di air asin (laut). Namun demikian, orang banyak memeliharanya dalam air payau karena dapat tumbuh dan berkembang dengan cepat. Di Indonesia budidaya ikan bandeng banyak dijumpai di Pulau Jawa, Sumatra Selatan, Aceh, dan Sumatra Utara (Suprpti, 2002).

Daging ikan bandeng dikenal gurih, aromanya khas dan warnanya putih bersih, memiliki duri yang sangat banyak yang mengisi hampir setiap serabut dagingnya (Djarajah, 2004).

Kordi (2000) mengklasifikasikan ikan bandeng sebagai berikut:

Philum	: Chordata
Kelas	: Pisces
Ordo	: Malacopterygii
Famili	: <i>Chanidae</i>
Genus	: <i>Chanos</i>
Spesies	: <i>Chanos – chanos</i> Forsk

Adapun ikan bandeng secara utuh dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Ikan Bandeng (sumber : Ahmad dkk, 2000)

Ikan segar mudah mengalami kerusakan (busuk), segera setelah akan mengalami kekakuan yang kemudian diikuti oleh proses pembusukan (Hadiwiyoto, 1983). Perbedaan antara ikan segar dan ikan busuk dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbedaan antara Ikan segar dan Ikan busuk

Ikan segar	Ikan busuk
Daging kenyal	Mata suram dan tenggelam
Mata jernih menonjol	Sisik suram dan mudah lepas
Sirip dan sisik kuat,serta mengkilat	Warna kulit suram dengan lendir tebal
Insang berwarna merah	Warna insang kelabu denga lendir tebal
Dinding perut kuat	Dinding perut lembek
Keseluruhan tubuh cemerlang	Keseluruhan tubuh suram
Berbau segar	Berbau busuk

Sumber : http://warintek_progressio.or.id (akses: 13 Desember 2004)

Susijahadi (1983) menyebutkan bahwa mikroflora pada ikan segar dapat dibedakan menjadi mikroflora yang terdapat pada insang, permukaan kulit atau lendir, dan pada usus atau isi perut. Populasi yang paling tinggi terdapat pada bagian usus, kemudian diikuti yang terdapat pada permukaan kulit dan insang. Secara keseluruhan dapat dibedakan menjadi golongan mikroba yang patogen terhadap manusia dan non patogen. Jenis atau golongan mikroba yang dianggap penting yaitu yang membentuk spora, sebab jenis tersebut tahan pemanasan selama pemanasan (pengasapan).

Menurut Suparno dkk (1980) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa jumlah rata – rata bakteri pada ikan bandeng segar sebanyak $2,5 \times 10^4$. Proses pemanasan berangsur – angsur menurunkan jumlah bakteri sesuai dengan lamanya waktu pemanasan, tetapi selama pemanasan 60 menit jumlah bakteri yang tersisa masih cukup banyak. Penyimpanan dalam suhu kamar memberikan kesempatan tumbuhnya bakteri dalam produk.

Ada dua golongan mikroba yang terdapat pada ikan, yaitu yang bersifat patogen pada manusia, dan mikroba perurai beberapa senyawa pada ikan, termasuk di sini adalah mikroba pembusuk. Beberapa mikroba berbahaya yang terdapat pada ikan yaitu *Salmonella*, *Shigella*, *Clostridium perfringens*, enterococci, dan coliform lain (Saleh, 1979 dalam Susijahadi, 1983).

Kelemahan ikan sangat menghambat usaha pemasaran hasil perikanan dan tidak jarang menimbulkan kerugian besar terutama pada saat produksi ikan melimpah. Menurut Ilyas (1980), ikan memiliki beberapa kelemahan sebagai berikut ini.

- a. Tubuh ikan mempunyai kadar air yang tinggi (80%) dan pH tubuh mendekati netral sehingga merupakan media yang baik bagi pertumbuhan bakteri pembusuk maupun mikroorganisme lain. Dengan demikian ikan merupakan komoditi yang cepat busuk bahkan lebih cepat dari pada sumber protein lain.
- b. Daging ikan mempunyai sedikit sekali tenunan pengikat (tandon), sehingga mudah dicerna oleh enzim autolisis. Hasil pencernaan ini menyebabkan daging menjadi sangat lunak sehingga cocok bagi pertumbuhan mikroorganisme.
- c. Daging ikan mengandung banyak asam lemak tak jenuh yang mudah mengalami proses oksidasi. Oleh karena itu sering menimbulkan bau tengik pada tubuh ikan terutama pada hasil olahan maupun awetan yang disimpan tanpa menggunakan antioksidan.

Oleh karena itu perlu dilakukan usaha-usaha untuk meningkatkan daya awet produk perikanan pada pasca panen melalui proses pengolahan maupun pengawetan (Buckle *et. al.*, 1987).

2.2 Bandeng Presto

Ikan bandeng sangat populer di masyarakat karena memiliki citarasa khas yang tidak dimiliki oleh ikan lainnya. Namun daging ikan bandeng mempunyai banyak duri halus yang dapat mengurangi minat konsumen, terutama di kalangan masyarakat modern yang menginginkan kepraktisan dalam mengkonsumsi makanan. Untuk memenuhi tuntutan tersebut maka pihak produsen membuat suatu produk dengan menggunakan sistem tekanan uap (>1 atm) yang biasa disebut *pressure cooker*. Alat ini dapat melunakkan tulang dan seluruh duri pada ikan bandeng. Produk ini biasa dikenal dengan istilah bandeng presto. Dalam pembuatan produk presto dilakukan suatu proses perendaman dalam larutan garam atau bumbu yang berfungsi untuk memberikan citarasa dan aroma, serta

sebagai pengawet. Larutan garam sangat bermanfaat untuk menghambat pertumbuhan mikrobia selama proses pengolahan (Dessrosier,1988).

Menurut Moeljanto (1982), secara umum panas berguna untuk menghentikan atau menghambat proses pembusukan oleh bakteri maupun enzim. Pemasakan ikan mengakibatkan keluarnya air dari badan ikan, ini berarti membantu pengawetan.

Ikan bandeng yang dipresto akan dihasilkan ikan bandeng dengan duri lunak dan tidak banyak mengalami perubahan yang berarti pada warna, aroma dan rasa yang dihasilkan. Pemasakan dengan cara presto relatif singkat dibandingkan dengan pemasakan dengan cara biasa (pengukusan). Menurut Djarijah (2004), karena waktu pemasakannya singkat maka kandungan protein dan beberapa vitamin dalam daging ikan dapat dipertahankan. Disamping itu juga daging ikan akan lebih padat, tulang dan duri-durinya menjadi lunak sehingga seluruh bagian tubuh ikan bandeng dapat dimakan tanpa sisa.

Menurut Garnida dkk (2001), pemanasan pada pengolahan presto menyebabkan perubahan beberapa komponen daging ikan bandeng. Daging ikan bandeng yang masih mentah mempunyai ciri padat, elastis (kenyal), mulut berkilau, dan rasa mentah. Namun setelah dipresto, daging akan menjadi lembut, lunak, rasa enak (gurih), matang, dan basah. Pelunakan duri-duri ikan pada pemasakan presto terjadi karena adanya pelarutan komponen penyusun duri, yaitu bahan organik yang mengandung serabut-serabut kolagen. Akibatnya duri menjadi rapuh dan mudah hancur, walaupun bentuknya tetap seperti aslinya.

Dalam pengolahan bandeng presto dilakukan perendaman ikan dalam larutan garam sebagai penambah cita rasa dan pengawet. Menurut Zeitzov *et. al.* (1969) dalam Kurniati (2001), garam berfungsi sebagai pengawet yang dapat menyerap air dari dalam bahan sehingga kadar air akan berkurang sampai batas tertentu dapat mencegah pertumbuhan mikrobia. Disamping itu garam merupakan bumbu yang dapat memberikan cita rasa spesifik dan bersifat bakteriostatik. Bahan pengawet selain garam juga dapat ditambahkan dalam pengolahan bandeng presto sehingga produk memiliki daya tahan lebih lama selama penyimpanan. Asap cair memiliki kandungan senyawa kimia yang dapat menghambat

pertumbuhan mikrobial selama penyimpanan, sehingga dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif bahan pengawet yang dapat ditambahkan dalam produk bandeng presto.

Seperti halnya pada produk ikan lainnya, pada bandeng presto juga ditemukan sejumlah mikrobial yang tumbuh selama penyimpanan. Bandeng presto merupakan salah satu produk daging, sehingga memiliki sifat yang sama yaitu mudah mengalami kerusakan (*perishable*) selama penyimpanan. Menurut Mountney dan Gould (1988) dalam Yulistiani dkk (1997) beberapa bakteri yang umumnya dapat menimbulkan kerusakan pada daging antara lain dari genus *Pseudomonas*, *Achromonas*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Bacillus*, dan *Micrococcus* sedangkan bakteri penyebab keracunan makanan yang sering ditularkan melalui daging antara lain *Clostridium perfringens*, *Salmonella sp.*, *Staphylococcus aureus*, dan *Escheria coli*.

2.3 Bandeng Asap

Ikan asap adalah hasil pengawetan ikan secara tradisional yang proses pengerjaannya merupakan gabungan dari penggaraman (perendaman dalam air garam) dan pengasapan, sehingga memberikan rasa khas (http://www.warintek_progressio.or.id). Proses pengasapan pada ikan bandeng dapat dilakukan dengan cara merendam ikan dalam larutan asap (asap cair) hingga beberapa waktu tertentu, kemudian dilakukan proses pengeringan dalam oven selama beberapa jam. Hal ini merupakan cara baru untuk mengatasi dampak negatif penggunaan asap secara tradisional seperti yang telah disebutkan sebelumnya.

Secara umum ikan asap mempunyai sifat tahan lama, karena kadar air dan aktivitas air yang relatif lebih rendah, terjadinya penurunan jumlah mikrobial karena pemanasan, adanya zat pengawet, dan karena asap itu sendiri (Darmoredjo, 1971 dalam Susijahadi, 1983).

Magno (1978) dalam Susijahadi (1983) menyebutkan beberapa macam bandeng asap, yaitu bandeng asap bertulang lunak, bandeng asap tanpa tulang, dan bandeng hasil pengasapan secara tradisional.

Setyawan dkk (1997) menyebutkan bahwa pengasapan secara tradisional dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu pengasapan panas (*hot smoking*) dan pengasapan dingin (*cold smoking*). Perbedaan diantara keduanya terletak pada sumber asap. Sumber asap pada pengasapan panas berada langsung di bawah lemari asap dan langsung mengenai ikan, sedangkan pada pengasapan dingin, asap dialirkan melalui pipa yang kemudian mengenai tubuh ikan. Kedua sumber asap tersebut juga memiliki perbedaan suhu pengasapan. Menurut Murniyati (2000), pengasapan panas menggunakan suhu pengasapan sekitar 70 – 100°C, sedangkan untuk pengasapan dingin membutuhkan suhu 40 – 50°C.

Pengasapan tradisional yang dilakukan dengan asap langsung dari hasil pembakaran kayu memiliki banyak kelemahan antara lain tidak konsistennya mutu, rasa dan aroma, kesulitan pengendalian proses serta terdepositnya senyawa toksik Hidrogen Polisiklik Aromatik (HPA) yang berbahaya bagi kesehatan. Penggunaan asap cair dapat dilakukan sebagai salah satu alternatif untuk mencegah terjadinya fenomena di atas dalam pengolahan produk bandeng asap.

Dengan pengasapan diharapkan produk dapat bertahan lama (awet) selama penyimpanan. Perlakuan suhu selama penyimpanan sebaiknya juga dipertimbangkan. Menurut Wibowo (2000), ikan asap bila disimpan dalam suhu ruang akan tahan hingga 2 – 3 hari atau lebih tanpa perubahan yang berarti. Sedangkan pada suhu dingin (10°C), akan bertahan hingga 7 hari. Kerusakan produk biasanya berupa lendir di permukaan tubuh ikan dan terkadang diikuti oleh tumbuhnya jamur atau kapang. Tumbuhnya mikroorganisme tersebut dapat menyebabkan perubahan tekstur dan flavor produk.

Sejumlah mikrobial dapat ditemukan pada produk ikan selama masa penyimpanan, seperti halnya pada ikan asap. Mikrobial yang terdapat pada ikan asap tergantung dari jumlah dan jenis mikrobial awal pada bahan segarnya, bahan pengawet yang digunakan, dan proses pengasapan yang dilakukan. Pada bahan yang mengandung jenis mikroba yang tahan terhadap perlakuan yang diberikan selama proses, hasilnya masih mengandung mikrobial dalam jumlah yang banyak (Susijahadi, 1983).

Pada ikan asap ditemukan mikrobia halofil seperti *Bacillus* dan *Micrococcus*, serta beberapa spesies kapang yang dapat hidup pada makanan yang bergaram sampai waktu yang lama. Pada ikan asap ditemukan juga beberapa mikrobia proteolitik yang menyebabkan kerusakan makanan bergaram, seperti *Serratia*, *Pseudomonas salinaria*, dan beberapa spesies *Micrococcus*. Mikrobia tersebut selain bersifat halofil juga bersifat termofil (Saleh, 1979 dalam Susijahadi, 1983).

2.4 Asap Cair

Pada tahun 1880, asap cair kali pertama diproduksi oleh sebuah farmasi di Kansas, dikembangkan dengan metode kasar dari destilasi asap kayu. Asap cair telah banyak diaplikasikan pada pengolahan, diantaranya pada daging dan hasil temak, daging olahan, ikan salmon, keju dan keju oles (Pszczola, 1995).

Menurut Girrard (1992), asap cair merupakan dispersi asap kayu dalam air dengan cara mengkondensasikan asap hasil pembakaran kayu yang tidak sempurna. Selama pembakaran komponen utama kayu yang berupa selulosa, hemiselulosa, dan lignin akan mengalami pirolisa menghasilkan asap dengan komposisi yang sangat kompleks antara lain; fenol, karbonil, asam, furan, alkohol, lakton, hidrokarbon polisiklik aromatis (HPA) dan lain sebagainya. Senyawa-senyawa hasil pirolisa yaitu kelompok fenol, kelompok karbonil, dan kelompok asam secara simultan mempunyai aktivitas antioksidan dan antimikrobia.

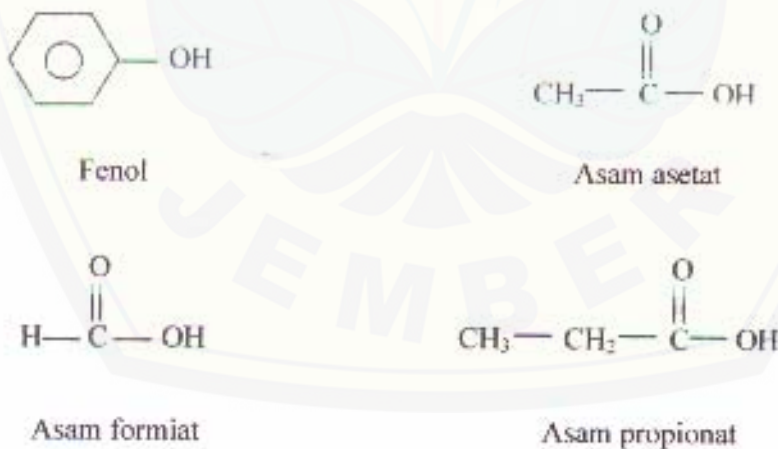
Komposisi asap dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain; jenis kayu, kadar air, dan suhu pembakaran yang digunakan. Maga (1988) menyebutkan bahwa bahan bakar yang dapat digunakan sebagai sumber asap adalah kayu keras, kayu lunak, termasuk tempurung kelapa. Kayu keras lebih banyak digunakan daripada kayu lunak, karena umumnya kayu keras memiliki kandungan senyawa aromatik dan senyawa asam lebih tinggi, serta menghasilkan aroma yang lebih baik. Kadar air yang tinggi akan menurunkan kadar fenol dan meningkatkan senyawa karbonil serta menyebabkan flavor produk menjadi lebih asam. Pirolisa pada suhu 600°C akan menghasilkan kadar maksimal senyawa fenol, karbonil, dan asam. Produk yang menggunakan asap hasil pirolisa suhu 400°C dinilai

mempunyai kualitas organoleptik lebih tinggi. Kenaikan suhu pembakaran kayu diikuti oleh kenaikan linier hidrokarbon polisiklik, kenaikan paralel yang konstituen fenol terjadi pada suhu 400 – 800°C (Girard, 1992; Maga, 1988).

Grimwood (1975) dalam Yuwanti (1999) menyebutkan bahwa komposisi tempurung kelapa mirip dengan kayu keras, tetapi mempunyai kadar lignin lebih tinggi dan kadar selulosa lebih rendah. Kadar lignin tempurung kelapa adalah 33,30%, kadar selulosa 27,31%, dan kadar hemiselulosa 17,67%. Komposisi tersebut akan bervariasi tergantung lingkungan, varietas dan kematangan kelapa.

Pszczola (1995), mengidentifikasi lebih dari 400 senyawa terdapat dalam asap cair. Komposisi kimia utama asap cair tempurung kelapa antara lain fenol 5,13%, keasaman 11,39%, dan karbonil 13,28% (Tranggono dkk, 1996 dalam Yuwanti, 1999). Komponen asap yang berperan dan termasuk dalam kelompok phenol adalah guaiacol dan 1,3-0-0 dimethyl phyragallol, yang berfungsi sebagai antioksidan, cita rasa produk asap dan sebagai bakteriostatik (Girard, 1992 dalam Setiawan dkk, 1997).

Senyawa utama asap cair yang berperan sebagai zat antimikrobia adalah fenol dan asam-asam organik. Rumus bangun senyawa fenol dan asam-asam organik dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Rumus bangun senyawa antimikrobia asap cair

Asap cair lebih mudah digunakan, lebih ekonomis dan dapat diaplikasikan pada suhu yang dikehendaki, juga dimungkinkan untuk memfraksinasi asap cair untuk memperoleh sifat organoleptik yang diinginkan. Salah satu cara fraksinasi yang dapat dilakukan adalah dengan proses redestilasi. Menurut Gorbatov (1971) dalam Yuwanti (1999), dengan proses redestilasi ini juga dapat menghilangkan senyawa yang tidak diinginkan dalam asap cair seperti hidrokarbon karsinogenik dan residu *tar*.

Tilgner (1976) dalam Yuwanti (1999), menyebutkan bahwa fungsi utama komponen asap adalah untuk memberi flavor dan warna yang diinginkan pada produk asapan, berperan dalam pengawetan, serta bertindak sebagai antibakteri dan antioksidan.

Menurut Maga (1988), kelebihan penggunaan asap cair dalam pengasapan ikan adalah:

- a. beberapa flavor dapat dihasilkan dalam produk yang seragam dengan konsentrasi lebih tinggi dibandingkan pengasapan tradisional,
- b. lebih intensif dalam pemberian flavor,
- c. kontrol hilangnya flavor lebih mudah,
- d. dapat diaplikasikan pada berbagai jenis bahan pangan,
- e. dapat digunakan oleh konsumen pada level komersial,
- f. lebih hemat dalam pemakaian kayu sebagai sumber asap,
- g. polusi lingkungan dapat diperkecil, dan
- h. dapat diaplikasikan kedalam berbagai cara; seperti penyemprotan, pencelupan, atau dicampur langsung kedalam makanan.

2.5 Asap Cair Sebagai Antimikrobia

Asap cair sangat berpotensi untuk mencegah kerusakan produk selama penyimpanan. Bandeng presto-asap dan bandeng asap-presto termasuk dalam golongan makanan basah dan semi basah sehingga bersifat *perishable* (mudah rusak). Sebagian besar mikrobia (terutama bakteri) dapat tumbuh dengan baik pada bahan pangan memiliki nilai a_w 0,9 – 0,97; khamir membutuhkan a_w 0,87 – 0,91 dan kapang membutuhkan a_w 0,8 – 0,91. Bakteri *halofilik* adalah bakteri

yang toleran terhadap kadar garam tinggi, dapat tumbuh pada bahan pangan yang mempunyai nilai aw 0,75 (Nurwantoro dkk, 2001). Bakteri *halofilik* dapat dibagi beberapa kelompok berdasarkan kadar garam yang terkandung pada produk yaitu; *halofilik* ringan (2 – 5%), *halofilik* sedang (5 – 20%), dan *halofilik* ekstrim (20 – 30%). Bakteri yang tergolong *halofilik* antara lain *Halobacterium*, *Halococcus*, *Sarcina*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Pediococcus*, *Alcaligenes* (Fardiaz, 1992). Dengan penambahan asap cair pada konsentrasi tertentu diharapkan mampu menghambat kerusakan yang ditimbulkan oleh mikrobia pada bahan pangan.

Sejumlah peneliti pada umumnya beranggapan bahwa kerusakan yang terjadi pada produk ikan adalah akibat dari kegiatan metabolisme sel mikrobia. Mikrobia yang merusak tersebut mengkontaminasi produk baik sejak sebelum ikan diolah maupun selama tahap persiapan, pengolahan, penyimpanan dan distribusi. Salah satu jenis kerusakan yang sering terjadi adalah timbulnya lendir yang dalam perkembangan lebih lanjut dapat menyebabkan kerusakan produk. Hanson (1993) dalam Irawati dkk (1997) menyebutkan bahwa utama timbulnya kerusakan tersebut adalah karena pertumbuhan mikrobia atau berlangsungnya reaksi kimiawi yang terjadi antara komponen daging dengan oksigen. Ditinjau dari komposisinya daging merupakan media yang mudah dicemari oleh bermacam-macam jenis bakteri khususnya yang bersifat patogen.

Ikan bandeng pada hakekatnya juga merupakan daging, sehingga bersifat sama yaitu mudah rusak selama penyimpanan. Menurut Mounthey dan Gould (1988) dalam Yulistiani dkk (1997) beberapa bakteri yang umumnya dapat menimbulkan kerusakan pada daging antara lain dari genus *Pseudomonas*, *Achromonas*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Bacillus*, dan *Micrococcus* sedangkan bakteri penyebab keracunan makanan yang sering ditularkan melalui daging antara lain *Clostridium perfringens*, *Salmonella sp.*, *Staphylococcus aureus*, dan *Escheria coli*.

Beberapa kriteria kerusakan produk ikan antara lain:

- a. terjadi perubahan bau, rasa dan warna yang tidak dikehendaki,
- b. menurunnya berat dan volume,
- c. menurunnya nilai gizi/nutrisi,
- d. terjadi perubahan nilai pH,
- e. terjadi perubahan bentuk dan susunan senyawa, dan
- f. menghasilkan toksin (senyawa racun) yang membahayakan kesehatan (Supardi dkk, 1999).

Besarnya aktivitas antibakteri dipengaruhi oleh besarnya kadar senyawa yang memberikan kontribusi terhadap aktivitas antibakteri, yaitu fenol, karbonil, dan asam. Menurut Girrard (1992) selain fenol dan asam masih ada senyawa lain yang diperkirakan ikut berperan dalam menghambat pertumbuhan bakteri yaitu urotropin sebagai derivat piridin dan senyawa pirolignin.

Menurut Pszczola (1995), dua senyawa utama dalam asap cair yang diketahui mempunyai efek bakterisidal/bakteriostatik adalah fenol dan asam-asam organik, dalam kombinasinya kedua senyawa tersebut bekerja sama secara efektif untuk mengontrol pertumbuhan mikrobial. Fenol merupakan senyawa antiseptik dan desinfektan terhadap berbagai mikrobial dan akan lebih efektif bila terdapat dalam larutan asam. Sehingga terdapatnya fenol dan asam dalam asap cair akan lebih menguntungkan karena mempunyai aktivitas antimikrobial yang lebih besar.

Yuwanti (1999) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa kadar fenol FACIK (Fraksi Asap Cair Tempurung Kelapa) berkisar 1,25 – 1,93%. Kadar fenol ini berhubungan dengan peranan asap cair sebagai pembentuk *flavor* pada produk asapan juga sebagai antioksidan dan antibakteri. Aktivitas antibakteri senyawa fenol dan senyawa turunannya dapat melalui beberapa mekanisme diantaranya dengan merusak dinding sel, pengendapan protein sel, inaktivasi enzim, dan kerusakan asam amino dari sel (Munadah, 2000 dalam Kurniati, 2001).

Barylko-Pikielna (1978), menyebutkan bahwa senyawa fenol dapat menghambat pertumbuhan bakteri dengan memperpanjang *lag phase* secara proporsional di dalam bodi atau di dalam produk, sedangkan kecepatan

pertumbuhan dalam *log phase* (fase eksponensial) tetap tidak berubah kecuali konsentrasi fenol sangat tinggi. Fraksi fenol yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri adalah fenol dengan titik didih rendah.

Asam-asam organik lebih kuat menghambat pertumbuhan bakteri daripada senyawa fenol, namun apabila keduanya digabungkan akan menghasilkan kemampuan penghambatan yang lebih besar daripada masing-masing senyawa (Darmadji, 1996).

Sifat meracun dari asam-asam organik terhadap mikroba bukan disebabkan oleh nilai pH tetapi merupakan akibat langsung dari molekul asam-asam organik tersebut terhadap gugusan di dalam sel (Suriawiria, 1985).

2.6 Pertumbuhan Mikrobia

Setiap bahan pangan selalu mengandung mikrobia yang jumlah dan jenisnya berbeda. Beberapa jenis mikrobia yang banyak terdapat dalam bahan pangan adalah bakteri, kapang, dan khamir.

Menurut Nurwantoro dkk (2001) faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikrobia dalam bahan pangan meliputi:

1. Faktor Intrinsik
 - a. Kandungan nutrisi meliputi air, sumber energi, sumber karbon, sumber nitrogen, sumber aseptor elektron, sumber mineral, dan faktor tumbuh.
 - b. Nilai pH, sebagian besar bakteri tumbuh pada pH 6,5 – 7,5. Pada pH dibawah 5,0 dan diatas 8,0 bakteri tidak dapat tumbuh dengan baik, kecuali bakteri asam asetat (misalnya, *Acetobacter suboxydans*) yang mampu tumbuh pada pH rendah (asam) dan bakteri *Vibrio* sp yang tumbuh pada pH tinggi (basa). Khamir menyukai pH 4,0 – 5,0 dan dapat tumbuh pada kisaran pH 2,5 – 8,5. Oleh karena itu khamir dapat tumbuh pada pH rendah dimana pertumbuhan bakteri terhambat. Untuk pertumbuhan kapang memerlukan pH optimum antara 5,0 – 7,0, tetapi seperti halnya khamir, kapang masih dapat hidup pada kisaran pH yaitu 3,0 – 8,5.

- c. Aktivitas Air (a_w), sebagian besar mikroba (terutama bakteri) dapat tumbuh dengan baik pada bahan pangan memiliki nilai a_w 0,9 – 0,97; khamir membutuhkan a_w 0,87 – 0,91 dan kapang membutuhkan a_w 0,8 – 0,91. Bakteri *halofilik* adalah bakteri yang toleran terhadap kadar garam tinggi, dapat tumbuh pada bahan pangan yang mempunyai nilai a_w 0,75.
- d. Potensial Redoks, pada mikroba aerob memerlukan potensial redoks positif (teroksidasi), sedangkan pada mikroba anaerob memerlukan potensial redoks negatif (tereduksi).
- e. Senyawa antimikroba yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba pada bahan pangan.
- f. Struktur Biologi, lapisan kulit (telur, kacang-kacangan, dan buah) berperan mencegah masuknya mikroba ke dalam bahan pangan.

2. Faktor Ekstrinsik

- a. Suhu, merupakan faktor fisika yang sangat penting pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan kegiatan mikroba. Suhu dapat mempengaruhi lamanya fase lag, kecepatan pertumbuhan, konsentrasi sel, kebutuhan nutrisi, kegiatan enzimatis, dan komposisi sel.
- b. Kelembaban Udara Relatif (RH), sangat berhubungan dengan aktivitas air (a_w). Pangan yang mempunyai nilai a_w rendah apabila ditempatkan pada lingkungan yang mempunyai kelembaban udara relatif tinggi akan mudah menyerap air. Semakin banyak air yang terserap akan meningkatkan nilai a_w sehingga pangan tersebut mudah dirusak oleh bakteri. Sebaliknya, pangan yang mempunyai nilai a_w tinggi (misalnya, buah-buahan dan sayuran) apabila ditempatkan pada lingkungan yang mempunyai kelembaban udara relatif rendah akan mengalami kehilangan air sehingga nilai a_w -nya menurun dan menyebabkan penurunan mutu pangan.
- c. Susunan Gas di Atmosfer, ada 2 golongan mikrobia aerob, yaitu obligat aerob dan mikroaerofilik. Obligat aerob yaitu mikrobia yang mutlak membutuhkan oksigen, sementara mikroaerofilik adalah mikrobia yang memerlukan oksigen dalam jumlah sedikit. Pada umumnya untuk

mencegah pertumbuhan mikrobia dalam proses pengawetan air mineral digunakan ozon (O_3). Zat ini bersifat pengoksidasi kuat, akan tetapi ozon tidak dapat digunakan pada bahan pangan yang berlemak karena dapat mengoksidasi lemak sehingga dapat menimbulkan ketengikan. Pada penyimpanan buah-buahan secara *controlled atmospherstorage (CAS)*, yaitu dengan meningkatkan kadar CO_2 dan menurunkan kadar O_2 sehingga respirasi mikrobia dan buah-buahan terhambat. Akibat terganggunya respirasi mikrobia akan menyebabkan pertumbuhan mikrobia juga terhambat sehingga buah-buahan menjadi lebih awet dan tidak cepat matang.

3. Faktor Implisit

- a. Sinergisme, merupakan kemampuan dua atau lebih organisme untuk melakukan perubahan (biasanya perubahan kimia), dimana tanpa adanya kerjasama di antaranya, masing-masing organisme tersebut tidak dapat melakukannya sendiri. Faktor-faktor yang berkaitan dengan sinergisme adalah nutrisi, perubahan nilai pH, perubahan potensial redoks, perubahan aktivitas air (*aw*), penghilangan zat antimikrobia, dan kerusakan struktur biologis.
- b. Antagonisme, merupakan kematian atau terhambatnya pertumbuhan suatu organisme yang disebabkan oleh organisme lain yang mempengaruhi lingkungan pertumbuhan organisme pertama. Faktor-faktor yang mempengaruhinya antara lain, penggunaan nutrisi, perubahan nilai pH, perubahan potensial redoks, pembentukan zat-zat antimikrobia, dan bakteriofag.

4. Faktor Pengolahan

Mikrobia spesifik yang terdapat di dalam bahan-bahan pangan dapat dikurangi jumlahnya oleh berbagai jenis metode pengolahan atau pengawetan pangan. Jenis-jenis pengolahan/pengawetan pangan yang berpengaruh terhadap kehidupan mikrobia, antara lain suhu tinggi, suhu rendah, penambahan bahan pengawet, dan irradiasi.

Sehubungan dengan pengaruh suhu terhadap ketahanan hidup mikrobia, pemanasan atau kenaikan suhu bersifat jauh lebih merusak daripada pendinginan. Berdasarkan hal ini, mikrobia dikelompokkan menjadi tiga golongan yaitu:

- a. Peka terhadap panas, yang berarti bahwa dalam hal ini hampir semua sel rusak apabila dipanaskan 60°C selama 10 – 20 menit.
- b. Tahan terhadap panas, yang berarti untuk membunuh/mematikan sel bakteri dibutuhkan suhu 100°C selama 10 menit.
- c. Termofilik, dalam hal ini dibutuhkan suhu lebih dari 60°C selama 10 – 20 menit, tetapi kurang dari 100°C selama 10 menit.

Bakteri pembentuk spora jenis *Clostridium* dan *Bacillus* termasuk kelompok yang tahan terhadap panas. Kebanyakan mikrobia tahan terhadap suhu rendah sampai suhu pembekuan, walaupun pertumbuhan dan pembelahan mungkin terhambat, sel-sel bakteri dapat tahan hidup untuk jangka waktu cukup lama pada suhu pendinginan $\pm 5^{\circ}\text{C}$.

Winarno (1993), menyebutkan bahwa pendinginan dapat memperlambat kecepatan reaksi metabolisme sel mikrobia dalam bahan pangan. Setiap penurunan suhu 8°C membuat kecepatan reaksi berkurang menjadi setengahnya. Karena itu, penyimpanan bahan pangan pada suhu rendah dapat memperpanjang masa hidup jaringan-jaringan di dalam bahan pangan tersebut. Hal ini bukan hanya menurunkan keaktifan respirasi, tetapi juga karena pertumbuhan mikrobia penyebab kebusukan dan kerusakan diperlambat. Pendinginan tidak dapat membunuh mikrobia tetapi hanya menghambat pertumbuhannya.

Supardi dkk (1999) menyebutkan bahwa pengolahan bahan makanan yang dilakukan dengan pemberian garam NaCl pada konsentrasi tinggi, dapat mencegah kerusakan bahan. Mekanisme pengawetan NaCl adalah dengan memecahkan (plasmolisis) membran sel mikrobia, karena NaCl mempunyai tekanan osmotik yang tinggi. Di samping itu, NaCl bersifat hidroskopis sehingga dapat menyerap air dari bahan yang mengakibatkan a_w dari bahan tersebut menjadi rendah. Selain itu NaCl juga dapat mengurangi kelarutan O_2 , sehingga mikrobia aerob dapat dicegah pertumbuhannya.

Fase-fase pertumbuhan mikrobia terdiri dari fase adaptasi, fase pertumbuhan awal, fase logaritmik, fase pertumbuhan lambat, fase pertumbuhan statis, fase menuju kematian, dan fase kematian. Pada fase adaptasi (*lag phase*) terjadi penyesuaian diri dengan substrat dan kondisi lingkungan dan belum terjadi pembelahan sel. Jumlah sel pada fase ini mungkin tetap, tetapi kadang-kadang menurun (Fardiaz, 1992). Menurut Winarno (1994) lamanya *lag phase* ini pada umumnya sangat tergantung pada suhu sehingga sangat bervariasi dari beberapa jam sampai beberapa minggu.

Sel mulai membelah pada fase pertumbuhan awal tetapi dengan kecepatan pembelahan yang masih rendah, berbeda dengan fase logaritmik (*log phase*) dimana sel mikrobia membelah dengan cepat dan konstan. Pada fase ini sel membutuhkan energi lebih banyak dibandingkan dengan fase lainnya (Fardiaz, 1992).

Fase pertumbuhan lambat terjadi karena nutrisi di dalam media mulai berkurang dan adanya hasil-hasil metabolisme yang merupakan senyawa racun atau senyawa penghambat. Pada fase ini pertumbuhan sel tidak stabil, tetapi jumlah populasi masih naik karena jumlah sel yang tumbuh masih banyak daripada jumlah sel yang mati. (Nurwantoro dkk, 2001).

Pada fase pertumbuhan statis, tidak ada pertumbuhan secara absolut karena jumlah mikrobia baru dan jumlah mikrobia yang mati sama (Winarno, 1994). Ukuran sel menjadi lebih kecil karena sel tetap membelah meskipun zat nutrisi sudah mulai habis (Fardiaz, 1992). Fase menuju kematian dan fase kematian disebabkan oleh tidak adanya nutrisi di dalam media dan habisnya energi cadangan di dalam sel. Jumlah sel yang mati semakin banyak sesuai dengan umurnya. Kecepatan kematian ini dipengaruhi oleh kondisi nutrisi, lingkungan, dan jenis mikrobia (Nurwantoro dkk., 2001).

2.7 Hipotesa

1. Konsentrasi asap cair berpengaruh terhadap daya antimikrobia selama penyimpanan bandeng presto-asap dan bandeng asap-presto.
2. Pada konsentrasi asap cair dan suhu penyimpanan tertentu akan didapatkan suatu produk yang memiliki umur simpan yang lebih lama.



III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat Penelitian

3.1.1 Bahan

Bahan dasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- ikan bandeng segar dari tambak Situbondo,
- garam, dan
- redestilat asap cair tempurung kelapa dari Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada.

Bahan kimia yang digunakan antara lain:

- PCA (*Plate Count Agar*),
- alkohol 70%, dan
- aquades steril.

3.1.2 Alat

Alat-alat yang digunakan antara lain; panci presto, pengering oven, *autoclave*, *petridish*, tabung *appendorf*, kapas, kertas sampul, *aluminium foil*, *laminar flow*, bunsen, dan alat-alat gelas lainnya.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember dan Laboratorium Mikrobiologi (Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Jember) sejak bulan Februari sampai Juni 2004.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK), dimana ulangan sebagai kelompok. Variasi konsentrasi asap cair yang digunakan adalah 2,5%; 5%; 7,5% dan 0% sebagai kontrol. Penyimpanan dilakukan pada suhu ruang dan suhu dingin (10°C). Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk grafik sesuai dengan pengamatan yang telah dilakukan.

3.3.2 Pelaksanaan Penelitian

a. Bandeng Presto-Asap

Langkah pertama dalam membuat Bandeng Presto-Asap (BPA) yaitu menyiapkan ikan bandeng segar, kemudian dilakukan penyiangan (membuang isi perut) dan dicuci dengan air mengalir. Tahap berikutnya adalah perendaman dalam larutan garam - asap cair (konsentrasi garam 20% - asap cair 2,5%; 5%; 7,5%) selama 20 menit, untuk kontrol (0%) hanya direndam dalam larutan garam, kemudian ditiriskan dan dimasak dalam panci presto selama 60 menit. Setelah dingin dikemas dalam plastik dan disimpan dalam suhu ruang dan suhu dingin (10°C).

b. Bandeng Asap-Presto

Pada pembuatan Bandeng Asap-Presto (BAP), bandeng yang telah disortasi dan bersih direndam dalam larutan garam (20%) selama 20 menit, ditiriskan dan dimasak dalam panci presto selama 60 menit. Produk presto tersebut kemudian dikeringkan dalam oven selama 6 jam pada suhu 70°C. Bandeng presto kering tersebut selanjutnya direndam dalam asap cair (konsentrasi 2,5%; 5%; 7,5%) selama 20 menit dan ditiriskan, untuk kontrol (0%) direndam dalam air. Tahap berikutnya dilakukan pengeringan kembali pada suhu 70°C selama 4 jam. Setelah dingin dikemas dalam plastik dan disimpan dalam suhu ruang dan suhu dingin (10°C). Diagram alir keseluruhan proses dapat dilihat pada **Gambar 3** dan **Gambar 4**.

3.4 Pengamatan

Untuk sampel yang disimpan dalam suhu ruang, pengamatan dilakukan setiap 2 hari sekali hingga terjadi kerusakan. Sedangkan untuk sampel yang disimpan dalam suhu dingin (10°C) dilakukan setiap 7 hari sampai hari ke-28. Pengujian daya antimikrobia dilakukan dengan menghitung jumlah pertumbuhan mikroba dalam setiap pengamatan.

3.5 Prosedur Pengamatan

3.5.1 Penyiapan alat dan media (Dwijoseputro, 1990)

Sebelum melakukan pengamatan terhadap mikrobia dilakukan penyiapan alat-alat dan media untuk menumbuhkannya, seluruh peralatan dan kondisi lingkungan harus steril agar selama pengamatan tidak terpengaruh oleh mikroba selain yang ada pada sampel.

Sterilisasi alat dan media dilakukan dengan menggunakan *autoclave* 121,6°C selama 15 menit. Sebelum disterilisasi semua peralatan yang akan digunakan dibungkus dengan kertas sampul atau *aluminium foil*, sedangkan penyiapan media dilakukan dengan cara:

1. Sebanyak 23,5 g dilarutkan dengan aquades hingga volume 1000 ml dan dididihkan selama \pm 30 menit, kemudian dituangkan ke dalam tabung reaksi masing-masing 9,5 ml dan ditutup dengan kapas. Setelah dibungkus dengan kertas sampul, bersama dengan alat-alat yang lain disterilkan dengan *autoclave* selama 15 menit.
2. Setelah dicairkan, media dalam tabung reaksi dituangkan secara aseptis ke dalam *petridish*. Media dibiarkan memadat dan dibungkus dengan kertas sampul, kemudian diinkubasikan dalam suhu ruang dengan posisi terbalik selama 3 – 4 hari.

3.5.2 Pengamatan Total Mikrobia dengan metode TPC

1. Mengambil 1 gram sampel dan secara aseptis dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi aquades steril yang mengandung garam fisiologis, kemudian divorteks hingga homogen (pengenceran 10^{-1}). Selanjutnya dilakukan pengenceran berseri sampai 10^{-7} menggunakan *appendorf* dan pipet mikroliter dengan cara sebagai berikut:
 - a. Mengambil 100 μ l sample dari pengenceran 10^{-1} dan dimasukkan ke dalam tabung *appendorf* yang telah diisi dengan 900 μ l aquades steril lalu divorteks hingga homogen sebagai pengenceran 10^{-2} . Hal yang sama juga dilakukan untuk pengenceran berikutnya (10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-7}).

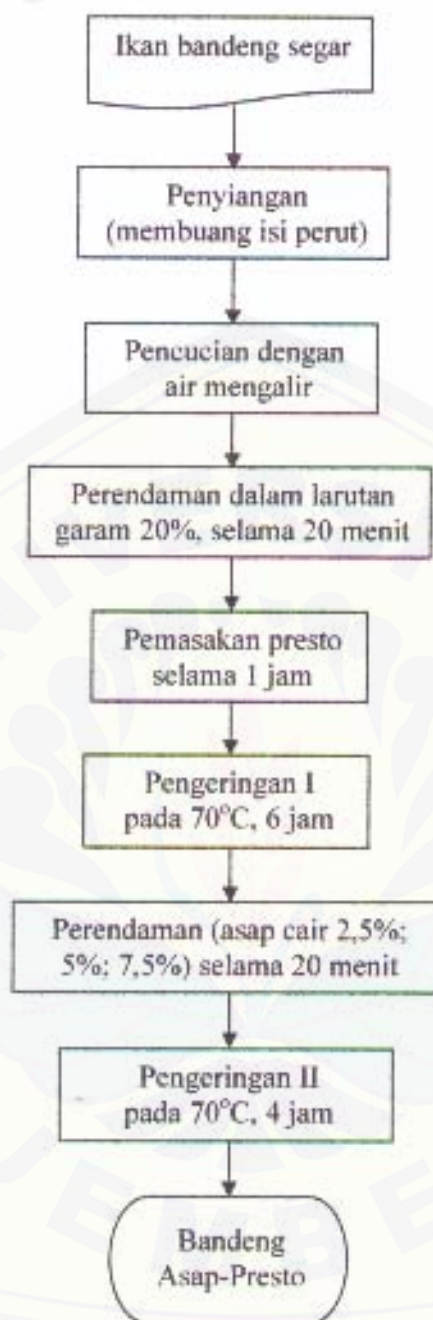
- b. Mengambil 25 μl sample pada tiap-tiap pengenceran (10^{-1} , 10^{-2} , ..., 10^{-7}) secara aseptis untuk diinokulasikan ke permukaan media PCA dalam *petridish* yang telah disiapkan. Untuk inokulasi ini tiap *petridish* dibagi 12 bagian dengan spidol permanen, tiap-tiap pengenceran diulang sebanyak 2 kali sehingga satu *petridish* dapat digunakan untuk enam pengenceran. Untuk meratakan sampel yang telah diinokulasi dapat menggunakan *hockey stick* yang telah dicelupkan dalam alkohol 70% dan dipijarkan hingga alkohol habis terbakar. Setelah agak dingin *hockey stick* tersebut digunakan untuk meratakan sampel diatas media agar (Fardiaz, 1992).
- c. *Petridish* dibungkus dengan kertas sampul dengan posisi terbalik, kemudian diinkubasi pada ruang selama 24 jam.
- d. Mengamati dan menghitung jumlah koloni yang tumbuh dengan menggunakan *Haemacytometer* dan menentukan jumlah sel mikroba per gram sampel.

Jumlah sel mikroba/g sampel

- Σ Koloni terhitung x 1ml/volume inokulasi x Faktor Pengenceran



Gambar 3. Diagram alir pembuatan bandeng presto-asap



Gambar 4. Diagram alir pembuatan bandeng asap – presto

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari pembahasan diatas dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1.a. Konsentrasi asap cair berpengaruh terhadap daya antimikrobia asap cair pada bandeng presto-asap. Semakin tinggi konsentrasi asap cair maka daya antimikrobia yang ditimbulkan akan semakin tinggi sehingga mengakibatkan jumlah mikrobia yang tumbuh pada bahan semakin rendah. Produk dengan konsentrasi asap cair 5% dan 7,5% masih dapat bertahan hingga hari ke-6 selama penyimpanan suhu ruang. Sedangkan pada penyimpanan suhu dingin (10°C) produk dengan konsentrasi asap cair 2,5%, 5%, dan 7,5% pada hari ke-28 kondisinya masih baik.
- b. Konsentrasi asap cair berpengaruh terhadap daya antimikrobia asap cair pada bandeng asap-presto. Semakin tinggi konsentrasi asap cair maka daya antimikrobia yang ditimbulkan akan semakin tinggi sehingga mengakibatkan jumlah mikrobia yang tumbuh pada bahan semakin rendah. produk dengan konsentrasi asap cair 7,5% mampu bertahan hingga hari ke-6. Dan pada penyimpanan suhu dingin (10°C) produk dengan konsentrasi asap cair 2,5%, 5%, dan 7,5% pada hari ke-28 kondisinya masih baik.
2. Dengan penyimpanan suhu dingin (10°C) dan penambahan konsentrasi asap cair sebanyak 7,5% dihasilkan produk bandeng presto-asap dan bandeng asap-presto yang memiliki umur simpan lebih lama selama penyimpanan.

5.2 Saran

Diperlukan adanya penelitian lanjutan mengenai identifikasi jenis mikrobia yang tumbuh dalam produk bandeng presto-asap dan bandeng asap-presto selama penyimpanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, T., E. Ratnawati, M. Jamil R. Yakob, 2002, *Budi Daya Bandeng Secara Intensif*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Barylko-Pikielna, N., 1978, *Contribution of Smoke Compound to Sensory, Bacteriostatic and Antioxidative Effect in Smoke Foods*, Pure and Appl. Chem., 49 (11) : 1667.
- Buckle, K.A., R.A.Edwards, G.H. Fleet dan M. Wooton. 1987. *Ilmu Pangan*. UI Press. Jakarta.
- Djarajah, A.S., 2004, *Ikan Duri Lunak*, Kanisius. Yogyakarta.
- Darmadji, P.,1996, Aktivitas Antibakteri Asap Cair yang Diproduksi dari Berbagai - macam Limbah Pertanian, *Agritech*. 16 (4) : 19 - 22.
- Dessrosier, N.W., 1988, *Teknologi Pengawetan Pangan*, Terjemahan Muchji Muljoharjo, UI Press, Jakarta.
- Dwijoseputro, D., 1990, *Dasar-dasar Mikrobiologi*, Djambatan, Jakarta.
- Fardiaz, S., 1992, *Analisis Mikrobiologi Pangan*, Raja Grafindo, Jakarta.
- , 1992. *Mikrobiologi Pangan I*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Garnida, Y., N.S. Achyadi, dan Sumaryadi. 2001, Pengaruh Tekanan dan Lama Pemasakan pada Pembuatan Ikan Mas Presto, *Prosiding Seminar Nasional*, PATPI, Semarang.
- Girard, J.P., 1992, *Technology of Meat and Meat Products Smoking*, Ellis Harwood, New York, London, Toronto, Sidney, Tokyo, Singapore. 165 – 201.
- <http://www.warintek.progressio.or.id>. Ikan Asap (Ikan sale) Cara Pengasapan Tradisional. Diakses pada tanggal 13 Desember 2004.
- Hadiwiyoto, S., 1983, *Hasil – hasil Olahan Ikan, Daging, dan Telur*, Liberty, Yogyakarta.
- Ilyas, S., 1980, *Teknologi Pasca Panen Hasil Perikanan*, Lembaga Penelitian Teknologi Perikanan, Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pertanian Republik Indonesia, Jakarta.
- Kordi, K. M. G. H., 2000, *Budi Daya Kepiting dan Ikan Bandeng di Tambak Sistem Polikultur*, Dahara Prize, Semarang.

- Kurniati, M., 2001. *Pengaruh Konsentrasi Asap Cair dan Natrium Klorida Terhadap Sifat-sifat Ikan Cakalang (Katsuwonus pelamis) Asap*, Skripsi, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember, Jember.
- Maga, J.A., 1988, *Smoke in Food Processing*, Florida : CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- Moeljanto, 1982, *Pengawetan dan Pengolahan Hasil Perikanan*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Murniyati, A.S., dan Sunarman, 2000, *Pendinginan, Pembekuan dan Pengawetan Ikan*, Kanisius, Yogyakarta.
- Nurwantoro dan A.S. Djarijah, 2001, *Mikrobiologi Pangan Hewani – Nabati*, Kanisius, Yogyakarta.
- Pszczola, D.E., 1995, Tour Highlights production and Uses of Smoke – Based Flavors, *Food Tech.*, January : 70 – 72.
- Setyawan , I., P. Darmadji, B. Raharjo, 1997, Pengawetan Ikan dengan Pencelupan dalam Asap Cair, *Prosiding Seminar Teknologi Pangan*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. 348 – 371.
- Supardi, I., dan Sukamto, 1999, *Mikrobiologi dalam Pengolahan dan Keamanan Pangan*, Alumni, Bandung.
- Suparno, dan J.T. Murtini, 1980, *Daya Awet dan Mutu Pindang Air Garam Selama Penyimpanan*, Lembaga Penelitian Teknologi Perikanan, Jakarta.
- Suprpti, L.M., 2002, *Bandeng Asap*, Kanisius, Jakarta.
- Suriawiria, 1985, *Pengantar Mikrobiologi Umum*, Angkasa, Bandung.
- Susijahadi, 1983, *Pertumbuhan Mikroba pada Bandeng (Chanos chanos) Asap Selama Penyimpanan Suhu Kamar dalam Berbagai Tingkat Kelembaban*, Thesis, Fakultas Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Syarief, R., dan A. Irawati, 1986, *Pengetahuan Bahan untuk Industri Pertanian*, PT. Mediyatama Sarana Perkasa, Jakarta.
- Wibowo, S., 1996, *Industri Pengasapan Ikan*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Winarno, F.G., 1993, *Pangan - Gizi, Teknologi dan Konsumen*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Winarno, F.G., 1994, *Sterilisasi Komersial Produk Pangan*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Yulistiani, R., P. Darmadji, E. Harmayani, 1997, Kemampuan Penghambatan Asap Cair terhadap Pertumbuhan Bakteri Patogen dan Perusak pada Lidah Sapi, *Prosiding Seminar Teknologi Pangan*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. 19 – 30,

Yuwanti, S., 1999, *Potensi Pencoklatan Fraksi – Fraksi Asap Cair Tempurung Kelapa*, Thesis, Pasca Sarjana UGM, Yogyakarta.



Lampiran 1

Jumlah Mikrobia pada Bandeng Presto-Asap selama Penyimpanan Suhu Ruang

Hari	[AC]	Ulangan		Ulangan (ln)		Rerata	Rerata (ln)	STDEV
		1	2	1	2			
0	0.0%	8.00E+03	8.00E+03	8.99	8.99	8.00E+03	8.99	0.00
	2.5%	8.00E+02	1.20E+03	6.68	7.09	1.00E+03	6.89	0.29
	5.0%	8.00E+02	4.00E+02	6.68	5.99	6.00E+02	6.34	0.49
	7.5%	4.00E+02	4.00E+02	5.99	5.99	4.00E+02	5.99	0.00
1	0.0%	3.60E+08	2.80E+08	19.70	19.45	3.20E+08	19.58	0.18
2	2.5%	2.00E+09	1.60E+09	21.42	21.19	1.80E+09	21.30	0.16
	5.0%	1.20E+09	2.00E+09	20.91	21.42	1.60E+09	21.16	0.36
	7.5%	1.20E+08	1.20E+08	18.60	18.60	1.20E+08	18.60	0.00
4	5.0%	4.00E+09	7.60E+09	22.11	22.75	5.80E+09	22.43	0.45
	7.5%	2.00E+09	2.80E+09	21.42	21.75	2.40E+09	21.58	0.24
6	5.0%	2.96E+10	3.16E+10	24.11	24.18	3.06E+10	24.14	0.05
	7.5%	5.20E+09	4.00E+09	22.37	22.11	4.60E+09	22.24	0.19

Jumlah Mikrobia pada Bandeng Presto-Asap selama Penyimpanan Suhu Dingin

Hari	[AC]	Ulangan		Ulangan (ln)		Rerata	Rerata (ln)	STDEV
		1	2	1	2			
0	0.0%	8.00E+03	8.00E+03	8.99	8.99	8.00E+03	8.99	0.00
	2.5%	8.00E+02	1.20E+03	6.68	7.09	1.00E+03	6.89	0.29
	5.0%	8.00E+02	4.00E+02	6.68	5.99	6.00E+02	6.34	0.49
	7.5%	4.00E+02	4.00E+02	5.99	5.99	4.00E+02	5.99	0.00
7	0.0%	2.00E+04	1.20E+04	9.90	9.39	1.80E+04	9.65	0.36
	2.5%	8.00E+03	3.60E+03	8.99	8.19	5.80E+03	8.59	0.56
	5.0%	2.40E+03	2.00E+03	7.78	7.60	2.20E+03	7.69	0.13
	7.5%	1.20E+03	1.20E+03	7.09	7.09	1.20E+03	7.09	0.00
14	0.0%	6.00E+04	1.28E+05	11.00	11.76	9.40E+04	11.38	0.54
	2.5%	1.16E+05	5.20E+04	11.66	10.86	8.40E+04	11.26	0.57
	5.0%	1.04E+04	1.16E+04	9.25	9.36	1.10E+04	9.30	0.08
	7.5%	1.20E+03	1.80E+03	7.09	7.38	1.40E+03	7.23	0.20
21	0.0%	4.40E+06	2.00E+06	15.30	14.51	3.20E+06	14.90	0.56
	2.5%	8.00E+05	1.60E+06	13.59	14.29	1.20E+06	13.94	0.49
	5.0%	8.00E+04	1.20E+05	11.29	11.70	1.00E+05	11.49	0.29
	7.5%	5.60E+03	6.40E+03	8.63	8.76	6.00E+03	8.70	0.09
28	2.5%	3.20E+08	1.80E+08	19.58	18.89	2.40E+08	19.24	0.49
	5.0%	1.20E+06	1.20E+06	14.00	14.00	1.20E+06	14.00	0.00
	7.5%	1.20E+05	1.20E+05	11.70	11.70	1.20E+05	11.70	0.00

Lampiran 2

Jumlah Mikrobia pada Bandeng Asap-Presto selama Penyimpanan Suhu Ruang

Hari	[AC]	Ulangan		Ulangan (ln)		Rerata	Rerata (ln)	STDEV
		1	2	1	2			
0	0.0%	8.40E+05	4.40E+05	13.64	12.99	6.40E+05	13.32	0.46
	2.5%	3.60E+04	6.40E+04	10.49	11.07	5.00E+04	10.78	0.41
	5.0%	5.60E+03	7.20E+03	8.63	8.88	6.40E+03	8.76	0.18
	7.5%	5.20E+03	5.60E+03	8.56	8.63	5.40E+03	8.59	0.05
2	0.0%	1.24E+09	1.16E+09	20.94	20.87	1.20E+09	20.91	0.05
	2.5%	1.20E+08	1.60E+08	18.60	18.89	1.40E+08	18.75	0.20
	5.0%	9.20E+07	9.60E+07	18.34	18.38	9.40E+07	18.36	0.03
	7.5%	8.00E+07	4.00E+07	18.20	17.50	6.00E+07	17.85	0.49
4	2.5%	1.84E+10	1.96E+10	23.64	23.70	1.90E+10	23.67	0.04
	5.0%	1.32E+10	1.52E+10	23.30	23.44	1.42E+10	23.37	0.10
	7.5%	1.24E+10	1.16E+10	23.24	23.17	1.20E+10	23.21	0.05
6	7.5%	1.72E+10	1.8E+10	23.57	23.61	1.76E+10	23.59	0.03

Jumlah Mikrobia pada Bandeng Asap-Presto selama Penyimpanan Suhu Dingin

Hari	[AC]	Ulangan		Ulangan (ln)		Rerata	Rerata (ln)	STDEV
		1	2	1	2			
0	0.0%	8.40E+05	4.40E+05	13.64	12.99	6.40E+05	13.32	0.46
	2.5%	3.60E+04	6.40E+04	10.49	11.07	5.00E+04	10.78	0.41
	5.0%	5.60E+03	7.20E+03	8.63	8.88	6.40E+03	8.76	0.18
	7.5%	5.20E+03	5.60E+03	8.56	8.63	5.40E+03	8.59	0.05
7	0.0%	8.00E+06	4.00E+06	15.89	15.20	6.00E+06	15.55	0.49
	2.5%	2.00E+05	2.40E+05	12.21	12.39	2.20E+05	12.30	0.13
	5.0%	8.00E+03	1.20E+04	8.99	9.39	1.00E+04	9.19	0.29
	7.5%	4.00E+03	4.00E+03	8.29	8.29	4.00E+03	8.29	0.00
14	0.0%	1.60E+07	1.60E+07	16.59	16.59	1.60E+07	16.59	0.00
	2.5%	2.80E+05	3.20E+05	12.54	12.68	3.00E+05	12.61	0.09
	5.0%	2.00E+04	2.00E+04	9.90	9.90	2.00E+04	9.90	0.00
	7.5%	4.00E+03	8.00E+03	8.29	8.99	6.00E+03	8.64	0.49
21	0.0%	3.60E+08	3.20E+08	19.70	19.58	3.40E+08	19.64	0.08
	2.5%	4.80E+05	7.20E+05	13.08	13.49	6.00E+05	13.28	0.29
	5.0%	7.60E+04	5.60E+04	11.24	10.93	6.60E+04	11.09	0.22
	7.5%	5.80E+04	6.00E+04	10.93	11.00	5.80E+04	10.97	0.05
28	2.5%	9.20E+05	1.24E+06	13.73	14.03	1.08E+06	13.88	0.21
	5.0%	2.40E+05	1.80E+05	12.39	11.98	2.00E+05	12.19	0.29
	7.5%	1.04E+05	4.80E+04	11.55	10.78	7.60E+04	11.17	0.54