2. Tinjauan Pustaka

2.1 Karakteristik Ikan Cakalang (Katswonus pelamis)

Klasifikasi ikan cakalang menurut Saanin (1984), antara lain sebagai berikut :

AS BRAWIUA

Filum : Chordata Subfilum : Vertebrata Superklas : Gnathostomata Klas : Teleostemi Subklas : Actinopterygii Ordo : Perciformes Subordo : Scombroidei Famili : Scombroidae Subfamili : Scombrinae Genus : Katsuwonus

Spesies : Katsuwonus pelamis

Ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) disebut juga *skipjack* tuna merupakan jenis nama dagang lokal di daerah Sulawesi Utara, sedangkan untuk nama latin diambil dari bahasa Jepang yang memiliki arti ikan keras. Ikan ini secara biologis hidup secara bergerombol, merupakan jenis ikan pemangsa dan dapat berenang cepat hoingga melebihi 10 mil per jam (Lumi *et al.*, 2013).

Ikan cakalang tergolong ikan ekonomis penting yang belum dimanfaatkan secara optimal. Hal ini tampak pada proses pengolahan ikan ini masih secara tradisional dan dikelola dengan usaha skala kecil. Jenis ikan ini memiliki daging merah lebih banyak dibandingkan jenis ikan scombroid lainnya, dan juga memiliki kandungan lemak yang tinggi sehingga memungkinkan ikan ini cepat mengalami kerusakan (*perishable*) (Litaay dan Santoso, 2013).

2.2 Komponen Kimia Ikan

Persyaratan untuk mutu dan keamanan pangan produk ikan asap antara lain dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persyaratan Mutu dan Keamanan Pangan

Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
a. Organoleptik	Angka (1-9)	Minimal 7
b. Cemaran mikroba*		
- ALT	koloni/g	Maksimal 1,0 x 10 ⁵
- Escherichia coli	APM/g	Maksimal < 3
- Salmonella	per 25 g	Negatif
- Vibrio cholerae*	per 25 g	Negatif
- Staphylococcus aureus*	koloni/g	Maksimal 1,0 x 10 ³
c. Kimia*	1	
- Kadar Air	% fraksi massa	Maksimal 60
- Kadar Histamin	mg/kg	Maksimal 100
- Kadar Garam	% fraksi massa	Maksimal 4

Catatan : *) bila diperlukan Sumber : SNI 2725.1:2009

Komposisi kimia dalam bahan pangan secara garis besar terdiri dari empat komponen utama, antara lain protein, lemak, air, dan karbohidrat. Selain mengandung empat komponen utama ini, setiap bahan pangan juga memiliki kandungan bahan anorganik baik dalam bentuk mineral atau komponen organik lain (Winarno,2004). Komposisi kimia dari ikan cakalang menurut pernyataan dari Infofish (2002), memiliki kandungan protein sebesar 25,80%, lemak sebesar 2,00%, air sebesar 70,40% serta abu sebesar 1,40%. Pada produk perikanan pada umumnya menggunakan penentuan kandungan karbohidrat pada ikan dengan cara by different, hal ini juga disebabkan karena ikan memiliki kandungan karbohidrat yang sangat sedikit.

2.3 Bahan Baku Ikan Asap

2.3.1 Ikan Cakalang (Katsuwonus pelamis)

Ikan cakalang tergolong dalam famili *Scombroidae* yang memiliki tubuh memanjang menyerupai torpedo dengan warna kebiru-biruan atau biru tua pada dekat ekor dan daerah punggung serta perut berwarna *silver*, memiliki dua sirip punggung yakni sirip depan yang berukuran lebih pendek dari sirip belakang dan letaknya yang terpisah. Ikan cakalang ini juga memiliki sirip tambahan di belakang sirip dubur dan sirip punggung, sirip dada terletak agak ke atas dengan ukuran sirip perut lebih kecil (Fausan, 2011).

Komposisi kimia dari ikan cakalang dalam 100 g daging antara lain dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Kimia Ikan Cakalang (100 g)

Komponen	Komposisi Kimia (%)		
Air	69,9 ± 0,71		
Protein	26,0 ± 0,28		
Lemak	22,0 ± 0,07		
Karbohidrat	0,7 ± 0,42		
Abu	1,4 ± 0,07		

Sumber: Department of Health, Education and Walfare (1972)

2.3.2 Garam

Garam merupakan salah satu bahan dasar yang digunakan dalam proses pengolahan ikan. Garam memiliki sifat yang mampu menyerap air sehingga mengakibatkan penurunan kadar air dalam produk ikan. Seiring dengan penurunan kadar air dalam daging ikan menyebabkan penurunan pada aktivitas mikroorganisme. Garam dapur juga dapat mendenaturasi protein daging ikan dan protein mikrobia karena memliki daya toksisitas yang tinggi pada mikrobia, dapat

menghambat proses respirasi serta mengakibatkan pecahnya dinding sel mikrobia karena adanya tekanan osmosa (Anisah dan Susilowati, 2007).

Menurut Nur et al. (2013), pada aplikasi pengunaan garam dalam makanan membutuhkan standar khusus yang biasa dikenal dengan standar garam industri dan garam konsumsi. Akan tetapi kualitas garam rakyat atau yang biasa disebut dengan garam krosok masih memiliki standar kandungan NaCl dan yodium pada posisi dibawah standar. Standar kandungan senyawa garam beryodium dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Standar Kandungan Senyawa Pembentuk Garam Beryodium

No	Nama Kandungan	Ukuran	Nilai SNI			
1	NaCl	(%)	94,7			
2	Air (H ₂ O)	(%)	max. 7			
3	lodium (dihitung sebagai KIO ₃)	(mg/kg)	30-80			
4	Fe ₂ O ₃	(mg/kg)	max.100			
5	Ca (dihitung sebagai Ca ²⁺)	(%)	max. 1,0			
6	Mg (dihitung sebagai Mg ²⁺) (%)					
7	SO ₄	(%)	max. 2,0			
8	Bagian yang tidak larut	(%)	max. 0,5			
	Cemaran Logam					
9	Pb Pb	(mg/kg)	max. 10			
10	Cu	(mg/kg)	max. 10			
11	Hg	(mg/kg)	max. 0,1			
12	As	(mg/kg)	max. 0,1			
BTM X V(I) OU						
13	Anti Kempal		max. 5			
14	Kalium ferro sianida		max. 5			

Sumber: SNI 3556:2010

2.3.3 Asap Cair

Asap cair merupakan hasil pirolisis dari asam cuka (*vinegar*). Bahan baku dalam pembuatan asap cair memiliki kandungan komponen selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang kemudian dilakukan proses pirolisis pada suhu 400°C selama 90

menit dan kemudian dilanjutkan dengan proses kondensasi. Destilat asap cair memiliki kandungan senyawa asam, fenolat, dan karbonil yang memiliki kemampuan dalam memperpanjang masa simpan bahan pangan (Wijaya *et al.*, 2008).

Asap cair adalah hasil dari destilasi uap hasil pembakaran baik secara langsung maupun tidak langsung dari bahan baku yang banyak mengandung karbon serta senyawa lain. Teknik pirolisis digunakan untuk menarik senyawa-senyawa yang menguap saat bahan baku dibakar yang kemudian dialirkan melalui kondensor untuk didinginkan. Hasil dari proses pirolisis terdiri dari senyawa selulosa, hemiselulosa dan lignin yang menghasilkan asam organik, fenol dan karbonil (Anisah, 2007).

Pada dasarnya prinsip utama dalam pembuatan asap cair sebagai bahan pengawet dengan mendestilasi asap yang telah dikeluarkan dari bahan berkarbon yang kemudian mengalami pengendapan komponen larut dengan destilasi multi tahap. Asap cair dengan kualitas terbaik dihasilkan dari bahan baku kayu keras dibandingkan dengan kayu lunak. Baik dari segi aroma yang dihasilkan maupun kandungan senyawa asam lebih tinggi (Himawati, 2010).

Asap cair dengan kualitas (*grade*) 2 memiliki ciri warna cokelat yang lebih bening, kandungan tar yang rendah yakni sekitar 16,6%, kandungan fenol sekitar 9,55%, dan kandungan karbonil 1,67%. Jenis asap cair kualitas 2 ini didapatkan dari pengendapan asap cair destilasi (*grade* 3) pada suhu 120-150°C selama minimal 1 minggu (Siswanto *et al.*, 2011).

Jenis bahan baku asap cair yang dipergunakan pada penelitian ini adalah sekam padi dan bambu. Berikut merupakan karakteristik dari kedua jenis asap cair tersebut.

1. Sekam Padi

Sekam padi merupakan hasil sampingan dari proses penggilingan padi yang selama ini kurang dimanfaatkan karena dianggap sebagai limbah. Menurut Hoosebey (1994) sekam padi memiliki kandungan selulosa sebesar 25%, lignin 30%, serta pentosans sebesar 15%. Kandungan dalam sekam padi dapat dilihat SBRAWINAL pada Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan Sekam Padi

Persentase		
9,02%		
3,03%		
1,18%		
35,68%		
17,17%		
33,37%		

Sumber: Hartanto dan Alim (2011).

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 (Sung et al., 2007^a; Sung et al., 2007^b). Pemurnian asap cair terbagi menjadi beberapa tahap 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 (Mutmainnah, 2010).

2. Bambu

Bambu mengalami proses pirolisis dalam pembuatan asap cair menggunakan suhu pada kisaran 80-150°C. Asap cair bambu memliki kandungan asam dan fenol seperti halnya pada 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%. Karakteristik dari asap cair berbahan baku bambu dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Karakteristik Asap Cair Bambu

Jenis Sampel	Suhu	Asap Cair		
	Pirolisis (°C)	Rendemen (% w/w)	Tar (% b/b)	Warna
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)

2.4 Pengasapan

2.4.1 Komponen Asap

Senyawa kimia yang terkandung dalam asap cair bergantung pada kondisi pirolisis dan jenis bahan baku yang digunakan. Apabila proses pirolisis kurang sempurna menghasilkan asap cair dengan komponen kimia yang kurang lengkap. Komponen kimia dari asap cair secara umum terdiri dari senyawa golongan fenol,

karbonil, asam-asam karboksilat, furan, hidrokarbon, alkohol serta lakton (Haji, 2013).

Senyawa kimia dalam asap cair tersebut mampu mempengaruhi rasa, pH, dan daya simpan produk. Senyawa karbonil yang bereaksi dengan protein ikan menimbulkan perubahan warna, sedangkan senyawa fenol akan menunjukkan aktivitas bakteriostatik dan antioksidan. Komposisi dari asap bergantung pada jenis kayu apakah kayu yang dipergunakan merupakan kayu keras atau kayu lunak, kadar air kayu, dan suhu pembakaran kayu. 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 antioksidatifnya. Suhu optimum yang digunakan dalam pembuatan asap cair berkisar pada suhu 400°C (Yulstiani, 2008).

Menurut Himawati (2010), komponen yang dapat dideteksi dalam asap terdiri dari beberapa golongan, antara lain :

- 1. Fenol, hasil identifikasi menunjukkan bahwa terdiri dari 85 macam yang berasal dari kondensat dan 20 macam dari asap yang dihasilkan.
- Karbonil, keton, dan aldehid, hasil identifikasi menunjukkan bahwa terdiri dari
 45 macam yang berasal dari kondensat.
- 3. Asam-asam hasil identifikasi menunjukkan bahwa terdiri dari 35 macam yang berasal dari kondensat.
- 4. Furan yang dapat diidentifikasi sebesar 11 macam.
- 5. Alkohol dan ester, hasil identifikasi menunjukkan bahwa terdiri dari 15 macam yang berasal dari kondensat.
- 6. Lakton yang dapat diidentifikasi sebesar 13 macam.

- 7. Hidrokarbon alifatis dapat diidentifikasi 1 macam pada hasil kondensat dan 20 macam dari asap yang dihasilkan.
- 8. Poli Aromatik Hidrokarbon (PAH) hasil identifikasi menunjukkan bahwa terdiri dari 47 macam yang berasal dari kondensat dan 20 macam dari asap yang dihasilkan.

2.4.2 PAH (Policyclic Aromatic Hydrocarbon)

Senyawa-senyawa *Policyclic Armatic Hydrocarbon* (PAH) pada asap cair akan ditemukan apabila bahan baku kayu mengalami pembakaran pada suhu 400°C, apabila pembakaran dilakukan dibawah suhu tersebut maka tidak ditemukan senyawa PAH pada asap cair (Rasydta, 2013). Hasil penelitian dari Swastawati (2008), menyatakan bahwa proses pirolisis dari asap cair berbahan baku sekam padi pada suhu reaktor maksimum 450°C. Pada suhu 450°C kandungan *benzo(a)pyrene* dari asap cair sekam padi sebesar 0,541 ppm. Jumlah ini melebihi batas yang ditetapkan oleh *Europe commission* bahwa kandungan *benzo(a)pyrene* pada produk ikan asap yakni sebesar 0,005 ppm.

Sekam padi dan bambu merupakan golongan kayu lunak, dimana kecenderungan dari kayu lunak yakni memiliki kandungan senyawa PAH dengan efek karsinogen lebih tinggi dibandingkan dengan kayu keras. Asap cair berbahan baku sekam padi dan bambu hasil redestilasi yang dipergunakan dalam penelitian ini menggunakan suhu dengan kisaran 380-400°C. Perbedaan suhu pirolisis dengan penelitian sebelumnya diharapkan dapat mengurangi kandungan senyawa karsinogen seperti *benzo(a)pyrene* dalam asap cair berbahan baku sekam padi dan bambu.

Tingginya efek karsinogen pada produk asap bergantung pada jenis asap yang digunakan sebagai bahan asap. *Benzo(a)pyrene* merupakan suatu senyawa turunan PAH yang memiliki lima cincin yang memiliki sifat mutagen, sangat karsinogen, memiliki bentuk padatan kristal kuning karena merupakan hasil pembakaran tidak sempurna pada suhu antara 350-600°C Persyaratan yang ditetapkan oleh FAO / WHO untuk kandungan *benzo(a)pyrene* adalah maksimum sebesar 1 microgram/kg atau setara dengan 1 ppb = 0,001 ppm (Darmadji, 2009).

Benzo(a)pyrene merupakan salah satu turunan dari senyawa PAH yang merupakan hasil pembakaran tidak sempurna, terutama pada pengasapan ikan secara tradisional. Efek karsinogenik dapat ditimbulkan oleh mekanisme dari benzo(a)pyrene yang memiliki sifat hidrofobik (tidak suka air) dan tidak memiliki gugus metil atau gugus reaktif lainnya yang dapat berikatan sehingga membentuk senyawa polar. Senyawa PAH akan sulit diekskresikan dari jaringan hati, ginjal, maupun jaringan lemak sehingga akan terakumulasi dalam tubuh. Struktur molekul PAH menyerupai basa nukleat, sehingga dapat masuk ke dalam untaian DNA dan merusak kinerja dari DNA dalam memperbaiki jaringan yang rusak, yang akan menimbulkan penyakit kanker (Varlet et al., 2007).

2.4.3 Aplikasi Asap Cair

Aplikasi asap cair pada produk pangan dapat dilakukan dengan beberapa metode, antara lain pencampuran, pencelupan, atau perendaman, penyuntikan, pencampuran asap cair pada air perebusan, serta penyemprotan. Metode pencampuran biasa digunakan pada produk daging olahan. Pencelupan atau perendaman dapat menghasilkan mutu organoleptik yang tinggi pada daging terlebih pada bagian perut dan punggung. Penyuntikan juga dapat dilakukan pada bagian

perut pada daging. Penyuntikan dapat dilakukan dalam jumlah yang bervariasi antara (0,2-1%). Metode pencampuran asap cair pada air perebusan biasa digunakan pada produk fillet ikan asap, bandeng presto, maupun bakso ikan. Hal ini memiliki keuntungan lebih karena penetrasi senyawa dari asap cair sempurna baik ke dalam produk maupun melapisi bagian luar produk (Budijanto, 2008).

2.4.4 Manfaat Pengasapan

Asap cair memiliki fungsi yang penting yakni dalam memberikan rasa dan warna yang diinginkan pada produk yang diasap dikarenakan senyawa fenol dan karbonil. Fungsi lainnya senyawa fenol dan asam mampu berperan sebagai antimikroba dan antioksidan. Berdasarkan hal ini, maka asap cair dapat diterapkan dalam berbagai bidang seperti kehutanan, perkebunan, pangan dan bidang lainnya (Atmaja, 2009).

Menurut Yulstiani (2008), keuntungan dari penggunaan asap cair pada bahan pangan dibandingkan dengan penggunaan asap secara tradisional antara lain :

- 1. Menekan biaya produksi.
- 2. Mempu mengatur rasa produk yang diinginkan serta dapat mengurangi resiko karsinogenik.
- 3. Dapat diterapkan pada berbagai jenis produk pangan.
- Dapat diterapkan pada masyarakat secara luas, mengurangi polusi udara, serta dapat dipakai berulang-ulang tanpa mengalami perubahan komponen asap.

BRAWIJAY/

2.5 Masa Simpan

Umur simpan merupakan salah satu hal penting dalam suatu produksi makanan karena dinilai sebagai usaha untuk memberikan informasi kepada konsumen untuk suatu produk. Pengujian umur simpan ini dilakukan oleh setiap produsen makanan dalam rangka untuk memberikan jaminan keamanan serta kualitas dari suatu produk yang dapat diterima oleh konsumen. Penentuan umur simpan dapat dilakukan dengan cara menyimpan suatu produk dalam kondisi normal sehari-hari dengan disertai pengamatan terhadap kemunduran mutu dari produk tersebut (Budijanto *et al.*, 2010).

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 (Darmadji, 2009).

2.6 Pengujian Warna Ikan Cakalang Asap Menggunakan *Coloreader* (Colorimeter)

Analisa warna secara objektif menggunakan alat coloreader (colorimeter) pada suatu produk diukur dengan tiga nilai dengan lambing L, a, dan b. Nilai L adalah derajat kecerahan dari produk, untuk nilai a merupakan gradiasi dari warna

hijau hingga merah, seangkan untuk nilai b merupakan gradiasi warna dari biru hingga kuning. Pada nilai a dan b memiliki rentang nilai dari negatif hingga positif (Silmi et al, 2007).

Derajat hue merupakan warna yang terdiri dari spektrum warna pelangi seperti merah, kuning, hijau, dan sebagainya. Hue biasa disimbolkan dengan lingkaran yang berisi warna pelangi sehingga memiliki sudut lingkaran dari – sampai 360° . Penelitian sebelumnya ada yang menyetujui apabila nilai a dan b merupakan nilai dari derajat hue (Evan, 2009).

2.7 Pengujian Tekstur Ikan Cakalang Asap Menggunakan *Tensile Strength Instrument* (TSI)

Tensile Strength Instrument (TSI) dipergunakan untuk mengukur sifat fisik dari suatu bahan. Pengujian tekstur berlangsung secara tegak lurus terhadap bidang bahan secara horizontal. Gaya maksimum berada pada kekuatan antar molekul bahan untuk saling tarik menarik. Apabila kekuatan tarik menarik bahan ini tidak kuat, apabila dia mengalami tekanan dari atas akan mengakibatkan terbentuknya retakan kecil yang kemudian akan menyebar menjadi retakan besar yang menandakan bahwa tektur ikatan antar molekul bahan lemah (Bourne, 1982).

Tensile strength (daya regang) pada umumnya sering digunakan untuk pengukuran kekuatan dalam menarik sesuatu bahan atau dapat dikatakan sebagai batas kemampuan maksimum bahan ketika mengalami gaya tarik dari luar hingga mengalami fracture (patah). Hasil dari pengukuran tensile strength ini memiliki hubungan dengan tekstur dari produk ketika dimakan (Zulaidah, 2011).

2.8 Pengamatan Mikrostruktur Ikan Cakalang Asap

SEM (*Scanning Electron Microscopy*) adalah mikroskop yang menggunakan hamburan elektron dalam membentuk bayangan. SEM mampu menghasilkan bayangan dengan resolusi yang tinggi baik dalam jarak yang dekat atau perbesaran maksimal tanpa membuat gambar menjadi pecah (Ernawati, 2012). SEM sangat cocok digunakan untuk mengamati produk yang meimiliki permukaan kasar dengan perbesaran antara 20 kali hingga 500.000 kali (Anggraeni, 2008).

Penampakan tiga dimensi yang diperoleh dari bayangan dengan kedalaman besar yang dapat ditembus oleh medan SEM. Jenis sinyal hasil interaksi antara berkas elektron dan sampel antara lain *electron secinder*, *electron backscattered*, karakteristik *x-ray* dan *foton* lain. Pada SEM untuk mengetahui perbedaan topografi ketika mengenai permukaan sampel membutuhkan *signal electron secunder* dan *electron backscattered* (Anisah, 2014).