

**PENGARUH LAMA PENYIMPANAN DAN BEDA JENIS ASAP CAIR (Asap Cair Bambu dan Asap Cair Sekam Padi) TERHADAP UJI MIKROBIOLOGI PADA IKAN CAKALANG (*Katsuwonus pelamis*) ASAP**

**SKRIPSI**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh :

**TIFANI AMALIA SHOLIHA  
NIM. 115080301111050**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2015**

**PENGARUH LAMA PENYIMPANAN DAN BEDA JENIS ASAP CAIR (Asap Cair Bambu dan Asap Cair Sekam Padi) TERHADAP UJI MIKROBIOLOGI PADA IKAN CAKALANG (*Katsuwonus pelamis*) ASAP**

**SKRIPSI**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan di  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan  
Universitas Brawijaya**

**Oleh :**

**TIFANI AMALIA SHOLIHA  
NIM. 115080301111050**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
MALANG  
2015**

**PENGARUH LAMA PENYIMPANAN DAN BEDA JENIS ASAP CAIR (Asap Cair Bambu dan Asap Cair Sekam Padi) TERHADAP UJI MIKROBIOLOGI PADA IKAN CAKALANG (*Katsuwonus pelamis*) ASAP**

Oleh :  
**TIFANI AMALIA SHOLIHA**  
NIM. 115080301111050

Telah dipertahankan di depan penguji  
Pada tanggal: 11 November 2015  
Dan dinyatakan memenuhi syarat

**DOSEN PENGUJI I**

Dr. Ir. DwiSetijawati, M.Kes  
NIP.19611022 198802 2 001  
Tanggal :

**DOSEN PENGUJI II**

Dr. Ir. MuhamadFirdaus, MS  
NIP. 19680919 200501 1 001  
Tanggal :

**MENYETUJUI,  
DOSEN PEMBIMBING I**

Dr. Ir. Yahya, MP  
NIP. 19630706 199003 1 003  
Tanggal :

**DOSEN PEMBIMBING II**

Dr. Ir. Happy Nursyam, MS  
NIP. 19600322 198600 1 001  
Tanggal :

**MENGETAHUI,  
KETUA JURUSAN MSP**

Dr. Ir. ArningWilujengEkawati, MS  
NIP. 19620805 198603 2 001  
Tanggal :

**PERNYATAAN ORISINALITAS**



Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, 11 November 2015

Mahasiswa

Tifani Amalia Sholiha



## RINGKASAN

**TIFANI AMALIA SHOLIHA.** Pengaruh Lama Penyimpanan Dan Beda Jenis Asap Cair (Asap Cair Bambu Dan Asap Cair Sekam Padi) Terhadap Uji Mikrobiologi Pada Ikan Cakalang (*Katsuwonus Pelamis*) Asap (Dibawah bimbingan **Dr. Ir. Yahya, MP** dan **Dr. Ir. Happy Nursyam, MS**).

Ikan cakalang tergolong ikan yang memiliki nilai ekonomis tinggi sehingga membutuhkan penanganan lebih lanjut untuk memperpanjang masa simpan. Ikan asap merupakan salah satu bentuk pengolahan hasil perikanan yang diminati konsumen. Asap cair merupakan campuran larutan dari dispersi asap kayu yang merupakan proses dekomposisi dari komponen-komponen penyusun kayu seperti lignin, selulosa dan hemiselulosa akibat panas tanpa adanya oksigen. Pengasapan dengan asap cair (liquid smoke) dilakukan dengan merendam produk pada asap yang sudah dicairkan melalui proses pirolisa. Asap cair bamboo mengalami proses pirolisis dalam pembuatan asap cair menggunakan suhu pada kisaran 80-150°C. Sedangkan sekam padi merupakan hasil sampingan dari proses penggilingan padi yang selama ini masih kurang pemanfaatannya karna dianggap sebagai limbah.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh mikrobiologi (TPC dan Total Jamur) serta  $a_w$  pada beda jenis asap cair yang digunakan dalam lama penyimpanan ikan cakalang asap.

Penelitian pendahuluan digunakan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) sederhanadengan 2 faktor. Perlakuan percobaan pada penelitian ini meliputi perlakuan jenis asap cair (A) dan perlakuan konsentrasi asap cair (B). Dalam perlakuan jenis asap cair (A), terdapat dua jenis asap cair yakni asap cair sekam padi dan asap cair bamboo. Analisis data menggunakan analisis sidikragam (ANOVA) diikuti uji lanjut BNT.

Berdasarkan hasil analisa, pada penelitian pendahuluan dalam penentuan konsentrasi terbaik dari asap cair dari konsentrasi 2%, 5% dan 6% diperoleh konsentrasi terbaik mengalami perbedaan nyata dengan nilai total fenol tertinggi pada konsentrasi 6%, sedangkan untuk pH dari ketiga konsentrasi tersebut tidak mengalami perbedaan secara nyata. Pada penelitian utama pada analisa TPC (*Total Plate Count*), total jamur dan  $a_w$  (*Activity Water*) menunjukkan bahwa terjadi perbedaan yang nyata antara perlakuan pemberian asap cair bamboo, asap cair sekam padi, asap cair bamboo dan sekam padi dengan perbandingan (1:1), berdasarkan konsentrasi. Dari ketiga uji tersebut diperoleh nilai terendah dari perlakuan kombinasi antara asap cair bamboo dan sekam padi.

Kata Kunci :Ikan Cakalang Asap, Asap Cair Sekam Padi, Asap Cair Bambu, Masa Simpan

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas limpahan nikmat serta karunia-Nya, maka penyusunan skripsi yang berjudul “Pengaruh Lama Penyimpanan Dan Beda Jenis Asap Cair (Asap Cair Bambu dan Asap Cair Sekam Padi) Terhadap Uji Mikrobiologi Pada Ikan Cakalang (*Katsuwonus Pelamis*) Asap” dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang.

Sangat disadari bahwa dengan kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, walaupun telah dikerahkan segala kemampuan untuk lebih teliti, tetapi masih dirasakan banyak kekurangan dan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Malang, 11 November 2015

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	vi
UCAPAN TERIMA KASIH .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
<b>1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Hipotesa .....	3
1.5 Waktu dan Tempat .....	3
<b>2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Ikan Cakalang ( <i>Katsuwonus Pelamis</i> ) .....	4
2.2 Kerusakan Ikan dan Pengawetan .....	6
2.3 Pengasapan Ikan .....	6
2.3.1 Prinsip Pengasapan .....	6
2.3.2 Pengaruh Pengasapan Terhadap Mutu Ikan Asap .....	12
2.4 Asap Cair .....	13
2.4.1 Asap Cair .....	13
2.4.2 Komposisi Asap Cair .....	16
2.4.3 Proses Pembuatan Asap Cair .....	14
2.4.4 Komposisi Asap Cair .....	23
2.5 Masa Simpan .....	24

2.6 TPC ( <i>Total Plate Count</i> ) .....	24
2.7 Total Jamur .....	26
2.8 $A_w$ ( <i>Activity Water</i> ).....	26
<b>3. BAHAN DAN METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Materi Penelitian .....	28
3.1.1 Bahan Penelitian .....	28
3.1.2 Alat Penelitian .....	28
3.2 Metode Penelitian.....	28
3.2.1 Metode .....	28
3.2.2 Penelitian Pendahuluan.....	29
3.3 Prosedur Penelitian .....	33
3.3.1 Preparasi Sampel.....	33
3.3.2 Uji Mikrobiologi pada Ikan Cakalang Asap.....	34
3.3.2.1 Pengujian TPC ( <i>Total Plate Count</i> ).....	34
3.3.2.2 Pengujian Total Jamur .....	35
3.3.2.3 Pengujian $A_w$ ( <i>Activity Water</i> ) .....	36
<b>4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Komponen Asap Cair Menggunakan GCMS .....	37
4.1.1 Komponen Asap Cair Bambu Menggunakan GCMS .....	37
4.1.2 Komponen Asap Cair Sekam Padi Menggunakan GCMS .....	40
4.2 Uji TPC ( <i>Total Plate Count</i> ) Ikan Cakalang Asap .....	43
4.3 Uji Total Jamur.....	47
4.4 $A_w$ ( <i>Activity Water</i> ) .....	50
<b>5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	54
5.2 Saran .....	54
Daftar Pustaka.....	55
Lampiran .....	59

#### DAFTAR TABEL



Tabel	Hal
1. Komposisi Kimia Ikan Cakalang ( <i>Katsuwonus pelamis</i> ).....	5
2. Komposisi Substansi Organik Kayu (%) .....	9
3. Bahan Senyawa Utama pada Asap .....	11
4. SNI Mutu Ikan Asap .....	13
5. Karakteristik Asap Cair Bambu.....	16
6. Kandungan Sekam Padi.....	16
7. Senyawa Penyusun Asap Cair Secara Umum.....	17
8. Komposisi Kimia Asap Kayu.....	17
9. Komposisi Rata-Rata Gas pada proses Pirolisis Kayu.....	20
10. Proporsi Penentuan Konsentrasi Terbaik Berdasarkan Perbedaan Jenis Asap Cair.....	30
11. Hasil Identifikasi Senyawa Asap Cair Bambu .....	40
12. Hasil Identifikasi Senyawa Asap Cair Sekam Padi .....	43
13. Analisa Rata-rata TPC Ikan Cakalang Asap dengan Penyimpanan 1 Hari.....	44
14. Analisa Rata-rata TPC Ikan Cakalang Asap dengan Penyimpanan 3 Hari.....	46
15. Analisa Rata-rata Total Jamur Ikan Cakalang Asap dengan Penyimpanan 1 Hari.....	48
16. Analisa Rata-rata Total Jamur Ikan Cakalang Asap dengan Penyimpanan 3 Hari.....	49
17. Analisa Rata-rata AW ( <i>Activity Water</i> ) Ikan Cakalang Asap dengan Penyimpanan 1 Hari.....	51
18. Analisa Rata-rata Total Jamur Ikan Cakalang Asap dengan Penyimpanan 3 Hari.....	52



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Hal
1. Ikan Cakalang .....	4
2. Diagram penguraian bahan bakar padat karena pirolisis .....	19
3. Alur Proses Penelitian Pendahuluan .....	32
4. Alur Pembuatan Ikan Asap .....	34
5. Uji TPC ( <i>Total Plate Count</i> ) .....	35
6. Kromatogram GC-MS Asap Cair Bambu .....	38
7. <i>Mass Spectrum Ethanol (Peak 6)</i> sebagai senyawa dominan dalam asap cair bambu .....	38
8. <i>Mass Spectrum Formic Acid (Peak 5)</i> sebagai senyawa dominan dalam asap cair bambu .....	39
9. Kromatogram GC-MS Asap Cair Sekam Padi .....	41
10. <i>Mass Spectrum Aceton (peak 3)</i> sebagai senyawa dominan dalam asap cair sekam padi .....	41
11. <i>Mass Spectrum Phenol (peak 9)</i> sebagai senyawa dominan dalam asap cair sekam padi .....	42
12. Grafik Hubungan Penambahan Asap Cair terhadap TPC ( <i>Total Plate Count</i> ) pada Penyimpanan Hari ke-1 .....	45
13. Grafik Hubungan Penambahan Asap Cair terhadap TPC ( <i>Total Plate Count</i> ) pada Penyimpanan Hari ke-3 .....	46
14. Grafik Hubungan Penambahan Asap Cair terhadap Total Jamur pada Penyimpanan Hari ke-1 .....	48
15. Grafik Hubungan Penambahan Asap Cair terhadap Total Jamur pada Penyimpanan Hari ke-3 .....	50

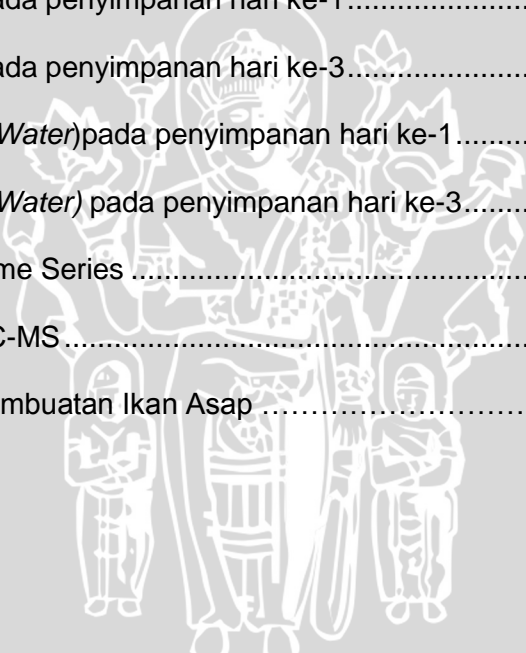


16. Grafik Hubungan Penambahan Asap Cair terhadap AW (Activity Water) pada Penyimpanan Hari ke-1 .....	51
17. Grafik Hubungan Penambahan Asap Cair terhadap Total Jamur pada Penyimpanan Hari ke-3 .....	53



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Hal
1. Prosedur Analisis Kadar Fenol .....	56
2. Prosedur Analisis pH .....	57
3. Prosedur Analisis TPC ( <i>Total Plate Count</i> ) .....	58
4. Prosedur Analisis $A_w$ .....	59
5. Hasil Uji TPC ( <i>Total Plate Count</i> ) pada penyimpanan hari ke-1.	60
6. Uji TPC ( <i>Total Plate Count</i> ) pada penyimpanan hari ke-3.....	62
7. Uji total jamur pada penyimpanan hari ke-1 .....	64
8. Uji total jamur pada penyimpanan hari ke-3.....	66
9. Uji AW ( <i>Activity Water</i> ) pada penyimpanan hari ke-1 .....	68
10. Uji AW ( <i>Activity Water</i> ) pada penyimpanan hari ke-3.....	70
11. Hasil Analisis Time Series .....	71
12. Hasil Analisa GC-MS .....	84
13. Dokumentasi Pembuatan Ikan Asap .....	85



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Potensi lestari perikanan laut Indonesia diperkirakan sebesar 6,4 juta ton per tahun yang tersebar di perairan wilayah Indonesia dari ZEE (Zone Ekonomi Eksklusif) dengan jumlah tangkapan yang diperbolehkan sebesar 5,12 juta ton per tahun atau sekitar 80 persen dari potensi lestari. Potensi sumberdaya perikanan yang dimiliki Indonesia tersebut dari produksi yang dihasilkan menunjukkan bahwa perikanan memiliki potensial yang baik untuk kontribusi di dalam pemenuhan gizi masyarakat (Irianto dan Soesilo, 2007).

Ikan cakalang merupakan salah satu komoditas perikanan andalan dari perairan Maluku, karena selain menjadi ikan konsumsi yang digemari masyarakat, juga merupakan komoditas ekspor. Kandungan gizi dan manfaat ikan cakalang pemanfaatannya belum dilakukan secara optimal yang ditunjukkan oleh tingkat pemanfaatan masih rendah, seperti pengelolaan usaha perikanan berskala kecil dan bersifat tradisional (Wardja, 2011 : Litaay dan Santoso, 2013). Ikan cakalang merupakan hasil perikanan yang bersifat mudah rusak dan membusuk (perishable) karena memiliki daging berwarna gelap atau merah dan memiliki kandungan lemak yang tinggi (Guenneugues dan Morrissey, 2005 : Litaay dan Santoso, 2013).

Setelah ikan mengalami kematian, tentu ikan tersebut akan terjadi perubahan-perubahan yang mengarah kepada terjadinya pembusukan. Oleh karena itu, diperlukan suatu penanganan khusus pada ikan setelah penangkapan. Salah satu metode pengawetan ikan yakni dengan cara pengasapan. Pengasapan ikan merupakan cara pengawetan ikan dengan menggunakan asap yang berasal dari pembakaran kayu atau bahan organik lainnya. Menurut Adawiyah (2007), pengasapan ikan dilakukan dengan tujuan :



untuk mengawetkan ikan dengan memanfaatkan bahan-bahan alam dan untuk memberi rasa dan aroma yang khas.

Terdapat beberapa metode pengasapan, salah satunya adalah metode pengasapan menggunakan asap cair. Menurut Amritama (2007), asap cair merupakan suatu hasil destilasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran tidak langsung maupun langsung dari bahan-bahan yang banyak mengandung karbon serta senyawa-senyawa lain, bahan baku yang banyak digunakan adalah kayu, bongkol kelapa sawit, ampas hasil penggergajian kayu.

Ikan asap merupakan salah satu bentuk pengolahan hasil perikanan yang diminati konsumen. Metode pengasapan yang digunakan adalah metode pengasapan panas dengan menggunakan suhu tinggi, maka dari itu perlu adanya modifikasi proses pengolahan ikan asap. Asap cair adalah hasil destilasi dari uap hasil pembakaran. Keuntungan menggunakan asap cair salah satunya adalah untuk mengurangi dampak lingkungan terhadap uap hasil pembakaran, asap cair juga memiliki keuntungan mempunyai cita rasa yang lebih kuat daripada uap panas. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian pengaruh mikrobiologi (TPC dan Total Jamur) serta  $a_w$  pada beda jenis asap cair yang digunakan dalam lama penyimpanan ikan cakalang asap.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, rumusan masalah yang akan dikaji pada penelitian ini yaitu bagaimana pengaruh mikrobiologi (TPC dan Total Jamur) serta  $a_w$  pada beda jenis asap cair yang digunakan dalam lama penyimpanan ikan cakalang asap.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh mikrobiologi (TPC dan Total Jamur) serta  $a_w$  pada beda jenis asap cair yang digunakan dalam lama penyimpanan ikan cakalang asap.

### 1.4 Hipotesis

Diduga penggunaan jenis asap cair yang berbeda dan lama penyimpanan dapat mempengaruhi faktor mikrobiologi (TPC dan Total Jamur) serta  $a_w$  pada produk ikan cakalang asap.

### 1.5 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April – Juli 2015 dan bertempat di Laboratorium Penanganan Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Laboratorium Keamanan Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Laboratorium Kimia Organik Fakultas MIPA Universitas Gajah Mada Yogyakarta.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*)

Cakalang sering disebut *skipjack tuna* dengan nama lokal disebut cakalang. Menurut Matsumoto et.al. (1984), klasifikasi ikan cakalang adalah sebagai berikut

Phylum : *Vertebrata*  
Class : *Telestoi*  
Ordo : *Perciformes*  
Famili : *Scombridae*  
Genus : *Katsuwonus*  
Spesies : *Katsuwonus pelamis*



**Gambar 1. Ikan Cakalang**

Cakalang termasuk jenis ikan tuna dalam famili *Scombridae*, spesies *Katsuwonus pelamis*. Menurut Collete (1983), menjelaskan ciri-ciri morfologi cakalang yaitu tubuh berbentuk *fusiform*, memanjang, dan agak bulat, tapis insang (*gill rakes*) berjumlah 53-63 pada helai pertama. Mempunyai dua sirip punggung yang terpisah. Pada sirip punggung yang pertama terdapat 14-16 jari jari keras, jari-jari lemah pada sirip punggung kedua diikuti oleh 7-9 finlet. Sirip dada pendek, terdapat dua *flops* diantara sirip perut. Sirip anal diikuti dengan 7-8 finlet. Badan tidak bersisik kecuali pada barut badan (*corselet*) dan *lacteral line* terdapat titik-titik kecil. Bagian punggung berwarna biru kehitaman (gelap) disisi bawah dan 6 perut keperakan, dengan 4-6 buah garis-garis berwarna hitam yang



memanjang pada bagian samping badan. Cakalang termasuk ikan perenang ceat dan mempunyai sifat makan yang banyak. Ikan ini mencari makan berdasarkan peglihatan terhadap mangsanya.

Ikan cakalang merupakan jenis nama dagang local di daerah Sulawesi Utara, sedangkan nama perdagangan secara luas dikenal dengan nama *skipjack* tuna. Sedangkan untuk nama latin *Katsuwonis pelamis* diambil dari bahasa Jepang yang memiliki arti ikan keras. Ikan ini secara biologis hidup secara bergerombol, merupakan jenis ikan pemangsa dan dapat berenang cepat hingga melebihi 10 mil per jam (Lumi *et al.*, 2013).

Menurut Heryanti (2007), cakalang termasuk ikan perenang cepat dan mempunyai sifat makan yang rakus. Ikan jenis ini sering bergerombol yang hampir secara bersamaan melakukan ruaya disekitar pulau maupun jarak jauh dan senang melawan arus, ikan ini biasa bergerombol di perairan pelagis hingga kedalaman 200 m. Ikan jenis ini mencari makan berdasarkan penglihatan dan rakus terhadap mangsanya.

Menurut Nakamura (1991), potensi ikan cakalang diseluruh dunia cukup besar, dengan tingkat regerasi cukup tinggi oleh karenanya tidak perlu khawatir akan habiss meskipun dilakukan penangkapan dalam jumlah besar. Komposisi kimia ikan cakalang menurut Supadiningsih dan rosana (2004),

**Tabel 1. Komposisi Kimia Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*)**

Kandungan	Satuan	Jumlah
Air	G	70.580
Protein	G	22.00
Lemak	G	1.010
Abu	G	1.300
Kalsium	mg	29.000
Besi	mg	1.250
Vitamin C	mg	1000
Vitamin A	IU	52.000
Asam lemak EPA	G	0.071
Asam lemak DHA	G	0.185

## 2.2 Kerusakan Ikan dan Pengawetan

Hasil perikanan khususnya ikan adalah salah satu bahan pangan yang mudah membusuk (*perishable food*). Pembusukan terjadi akibat aktivitas mikroorganisme pembusuk dan enzim-enzim penyebab kemunduran mutu pada ikan. Ikan memiliki sifat fisik yang mudah menyebabkan kemunduran mutu terjadi, seperti kandungan air dalam tubuh ikan yang tinggi (80%), pH netral, dan daging yang lunak sehingga mudah terjadi proses autolisis oleh enzim, kandungan asam lemak tak jenuh merupakan penyebab utama mudahnya terjadi oksidasi. Karena sifat fisik ikan yang mudah busuk, ikan memerlukan proses pengolahan terlebih dahulu sebelum dikonsumsi, sehingga proses kemunduran mutu dapat dihambat selama mungkin sebelum sampai ke tangan konsumen. Prinsip pengolahan pada dasarnya bertujuan untuk melindungi ikan dari proses pembusukan. Pengolahan umumnya dilakukan dengan memanfaatkan faktor fisikawi, bahan pengawet, kombinasi keduanya dan cara fermentasi (Adawiyah, 2011).

## 2.3 Pengasapan Ikan

### 2.3.1 Prinsip Pengasapan

Pengasapan ikan merupakan cara pengawetan ikan dengan menggunakan asap yang berasal dari pembakaran kayu atau bahan organik lainnya. Menurut Adawiyah (2007), pengasapan ikan dilakukan dengan tujuan :

- untuk mengawetkan ikan dengan memanfaatkan bahan-bahan alam
- untuk memberi rasa dan aroma yang khas.

Pengasapan merupakan salah satu cara pengawetan ikan yang paling tua. Aktivitas antioksidan dan anti mikroba yang dihasilkan oleh beberapa komponen asap dapat memperpanjang masa simpan daging ikan. Namun demikian, saat ini



pengasapan dilakukan hanya untuk mendapatkan rasa dan bau yang khas pada ikan asap (Martinez *et al.*, 2007).

Pengasapan merupakan suatu cara pengawetan ikan yang menggabungkan beberapa tahap pekerjaan, yaitu : penggaraman, pengeringan, pemanasan dan pengasapan. Penggaraman dapat menciptakan daging yang kompak, membunuh bakteri dan meningkatkan rasa daging. Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam daging ikan dan memudahkan daging ikan menyerap partikel asap pada saat pengasapan. Pemanasan bertujuan untuk memaatangkan daging ikan, menghentikan kegiatan enzim perusak menggumpalkan protein dan menguapkan sebagian air dalam badan ikan (Moeljanto,1992).

Menurut Wibowo (2000), pembakaran kayu akan membentuk senyawa-senyawa asap dalam bentuk uap dan butiran-butiran tar serta dihasilkan panas. Senyawa asap tersebut memberikan rasa dan bau yang khas pada ikan dan warnanya menjadi coklat keemasan. Sementara itu, panas yang dihasilkan dari pembakaran kayu menyebabkan terjadinya proses pengeringan dimana terjadi karena adanya proses penarikan air dari jaringan tubuh ikan oleh penyerapan berbagai senyawa kimia yang berasal dari asap.

Proses pembuatan ikan asap bertujuan untuk menurunkan kadar air, sehingga membentuk tekstur yang keras pada ikan. Pembuatan ikan asap menggunakan cara pengasapan dingin dengan waktu yang cukup lama sehingga mencapai kadar air yang cukup rendah (Motohiro,1989).

Proses pengasapan merupakan kombinasi antara penggaraman, pengeringan, pemanasan dan pengasapan. Pengasapan awalnya bertujuan untuk memperpanjang umur simpan suatu bahan (ikan), namun sejalan dengan peningkatan daya terima terhadap produk asap, tujuan tersebut mulai beralih ke citarasa (Bligh,et.al.,1989).



Cara pengasapan seperti ini (Pengasapan melalui asap cair) dapat mencegah terjadinya *case hardening* yaitu kondisi dimana bagian luar produk sudah meengering sedangkan di bagian dalam masih basah. Hal ini dapat menghambat laju pengeluaran air dalam produk (Eka,2000).

Pengasapan telah dilakukan sejak dulu dengan tujuan mengawetkan produk-produk hewani, serta membentuk warna dan cita rasa yang menarik. Peran asap sebagai pengawet makanan telah menurun sejak ditemukannya alat pendingin. Pada saat ini, proses pengasapan digunakan untuk meningkatkan cita rasa dan warna luar, terutama pada daging. Pengasapan merupakan suatu proses penarikan air dan pengendapan beberapa senyawa kimia pengawet yang berasal dari asap. Proses pengasapan ini dilakukan untuk menghambat pertumbuhan bakteri, memperlambat oksidasi lemak dan memberi flavor pada daging yang sedang diproses. Metode pengasapan yang tradisional yang sering digunakan untuk daging adalah pengasapan *smoke house*. Daging yang akan diasap digantungkan di rak dalam ruangan asap dan tidak boleh bersentuhan (Soeparno, 2005). Menurut Purnomo dan Salasa (2002), bahan pengasapan ikan adalah sebagai berikut :

1. Kayu sebagai bahan bakar pengasapan

Untuk mendapatkan ikan asap yang berkualitas baik, harus digunakan kayu keras (*non-resinous*) atau sabut dan tempurung kelapa. Kayu lunak akan menghasilkan asap yang mengandung senyawa yang dapat menyebabkan bau yang tidak diinginkan. Pada pembakaran kayu, cellulose (*cellular fibre*) yang merupakan bagian terbesar dari kayu akan diuraikan menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana seperti alkohol aliphatik yang berantai lebih pendek, aldehid, keton, dan asam organik yang termasuk furfural, formaldehid, dan metal furfural dan lain-lain. Sedangkan lignin dipecah menjadi turunan fenol, quinol, guaicol dan pirogallol yang merupakan bagian dari senyawa antioksidan dan

antiseptik. Melalui metode kromatografi kertas telah diketahui kurang lebih 20 macam senyawa pada asap kayu, dan persentase tiap senyawa pada asap kayu tergantung jenis kayu yang dipakai. Komposisi substansi organik kayu dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2 Komposisi Substansi Organik Kayu ( % )**

Komponen	Kayu keras	Kayu lunak
Cellulose	43-53%	54-58%
Lignin	18-24%	26-29%
Hemicellulosa		
- Pentosan	22-25%	10-11%
- Hexosan	3-6%	12-14%
Resin	1,8-3%	2-3,5%
Protein	0,6-1,9%	0,7-0,8%
Abu	1,3-1,2%	0,4-0,8%

Sumber: Purnomo dan Salasa, 2002

## 2. Komposisi asap

Asap kayu terdiri dari uap dan padatan yang berupa partikel sangat kecil, yang keduanya mempunyai komposisi kimia yang sama tetapi dalam perbandingan yang berbeda. Senyawa kimia yang mudah menguap diserap oleh ikan, terutama dalam bentuk uap. Senyawa tersebut memberikan warna dan rasa yang diinginkan pada ikan asap. Komposisi kimia asap diketahui melalui penelitian menggunakan sistem pembakaran tidak sempurna dan destilasi kering. Berdasarkan hasil-hasil penelitian dapat dibedakan 4 kelompok hasil pembakaran kayu yaitu: gas, cairan, tar dan karbon.

### a. Kelompok gas-gas

Pembakaran 280 °C terhadap kayu melepaskan hampir semua gas, yaitu oksigen, karbondioksida dan karbon monoksida. Pada suhu tersebut juga terjadi reaksi eksotermis, yakni suhu kayu meningkat dengan mencolok, kandungan oksigen menurun, serta kandungan hidrogen dan hidrokarbon meningkat.



b. Kelompok cairan

- (1) Asam : asam format, asam asetat, asam propionate, asam butirat, asam valerat, asam isokaproat dan metil ester.
- (2) Alkohol : metil, etil, propil, allil, isoamil, dan isobutyl.
- (3) Aldehid : formaldehid, acetaldehid, furfural, metil furfural.
- (4) Keton : aseton, metil-etil keton, metil propil keton, etil propil keton.
- (5) Hidrokarbon: xilene, cumene, cymene
- (6) Fenol (catechol)
- (7) Piridine dan metil piridine

c. Kelompok tar

Cairan tar ini terdiri dari minyak tar dengan gravitas rendah mempunyai titik didih di bawah  $140^{\circ}\text{C}$  dan terdiri dari:

- (1) Aldehid valerat
- (2) Furan: furan, metil furan, dimetil-furan dan trimetil furan.

Minyak tar dengan gravitas tinggi mempunyai titik didih  $200^{\circ}\text{C}$ , yang terdiri dari:

- (1) Fenol dan turunan fenol: o-, m- dan p- kresol, xilenol, etil fenol, catechol, guaicol, ester dari pirogallol.
- (2) Asam lignocerat. Aroma substansi tar terutama terjadi sebagai hasil penguraian lignin.

d. Kelompok karbon

Kelompok ini terdiri dari karbon monoksida dan karbon dioksida. Jumlah karbon monoksida dalam asap tidak bervariasi, tetapi karbon dioksida berfluktuasi dengan nyata. Beberapa ahli juga mengklasifikasikan bahah-bahan asap berdasarkan kelompok persenyawaannya yaitu: kelompok asam organik, fenol, aldehid, keton dan sebagainya.



**Tabel 3 Bahan Senyawa Utama Pada Asap**

Klasifikasi	Unsur-unsur
Asam Organik	Asam semut, asam asetat, asam propionate, asam butirrat, asam valeriat, dst.
Fenol	Fenol, fenol metoxil, klpk kresol, klpk guaicol, klpk pirogallol dst
Aldehid	Formaldehid, asetaldehid, propioaldehid, furfural, metal furfural, dst.
Keton	Aseton, metal letil keton, metal propel keton, dst.
Lain-lain	Methanol, etanol, asam semut metal, ammonia, metil amino, trimetil amino, dst.

Sumber: Purnomo dn Salasa, 2002

Berdasarkan Tabel 3 senyawa utama yang ada pada asap adalah asam, fenol, dan karbonil. Fenol merupakan senyawa yang paling berperan terhadap citarasa, sedangkan karbonil berperan terhadap warna. Senyawa-senyawa yang bersifat asam mempercepat reaksi kyuring dan berperan terhadap pembentukan warna merah muda dari daging yang di kyuring. Untuk mempermudah penggunaan, asap alami dikondensasi menjadi cair. Asap cair dapat ditambah secara langsung pada permukaan produk dengan cara pencelupan, disemprot, atau diatomisasi. Deposisi asap pada produk menyebabkan beberapa perubahan fisik dan kimia yang berkaitan satu sama lain. Proses kimia yang penting adalah reaksi karbonil-amino yang menghasilkan warna cokelat keemasan. Mekanisme yang mendominasi pada proses pengasapan adalah absorpsi uap. Oleh karena itu, parameter fisik utama yang memengaruhi kecepatan deposisi asap adalah densitas asap, kelembapan relatif dan kondisi permukaan produk. Permukaan yang basah mengabsorpsi asap lebih cepat dari permukaan yang kering. Pengasapan juga menyebabkan perubahan komposisi daging, yaitu penurunan protein myofibril dan sarkoplasma, sedangkan protein stroma meningkat. Perubahan tersebut disebabkan oleh pengikatan silang pada permukaan (Estiasih, 2009).

Senyawa kimia dalam asap cair tersebut mampu mempengaruhi rasa, pH dan masa simpan. Senyawa karbonil yang bereaksi dengan protein ikan

menimbulkan perubahan warna, sedangkan senyawa fenol akan menunjukkan aktivitas bakterostatik dan antioksidan. Akan tetapi komposisi dari asap bergantung pada jenis kayu, kadar air dan suhu pembakaran. Seiring dengan peningkatan suhu dalam pembuatan asap cair sebesar 150°C (berdasarkan kisaran suhu 350-500°C) tidak mengalami perubahan komposisi asap hanya terjadi peningkatan pada efek antioksidannya. Sehingga, suhu optimum yang digunakan dalam pembuatan asap cair berkisar pada suhu 400°C (Yulitiani,2008).

### 2.3.2 Pengaruh Pengasapan terhadap Mutu Ikan Asap

Menurut Burt (1988) dalam Litbang Pertanian (2002), bahan baku yang disimpan beku hingga 33 minggu dapat menyebabkan hilangnya lisin dan tiamin yang tersedia setelah pengasapan masing-masing sebesar 74% dan 90%. Beberapa jenis vitamin yang terdapat dalam ikan juga akan mengalami kerusakan sebagai akibat proses pengeringan atau pengasapan, tergantung waktu, suhu dan pH, serta terjadinya penirisan (*drip*) pengasapan panas (diatas 80%) dapat menyebabkan hilangnya vitamin yang larut dalam iar seperti niasin, riboflavin dan asam askorbat hingga 4%.

Standart mutu ikan asap yang telah ditetapkan oleh SNI (Standart nasional Indonesia) tahun 1992 dapat dilihat pada tabel berikut :



**Tabel 4. SNI mutu ikan asap**

Karakteristik	Persyaratan Mutu
1. Organoleptik, minimal	7
2. Mikrobiologi :	
a. TPC (per gram), maksimum	$5 \times 10^5$
b. Escherichia coli (MPN/g), maksimum	0
c. Salmonella spp	negatif
d. Staphylococcus aureus (MPN/g), maksimum	negatif
e. Kapang	negatif
3. Kimia :	
a. Air (% bobot/bobot), maksimum	60
b. Garam (% bobot/bobot), maksimum	4
c. Abu tak larut dalam asam (% bobot/bobot), maksimum	1,50

## 2.4 Asap cair

### 2.4.1 Asap Cair

Asap dapat bersifat sebagai bahan pengawet pada suatu bahan pangan terutama ikan. Asap mengandung senyawa fenol yang bersifat bakteriostatik tinggi sehingga menyebabkan bakteri tidak dapat berkembangbiak, selain itu asap juga bersifat fungisidal yang membantu menahan proses terjadinya oksidasi pada lemak ikan (Adawiyah, 2011). Salah satu cara untuk meningkatkan efektivitas pengasapan yaitu dengan menggunakan asap cair yang didapatkan dengan cara pirolisis kayu atau serbuk kayu kemudian dilakukan kondensasi. Asap cair merupakan campuran larutan dari dispersi asap kayu yang merupakan proses dekomposisi dari komponen-komponen penyusun kayu seperti lignin, selulosa dan hemiselulosa akibat panas tanpa adanya oksigen (Tahir, 1992).

Menurut Maga (1987), pengasapan cair adalah pengasapan dengan menggunakan campuran larutan dari dispersi asap kayu dan air yang dibuat dengan cara mengkondensasikan asap hasil dari pembakaran kayu. Pengasapan dengan asap cair (liquid smoke) dilakukan dengan merendam produk pada asap yang sudah dicairkan melalui proses pirolisa. Kelebihan menggunakan asap cair dalam proses pengasapan ikan adalah sebagai berikut :



1. Beberapa flavour dapat dihasilkan dalam produk yang seragam dengan konsentrasi yang lebih tinggi dibanding pengasapan secara tradisional.
2. Lebih intensif dalam pemberian flavour
3. Kontrol hilangnya flavour lebih mudah
4. Dapat diaplikasikan pada berbagai jenis bahan pangan
5. Dapat digunakan oleh konsumen pada level komersial
6. Lebih hemat dalam pemakaian kayu sebagai sumber asap
7. Polusi lingkungan dapat diperkecil
8. Pencelupan atau dicampur langsung kedalam makanan

Dapat diaplikasikan ke dalam berbagai cara seperti penyemprotan, Asap cair merupakan salah satu hasil pirolisis batang pohon atau kayu pada suhu sekitar 400°C (Soldera *et al.*, 2008). Kondensasi asap yang dihasilkan melalui cerobong reaktor pirolisis akan menghasilkan asap cair. Proses kondensasi asap menjadi asap cair sangat bermanfaat bagi perlindungan pencemaran udara yang ditimbulkan oleh proses pirolisis (Haji *et al.*, 2007). Asap cair yang diperoleh dari proses pirolisis memiliki kemampuan untuk mengawetkan bahan makanan karena adanya senyawa asam, fenolat dan karbonil (Wijaya *et al.*, 2008). Komponen senyawa fenol yang berperan sebagai zat antioksidan dalam asap cair, dijadikan alternatif untuk menggantikan fungsi formalin sebagai pengawet bahan pangan yang berbahaya bagi kesehatan (Solichin, 2008). Menurut Prananta (2007), asap cair juga dapat diaplikasikan untuk proses pengasapan sehingga pencemaran lingkungan dan kualitas bahan pangan yang tidak konsisten akibat pengasapan tradisional dapat dihindari.

Menurut Budijanto *et al.*, (2008) penggunaan asap cair mempunyai banyak keuntungan dibandingkan metode pengasapan tradisional, yaitu lebih mudah diaplikasikan, proses lebih cepat, memberikan karakteristik yang khas pada produk akhir berupa aroma, warna, dan rasa yang lebih menarik, serta

penggunaannya tidak mencemari lingkungan. Kandungan benzo[a]pyrene pada asap cair sangat rendah, bahkan menurut Guillen *et al.*, (2000), penggunaan asap cair memungkinkan untuk menghasilkan produk asap yang tidak mengandung benzo[a]pyrene dan senyawa karsinogenik lainnya.

Bahan organik (kayu) yang digunakan dalam pembakaran asap berasal dari jenis kayu yang keras. Kayu yang rusak, lapuk atau berjamur sebaiknya tidak digunakan karena dapat menimbulkan bau dan rasa yang kurang enak serta mampu membawa bau organisme yang terdapat pada bahan organik (kayu) tersebut, kayu yang baik digunakan adalah kayu yang keras, murah dan mudah didapatkan (Adawiyah,2011).

Jenis asap cair yang digunakan pada penelitian ini adalah bamboo dan sekam padi. Berikut merupakan karakteristik dari kedua jenis asap cair tersebut.

1. Bambu

Bambu mengalami proses pirolisis dalam pembuatan asap cair menggunakan suhu pada kisaran 80-150°C. Asap cair bambu memiliki kandungan asam dan fenol seperti halnya apada asap cair dengan bahan baku yang lain. Kandungan asam organik dalam asap cair bambu bervariasi pada kisaran 3,52%-7,21% (Oramahi *et al.*, 2010). Menurut Krisdianto *et al.* (2000), bambu memiliki kandungan selulosa dengan kisaran antara 42,45%-53,6%, kadar lignin dengan kisaran antara 18%-33%, serta kandungan hemiselulosa dengan kisaran antara 19,8%-26,6%.

**Tabel 5. Karakteristik Asap Cair Bambu**

Jenis Sampel	Suhu Pirolisis	Rendemen (% w/w)	Asap Cair	
			Tar (% b/b)	Warna
Serbuk Bambu	110	12.91	1.05	Kuning coklat
	200	19.31	1.89	Kuning coklat
	300	14.71	2.42	Kuning coklat
	400	14.49	6.09	Merah hitam
	500	1.47	3.05	Hitam

Sumber : Wijaya *et al.* (2008).



## 2. Sekam Padi

Sekam padi merupakan hasil sampingan dari proses penggilingan padi yang selama ini masih kurang pemanfaatannya karna dianggap sebagai limbah. Menurut Sung *et al.* (2007), perubahan warna asap cair sekam padi dimulai dari kuning terang-kuning pucat menjadi hitam kecoklatan selama fase kesetimbangan disebabkan karena oksidasi komponen fenolik dan reaksi *Maillard*. Perbedaan varietas dari sekam padi tidak mempengaruhi kandungan dari asap cair yang didominasi oleh derivat senyawa fenol dan furan yang berasal dari degradasi senyawa lignin suhu 330°C.

Sedangkan menurut Mutmainnah (2010), pemurnian asap cair terbagi menjadi beberapa tahapan yakni destilasi asap cair, penyaringan dengan zeolit aktif dan penyaringan dengan karbon aktif. Zeolit aktif berfungsi untuk menurunkan kadar benzopyren, sedangkan karbon aktif berfungsi untuk mengurangi aroma menyengat pada asap cair. Menurut Hoosbey (1994) sekam padi memiliki kandungan selulosa sebesar 25%, lignin 30%, serta pentose sebesar 15%.

**Tabel 6. Kandungan Sekam Padi**

Kandungan	Presentase
Kadar air	9,02%
Protein Kasar	3,03%
Lemak	1,18%
Serat Kasar	35,68%
Abu	17,17%
Karbohidrat Dasar	33,37%

Sumber : Hartanto dan Alim (2001)

### 2.4.2 Komposisi Asap Cair

Asap cair pada dasarnya merupakan asam cuka (*vinegar*) dari kayu yang diperoleh dengan cara mengkondensasikan asap pembakaran kayu. Pada proses kondensasi tersebut *vinegar* kayu dipisahkan dari ter. Senyawa tersebut telah mengalami kondensasi sehingga mencair yang terdiri dari kelompok fenol,



kelompok karbonil dan kelompok asam. Secara simultan mempunyai aktifitas antioksidan dan antimikroba yang berperan penting dalam membentuk citrasa yang spesifik (Girard, 1992). Menurut Pszczola (1995), senyawa penyusun asap cair secara umum adalah sebagai berikut :

**Tabel 7. Senyawa Penyusun Asap Cair Secara Umum**

Senyawa	Prosentase
Air	11 – 92 %
Fenol	0,2 – 2,9 %
Asam-Asam	2,8 – 9,5 %
Karbonil	2,6 – 4,6 %
Tar	1,0 – 17,0 %

Sedangkan, menurut Adawiyah (2011), komposisi kimia asap kayu adalah sebagai berikut :

**Tabel 8. Komposisi Kimia Asap Kayu**

Komposisi Kimia	Kandungan mg/m <sup>3</sup>
Formaldehid	30-50
Aldehid (termasuk furfura)	180-230
Keton termasuk aseton	190-200
Asam Formiat	115-160
Asam asetat dan asam lainnya	600
Metil alkohol	-
Tar	1.295
Fenol	25-40

### 2.4.3 Proses Pembuatan Asap Cair

#### - Pirolisis

Pirolisis berasal dari dua kata yaitu pyro yang berarti panas dan lysis berarti penguraian atau degradasi, sehingga pirolisis berarti penguraian biomassa karena panas pada suhu lebih dari 150°C (Kamaruddin *et al.*, 1999). Menurutnya dalam pirolisis terdapat dua tingkatan proses, yaitu primer dan pirolisis sekunder.

Pirolisis primer adalah pirolisis yang terjadi pada bahan baku dan berlangsung pada suhu kurang dari 600°C, hasil penguraian yang utama adalah

karbon (arang). Pirolisis primer dibedakan atas pirolisis primer lambat dan cepat.

Pirolisis primer lambat terjadi pada proses pembuatan arang. Pada laju pemanasan

lambat (suhu 150°C - 300 °C) reaksi utama yang terjadi adalah dehidrasi (kehilangan kandungan air), dan hasil reaksi keseluruhan adalah karbon padatan

(C=arang), air (H<sub>2</sub>O), karbon monosikda (CO) dan karbondioksida (CO<sub>2</sub>). Pirolisis

primer cepat terjadi pada suhu lebih dari 300°C dan menghasilkan gas, karbon padatan (arang) dan uap (Kamaruddin *et al.* 1999). Secara umum reaksi tersebut

sebagai berikut :

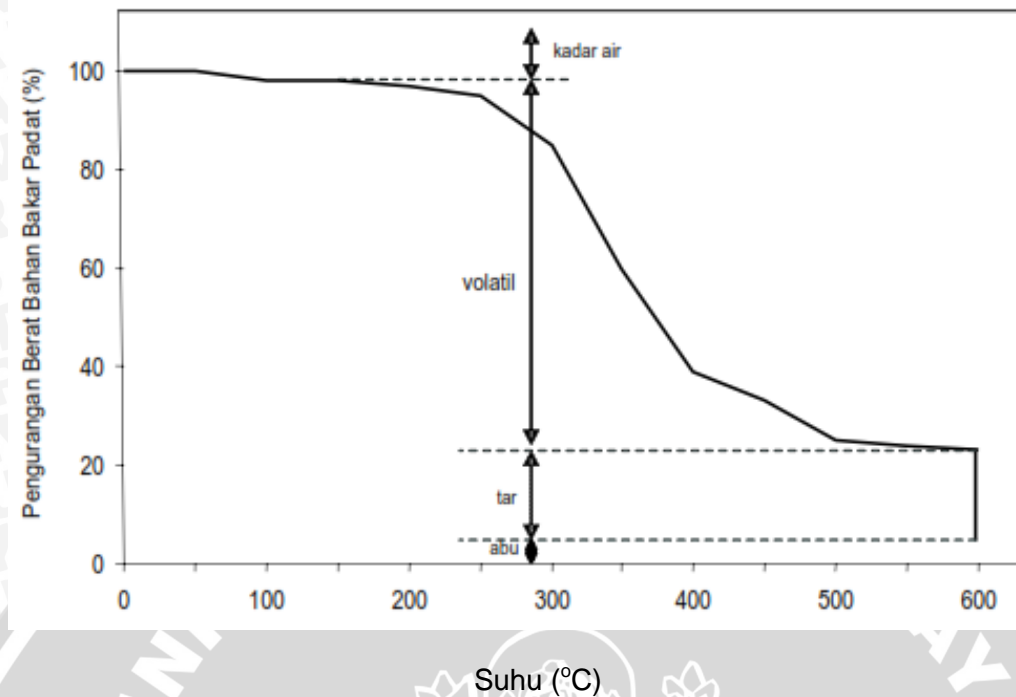
Biomassa = uap + gas + arang + air

(100 g) (50-70 g) (4-10 g) (10-20 g) (13-25 g)

Pirolisis sekunder yaitu pirolisis yang terjadi atas partikel dan gas/uap hasil pirolisis primer dan berlangsung diatas suhu 600°C. Hasil pirolisis pada suhu ini

adalah karbonmonosikda (CO), hidrogen (H<sub>2</sub>), dan hidrokarbon. Sedangkan tar (*secondary pyrolysis tar* = SPT) sekitar 1-6 % (Kamaruddin *et al.* 1999). Secara

umum berlangsungnya pirolisis primer biomassa ditampilkan pada Gambar 3.



**Gambar 2. Diagram penguraian bahan bakar padat karena pirolisis (Kamaruddin *et al.*, 1999)**

Menurut Girard (1992), pirolisis kayu merupakan reaksi pembakaran tidak sempurna yang meliputi reaksi-reaksi dekomposisi dari polimer organik menjadi senyawa organik dengan berat molekul rendah, reaksi oksidasi dan kondensasi. Reaksi-reaksi yang terjadi selama proses pirolisis kayu adalah penghilangan air dari kayu pada suhu 120-150°C (Girard, 1992); 100-150°C (Zaitsev *et al.* 1969), pirolisis hemiselulosa pada suhu 200-250 °C, pirolisis selulosa pada suhu 280-320°C dan pirolisis lignin mulai terjadi pada suhu 400 °C.

Sebelumnya Panshin (1950) dalam Kamaruddin *et al.* (1999) telah menyatakan bahwa pada proses pirolisis dihasilkan bermacam-macam produk yang secara umum digolongkan menjadi tiga macam, yaitu : **(1)** Gas-gas yang tak terembunkan. Gas-gas yang dikeluarkan pada proses karbonisasi ini sebagian besar berupa gas CO<sub>2</sub> dan sebagian berupa yang mudah terbakar seperti CO, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub> dan hidrokarbon tingkat rendah lainnya. Komposisi rata-rata



dari total gas yang dihasilkan pada proses pirolisis kayu disajikan pada Tabel 8, (2) Destilat berupa asap cair dan tar. Komposisi kimianya terdiri dari metanol, asam asetat, fenol, metil asetat, asam format dan lain-lain. (3) Residu berupa arang (karbon). Arang yang berupa padatan hitam terutama terdiri atas karbon. Pada suhu tinggi, kandungan karbon naik karena dehidrasi lebih sempurna dan penghilangan produk-produk yang mudah menguap.

**Tabel 9. Komposisi rata-rata gas pada proses pirolisis kayu**

Komposisi	Kadar (%)
Karbondioksida	50,74
Karbonmonoksida	27,88
Metana	11,36
Hidrogen	4,21
Etana	3,09
Hidrokarbon tak jenuh	2,71

Pirolisis selulosa berlangsung dalam dua tahap. Tahap pertama adalah reaksi hidrolisis asam diikuti oleh dehidrasi menghasilkan glukosa. Tahap kedua merupakan reaksi yang menghasilkan asam asetat dan homolognya serta air dan sejumlah kecil furan dan fenol (Gilbert dan Knowles, 1975 *dalam* Fatimah, 1998). Menurut Tillman (1981) *dalam* Tahir (1992), reaksi degradasi termal selulosa dimulai dengan putusannya ikatan glikosida menjadi unit-unit monosakarida, dilanjutkan reaksi peruraian monosakarida menjadi gas-gas dan reaksi kondensasi yang menghasilkan arang.

Hemiselulosa tersusun dari pentosan (silan dan araban) dan heksosan (mannan dan galaktosan). Pirolisis pentosan menghasilkan furfural, furan dan derivatnya serta satu seri panjang asam-asam karboksilat. Pirolisis heksosan terutama menghasilkan asam asetat dan homolognya.

Senyawa-senyawa yang diperoleh dari pirolisis lignin berperan penting dalam memberikan aroma asap produk asapan. Senyawa-senyawa tersebut adalah fenol-fenol dan eter-eter fenol, seperti : guaiakol (2-metoksi fenol), siringol

(2,6-dimetoksi fenol), homolog-homolog serta turunannya (Girard, 1992). Ditambahkan bahwa struktur kimia lignin dari kayu lunak berbeda dengan struktur kimia lignin dari kayu keras. Perbedaan struktur tersebut terletak pada substituen metoksi pada cincin. aromatik, sehingga menyebabkan perbedaan hasil pirolisisnya. Pada kayu keras, pirolisis lignin akan menghasilkan siringol dan turunannya sebagai produk utama, sedangkan pada kayu lunak, pirolisis akan menghasilkan guaiakol dan turunannya (Fatimah, 1998).

#### - Pendinginan

Pendinginan pada dasarnya merupakan usaha untuk melepaskan panas dari suatu bahan ke lingkungan yang bersuhu lebih rendah, tetapi kadang-kadang pada proses tertentu dapat melepaskan panasnya pada suhu yang lebih tinggi. Pendinginan juga berarti menurunkan suhu bahan sesuai dengan kebutuhan sehingga kandungan air dalam bahan tidak perlu sampai membeku (Helhman dan Singh, 1981).

Proses pendinginan suatu bahan dapat dilakukan dengan mendekati pada suatu fluida yang lebih dingin dari bahan itu sendiri. Menurut Kamaruddin (1999), fluida yang lebih dingin (refrigeran) dapat disirkulasikan dengan cara yang memungkinkan untuk memindahkan panas yang diambil dari bahan yang akan didinginkan. Ditambahkan bahwa proses pemindahan panas dapat terjadi secara konveksi, konduksi dan radiasi. Konveksi adalah proses pindah panas yang dihubungkan dengan pergerakan fluida. Apabila pergerakan fluida terjadi karena adanya gaya gerak dari luar disebut konveksi paksa, sedangkan jika pergerakan fluida terjadi karena perbedaan massa jenis yang menyebabkan terjadinya perbedaan suhu dinamakan konveksi bebas.

Konduksi adalah pertukaran energi melalui kontak langsung antar molekul zat yang berbeda suhu. Radiasi adalah pindah panas melalui gelombang



elektromagnetik yang dipancarkan oleh getaran atom pada permukaan suatu bahan.

#### - **Unit Alat Pendingin Dan Kondensor**

Semua sistem pendinginan melakukan pertukaran kalor dengan cara melepaskan kalor ke udara, tetapi ada juga dengan cara lain yaitu dengan melepaskan kalor ke udara melalui kontak langsung dengan air (Lee dan Sears, 1959 dalam Firmansyah, 2004). Ditambahkan bahwa berdasarkan zat pendingin yang dipakai, dapat dibedakan menjadi dua, yaitu : **(1)** Alat pendingin dengan udara. Udara sebagai zat pendingin dialirkan ke dalam pendingin dengan bantuan kipas angin. Pendingin udara mempunyai komponen utama pipa bersirip yang berliku-liku. Udara mengalir melalui bagian dalam pipa sedangkan pendingin mengalir di luarnya. Kebanyakan pendingin jenis ini dilengkapi dengan kipas angin, **(2)** Alat pendingin dengan air. Air sebagai zat pendingin dipompakan ke dalam pendingin. Biasanya air ini setelah keluar dari alat pendingin dilairkan lagi ke pendingin. Jika tersedia air yang banyak, air yang keluar dari alat pendingin langsung dibuang. Alat pendingin dengan air umumnya berbentuk suatu tabung silindris dengan jajaran pipa-pipa yang terpasang di dalamnya.

Kondensor berfungsi sebagai tempat kondensasi refrigeran pada saat proses desorpsi, yaitu untuk membuang kalor dan mengubah wujud bahan pendingin dari gas menjadi cair (Helhman dan Singh, 1981). Kondensor merupakan alat untuk membuat kondensasi dengan suhu dan tekanan tinggi. Kondensor didinginkan dengan udara dingin dari air yang dipompakan dan disirkulasikan dalam tabung pada suhu ruang sewaktu bahan pendingin berbentuk gas dengan suhu dan tekanan yang tinggi mengalir dalam pipa sepanjang kondensor. Gas tersebut dari luar didinginkan oleh udara dingin sehingga suhunya turun. Setelah suhunya mencapai suhu kondensasi kemudian terjadi proses pengembunan. Wujudnya sedikit demi sedikit berubah menjadi cair



tetapi tekanannya masih tetap tinggi. Waktu bahan pendingin keluar dari bagian bawah kondensor wujudnya telah seluruhnya berubah menjadi cairan.

#### 2.4.4 Komposisi Asap Cair

Asap diperoleh melalui pembakaran kayu yang banyak mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin. Umumnya kayu mengandung selulosa 40-60% (Zaitsev *et al.* 1969), hemiselulosa 20-35% dan lignin 20-35% (Rojum, 1999). Pembakaran kayu keras yang mengandung selulosa dan lignin akan menghasilkan senyawa-senyawa kimia yang dapat menghambat aktivitas bakteri (bakteriostatik) seperti formaldehida, aetaldehida, asam-asam karboksilat (asam formiat, asetat dan butirrat), fenol, kresol, alkohol-alkohol primer dan sekunder, keton (Winarno *et al.* 1980).

Menurut Maga (1988) pirolisis hemiselulosa akan mengalami dekomposisi menjadi furan dan turunannya selama pembakaran kayu. Pirolisis selulosa akan menghasilkan tar, levoglukosan, 1.6 anhidro- $\beta$ -D-glukofuranon dan material yang mudah mengalami hidrolisis, dan pirolisis lignin akan menghasilkan guaiakol, 4 metilguaiakol, 4-etilguaiakol dan asetovanilon.

Girard (1992) menyatakan pirolisis selulosa akan membentuk golongan furan dan fenol sedangkan pirolisis lignin akan menghasilkan metil ester pirogalol dan tar yang merupakan campuran dari senyawa-senyawa guaiakol, kresol dan fenol. Berdasarkan hasil penelitian Pettet dan Lane tahun 1940 diketahui senyawa kimia yang terdapat dalam asap kayu jumlahnya lebih dari 1000 macam. 300 diantaranya dapat diisolasi dan yang sudah berhasil di deteksi antara lain : fenol (85 macam diidentifikasi dalam kondensat dan 20 macam dalam asap), karbonil, keton dan aldehyd (45 macam dalam kondensat), asam 35 macam, furan 11 macam, Alkohol dan ester 15 macam, lakton 13 macam, hidrokarbon alifatik (1 macam dalam kondensat dan 20 macam dalam produk asap), Hidrokarbon polisiklik aromatik (47 macam).

Daun (1979) menyatakan senyawa kimia yang dapat diidentifikasi dari hasil pengasapan jumlahnya lebih dari 200 jenis. Secara umum senyawa yang ada pada asap kayu adalah karbonil, asam organik, fenol, basa organik, alkohol, hidrokarbon aromatik dan gas-gas seperti CO<sub>2</sub>, CO, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> dan N<sub>2</sub>O. Zaitsev *et al.* (1969) menyatakan bahwa komposisi kimia asap kayu seperti terlihat pada Tabel 6. Komponen asap tersebut berfungsi sebagai bahan bakterisidal, antioksidan serta pembentuk flavor asap dan warna.

## 2.5 Masa Simpan

Asap Cair berpotensi untuk memperpanjang masa simpan dengan cara menghambat aktivitas bakteri patogen dan pembusuk. Senyawa yang mampu menghambat aktivitas bakteri adalah senyawa fenol dan asam, dimana senyawa fenol menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara memperpanjang fase lag dalam produk, akan tetapi tidak pada fase eksponensial dimana akan tetap berlangsung tanpa adanya perubahan terkecuali dengan adanya konsentrasi fenol yang tinggi. Senyawa asam memiliki keefektifan dalam menghambat pertumbuhan bakteri lebih baik daripada fenol. Sehingga apabila kedua senyawa ini digabungkan akan memiliki keefektifan dalam menghambat pertumbuhan lebih baik (Darmaji, 2009).

## 2.6 TPC (*Total Plate Count*)

Penyebaran mikroorganisme yang tumbuh pada bahan hasil perikanan dan hasil olahannya, pada umumnya terdiri dari bakteri, jamur/kapang dan disamping itu terdapat juga binatang bersel satu. Pertumbuhan mikroorganisme dalam bahan (makanan), akan menyebabkan perubahan-perubahan tertentu yaitu : perubahan yang bersifat fisik dan kimia, sebagai contoh yaitu: tekstur bahan menjadi lunak, timbul gas atau aroma tertentu dan zat racun yang



membahayakan. Jumlah penyebaran mikroorganisme pada bahan (makanan) yang sedang mengalami pembusukan sangat bervariasi jumlahnya dan tidak sama jenisnya serta tergantung pada: varietas, habitat, susunan kimia, cara penanganan, suhu penyimpanan dan masih banyak faktor lainnya.

Pertumbuhan mikroorganisme yang membentuk koloni dapat dianggap bahwa setiap koloni yang tumbuh berasal dari satu sel, maka dengan menghitung jumlah koloni dapat diketahui penyebaran bakteri yang ada pada bahan pangan. Jumlah mikroba pada suatu bahan dapat dihitung dengan berbagai macam cara, tergantung pada bahan dan jenis mikrobanya.

Ada 2 macam cara perhitungan jumlah mikroba atau bakteri, yaitu perhitungan secara langsung dan tidak langsung (Sudrajat, 2010). Perhitungan jumlah mikroba secara langsung yaitu jumlah mikroba dihitung secara keseluruhan, baik yang mati atau yang hidup, sedangkan perhitungan jumlah mikroba secara tidak langsung yaitu jumlah mikroba dihitung secara keseluruhan baik yang mati atau yang hidup, ini tergantung cara-cara yang digunakan. Untuk menentukan jumlah mikroba yang hidup dapat dilakukan setelah larutan bahan mikroba diencerkan dengan factor pengenceran tertentu dan ditumbuhkan dalam media dengan cara-cara tertentu tergantung dari macam dan sifat-sifat mikroba.

Menurut Fardiaz (1992), prinsip kerja TPC adalah perhitungan jumlah koloni bakteri yang ada didalam sampel dengan pengenceran sesuai keperluan dan dilakukan secara duplo. Seluruh perlakuan dilakukan secara aseptik untuk mencegah kontaminasi yang tidak diinginkan dan pengamatan secara duplo dapat meningkatkan ketelitian. Jumlah koloni bakteri yang dapat dihitung adalah cawan petri yang mempunyai koloni bakteri antara 30-300.



## 2.7 Total Jamur

Pada SNI ikan asap belum terdapat standarisasi mengenai keberadaan jamur. Jamur atau kapang adalah kelompok mikroba yang tergolong dalam fungi multiseluler yang membentuk filamen (*miselium*) dan pertumbuhannya pada makanan mudah dilihat karena penampakannya yang berserabut dan seperti kapas (Fardiaz,1992).

Pertumbuhan jamur (*spread plate*) panaskan pinggiran mulut tabung reaksi yang berisi pengenceran. Diambil secara aseptis dengan menggunakan pipet. Panaskan mulut cawan, dan teteskan sampel tengah cawan sebanyak tiga cawan untuk masing-masing sampel. Ratakan secara aseptis dengan menggunakan *spreader*, inkubasi 4-5 hari dan dilakukan pengamatan, hitung jumlah koloni pada masing-masing plate (Soldera.et.al.,2008).

## 2.8 $a_w$ (Activity Water)

Kadar air suatu bahan pangan menunjukkan sejumlah molekul air bebas yang terdapat dalam bahan pangan, sedangkan aktivitas air ( $a_w$ ) menunjukkan derajat ketersediaan air untuk dimanfaatkan oleh aktifitas mikroorganisme. Berkurangnya kadar air pada bahan pangan menyebabkan berkurangnya pula nilai  $a_w$  sehingga bahan pangan akan lebih awet karena air yang tersedia untuk pertumbuhan mikroba berkurang (Sanger, 2010).

Pengukuran aktivitas air sangat bermanfaat untuk mengetahui mikroorganisme yang berpotensi meruknya bahan pangan. Pada umumnya, bahan pangan segar mempunyai kandungan  $a_w$  diatas 0,99 (Pullman, 2003). Nilai aktivitas air ( $a_w$ ) menjadi salah satu parameter dalam analisis stabilitas bahan pangan (Lupin,1986).

Menurut Purnomo dan Adiono (1987), garam juga dapat berpengaruh terhadap aktivitas air ( $a_w$ ) dari bahan pangan. Konsentrasi garam yang tinggi akan mempengaruhi nilai aktivitas air ( $a_w$ ).



### 3. Bahan dan Metode Penelitian

#### 3.1 Materi Penelitian

##### 3.1.1 Bahan Penelitian

Bahan baku utama yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) yang diperoleh dari nelayan di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Sendang Biru, Kota Malang, asap cair redistilasi dari sekam padi dan bambu diperoleh dari Laboratorium Kimia Politeknik Negeri Malang. Bahan untuk membuat ikan asap terdiri dari garam dapur dan air. Bahan yang dibutuhkan untuk uji mikrobiologi (TPC dan total jamur) serta  $a_w$  adalah sampel ikan cakalang asap, aquades, PCA (*Plate Count Agar*), PDA (*Potatoes Dextrose Agar*), Na fis, plastik, koran, benang woll, alkohol 70%, dan tissue.

##### 3.1.2 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi alat untuk membuat ikan asap yang meliputi oven, baskom, pisau, talenan, loyang, timbangan digital, dan *stopwatch*. Alat yang digunakan dalam uji mikrobiologi (TPC dan total jamur) serta  $a_w$  meliputi oven, autoklaf, mortar dan alu, vortex, timbangan digital, pipet tetes, pipet volume, bola hisap, beaker glass, tabung reaksi, rak tabung reaksi, cawan petri, inkubator, spatula dan *colony counter* bunsen, washing bottle

#### 3.2 Metode Penelitian

##### 3.2.1 Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksploratif, dengan mencoba uji daya mikrobiologi TPC, total jamur dan  $a_w$  dalam ikan cakalang asap berdasarkan lama penyimpanan dan beda jenis asap cair.



Ditinjau dari tujuannya, penelitian eksploratif bersifat menjelajah yang artinya penelitian yang dilakukan tentang suatu gejala masih sangat kurang atau tidak ada sama sekali apabila dalam pengetahuan. Penelitian eksploratif sering sekali berupa studi kasus dari suatu kelompok tertentu, yang masih kurang diketahui oleh orang atau yang masih kurang familiaritasnya (Yumei dan Yulia, 2009). Menurut Singarimbun dan Effendi (1989), metode eksploratif bertujuan untuk mengetahui suatu gejala, sehingga setelah melalui tahap observasi dan masalah serta hipotesisnya dapat dirumuskan. Dalam penelitian eksploratif pengetahuan tentang gejala yang akan diteliti masih sangat terbatas dan merupakan langkah pertama bagi penelitian yang mendalam

### 3.2.2 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk menentukan konsentrasi terbaik dari masing-masing asap cair yang akan digunakan pada penelitian utama. Konsentrasi terbaik masing-masing asap cair akan dijadikan acuan dalam penelitian utama. Konsentrasi asap cair terbaik pada penelitian pendahuluan ini ditentukan melalui uji kadar Fenol, hasil tertinggi yang didapatkan pada setiap jenis asap cair merupakan acuan dalam penelitian utama.

Penelitian pendahuluan digunakan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) sederhana dengan 2 faktor. Perlakuan percobaan pada penelitian ini meliputi perlakuan jenis asap cair (A) dan perlakuan konsentrasi asap cair (B). Dalam perlakuan jenis asap cair (A), terdapat dua jenis asap cair yakni asap cair sekam padi dan asap cair bambu.

A1 = Asap Cair Sekam Padi

A2 = Asap Cair Bambu

Sedangkan untuk perlakuan konsentrasi asap cair (B) terdapat beberapa perlakuan yakni :

B1 = 2%

$$B2 = 4\%$$

$$B3 = 6\%$$

Untuk konsentari garam yang digunakan adalah 3% dari berat ikan. K sebagai kontrol yakni ikan cakalang segar yang tanpa diberi perlakuan.

**Tabel 10. Proporsi Penentuan Konsentrasi Terbaik Berdasarkan Perbedaan Jenis Asap Cair**

Jenis Asap	Perlakuan		Ulangan		
	Konsentrasi	I	II	III	
K	0%	K	K'	K''	
	B <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> '	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> ''	
	B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> '	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> ''	
A <sub>1</sub>	B <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> '	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> ''	
	B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> '	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> ''	
	B <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> '	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> ''	
A <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> '	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> ''	

Perhitungan ulangan diperoleh dengan cara sebagai berikut :

$$(p-1) (l-1) \geq 21$$

$$(9-1) (l-1) \geq 21$$

$$9 (l-1) \geq 21$$

$$8l - 8 \geq 21$$

$$8l \geq 29$$

$$l \geq \frac{29}{8}$$

$$n \geq 3,5$$

Sehingga ulangan yang dilakukan dalam penelitian ini sebanyak tiga kali ulangan.

A1B1 = Asap cair sekam padi, konsentrasi 2%

A1B2 = Asap cair sekam padi, konsentrasi 4%

A1B3 = Asap cair sekam padi, konsentrasi 6%

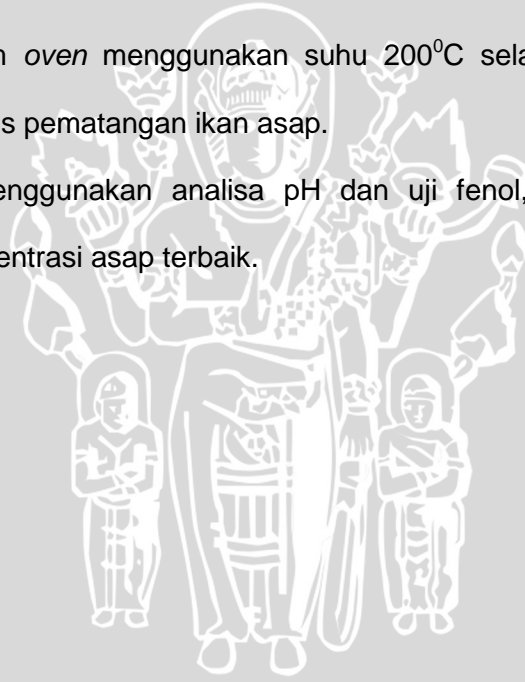
A2B1 = Asap cair bambu, konsentrasi 2%

A2B2 = Asap cair bambu, konsentrasi 4%

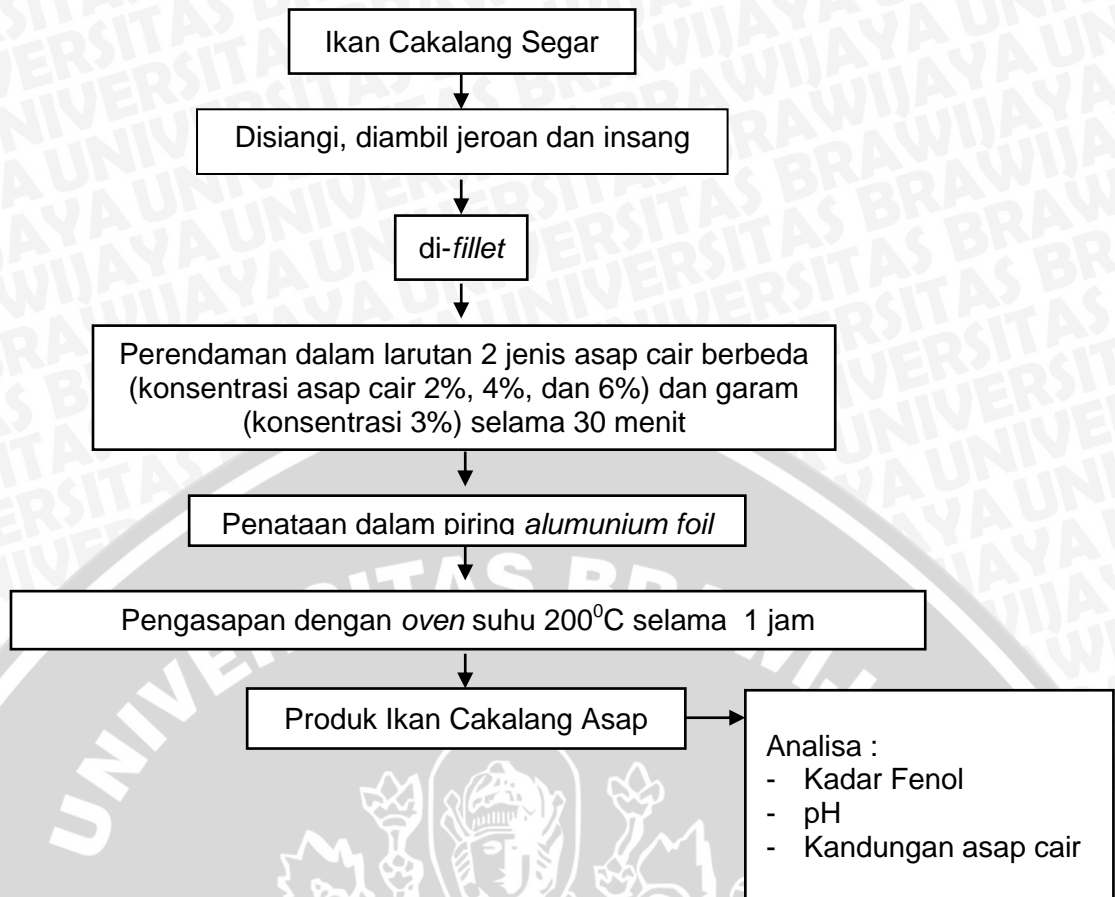
A2B3 = Asap cair bambu, konsentrasi 6%

### Tahap Pendahuluan : Penentuan Konsentrasi Masing-Masing Asap Cair

1. Ikan cakalang segar disiangi dan dicuci untuk menghilangkan kotoran sumber mikroorganisme seperti pada insang, isi perut dan permukaan ikan.
2. Ikan dilakukan pembentukan fillet dengan tujuan untuk mempermudah proses pengasapan ikan dengan ketebalan ikan yang merata.
3. Perendaman dalam larutan asap cair dengan konsentrasi 2%, 4%, dan 6% dengan garam dengan konsentrasi 3% selama 30 menit. Perlakuan ini bertujuan sebagai pengawet alami sekaligus menambah cita rasa ikan asap.
4. Penataan dalam piring *aluminium foil* untuk mempermudah proses pematangan ikan asap dalam *oven*.
5. Pengasapan di dalam *oven* menggunakan suhu 200°C selama 1 jam, untuk memaksimalkan proses pematangan ikan asap.
6. Pengujian produk menggunakan analisa pH dan uji fenol, yang digunakan sebagai penentu konsentrasi asap terbaik.







**Gambar 3. Alur Proses Penelitian Pendahuluan**

- Pembuatan Kurva Standart Asam Galat

Pada proses pembuatan kurva standar asam galat, pertama-tama dilakukan penimbangan asam galat sebanyak 0.01 gram dan kemudian dilarutkan dengan menggunakan aquades hingga volume mencapai 100 ml, dengan ini didapatkan konsentrasi asam galat 100 ppm. Dari larutan 100 ppm asam galat diambil sebanyak konsentrasi asam galat 100 ppm. Dari larutan 100 ppm asam galat diambil sebanyak 0.1 ml; 0,2 ml; 0,3 ml; 0,4ml dan 0,5 ml dan masing-masing dimasukkan kedalam tabung reaksi dan kemudian ditambahkan kedalam tabung reaksi dan kemudian ditambahkan aquades untuk larutan yang belum mencapai volume 0,5 ml, sehingga secara berurutan ditambahkan aquades sebanyak 0,4 ml; 0,3 ml ml; 0,2 ml; 0,1 ml dan 0 ml. larutan ini didiamkan selama 5 menit, lalu dihomogenkan dengan menggunakan vortex mixer. Setelah homogeny lalu ditambahkan 2 ml  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  15% (15 gram  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

dilarutkan dalam 100 ml aquades) kedalam masing-masing larutan dan ditambahkan kembali aquades sebanyak 2,2 ml dan kemudian dilakukan inkubasi pada suhu ruang selama 2 jam. Keseluruhan konsentrasi asam galat kemudian diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer uv-vis dengan panjang gelombang 350 nm.

### 3.3 Prosedur Penelitian

#### 3.3.1 Preparasi Sampel

Preparasi bahan baku sampel segar ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) bertujuan untuk membersihkan sampel, menghilangkan jeroan dan memfillet daging ikan. Pembersihan dilakukan dengan mencuci sampel air bersih yang mengalir. Setelah itu ikan dibelah untuk menghilangkan jeroan ikan, kemudian daging ikan dipisahkan dengan tulangnya dengan cara difillet.

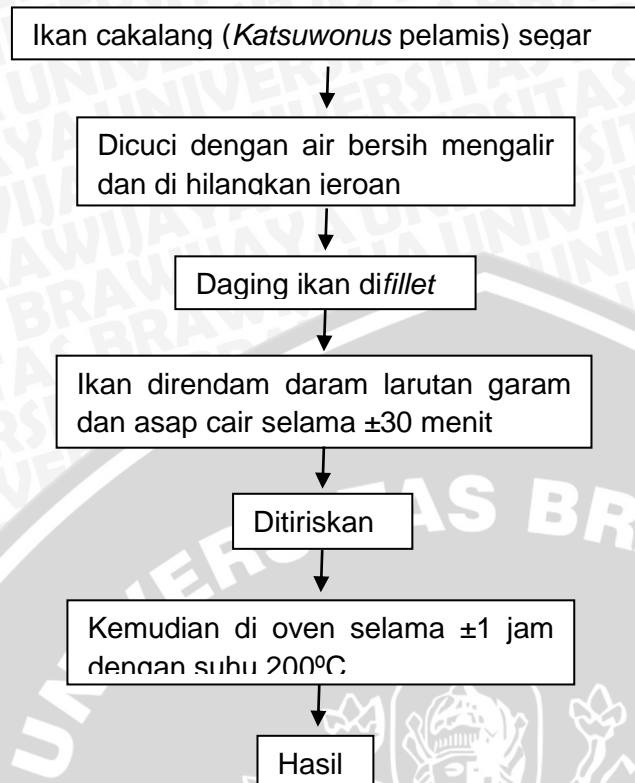
Selanjutnya ikan ditimbang dengan menggunakan timbangan digital, untuk mengetahui jumlah garam yang akan digunakan adalah 30% dari berat ikan. Setelah itu ikan dimasukkan kedalam baskom yang berisi 1000 ml air dengan garam sesuai berat ikan dan ditambahkan asap cair dengan jenis yang berbeda. Asap cair yang digunakan adalah 6% dari volume air. Kemudian direndam selama  $\pm 30$  menit, lalu ditiriskan  $\pm 5$  menit sebelum dimasukkan kedalam oven dengan suhu  $200^{\circ}\text{C}$  selama  $\pm 1$  jam.

K = ikan kontrol (ikan segar tanpa pemberian asap cair)

A = menggunakan asap cair bambu

B = menggunakan asap cair sekam padi

A+B = menggunakan asap cair bambu + sekam padi



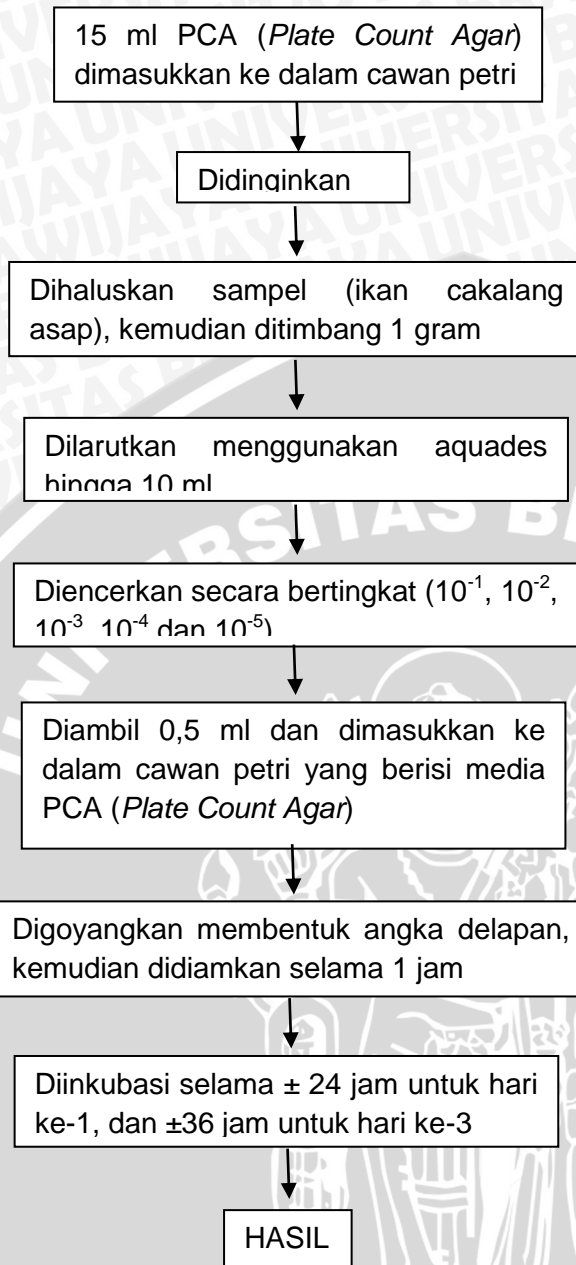
**Gambar 4. Alur Pembuatan Ikan Asap**

### 3.3.2 Uji Mikrobiologi pada Ikan Cakalang Asap

#### 3.3.2.1 Pengujian TPC (*Total Plate Count*)

Sebanyak 15 ml PCA (*Plate Count Agar*) dimasukkan ke dalam cawan petri, yang sebelumnya sudah disterilisasi menggunakan autoklaf dan didinginkan. Sampel ikan cakalang asap ditimbang sebanyak 1 gram dihaluskan dan dilarutkan dengan aquades hingga volumenya menjadi 10 ml. Kemudian dihomogenkan dengan menggunakan *vortex mixer*. Sampel diencerkan dengan pengenceran bertingkat ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$  dan  $10^{-5}$ ). Sebanyak 0,5 ml dari masing-masing pengenceran dimasukkan ke dalam cawan petri yang telah berisi media PCA (*Plate Count Agar*) dan diratakan dengan menggoyangkan cawan petri membentuk angka delapan. Kemudian sampel didiamkan selama 1 jam, lalu di inkubasi selama  $\pm 2$  jam untuk hari ke-1 dan selama  $\pm 48$  jam untuk hari ke-3 pada suhu  $35^{\circ}\text{C}$ . Jumlah koloni dihitung dengan *colony counter*.





**Gambar 5. Uji TPC (*Total Plate Count*)**

### 3.3.2.2 Pengujian Total Jamur

Pertumbuhan jamur (*spread plate*) panaskan pinggiran mulut tabung reaksi yang berisi pengenceran. Diambil secara aseptis dengan menggunakan pipet. Panaskan mulut cawan, dan teteskan sampel tengah cawan sebanyak tiga cawan untuk masing-masing sampel. Ratakan secara aseptis dengan

menggunakan *spreader*, inkubasi 4-5 hari dan dilakukan pengamatan, hitung jumlah koloni pada masing-masing plate (Soldera.et.al.,2008).

### 3.3.2.3 Pengujian $a_w$ (*Activity Water*) (Syarief dan Halid, 1993)

$a_w$  meter sebelum digunakan dilakukan kalibrasi terlebih dahulu menggunakan larutan berium klorida ( $BaCl_2$ ). Larutan dibiarkan selama 3 menit hingga jarum skala pada  $a_w$  meter menunjukkan 0,9. Nilai 0,9 didapatkan karena larutan  $BaCl_2$  memiliki kelembaban garam jenuh sebesar 90%. Selanjutnya pengukuran aktivitas air dilakukan dengan cara memasukkan sampel ke dalam  $a_w$  meter sampai menutupi permukaan. Kemudian ditutup dan dibiarkan selama 3 menit. Setelah itu, pembacaan dapat dilakukan.



## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

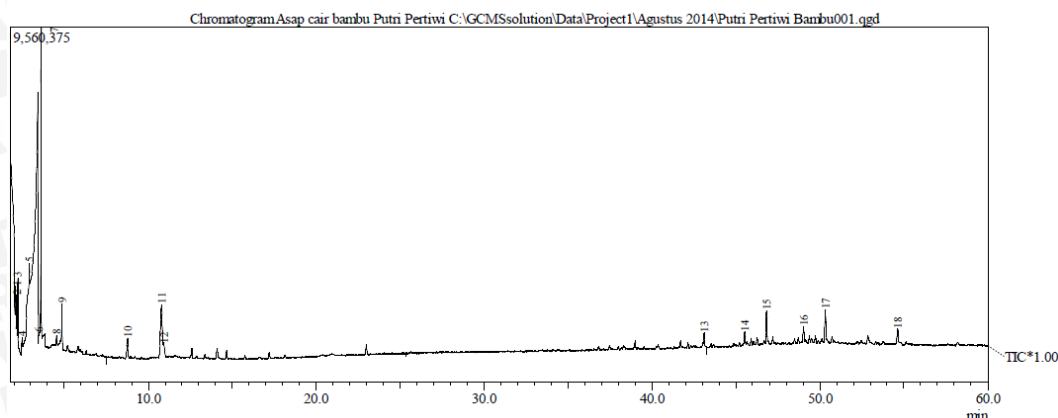
Dalam bab ini akan disampaikan hasil penelitian dan pembahasan tentang penggunaan asap cair bambu dan sekam padi dalam lama simpan ikan cakalang asap serta komponen asap cair menggunakan GC-MS. Proses pembuatan ikan cakalang asap dilakukan dengan cara merendam ikan cakalang ke dalam larutan garam yang dicampur dengan asap cair bambu dan sekam padi sesuai perlakuan. Ikan cakalang yang telah direndam kemudian di oven dengan suhu 200°C selama 1 jam. Selanjutnya ikan cakalang asap dianalisis lama penyimpanan yang baik dari kedua macam asap, dengan menggunakan uji mikrobiologi (TPC dan total jamur) serta  $a_w$  dari ikan cakalang asap tersebut. Analisis tersebut dilakukan untuk mengetahui pengaruh asap cair yang berbeda dan lama penyimpanan ikan cakalang asap terhadap uji mikrobiologi (TPC dan total jamur) serta  $a_w$ .

### 4.1 Komponen Asap Cair Menggunakan GC-MS

#### 4.1.1 Komponen Asap Cair Bambu Menggunakan GCMS

Komponen asap cair bambu diidentifikasi dengan menggunakan GC-MS dengan tujuan untuk mengetahui komposisi dari bahan. Prosedur analisa komponen asap cair dengan menggunakan GC-MS dapat dilihat pada lampiran. Jumlah puncak dari kromatogram. Kromatogram dari asap cair bambu disajikan pada Gambar 6, sedangkan untuk hasil *Mass Spectrum* (MS) untuk senyawa dominan yang terkandung dalam asap cair bambu disajikan pada Gambar 7 dan Gambar 8.

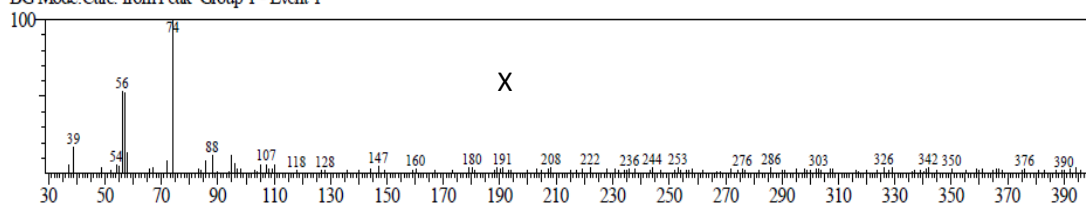




Gambar 6. Kromatogram GC-MS Asap Cair Bambu

<< Target >>

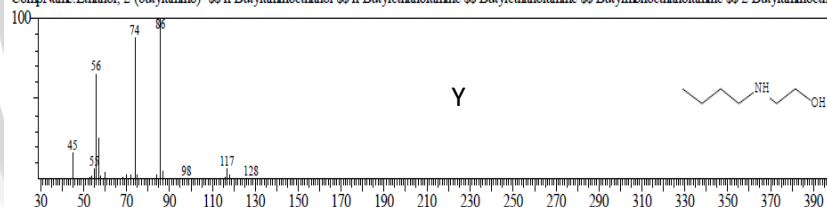
Line#:6 R Time:3.483(Scan#:203) MassPeaks:130  
 RawMode:Averaged 3.475-3.492(202-204) BasePeak:74.10(1780)  
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



Hit#:2 Entry:3424 Library:NIST62.LIB

SE62 Formula:C6H15NO CAS:111-75-1 MolWeight:117 RetIndex:0

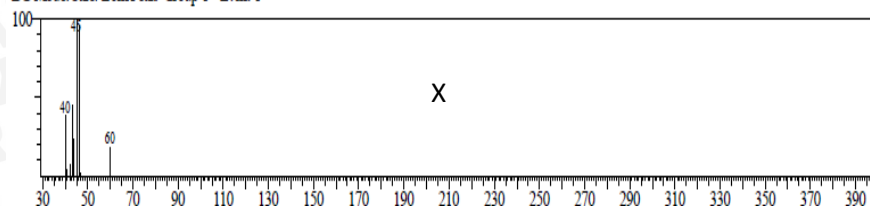
CompName: Ethanol, 2-(butylamino)- \$n\$-Butylaminoethanol \$n\$-Butylethanolamine \$n\$-Butylethanolamine \$n\$-Butylaminoethanol \$n\$-Butylaminoethanol \$n\$-Butylethanolamine \$n\$-Butyl monoethanolamine



Gambar 7. Mass Spectrum Ethanol (Peak 6) sebagai senyawa dominan dalam asap cair bambu (X= Sampel , Y= library)

&lt;&lt; Target &gt;&gt;

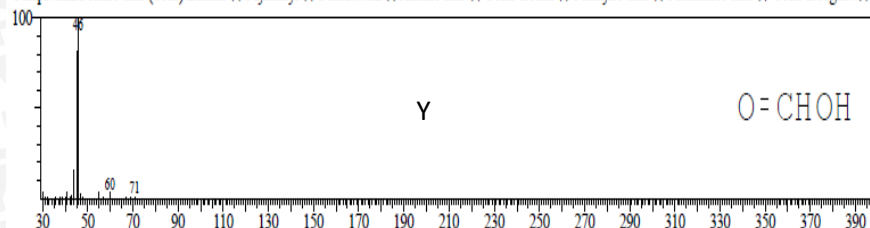
Line#:5 R.Time:2.908(Scan#:134) MassPeaks:9  
 RawMode:Averaged 2.900-2.917(133-135) BasePeak:45.05(114745)  
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



Hi#:1 Entry:219 Library:WILEY229.LIB

SE:87 Formula:C H2 O2 CAS:64-18-6 MolWeight:46 RetIndex:0

CompName:Formic acid (CAS) Biorin Mymicyl Fomisotot Amino acid Collo-Didax Formylic acid Methanoic acid Collo-Bueglatt Hydrogen carboxylic acid Formira Add-F



**Gambar 8. Mass Spectrum Formic Acid (Peak 5) sebagai senyawa dominan dalam asap cair bambu (X= Sampel , Y= library)**

Pada hasil kromatogram asap cair bambu terdeteksi 18 *peak*. Identifikasi senyawa dari masing masing *peak* tersebut dilakukan dengan cara membandingkan antara spectrum dari sampel dengan spectrum pada *library*. Satu *peak* senyawa pada library muncul 5 kemungkinan dari senyawa tersebut. Urutan dari pertama hingga kelima menunjukkan urutan pertama yang paling mendekati dari senyawa yang dicari. Senyawa hasil identifikasi dalam asap cair bambu disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Identifikasi Senyawa Asap Cair Bambu

No.	Waktu Restensi	Nama Senyawa	Berat Molekul	Presentase Area
1.	2.910	Asam <i>Formic Acid</i>	46	13.36%
2	3.483 10.791	Alkohol <i>Ethanol (peak 6)</i> <i>Phenol (peak 11)</i>	117 94	52.69% 6.30%
3	3.616	Keton <i>2-propanone, 1-hydroxy (peak 7)</i>	74	9.09%

Sumber : Analisa di Lab. Kimia Organik FMIPA-UGM

Pada Tabel 11 menunjukkan hasil identifikasi dari asap cair bumbu yakni pada 4 golongan yakni asam, fenol, alkohol dan keton. Senyawa dominan yakni etanol sebesar 52,69% dalam senyawa lain, sehingga etanol tidak berdiri sendiri dalam satu kesatuan kandungan dalam persen asap cair bamboo, melainkan masih berikatan dengan senyawa lain.

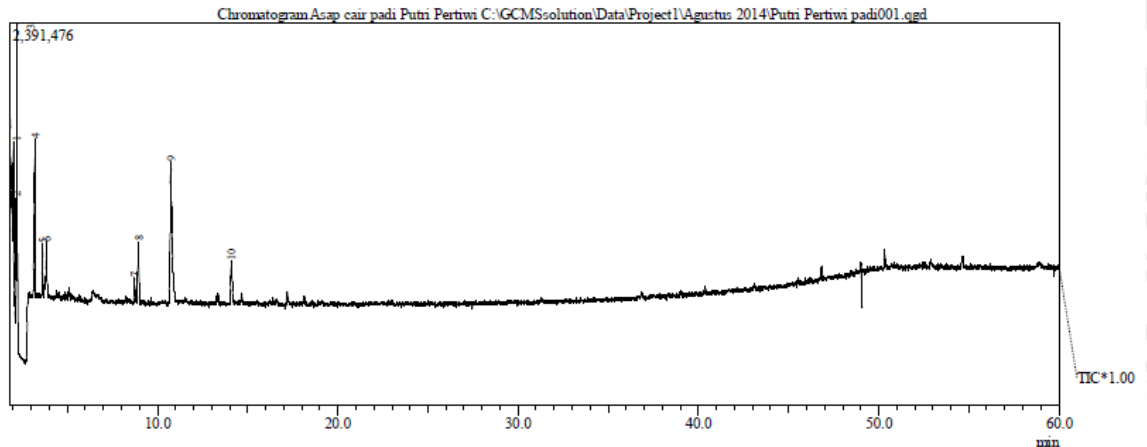
Varlet *et al.* (2007), menyatakan jika pengasapan dilakukan dalam waktu satu jam konsentrasi benzo(a)pyrene akan menjadi rendah. Apabila pengasapan dilakukan selama dua sampai tiga jam dapat meningkatkan batas toksisitas karena proses pirolisis akan terus terjadi hingga suhu 400°C dan produk akan terus menerus mengalami paparan dari proses pengasapan. Batas kadar benzo(a)pyrene maksimum pada produk seafood asap yang diterapkan *European Commission* yakni 5 µg/kg dan 2 µg/kg untuk produk seafood non asap.

#### 4.1.2 Komponen Asap Cair Sekam Padi Menggunakan GC-MS

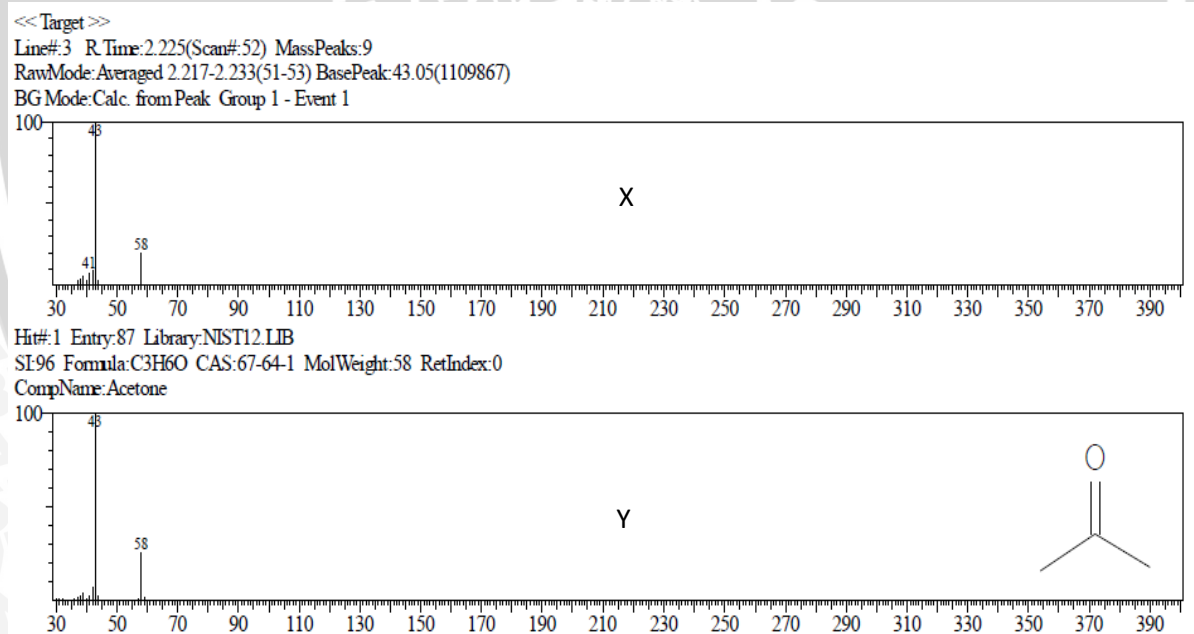
Komponen asap cair sekam padi diidentifikasi dengan menggunakan GC-MS dengan tujuan untuk mengetahui komposisi dari bahan. Prosedur analisa komponen asap cair dengan menggunakan GC-MS dapat dilihat pada lampiran. Jumlah puncak dari kromatogram. Kromatogram dari asap cair sekam padi disajikan pada Gambar 9, sedangkan untuk hasil *Mass Spectrum* (MS) untuk



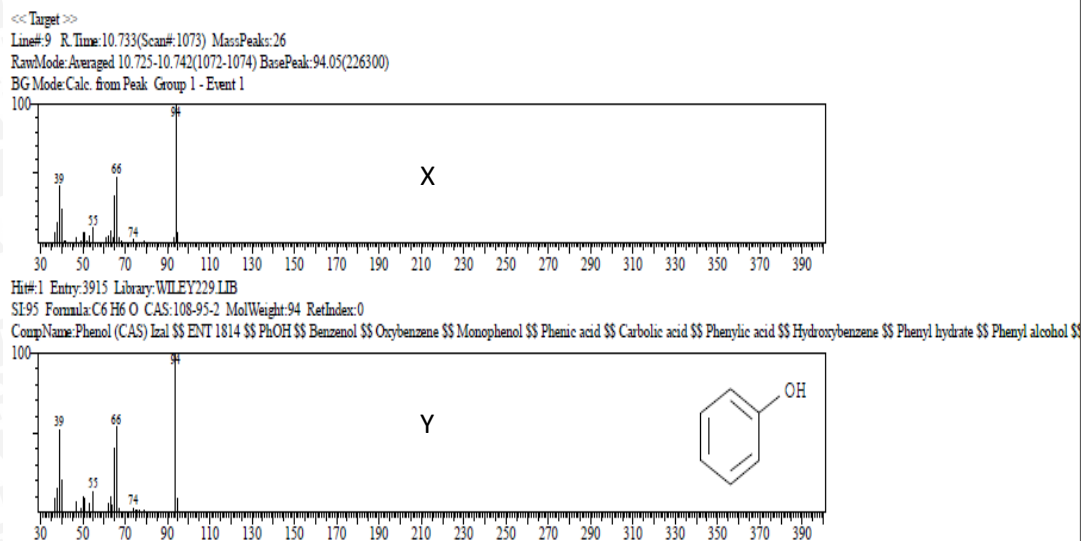
senyawa dominan yang terkandung dalam asap cair sekam padi disajikan pada Gambar 10 dan Gambar 11.



Gambar 9. Kromatogram GC-MS Asap Cair Sekam Padi



Gambar 10. *Mass Spectrum Acetone (peak 3)* sebagai senyawa dominan dalam asap cair sekam padi (X=Sampel, Y=Library)



**Gambar 11. Mass Spectrum Phenol (peak 9) sebagai senyawa dominan dalam asap cair sekam padi (X=Sampel, Y=Library)**

Pada hasil kromatogram asap cair bambu terdeteksi 10 *peak*. Identifikasi senyawa dari masing masing *peak* tersebut dilakukan dengan cara membandingkan antara spectrum dari sampel dengan spectrum pada *library*. Satu *peak* senyawa pada library muncul 5 kemungkinan dari senyawa tersebut. Urutan dari pertama hingga kelima menunjukkan urutan pertama yang paling mendekati dari senyawa yang dicari. Senyawa hasil identifikasi dalam asap cair bambu disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Identifikasi Senyawa Asap Cair Sekam Padi

No.	Waktu Retensi	Nama Senyawa	Berat Molekul	Presentase Area
1	3.197	Asam	60	12.88%
		<i>Acetic Acid</i> (peak 4)		
2	2.154 10.736	Alkohol	46	9.91%
		<i>Methanol</i> (peak 2)		
3	2.221	<i>Phenol</i> (peak 9)	94	28.76%
		Keton		
		<i>Aceton</i> (peak 3)	58	21.74%

Sumber : Analisa di Lab. Kimia Organik FMIPA-UGM

Pada Tabel 12 menunjukkan hasil identifikasi dari asap cair bumbu yakni pada 4 golongan yakni asam, fenol, alkohol dan keton. Senyawa dominan yakni fenol sebesar 28,76% dalam senyawa lain, sehingga etanol tidak berdiri sendiri dalam satu kesatuan kandungan dalam persentase asap cair bambu, melainkan masih berikatan dengan senyawa lain. Menurut Swastawati *et al*, (2013), proses pengolahan ikan dengan menggunakan asap cair sekam padi memiliki kadar benzo(a)pyrene sebesar 0,541 ppm. Kadar benzo(a)pyrene asap cair sekam padi ini lebih rendah apabila dibandingkan dengan kadar benzo(a)pyrene dari asap cair tempurung kelapa yakni sebesar 48,254 ppm.

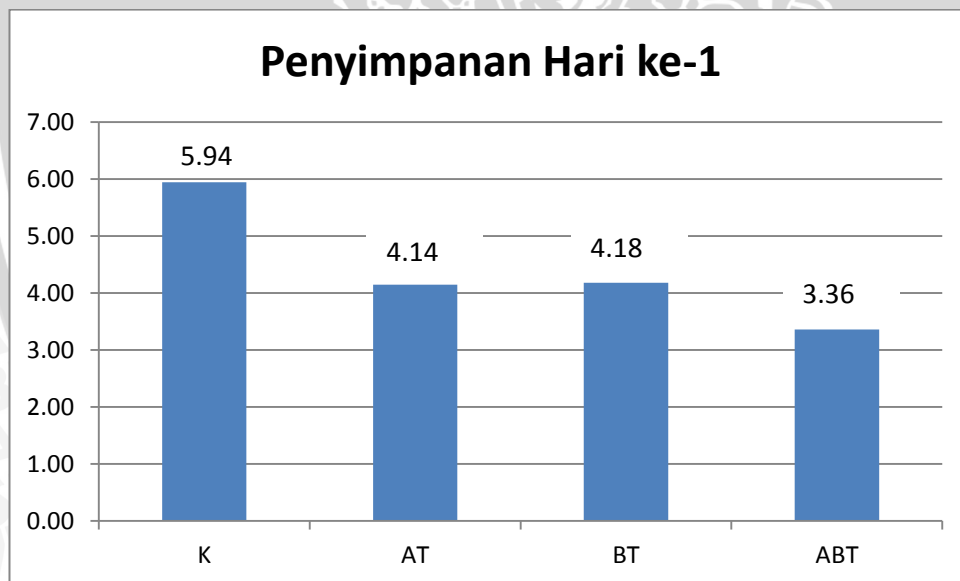
#### 4.2 Uji TPC (*Total Plate Count*) Ikan Cakalang Asap

Mikroorganisme yang hidup dan tumbuh pada suatu bahan pangan umumnya terdiri dari bakteri, jamur/kapang dan virus. Pertumbuhan mikroorganisme dalam bahan pangan akan menyebabkan perubahan-perubahan baik berupa fisik maupun kimia. Jumlah mikroorganisme yang mengalami pembusukan pada bahan pangan tersebut sangat bervariasi bentuknya tergantung pada habitat, cara penanganan, suhu penyimpanan dan lain-lain (Rasyda, 2013).



### a. Penyimpanan pada hari ke-1

Berdasarkan hasil penelitian ikan cakalang asap dengan metode pengeringan pada penyimpanan hari pertama (1), didapatkan bahwa nilai rerata tertinggi terdapat pada perlakuan K yang tidak diberi asap cair (asap cair 0%) yakni sebesar 5,14 cfu/gr. Sedangkan nilai rerata terendah didapatkan pada perlakuan A+B yakni perlakuan dengan penambahan asap cair bambu dan asap cair sekam padi yakni sebesar 3,36 cfu/gr. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa  $F_{hitung} > F_{0,05}$  yang dapat diartikan data yang dihasilkan berbeda nyata, sehingga perlu dilakukan uji lanjut menggunakan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) perbandingan rata-rata TPC dengan berbagai perlakuan setelah penambahan asap cair dapat dilihat pada Gambar 12. Sedangkan untuk tabel perhitungan ANOVA dapat dilihat pada Lampiran 3.



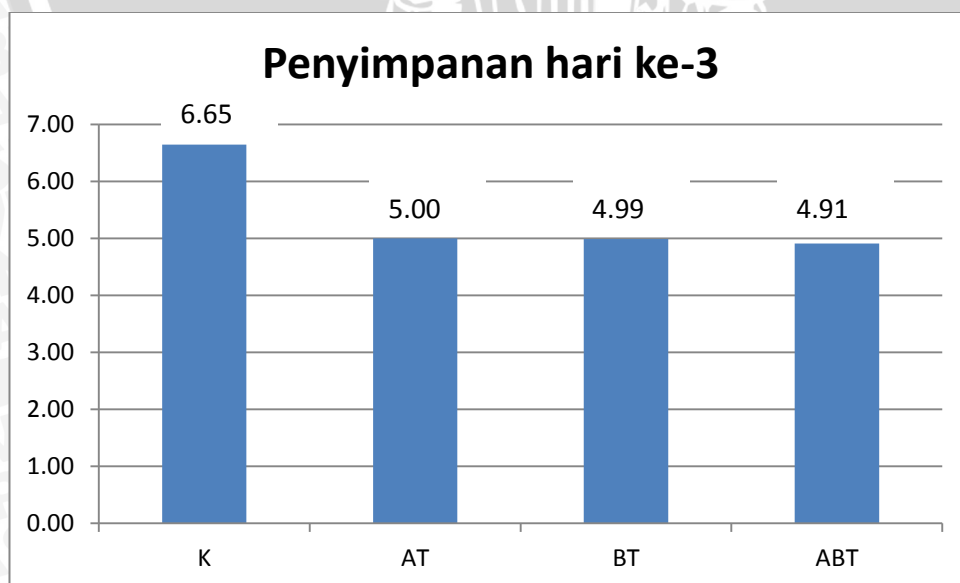
**Gambar 12. Grafik Hubungan Penambahan Asap Cair terhadap TPC (*Total Plate Count*) pada Penyimpanan Hari ke-1**

Berdasarkan Gambar 12, tentang grafik hubungan penambahan penambahan asap cair terhadap perubahan TPC (*Total Plate Count*), secara

umum dapat dilihat bahwa terdapat perubahan yang cukup jauh antara perlakuan kontrol dengan perlakuan lainnya. A+B (campuran asap antara asap cair bambu dan asap cair sekam padi) memiliki nilai TPC yang paling kecil dan nilai rerata yang terbaik sebesar 3,36 cfu/gr.

#### b. Penyimpanan hari ke-3

Berdasarkan hasil penelitian ikan cakalang asap dengan metode pengeringan pada penyimpanan hari ke-3, didapatkan bahwa nilai rerata tertinggi terdapat pada perlakuan K yang tidak diberi asap cair (asap cair 0%) yakni sebesar 6,65 cfu/gr. Sedangkan nilai rerata terendah didapatkan pada perlakuan A+B yakni perlakuan dengan penambahan asap cair bambu dan asap cair sekam padi yakni sebesar 4,91 cfu/gr. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa  $F_{hitung} > F_{0,05}$  yang dapat diartikan data yang dihasilkan berbeda nyata, sehingga perlu dilakukan uji lanjut menggunakan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) perbandingan rata-rata TPC dengan berbagai perlakuan setelah penambahan asap cair dapat dilihat pada Gambar 13, sedangkan untuk tabel perhitungan ANOVA dapat dilihat pada Lampiran 4.



**Gambar 13. Grafik Hubungan Penambahan Asap Cair terhadap TPC (*Total Plate Count*) pada Penyimpanan Hari ke-3**

Berdasarkan Gambar 13 tentang grafik hubungan penambahan penambahan asap cair terhadap perubahan TPC (*Total Plate Count*), secara umum dapat dilihat bahwa terdapat perubahan yang cukup jauh antara perlakuan kontrol dengan perlakuan lainnya. A+B (campuran asap antara asap cair bambu dan asap cair sekam padi) memiliki nilai TPC yang paling kecil dan nilai rerata yang terbaik sebesar 4,91 cfu/gr.

Penambahan garam dan asap cair membantu mempertahankan kualitas mutu ikan cakalang assap. Garam berperan sebagai penghambat selektif pada mikroorganisme patogen seperti *Clostridium botulinum* dan *S.aureus* (Buckle, et.al.,1985). Menurut Suharna (2006), tujuan penggaraman atau pemberian garam pada bahan pangan selain pemberi cita rasa juga dapat berfungsi sebagai penghambat pertumbuhan bakteri pembusuk dan patogen, karena garam mempunyai sifat-sifat antimikroba.

Menurut Afrianto dan Liviawaty (1989), unsur-unsur imia yang terkandung dalam asap dapat menghambat aktivitas bakteri baik aktivitas bakteri penghasil enzim aktif yang menghidrolisa pati dan lemak sehingga menyebabkan ketengikan maupun aktivitas bakteri perusak jaringan protein yang dapat menimbulkan proses pembusukan pada ikan. Sebagai antibakteri, senyawa fenol menghambat proses pembentukan dinding sel sehingga menyebabkan lisis pada dinding sel bakteri (Susanti,2006).

Senyawa-senyawa kimia yang berbeda dalam asap kayu memiliki efek bakteristatik dan bakterisida yang berbeda-beda. Pngaruh asap pada mikroorganisme akan meningkat apabila konsentrasi asap ditingkatkan. Pengaruh asap bervariasi sesuai dengan jenis kayu yang digunakan

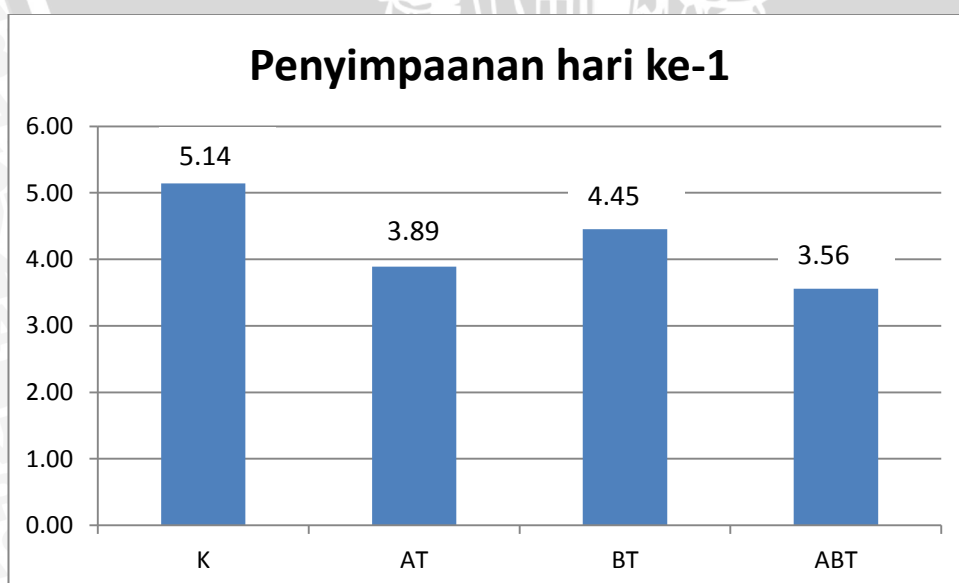


(Martin,et.al.,2000). Senyawa asam dalam asap air memiliki sifat antimikroba. Sifat antimikroba akan meningkat jika terdapat asam organik bersama senyawa fenol (Anggraini dan Yuningsih,2013).

### 4.3 Uji Total Jamur

#### a. Penyimpanan pada hari ke-1

Berdasarkan hasil penelitian ikan cakalang asap dengan metode pengeringan pada penyimpanan hari pertama (1), didapatkan bahwa nilai rerata tertinggi terdapat pada perlakuan K yang tidak diberi asap cair (asap cair 0%) yakni sebesar 5,14 cfu/gr. Sedangkan nilai rerata terendah didapatkan pada perlakuan A+B yakni perlakuan dengan penambahan asap cair bambu dan asap cair sekam padi yakni sebesar 3,56 cfu/gr. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa  $F_{hitung} > F_{0,05}$  yang dapat diartikan data yang dihasilkan berbeda nyata, sehingga perlu dilakukan uji lanjut menggunakan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) perbandingan rata-rata total jamur dengan berbagai perlakuan setelah penambahan asap cair dapat dilihat pada Gambar 14, sedangkan untuk tabel perhitungan ANOVA dapat dilihat pada Lampiran 5.

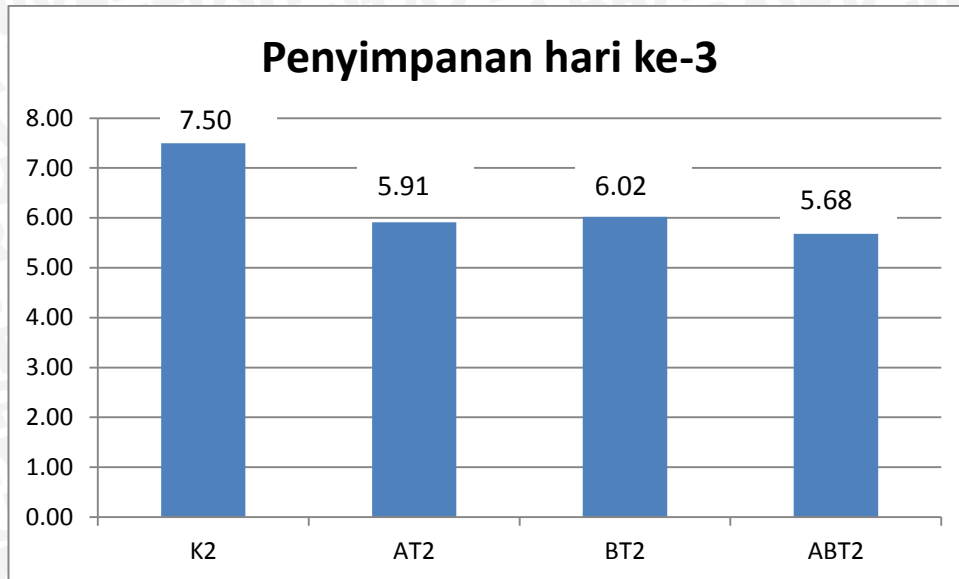


**Gambar 14. Grafik Hubungan Penambahan Asap Cair terhadap Total Jamur pada Penyimpanan Hari ke-1**

Berdasarkan Gambar 14, tentang grafik hubungan penambahan penambahan asap cair terhadap perubahan total jamur, secara umum dapat dilihat bahwa terdapat perubahan yang cukup jauh antara perlakuan kontrol dengan perlakuan lainnya. A+B (campuran asap antara asap cair bambu dan asap cair sekam padi) memiliki nilai total jamur yang paling kecil dan nilai rerata yang terbaik sebesar 3,56 cfu/gr.

**c. Penyimpanan hari ke-3**

Berdasarkan hasil penelitian ikan cakalang asap dengan metode pengeringan pada penyimpanan hari ke-3, didapatkan bahwa nilai rerata tertinggi terdapat pada perlakuan K yang tidak diberi asap cair (asap cair 0%) yakni sebesar 7,50 cfu/gr. Sedangkan nilai rerata terendah didapatkan pada perlakuan A+B yakni perlakuan dengan penambahan asap cair bambu dan asap cair sekam padi yakni sebesar 5,68 cfu/gr. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa  $F_{hitung} > F_{0,05}$  yang dapat diartikan data yang dihasilkan berbeda nyata, sehingga perlu dilakukan uji lanjut menggunakan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) perbandingan rata-rata total jamur dengan berbagai perlakuan setelah penambahan asap cair dapat dilihat pada Gambar 15, sedangkan untuk tabel perhitungan ANOVA dapat dilihat pada Lampiran 6.



**Gambar 15. Grafik Hubungan Penambahan Asap Cair terhadap Total Jamur pada Penyimpanan Hari ke-3**

Berdasarkan Gambar 15 tentang grafik hubungan penambahan penambahan asap cair terhadap perubahan total jamur, secara umum dapat dilihat bahwa terdapat perubahan yang cukup jauh antara perlakuan kontrol dengan perlakuan lainnya. A+B (campuran asap antara asap cair bambu dan asap cair sekam padi) memiliki nilai total jamur yang paling kecil dan nilai rerata yang terbaik sebesar 5,68 cfu/gr.

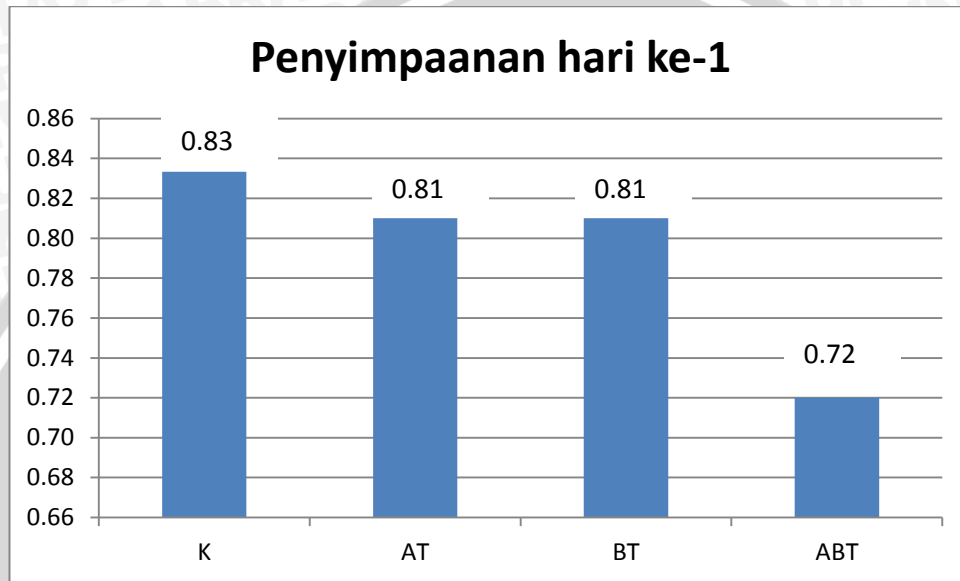
#### 4.4 $a_w$ (Activity Water)

##### a. Penyimpanan pada hari ke-1

Berdasarkan hasil penelitian ikan cakalang asap dengan metode pengeringan pada penyimpanan hari pertama (1), didapatkan bahwa nilai rerata tertinggi terdapat pada perlakuan K yang tidak diberi asap cair (asap cair 0%) yakni sebesar 0,83%. Sedangkan nilai rerata terendah didapatkan pada perlakuan A+B yakni perlakuan dengan penambahan asap cair bambu dan asap cair sekam padi yakni sebesar 0,72%. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa  $F_{hitung} >$



$F_{0,05}$  yang dapat diartikan data yang dihasilkan berbeda nyata, sehingga perlu dilakukan uji lanjut menggunakan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) perbandingan rata-rata  $a_w$  (*Activity Water*) dengan berbagai perlakuan setelah penambahan asap cair dapat dilihat pada Gambar 16, sedangkan untuk tabel perhitungan ANOVA dapat dilihat pada Lampiran 7.



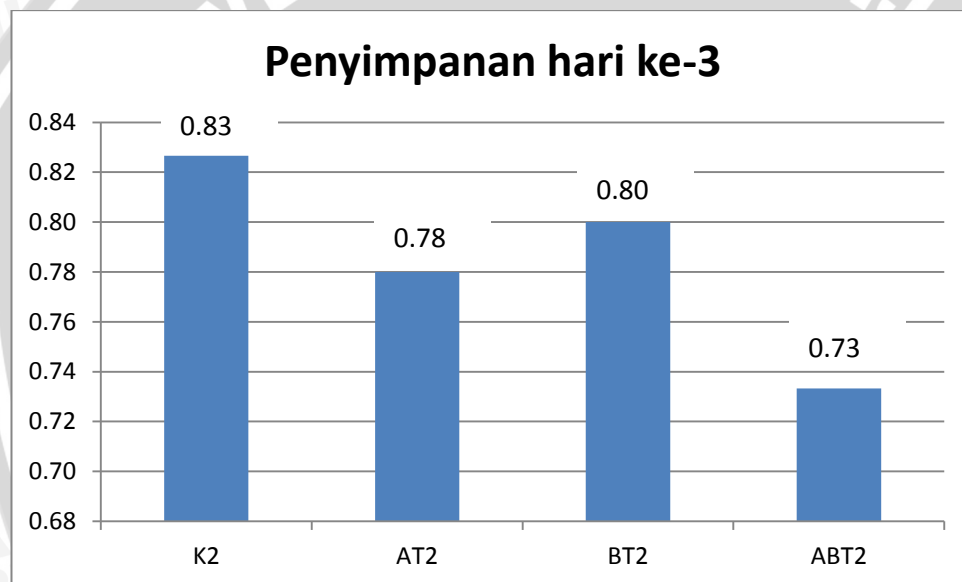
**Gambar 16 Grafik Hubungan Penambahan Asap Cair terhadap  $a_w$  (*Activity Water*) pada Penyimpanan Hari ke-1**

Berdasarkan Gambar 16, tentang grafik hubungan penambahan penambahan asap cair terhadap perubahan  $a_w$  (*Activity Water*), secara umum dapat dilihat bahwa terdapat perubahan yang cukup jauh antara perlakuan kontrol dengan perlakuan lainnya. A+B (campuran asap antara asap cair bambu dan asap cair sekam padi) memiliki nilai total jamur yang paling kecil dan nilai rerata yang terbaik sebesar 0,72%.

#### d. Penyimpanan hari ke-3

Berdasarkan hasil penelitian ikan cakalang asap dengan metode pengeringan pada penyimpanan hari ke-3, didapatkan bahwa nilai rerata tertinggi

terdapat pada perlakuan K yang tidak diberi asap cair (asap cair 0%) yakni sebesar 0,83%. Sedangkan nilai rerata terendah didapatkan pada perlakuan A+B yakni perlakuan dengan penambahan asap cair bambu dan asap cair sekam padi yakni sebesar 0,73%. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa  $F_{hitung} > F_{0,05}$  yang dapat diartikan data yang dihasilkan berbeda nyata, sehingga perlu dilakukan uji lanjut menggunakan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) perbandingan rata-rata  $a_w$  (*Activity Water*) dengan berbagai perlakuan setelah penambahan asap cair dapat dilihat pada Gambar 17, sedangkan untuk tabel perhitungan ANOVA dapat dilihat pada Lampiran 8.



**Gambar 17. Grafik Hubungan Penambahan Asap Cair terhadap Total Jamur pada Penyimpanan Hari ke-3**

Berdasarkan Gambar 17 tentang grafik hubungan penambahan asap cair terhadap perubahan total jamur, secara umum dapat dilihat bahwa terdapat perubahan yang cukup jauh antara perlakuan kontrol dengan perlakuan lainnya. A+B (campuran asap antara asap cair bambu dan asap cair sekam padi) memiliki nilai  $a_w$  (*Activity Water*) yang paling kecil dan nilai rerata yang terbaik sebesar 0,73%.

## 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh beda jenis asap cair dan lama penyimpanan terhadap uji mikrobiologi ikan cakalang asap dapat disimpulkan bahwa :

- Konsentrasi terbaik dalam pengaplikasian asap cair berbahan baku bambu dan sekam padi pada ikan cakalang asap adalah sebesar 6%, sedangkan pada perlakuan kombinasi antara kedua jenis asap ini menggunakan perbandingan 1:1 yakni 6% asap cair bambu dan 6% asap cair sekam padi yang merupakan perlakuan terbaik.
- Hasil analisis perubahan nilai TPC, total jamur dan  $a_w$  setelah penyimpanan 1 hari dan 3 hari didapatkan bahwa ikan cakalang asap dengan perlakuan K (kontrol) memiliki nilai tertinggi, sedangkan pada perlakuan A+B memiliki nilai terendah

### 5.2 Saran

Pada penelitian ini nilai uji mikrobiologi berdasarkan lama penyimpanan hari masih kurang, sehingga perlu dilakukan penelitian lanjut guna mengetahui total bakteri pada ikan cakalang asap dengan menggunakan asap cair bambu dan asap cair sekam padi.



## DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, R. 2007. Pengolahan dan Pengawetan Ikan. Edisi Pertama, Bumi Aksara. Jakarta.
- Afrianto. E. dan E. Liviawaty. 2005. Pengawetan dan Pengolahan Ikan. Kanisius. Yogyakarta.
- Amritama, D. 2007. Asap Cair. Dilihat pada 12 September 2015. [http://www.Chem-is-try.org/tanya\\_pakar/apakah\\_yang\\_dimaksus\\_dengan\\_smoke\\_liquid/](http://www.Chem-is-try.org/tanya_pakar/apakah_yang_dimaksus_dengan_smoke_liquid/).
- Anisah, R.N., Susilowati, I. 2007. Kajian Manajemen Pemasaran Ikan Pindang Layang di Kota Tegal. Universitas Diponegoro : Semarang
- Apriyantono, A., Fardiaz, D., Puspitasari N, L., Yasni, S., Budijanto, S. 1989. Petunjuk Laboratorium Analisis Pangan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Pusat antar Universitas Pangan dan Gizi, IPB. Bogor
- Bligh Bligh EG, Shaw SJ, Woyewoda AD. 1989. Effects of Drying and Smoking on Lipids of Fish. In : Fish Smoking and Drying, Burt JR (Ed). Elsevier Applied Science. London. P. 41-52
- Buckle. 1985. Ilmu Pangan. UI Press. Jakarta.
- Budijanto. S. Hasbullah. R. Prabawati. S. Setyadjit. Sukarno. Zuraida. I. 2008. Identifikasi dan Uji Keamanan Asap Cair Tempurung Kelapa untuk Produk Pangan. J. Pascapanen vol 5 (1). Hal : 32-40.
- Collete, B.B. & Nauen C.E. 1983. FAO species catalogue. Vol. 2. Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date. *FAO Fish. Synop.* 125 (2). Food and Agricultural Organization. Rome. 137 p.
- Darmadji, E.P. 2009. Teknologi Asap Cair dan Aplikasinya pada Pangan dan Hasil Pertanian. Universitas Gajah Mada : Yogyakarta.
- Daun, H. 1979. Interaction of Wood Smoke Components and Food. *J. Foods Tech.* 33 (5) : 67-71.
- Fardiaz, S. 1984. Analisis Mikrobiologi Pangan. Pusat Antar Universitas. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Fatimah, F. 1998. Analisis Komponen Penyusun Asap Cair Tempurung Kelapa. Tesis. FMIPA Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Firmansyah. 2004. Penggunaan Kombinasi Serbuk Kayu Jati dan Cangkang Telur Ayam pada Produksi Asap Cair. Fakultas Peternakan. IPB. Bogor.
- Girard. J. P. 1992. Smoking in Technology of Meat Products. Translated by Bernard Hammings And ATT. Clermont Ferrand. New York. Ellis Harwood.
- Guillen. M.D., P. Sopelana dan M.A. Partearroyo. 2000. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Liquid Smoke Flavourings Obtained from Different Type of Wood. Effects of storage in Polyethylene Flasks on Their Concentrations. *J. Agricultural and Food Chemistry* 48 : 5083-5087
- Haji, A.G. 2013. Komponen Kimia Asap Cair Hasil Pirolisis Limbah Padat Kelapa Sawit. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan* Vol.9 No.3 Hal : 109-116.
- Heldman DR, Singh PR. 1981. Food Process Engineering. 2<sup>nd</sup> Edit. AVI Publishing Company Inc, Westport. Connecticut.
- Hoseney. R.C. 1994. Principles of Cereal Science and Technology, 2<sup>nd</sup> Edition : Structure of Cereals. St.Paul : American Association of Cereal Chemists, Inc.
- Kamaruddin A, Abdul KI, Nirwan S, Endah A, Armansyah HT, Yamin M, Edy H, Purwanto YA, Dyah W, dan Leopold ON. 1999. Energi dan Listrik Pertanian. Ropiudin dan Aep

- SU Editor (edisi revisi – belum cetak). Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. BogorKrisdianto., Sumarni. G., Ismanto. A. 2000. Sari Hasil Penelitian Bambu. Bogor : Pusat Pnelitian Hasil Hutan BALITBANG Kehutanan dan Perkebunan.
- Litaay, C., Santoso, J. 20013. Pengaruh Perbedaan Metode Perendaman dan Lama Perendaman Terhadap Karakteristik Fisiko-Kimia Tepung Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*). Jurnal Ilmu dan eknologi Kelautan Tropis, Vol.5, No.1, Hal 85-92.
- Litbang Pertanian. 2002. Pengolahan Tradisional: Pengasapan. <http://pustaka.bogor.net/publ/jp3/jp213-33.htm>. Diakses pada 15 Juni 2015
- Lumi, K.W., Mantjoro, E., Wagiu, M. 2013. Nilai Ekonomis Sumberdaya Perikanan di Sulawesi Utara (Studi Kasus Ikan Cakalang, (*katsuwonus pelamis*)). Jurnal Ilmiah Plaax Vol.1-2. Hal 74-80.
- Maga, J.A. 1987. The Flavourr Chemistry of Wood Smoke. J.Food. Review International, 3(1-2), 139-183.
- Martinez, O., J. Salmeron, M.D. Guillen. C.Casas. 2007 Sensorial and Physicochemical Characteristik of Salmon (*Salmo salar*) Treated by Different Smoking Processes During Storage. J.Food Science and Technology International. 13(6) : 477-484.
- Moeljanto, R. 1992. Pengawetan dan Pengolahan Hasil Perikanan. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Motohiro, T. 1989. Effect of Drying and Smoking on the Nutritive Value of Fish : a Review of Japanese Studies. Di *dalam* J.R. Burt (ed). The Effect of Smoking and Drying on the Nutritional Properties of Fish. Elsevier Apllied Science. NetherlandsMutmainnah. 2010. Uji Aktivitas Antibakteri dari Asap Cair Sekam Padi Grade 1 terhadap Beberapa Bakteri Pencemar Pangan. Skripsi. Jurusan Biologi. FMIPA. Universitas Mataram.
- Nakamura, H. 1991. *Ditemukan Tujuh Jenis Ikan Tuna*. Dalam Bali Pos 12 April 1991. Hal 10
- Oramahi. H. A., Diba, F., Wahdina. 2010. Efikasi Asap Cair dari Tnadan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dalam Penekaan Perkembangan JAmur *Aspergillus niger*. J.HPT Tropika vol. 10 No.2 Hal :148-153.
- Prananta, J. 2007. Pemanfaatan Sabut Kelapa dan Tempurung Kelapa Serta cangkang Sawit untuk Pembuatan Asap Cair sebagai Pengawet Makanan Alami. <http://www.scribd.com/doc/41428557/asapcair>. Diakses pada 07 Juni 2015
- Pszczola, D. E. 1995. Tour Highlights Production and Usesrs of Smoke Based Flavours. Food Technology (1) hal. 70-74.
- Purnomo. 1997. Studi Tentang Stabilitas Protein Daging Kering dan Dendeng Selama Penyimpanan. Laporan Penelitian. Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya, Malang.
- Rasyidta, H.P. 2013. Penggunaan Asap Cair Tempurung Kelapa Dalam Pengawetan Ikan Bandeng. Skripsi. UNS : Semarang. Hal 69.
- Rojum J. 1999. Flavor of Meat, Meat Products and Seafoods. 2<sup>nd</sup> Edit. Shahidi F (Ed). Departemen of Biochemistry Memorial University of Newfoundland St John's, Canada.
- Sanger, G. 2010. Mutu Kesegaran Ikan Tongkol Selama Penyimpanan Dingin. Warta WIPTEK. 35 : hal. 1-2.
- SNI. 1992. Standar Nasional Indonesia 01-2715-1992 Tentang Ikan Pindang.



- Soldera, S., N. Sebastianutto and R. Bortolomeazzi. 2008. Composition of phenolic compounds and antioxidant activity of commercial aqueous smoke flavorings. *J Agric Food Chem.* 56:2727–2734.
- Solichin, M. 2008. *Gema Industri Kecil Standart Teknologi Asap Cair “Deorub” menjadi Lokomotif Industri.* Jakarta: Direktorat Industri Kecil dan Menengah
- Sung, W.C., Huang, C.H., Sun, F.M. 2007. Volatile Componens Detected in Liquid Smoke Flavouring Preparations from Two Types of Rice Hull. *Chia-Nan Annual Bulletin* (33) : 13-20.
- Supadiningsih dan rosana 2004 Supadiningsih, C. N dan Rosana, N, 2004. *Penetuan Fishing Ground Tuna Dan Cakalang Dengan Teknologi Pengindraan Jauh.* Pertemuan Ilmiah Tahunan I. Teknik Geodesi. ITS. Surabaya
- Swastawati, F., Surti, T., Agustini. T.W., Riyadi, P.H. 2013. Karakteristik Kualias Ikan Asap yang Diproses Menggunakan Metode dan Jenis Ikan Berbeda. *Jurnal Aplikasi Teknologi Bahan Pangan.* Vol 2 no.3. Hal 126-132.
- Syarief. R., H. Halid. 1992. *Teknologi Penyimpanan Pangan I.* Arcan. PAU Pangan dan Gizi. Initut Pertanian Bogor. Bogor.
- Tahir, I. 1992. Pengambilan Asap Cair Secara Destilasi Kering pada Proses Pembuatan karbon Aktif dari Tempurung Kelapa. FMIPA. UGM. Yogyakarta
- Varlet, V., Serot, T., Knockaert, C., Cornet, J., Cardinal, m., Monteau, F., Bizet, B.L., Prost, C. 2007. Organoleptic Characterization and PAH Content of Salmon (*Salmo salar*) Fillets Smoked According to Four Industrial Smoking Techniques. *Journal of The Science of Food and Agriculture* 87 (5). Hal : 847-854.
- Wibowo, S. 2000. *Industri Pengasapan Ikan.* Swadaya. Jakarta. Hal 4-16
- Wijaya, M., Noor, E., Irawadi, T.T., Pari, G. 2008. Karakterisasi Komponen Kimia Asap Cair dan Pemanfaatannya sebagai Biopestisida. *Bionature* Vol 9 (1) Hal : 34-40.
- Winarno F.G, Fardiaz S, Fardiaz D. 1982. *Pengantar Teknologi Pangan.* PT. Gramedia, Jakarta.
- Zaitzev. 1969. *Fish Curing and Processing.* Mir Publishing, Moskow. P. 722



## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Prosedur Analisis Kadar Fenol (Anisah, 2014)

Prosedur analisis kadar fenol adalah sebagai berikut :

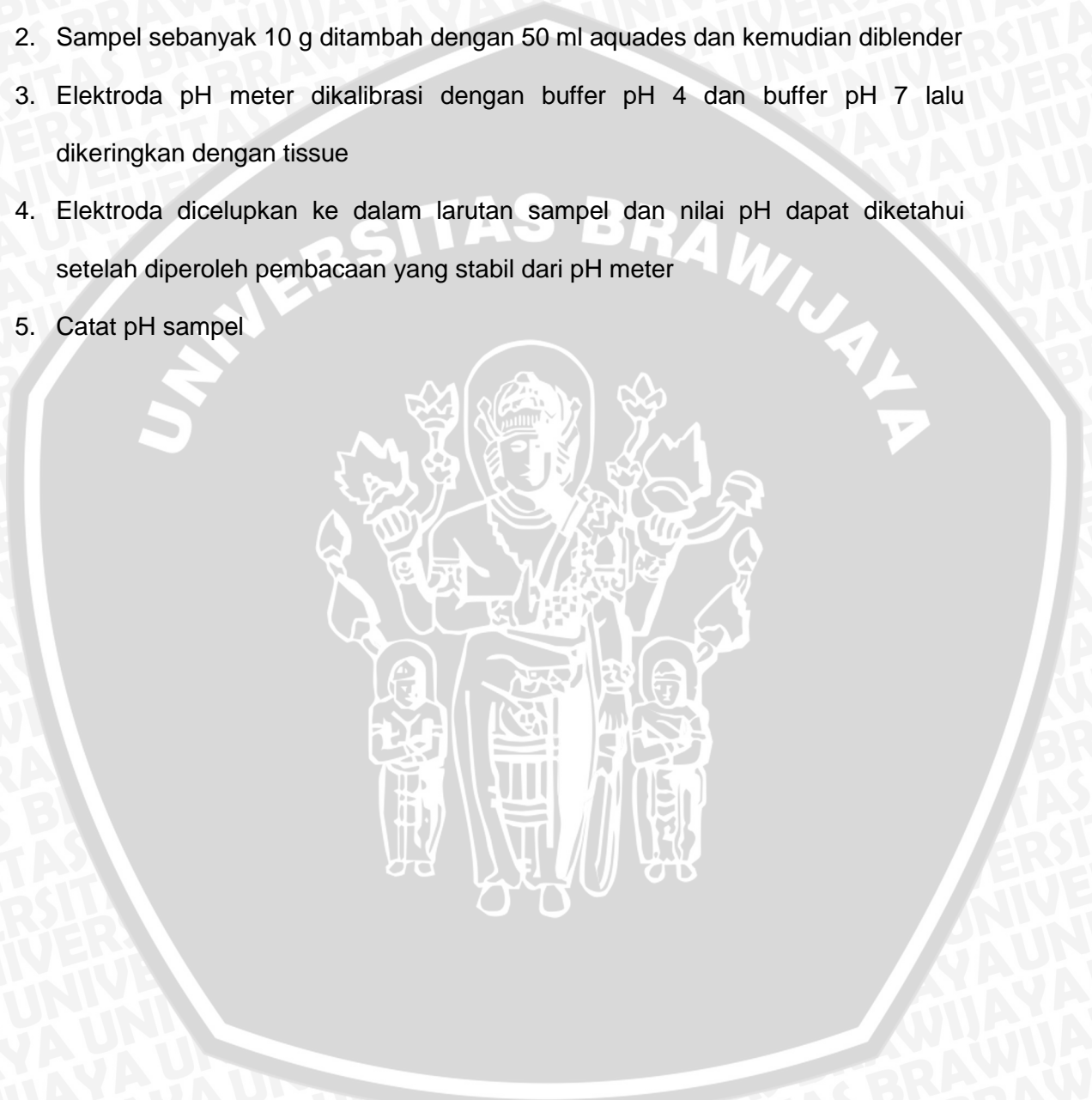
1. Sampel sebanyak 50  $\mu\text{L}$  diencerkan dengan aquades hingga volume 20 ml.
2. Dari 20 ml yang diencerkan dipipet sebanyak 0,5 ml dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi.
3. Ditambahkan 2 ml  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  15% ke tiap sampel.
4. Ditambahkan 2,2 ml  $\text{H}_2\text{O}$  dan dikocok dalam vortex mixer.
5. Diinkubasi selama 2 jam pada suhu kamar.
6. Diukur absorbansinya pada panjang gelombang 350 nm.



## Lampiran 2. Prosedur Analisis pH (Apriyantono et al., 1989)

Prosedur analisis pH adalah sebagai berikut :

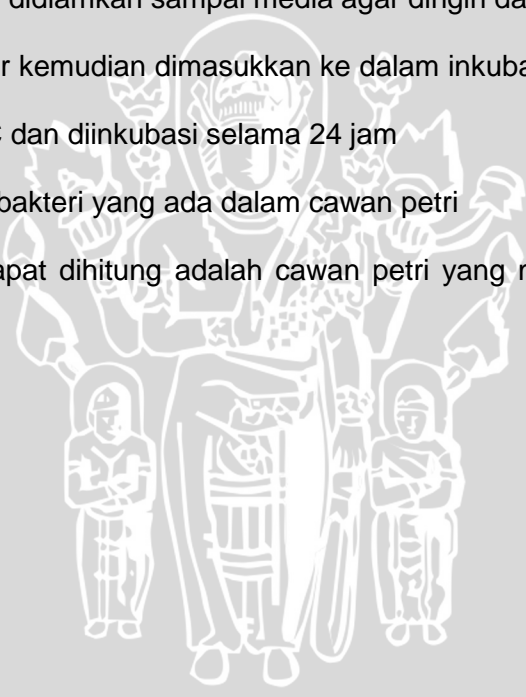
1. Menyalakan pH meter sampai diperoleh keadaan stabil selama 15 sampai 30 menit
2. Sampel sebanyak 10 g ditambah dengan 50 ml aquades dan kemudian diblender
3. Elektroda pH meter dikalibrasi dengan buffer pH 4 dan buffer pH 7 lalu dikeringkan dengan tissue
4. Elektroda dicelupkan ke dalam larutan sampel dan nilai pH dapat diketahui setelah diperoleh pembacaan yang stabil dari pH meter
5. Catat pH sampel



### Lampiran 3. Prosedur Analisis TPC (*Total Plate Count*) (Fardiaz, 1984).

Prosedur analisis TPC (*Total Plate Count*) adalah sebagai berikut :

1. Pengenceran dilakukan dengan cara mengambil 1 ml larutan contoh menggunakan pipet steril dimasukkan ke dalam 9 ml larutan garam fisiologis dan diaduk sampai homogeny sehingga terbentuk seri pengenceran  $10^{-1}$
2. Pengenceran dilakukan disesuaikan dengan keperluan, biasanya sampai  $10^{-5}$
3. Pemipetan dilakukan pada tiap tabung pengenceran sebanyak 1 ml dan dimasukkan ke dalam cawan petri steril secara duplo menggunakan pipet steril
4. Media agar dimasukkan ke dalam cawan petri dan digoyangkan supaya merata (metode cawan tuang), didiamkan sampai media agar dingin dan padat.
5. Cawan yang berisi agar kemudian dimasukkan ke dalam inkubator dengan posisi terbalik pada suhu 35C dan diinkubasi selama 24 jam
6. Dihitung jumlah koloni bakteri yang ada dalam cawan petri
7. Jumlah koloni yang dapat dihitung adalah cawan petri yang mempunyai koloni bakteri antara 30-300.





#### Lampiran 4. Prosedur Analisis $a_w$ (Syarif dan Halid, 1993)

Prosedur analisis  $a_w$  adalah sebagai berikut :

1.  $a_w$  meter sebelum digunakan terlebih dahulu dikalibrasi menggunakan larutan barium klorida ( $BaCl_2$ ) dan larutan dibiarkan selama 3 menit
2. Jarum  $a_w$  meter ditera sampai menunjukkan angka 0,9 karena  $BaCl_2$  mempunyai kelembaban garam jenuh sebesar 90%
3. Pengukuran aktivitas air dilakukan dengan cara memasukkan sampel ke dalam  $a_w$  meter sampai menutupi permukaan kemudian ditutup dan dibiarkan selama 3 menit
4. Pembacaan dapat segera dilakukan.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Lampiran 5. Hasil Uji TPC (*Total Plate Count*) pada penyimpanan hari ke-1

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	Total <sup>2</sup>	U <sup>2</sup>			Rerata	Simpangan Baku
	1	2	3				1	2	3		
K	5,98	5,67	6,17	17,82	5,94	317,55	35,76	32,15	38,07	35,33	0,25
AT	4,24	3,98	4,21	12,43	4,14	154,50	17,98	15,84	17,72	17,18	0,14
BT	4,18	4,13	4,22	12,53	4,18	157,00	17,47	17,06	17,81	17,45	0,05
ABT	3,31	3,19	3,57	10,07	3,36	101,40	10,96	10,18	12,74	11,29	0,19
				52,85		730,46					

<b>FK</b>	232,7602
<b>JK TOTAL</b>	10,9749
<b>JK PERLAKUAN</b>	10,72749
<b>JK ACAK</b>	0,2474

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F.Hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	10,72749	3,575831	115,6291	4,07	7,59
Acak	8	0,2474	0,030925	**		
Total	11					

**Uji BNT**

BNT 5% = t tabel 5% (db acak) x SED

BNT 1% = t tabel 1% (db acak) x SED

**SED** 0,143585

**BNT 5%** 0,267068

**BNT 1%** 0,41582

Perlakuan	Rerata	ABT	AT	BT	K	Notasi
		3,36	4,14	4,18	5,94	
ABT	3,36	—				a
AT	4,14	0,79	—			b
BT	4,18	0,82	0,03	—		c
K	5,94	2,58	1,80	1,76	—	d



**Lampiran 6. Uji TPC (Total Plate Count) pada penyimpanan hari ke-3**

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	Total <sup>2</sup>	U <sup>2</sup>			Rerata	Simpangan Baku
	1	2	3				1	2	3		
K2	6,23	7,33	6,38	19,94	6,65	397,60	38,81	53,73	40,70	44,42	0,60
AT2	5,38	5,19	4,43	15	5,00	225,00	28,94	26,94	19,62	25,17	0,50
BT2	5,43	5,05	4,49	14,97	4,99	224,10	29,48	25,50	20,16	25,05	0,47
ABT2	4,62	5,83	4,27	14,72	4,91	216,68	21,34	33,99	18,23	24,52	0,82
				64,63		1063,38					

<b>FK</b>	348,0864
<b>JK TOTAL</b>	9,3789
<b>JK PERLAKUAN</b>	6,374558
<b>JK ACAK</b>	3,0043

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F.Hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	6,374558	2,124853	5,658101	4,07	7,59
Acak	8	3,0043	0,375542	**		
Total	11					

**Uji BNT**

BNT 5% = t tabel 5% (db acak) x SED

BNT 1% = t tabel 1% (db acak) x SED

**SED** 0,500361

**BNT 5%** 0,930671

**BNT 1%** 1,44905

Perlakuan	Rerata	ABT	AT	BT	K	Notasi
		4,91	4,99	5,00	6,65	
ABT2	4,91	–	–	–	–	a
AT2	4,99	0,08	–	–	–	b
BT2	5,00	0,09	0,01	–	–	c
K2	6,65	1,74	1,66	1,65	–	d

Lampiran 7. Uji total jamur pada penyimpanan hari ke-1

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	Total <sup>2</sup>	U <sup>2</sup>			Rerata	Simpangan Baku
	1	2	3				1	2	3		
K	5	5,12	5,3	15,42	5,14	237,78	25,00	26,21	28,09	26,43	0,15
AT	3,93	3,85	3,89	11,6651	3,89	136,07	15,44	14,78	15,13	15,12	0,04
BT	4,93	4,11	4,32	13,36	4,45	178,49	24,30	16,89	18,66	19,95	0,43
ABT	3,53	3,54	3,6	10,67	3,56	113,85	12,46	12,53	12,96	12,65	0,04
				51,1151		666,19					

<b>FK</b>	217,7294
<b>JK TOTAL</b>	4,7486
<b>JK PERLAKUAN</b>	4,3337
<b>JK ACAK</b>	0,4149

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F.Hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	4,3337	1,444567	27,85099	4,07	7,59
Acak	8	0,4149	0,051868	**		
Total	11					



**Uji BNT**

BNT 5% = t tabel 5% (db acak) x SED

BNT 1% = t tabel 1% (db acak) x SED

**SED** 0,185953

**BNT 5%** 0,345872

**BNT 1%** 0,53852

Perlakuan	Rerata	ABT	AT	BT	K	Notasi
		3,56	3,89	4,45	5,14	
ABT2	3,56	–				a
AT2	3,89	0,33	–			b
BT2	4,45	0,90	0,56	–		c
K2	5,14	1,58	1,25	0,69	–	d

**Lampiran 8. Uji total jamur pada penyimpanan hari ke-3**

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	Total <sup>2</sup>	U <sup>2</sup>			Rerata	Simpangan Baku
	1	2	3				1	2	3		
K2	7,48	7,57	7,45	22,49248	7,50	505,91	55,91	57,28	55,46	56,22	0,06
AT2	5,93	5,90	5,91	17,73611	5,91	314,57	35,16	34,78	34,91	34,95	0,02
BT2	6,14	6,30	5,62	18,06	6,02	326,16	37,70	39,69	31,58	36,32	0,36
ABT2	5,70	5,68	5,67	17,04897	5,68	290,67	32,48	32,26	32,15	32,30	0,01
				75,33756		1437,31					

<b>FK</b>	472,979
<b>JK TOTAL</b>	6,3868
<b>JK PERLAKUAN</b>	6,125083
<b>JK ACAK</b>	0,2617

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F.Hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	6,125083	2,041694	62,40748	4,07	7,59
Acak	8	0,2617	0,032716	**		
Total	11					

**Uji BNT**

BNT 5% = t tabel 5% (db acak) x SED

BNT 1% = t tabel 1% (db acak) x SED

**SED** 0,147683

**BNT 5%** 0,274691

**BNT 1%** 0,42769

Perlakuan	Rerata	ABT	AT	BT	K	Notasi
		4,91	4,99	5,00	6,65	
ABT2	5,68	–				a
AT2	5,91	0,23	–			b
BT2	6,02	0,34	0,11	–		c
K2	7,50	1,81	1,59	1,48	–	d



Lampiran 9. Uji  $a_w$  (Activity Water) pada penyimpanan hari ke-1

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	Total <sup>2</sup>	U <sup>2</sup>			Rerata	Simpangan Baku
	1	2	3				1	2	3		
K	0,88	0,85	0,77	2,5	0,83	6,25	0,77	0,72	0,59	0,70	0,06
AT	0,78	0,81	0,84	2,43	0,81	5,90	0,61	0,66	0,71	0,66	0,03
BT	0,81	0,79	0,83	2,43	0,81	5,90	0,66	0,62	0,69	0,66	0,02
ABT	0,69	0,74	0,73	2,16	0,72	4,67	0,48	0,55	0,53	0,52	0,03
				9,52		22,73					

FK 7,552533  
 JK TOTAL 0,0331  
 JK PERLAKUAN 0,0226  
 JK ACAK 0,0105

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F.Hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	0,0226	0,007533	5,757962	4,07	7,59
Acak	8	0,0105	0,001308	**		
Total	11					

**Uji BNT**

BNT 5% = t tabel 5% (db acak) x SED

BNT 1% = t tabel 1% (db acak) x SED

**SED** 0,029533

**BNT 5%** 0,054932

**BNT 1%** 0,08553

Perlakuan	Rerata	ABT	AT	BT	K	Notasi
		0,72	0,81	0,81	0,83	
ABT2	0,72	-				a
AT2	0,81	0,09	-			b
BT2	0,81	0,09	0,00	-		c
K2	0,83	0,11	0,02	0,02	-	d

Lampiran 10. Uji  $a_w$  (Activity Water) pada penyimpanan hari ke-3

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	Total <sup>2</sup>	U <sup>2</sup>			Rerata	Simpangan Baku
	1	2	3				1	2	3		
K2	0,79	0,83	0,86	2,48	0,83	6,15	0,62	0,69	0,74	0,68	0,04
AT2	0,74	0,81	0,79	2,34	0,78	5,48	0,55	0,66	0,62	0,61	0,04
BT2	0,77	0,83	0,8	2,4	0,80	5,76	0,59	0,69	0,64	0,64	0,03
ABT2	0,71	0,73	0,76	2,2	0,73	4,84	0,50	0,53	0,58	0,54	0,03
				9,42		22,23					

FK	7,3947
JK TOTAL	0,0221
JK PERLAKUAN	0,013967
JK ACAK	0,0081

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F.Hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	0,013967	0,004656	4,579235	4,07	7,59
Acak	8	0,0081	0,001017	**		
Total	11					



**Uji BNT**

BNT 5% = t tabel 5% (db acak) x SED

BNT 1% = t tabel 1% (db acak) x SED

**SED** 0,026034

**BNT 5%** 0,048424

**BNT 1%** 0,07539

Perlakuan	Rerata	ABT	AT	BT	K	Notasi
		4,91	4,99	5,00	6,65	
ABT2	0,73	–				a
AT2	0,78	0,05	–			b
BT2	0,80	0,07	0,02	–		c
K2	0,83	0,09	0,05	0,03	–	d

## Lampiran 11. Hasil Analisis Time Series

### TPC (*Total Plate Count*)

#### Kontrol

Data Asli	X (Unit :1/2)	Rerata (Y)	XY	X <sup>2</sup>
Hari-1	-0.5	5.94	-2.97	0.25
Dasar	0			
Hari-3	0.5	6.65	3.32	0.25
		12.59	0.35	0.5

$$a = \sum Y/N = 12.59/2 = 6.29$$

$$b = \sum (XY)/\sum X^2 = 0.35/0.5 = 0.7$$

Jadi persamaan trend  $Y' = a+bx$

$$Y = 6.29 + 0.7X$$

Jadi persamaan trend jumlah TPC kontrol termasuk jenis trend yang positif menurut waktu, sehingga apabila nilai X meningkat, maka Y yaitu rerata ikut meningkat.

**Asap Cair Bambu**

Data Asli	X (Unit :1/2)	Rerata (Y)	XY	X <sup>2</sup>
Hari-1	-0.5	4.14	-2.07	0.25
Dasar	0			
Hari-3	0.5	5.00	2.5	0.25
		9.14	0.43	0.5

$$a = \sum Y/N = 9.14/2 = 4.57$$

$$b = \sum(XY)/\sum X^2 = 0.43/0.5 = 0.86$$

Jadi persamaan trend  $Y' = a+bx$

$$Y = 4.57 + 0.86X$$

Jadi persamaan trend jumlah TPC kontrol termasuk jenis trend yang positif menurut waktu, sehingga apabila nilai X meningkat, maka Y yaitu rerata ikut meningkat.





























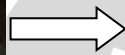
Lampiran11.Hasil Analisa GC-MS



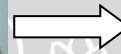
### Lampiran 12. Dokumentasi Pembuatan Ikan Cakalang Asap



Ikan Cakalang Segar



Di Fillet



Ditimbang garam 3 % dari berat ikan, asap cair bamboo dan sekam padi 6% dari volume air (1 liter)



Garam serta asap cair dihomogenkan dalam 1 liter air



Perendaman selama 30 menit, kemudian dilanjutkan dengan penirisan 5 menit



