

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2. 1 Ikan

Ikan di definisikan sebagai hewan bertulang belakang (vertebrata) yang hidup di air dan secara sistematis ditempatkan pada filum Chordata dengan karakteristik memiliki insang yang berfungsi untuk mengambil oksigen terlarut dari air dan sirip digunakan untuk berenang. Ikan hampir dapat ditemukan hampir di semua tipe perairan di dunia dengan bentuk dan karakter yang berbeda-beda (Adrim, 2010). Ikan sendiri dibedakan berdasarkan karakter-karakter umum yang dapat membedakan antara kelompok yang satu dengan kelompok yang lain. Adapun karakter-karakter yang biasa digunakan dalam identifikasi ikan antara lain, yaitu : bentuk umum tubuh, bentuk dan jumlah sirip, bentuk mulut, bentuk ekor, dan perbandingan serta posisi anggota tubuh.

Ciri-ciri umum dari golongan ikan adalah mempunyai rangka bertulang sejati dan bertulang rawan, mempunyai sirip tunggal atau berpasangan dan mempunyai operculum, tubuh ditutupi oleh sisik dan berlendir serta mempunyai bagian tubuh yang jelas antara kepala, badan, dan ekor. Ukuran ikan bervariasi mulai dari yang kecil sampai yang besar. Kebanyakan ikan berbentuk torpedo, pipih, dan ada yang berbentuk tidak teratur (Siagian, 2009).

2. 2 Klasifikasi Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*)

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

Phylum : Vertebrata

Class : Teleostei

Ordo : Perciformes

Famili : Scombridae

Genus : *Katsuwonus*

Species : *Katsuwonus pelamis*



Gambar 1. Spesies Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*)

(Sumber : <http://www.fishbase.org>)

Cakalang termasuk jenis ikan tuna dalam famili scombridae. Bentuk tubuhnya memanjang seperti cerutu atau torpedo, berwarna kebiru-biruan atau biru tua pada sisi belakang dan diatas tubuhnya dengan perut silver, mempunyai dua sirip punggung, sirip depan biasanya pendek dan terpisah dari sirip belakang, serta mempunyai jari-jari sirip tambahan (finlet) di belakang sirip punggung dan dubur. Sirip dada terletak agak ke atas, sirip perut kecil, sirip ekor bercagak agak dalam dengan jari-jari penyokong menutup seluruh ujung hypural (Departemen Pertanian, 1983).

Menurut nakamura (1991), potensi ikan cakalang diseluruh dunia cukup besar, dengan tingkat regerasi cukup tinggi, oleh karenanya tidak perlu khawatir akan habis meskipun dilakukan penangkapan dalam jumlah besar. Cakalang adalah ikan perenang cepat dan hidup bergerombol (Scholling) sewaktu mencari makan. Kecepatan renang ikan dapat mencapai 50km/jam. Kemampuan renang ini merupakan salah satu faktor yang menyebabkan penyebarannya dapat mengikuti skala ruang (Wilayah Geografis) yang cukup luas, termasuk

diantaranya beberapa spesies yang dapat menyebar dan bermigrasi lintas samudra (Supadiningsih dan Rosana, 2004).

Ikan ini berproduksi sepanjang tahun pada perairan khatulistiwa, fekunditasnya meningkat bersamaan dengan semakin besarnya ukuran tapi hal ini sangat bervariasi. Makanan kegemaran ikan cakalang pada umumnya ialah ikan *crustacea*, *moluska* dan dapat juga bersifat kanibalisme. Ikan ini memiliki kecenderungan untuk bergerak dalam kelompok pada permukaan air. Ukuran ikan dapat mencapai 108 cm dengan berat 32,5-34,5 kg (Collete dan Nauen, 1983). Komposisi ikan dalam 100 gram daging ikan cakalang tersaji pada tabel 1.

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

Kandungan	Satuan	Jumlah
Air	g	70,580
Protein	g	22,000
Lemak	g	1,010
Abu	g	1,300
Kalsium	mg	29,000
Besi	mg	1,250
Vitamin C	mg	1,000
Vitamin A	IU	52,000
Asam lemak EPA	g	0,071
Asam lemak DHA	g	0,185

Sumber: USDA (2009)

2. 3 Pengasapan

2. 3. 1 Pengertian Pengasapan

Pengasapan merupakan suatu cara pengawetan ikan yang menggunakan asap sebagai bahan pengawet dan pemberi warna serta rasa yang khas (Moeljanto, 1992). 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 pertikel-partikel asap pada saat

pengasapan. Pemanasan bertujuan untuk mematangkan daging ikan, menghentikan kegiatan enzim perusak, menggumpalkan protein dan menguapkan sebagian air dalam badan ikan (Moeljanto, 1992) daging asap adalah irisan daging yang diawetkan dengan panas dan asap yang dihasilkan dari pembakaran kayu keras yang menghasilkan asap dan lambat terbakar (BPPT 2002).

Pengasapan harus dilakukan pada waktu dan kepekatan asap serendah mungkin, karena asap mengandung senyawa-senyawa karbonil yang akan bereaksi dengan lisin dan mereduksi kualitas protein (Litbang Pertanian, 2002).

Pengasapan secara umum terbagi menjadi dua metode, yaitu tradisional dan modern. Pengasapan cara tradisional merupakan proses yang sifat khas produknya terbentuk akibat perlakuan panas, komponen asap dan aliran gas (Harris dan Karmas, 1989). Yang termasuk dalam pengasapan ini adalah pengasapan panas dan pengasapan dingin.

Pengasapan dingin (*cold smoking*) suhunya 15-30 °C (rata-rata 25 °C) selama 4-6 minggu. Ikan yang diasapi letaknya jauh dari sumber asap sehingga memerlukan waktu lebih lama bisa beberapa hari sampai beberapa minggu. Produk yang dihasilkan memiliki keawetan yang lebih tinggi karena penetrasi komponen asap lebih banyak sehingga dagingnya kering, tetapi harus dimasak lebih dulu sebelum dimakan karena produknya belum matang. Sedangkan pengasapan panas (*hot smoking*) suhunya 30-80 °C. Lamanya pengasapan 3-8 jam. Ikan yang diasapi diletakkan dekat dengan sumber asap. Penetrasi asap lebih sedikit sehingga produk yang dihasilkan bersifat kurang awet. Produk yang dihasilkan sudah matang dan waktunya lebih singkat dibanding pengasapan dingin. Pengasapan ini ditujukan untuk memperoleh aroma asap yang khas (Bligh *et al.* 1988).

Selanjutnya Bligh *et al.* (1989) menyatakan bahwa pada pengasapan panas, suhu awal pengasapan sebaiknya rendah karena jika pengasapan langsung dilakukan pada suhu tinggi maka lapisan air pada permukaan bahan akan cepat menguap dan produk akan cepat matang, proses ini menghambat penempelan asap sehingga pembentukan warna dan aroma asap kurang baik. Setelah warna dan aroma terbentuk maka suhu pengasapan dapat dinaikkan untuk membantu proses pematangan dan pengeringan. Sebagai pembandingan, Tabel 2 menyajikan komposisi beberapa jenis ikan asap dari beberapa negara.

Tabel 2. Komposisi Kimia Beberapa Jenis Ikan Asap Dari Beberapa Negara

Negara	Produk	Lama Penggaraman	Pengasapan/waktu pemanasan	Komposisi (%)			
				kadar garam	lemak	air	protein
India	Tongkol (<i>Euthynnus affinis</i>)	60 menit	Suhu 70-80°C selama 8 jam, pengeringan suhu 70°C selama 16 jam dalam oven.	4.5	3.0	15.0	74.0
Indonesia	Cakalang (<i>Katsuwonus palamis</i>) asap/panggang	2.5 jam	* 80-100°C (menggunakan tempurung kelapa)	-	-	33.35	26.72
		4 jam	* 80-100°C (menggunakan kayu bakau).	-	-	53.75	36.0
Jepang	Salmon (<i>Oncorhynchus nerka</i>)-fillet dengan kulit	15-18% 5-6 jam	Suhu 50°C selama 7 jam, pengeringan suhu 80°C selama 2-3 jam.		5.6	60.0	8.0

Sumber : Burt, 1989.

Pengasapan modern adalah pengasapan dengan fase gas (*gas phase smoke*) atau pengasapan dengan asap cair (*liquid smoke*). Pengasapan dengan asap cair dilakukan dengan merendam produk pada asap cair yang sudah dicairkan melalui proses pirolisis dan destilasi (Maga, 1988). Pengasapan cara ini dapat meningkatkan kualitas produk dari segi kesehatan karena senyawa karsinogenik seperti benzo(a)pyren yang terdapat dalam asap cair dapat diserap dan dikurang jumlahnya, sedangkan tar dapat dipisahkan dengan menggunakan metode pengendapan dan penyaringan (Purnomo, 1997).

2. 3. 2 Proses Pengasapan Ikan

Proses pengasapan merupakan kombinasi antara penggaraman, pengeringan, pemanasan dan pengasapan. Pengasapan awalnya bertujuan untuk memperpanjang umur simpan suatu bahan, namun sejalan dengan peningkatan daya terima terhadap produk asap, tujuan tersebut mulai beralih ke citarasa (Bligh *et al.* 1989). Tujuan utama pengasapan adalah menghasilkan citarasa yang lebih baik dan mencegah ketengikan daging akibat oksidasi lemak.

Pengasapan dalam 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).

Cara pengasapan seperti ini dapat mencegah terjadinya case hardening, yaitu kondisi dimana bagian luar produk sudah mengering sedangkan di bagian dalam masih basah. Hal ini dapat menghambat laju pengeluaran air dalam produk (Olley *et al.*, 1989).

2.3.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pengasapan

Faktor-faktor yang mempengaruhi pengasapan adalah sebagai berikut (Dwiari, 2008) :

a. Suhu pengasapan

Suhu awal pengasapan sebaiknya rendah agar penempelan dan pelarutan asap berjalan efektif. Suhu tinggi akan menyebabkan air cepat menguap dan bahan yang diasap cepat matang tetapi flavor asap yang diinginkan belum terbentuk maksimal.

b. Kelembaban udara

Kelembaban udara harus diatur sedemikian rupa agar permukaan bahan yang diasap tidak terlalu cepat mengering dan pengeringan berjalan tidak terlalu lama. Jika kelembaban udara terlalu rendah maka permukaan bahan yang diasap akan cepat mengering. Sebaliknya, jika kelembaban udara terlalu tinggi maka proses pengeringan akan berjalan lambat. Sebagai contoh pada pengasapan ikan, kelembaban udara yang ideal sebesar 60 – 70% jika suhu sekitar 29⁰C. Jika kelembaban udara kurang dari 60% maka permukaan ikan akan cepat mengering, jika diatur lebih dari 70% maka proses pengeringan lambat.

c. Jenis kayu

Serutan kayu dan serbuk gergaji dari jenis kayu keras cocok untuk pengasapan dingin. Batang atau potongan kayu dari kayu keras cocok untuk pengasapan panas. Kayu yang mengandung resin atau damar harus dihindari karena akan menimbulkan rasa pahit.

d. Jumlah, ketebalan dan kecepatan aliran asap dalam alat pengasap

Ketiga faktor ini akan mempengaruhi hasil produk akhir. Jika jumlah asap yang kontak dengan bahan sedikit, maka cita rasa asap yang dihasilkan pun berkurang. Demikian pula dengan kedua faktor yang lainnya.

e. Mutu bahan yang diasap

Untuk memperoleh produk asap yang berkualitas baik, maka mutu bahan yang akan diasap harus yang bermutu baik pula

f. Perlakuan sebelum pengasapan

Sebelum pengasapan, biasanya bahan pangan mengalami proses penggaraman atau proses kuring. Bahan yang langsung diasap akan berbeda sifat organoleptiknya dibandingkan bahan yang mengalami perlakuan pendahuluan.

Sewaktu pengasapan berlangsung, makanan harus dijaga agar seluruh bagian makanan terkena asap. Waktu pengasapan bergantung ukuran potongan daging dan jenis ikan. Api perlu dijaga agar tidak boleh terlalu besar. Bila suhu tempat pengasapan terlalu panas, asap tidak dapat masuk ke dalam makanan. Sewaktu pengasapan dimulai, api yang dipakai tidak boleh terlalu besar (Hariningsih, 2008)

Produk-produk makanan yang diasap dapat awet karena panas dari pembakaran kayu dapat menghambat mikroorganisme, asap mengandung komponen antimikroba (bakterisida / bakteristatik), asap mengandung antioksidan sehingga dapat terhindar dari ketengikan dan sebagian asap membentuk kulit tipis sehingga dapat terhindar dari kontaminasi ulang (Dwiari, 2008).

2.3.4 Pengaruh pengasapan terhadap Ikan Asap

Bahan baku yang disimpan beku hingga 33 minggu dapat menyebabkan hilangnya lisin dan tiamin yang tersedia setelah pengasapan masing-masing sebesar 74% dan 90% (Litbang Pertanian 2002). Burt (1988) menyatakan bahwa beberapa jenis vitamin yang terdapat dalam ikan akan mengalami kerusakan sebagai akibat proses pengeringan atau pengasapan, tergantung waktu dan suhu, pH, serta terjadinya penirisan (*drip*). pengasapan panas (di atas 80°C) dapat menyebabkan hilangnya vitamin yang larut dalam air seperti niasin, riboflavin dan asam askorbat hingga 4% (Bhuiyan *et al.*, 1986) dalam (Litbang Pertanian, 2002). Pemanasan yang berlebihan (di atas 90°C secara berulang-ulang) dapat menyebabkan pembentukan H₂S yang merusak aroma dan mereduksi ketersediaan sistein dalam produk (Litbang Pertanian, 2002).

Menurut Amri (2006), pengasapan yang dilakukan memiliki pengaruh terhadap ikan yang diasapi, antara lain :

a. Daya Simpan

Ikan menyerap zat-zat yang terkandung dalam asap seperti aldehida, fenol dan asam-asam. Zat-zat pengawetan tersebut bersifat racun bagi bakteri. Karena jumlah zat-zat pengawet tersebut sangat kecil maka daya awetnya pun terbatas. Oleh sebab itu, pengasapan didahului dengan tahap-tahap lainnya.

b. Penampilan

Kulit ikan yang sudah diasapi biasanya berwarna mengkilat. Hal ini disebabkan oleh timbulnya reaksi kimia dari senyawa-senyawa dalam asap yaitu formaldehida dari fenol yang menghasilkan lapisan damar tiruan pada permukaan kulit ikan.

c. Perubahan warna

Warna daging ikan setelah diasap akan berubah menjadi kuning emas sampai kecoklat-coklatan. Warna ini dihasilkan oleh reaksi kimia fenol dengan O_2 (zat asam) dari udara.

d. Rasa sedap keasam-asaman

Pengasapan menimbulkan rasa yang khas. Rasa ini dihasilkan oleh asam-asam dan fenol serta zat-zat lain sebagai pembantu. Dalam hal ini ketebalan asap yang terserap ikan akan menentukan rasa asap yang disesuaikan dengan selera konsumen, sehingga perlu ada keseimbangan antara rasa enak ikan asap dengan daya simpan (*shelf life*) dari ikan asap tersebut.

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

Tabel 3. Persyaratan Mutu Ikan Asap

Karakteristik	Persyaratan Mutu
1. Organoleptik, minimal	7
2. Mikrobiologi :	
a. TPC (per gram), maksimum	5×10^5
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

Sumber : SNI 01-2725 (1992)

Tabel 4. Perbandingan Ikan Tongkol Setelah Perlakuan dan Perlakuan Terbaik dengan SNI

Parameter Analisis	T2A2	Kontrol (Ikan Segar)	Standar SNI
	Umur simpan 2 hari	Umur Simpan 2 hari	
Visual			
Fisik dan Kimia			
Kadar Air (%)	70.30	74.63	Maks.65 ^a
Kadar Protein (%)	21.21	15.48	Min.20 ^a
pH	6.03	4.43	-
TBA	1.18	3.45	Maks 4mg/100g
TVB	26.30	38.09	Maks. 30mgN/100g
Organoleptik			
Rasa	4.65	3.80	Normal
Warna	4.75	4.50	Khas ikan
Aroma	4.70	3.65	Normal
Tekstur	4.55	4.05	Kompak

Keterangan: Sumber dari Standar Nasional Indonesia 01-2729-2-2006(19)

2. 4 Pengawetan

Pengawetan makanan adalah cara yang digunakan untuk membuat [makanan](#) memiliki daya simpan yang lama dan mempertahankan sifat-sifat [fisik](#) dan kimia makanan.

Dalam mengawetkan makanan harus diperhatikan jenis bahan makanan yang diawetkan, keadaan bahan makanan, cara pengawetan, dan daya tarik produk pengawetan makanan. [Teknologi](#) pengawetan makanan yang dikembangkan dalam skala [industri](#) masa kini berbasis pada cara-cara [tradisional](#) yang dikembangkan untuk memperpanjang masa [konsumsi](#) bahan makanan (Wikipedia, 2015)

Menurut Himawati (2010), Pengawetan dengan asap cair memiliki beberapa keunggulan antara lain yaitu lebih ramah dengan lingkungan karena tidak menimbulkan pencemaran udara, bisa diaplikasi secara cepat dan mudah, tidak membutuhkan instalasi pengasapan, peralatan yang digunakan lebih sederhana dan mudah dibersihkan, konsentrasi asap cair yang digunakan bisa disesuaikan dengan yang dikehendaki, senyawa-senyawa penting yang bersifat volatil mudah dikendalikan.

Adapun mekanisme proses pengawetan terjadi, dimulai dengan penyerapan asam benzoat ke dalam sel. Bila perubahan pH antar sel sampai 5 atau lebih rendah, maka fermentasi anaerob glukosa melalui fosfofruktokinase berkurang hingga 95%, dengan demikian menghambat pertumbuhan dan kelangsungan hidup mikroorganisme yang menyebabkan makanan basi.

2. 5 Asap Cair

2. 5. 1 Pengertian Asap Cair

Asap cair merupakan salah satu hasil pirolisis tanaman atau kayu pada suhu sekitar 400°C (Soldera *et al.*, 2008). Kondensasi asap yang dihasilkan

melalui cerobong reaktor pirolisi 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 *dkk.*, 2008). Komponen senyawa fenol yang berperan sebagai zat antioksidan dalam asap cair, dijadikan alternatif untuk menggantikan fungsi formalin sebagai pengawet bahan 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 konsesten akibat pengasapan tradisional dapat dihindari.

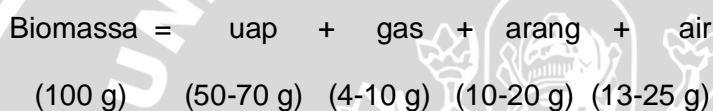
Menurut Budijanto *dkk.*, (2008) Penggunaan asap cair mempunyai banyak keuntungan dibandingkan metode pengasapan tradisional, yaitu lebih mudah diaplikasikan, proses lebih cepat, memberikan karakteristik yang khas pada pdousk akhir berupa aroma, warna dan rasa yang lebih menarik, serta penggunaannya tidak mencemari lingkungan. Kandungan benzo[a]pyrene pada asap cair memungkinkan untuk menghasilkan produk asap yang tidak mengandung benzo[a]pyrene dan senyawa karsinogenik lainnya.

2. 5. 2 Proses Pembuatan Asap cair

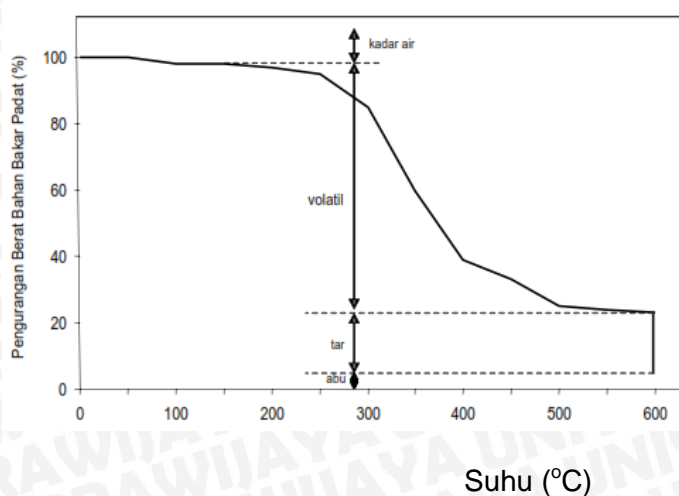
Pirolisis

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). Menurutya 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 (H₂O), karbon monosikda (CO) dan karbondioksida (CO₂). 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 :



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 (H₂), dan hidrokarbon. Sedangkan tar (*secondary pyrolysis tar = SPT*) sekitar 1-6 % (Kamaruddin *et al.* 1999). Secara umum berlangsungnya pirolisis primer biomassa ditampilkan pada Gambar 2.



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, 1969), pirolisis hemiselulosa pada suhu 200-250°C, pirolisis selulosa pada suhu 280-320°C dan pirolisis lignin mulai terjadi pada suhu 400 °C.

Dalam Penelitian Marasabessy (2007), 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 CO₂ dan sebagian berupa yang mudah terbakar seperti CO, CH₄, H₂ 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 5. Komposisi Rata-rata Gas Pada Proses Pirolisis Kayu

Komponen gas	Kadar (%)
Karbon dioksida	50,74
Karbon monoksida	27,88
Metana	11,36
Hidrogen	4,21
Etana	3,09
Hidrokarbon tak jenuh	2,71

Sumber : Marasabessy (2007)

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 (Fatimah, 1998). Menurut 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 kebutuhannya 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 (1976), 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 masa jenis yang menyebabkan terjadinya perbedaan suhu dinamakan konveksi bebas.

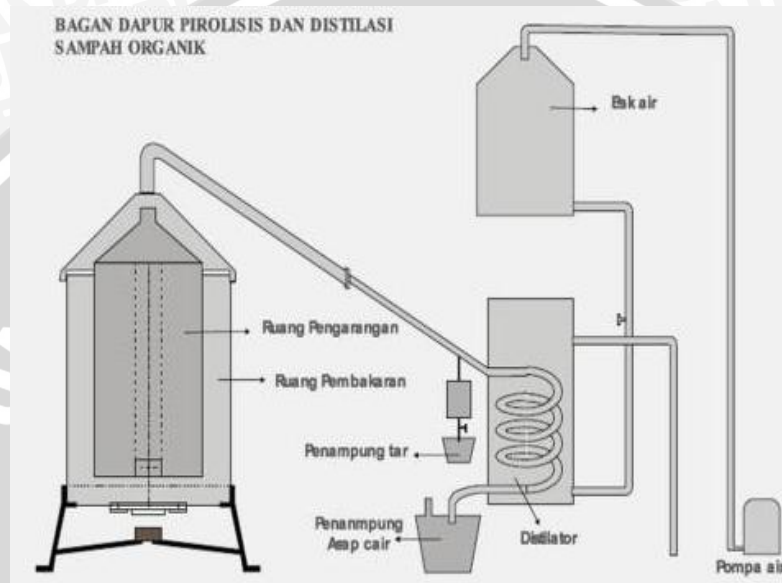
Konduksi adalah pertukaran energi melalui kontak langsung antar molekul zat yang berbeda suhu. Radiasi adalah pindah panas melalui gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh getaran atom pada permukaan suatu bahan.

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 (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 berkeluk-luk. 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 (Heldman 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.

Menurut Hidayat (2013), Berikut merupakan langkah-langkah proses pembuatan asap cair. Peralatan yang digunakan untuk membangun sebuah instalasi pembuatan asap cair dapat dirakit sendiri tentunya dengan standar tertentu seperti kekedapan, kekuatan dan kewanaman dalam pengoperasiannya, dengan diagram sebagai berikut:



Gambar 3. Bagan Alur Pembuatan Asap Cair

Peralatan dan bahan yang diperlukan:

- Wadah Pengarangan, ruang pembakaran, penampung tar/asap cair, destilator dapat dibuat dari stainless steel atau drum besi yang dimodifikasi seperti gambar diatas.
- Pipa besi yang dimodifikasi yang dibentuk seperti gambar diatas
- Alat pemanas dapat berupa blower dan atau dapat menggunakan sekam/arang
- Pipa PVC (jumlah dan ukuran disesuaikan)
- Pompa air
- Tangki air dan penyangganya

Bahan baku untuk pembuatan asap cair bisa apaun yang termasuk bahan organik yang mempunyai selulosa, tetap saat ini yang lazim digunakan sebagai bahan baku untuk asap cair adalah tempurung kelapa karena pohon kelapa terdapat dimana-mana dan penggunaan tempurung kelapa sangat luas di masyarakat seperti pliku, kopra, arang, dan olahan kelapa lainnya. Oleh karena itu untuk proses pembuatan asap cair menggunakan contoh tempurung kelapa yang dapat diuraikan sebagai berikut:

- 1 Sebelum dimasukkan ke reaktor pirolisis, terlebih dahulu tempurung kelapa itu dibersihkan dari kotoran dan sabut yang tertinggal. Kemudian tempurung kelapa dipecah menjadi beberapa bagian agar luas permukaan pembakaran menjadi lebih luas sehingga proses dapat berjalan lebih cepat.
- 2 Selanjutnya dilakukan pengeringan dengan cara penjemuran, untuk mengurangi kadar air pada tempurung kelapa.
- 3 Kemudian dilanjutkan dengan metode Pirolisis yang merupakan proses reaksi penguraian senyawa-senyawa penyusun kayu keras menjadi beberapa senyawa organik melalui reaksi pembakaran kering pembakaran tanpa oksigen. Reaksi ini berlangsung pada reaktor pirolisator yang bekerja pada temperatur 300-650°C selama 8 jam pembakaran.
- 4 Asap hasil pembakaran dikondensasi dengan kondensor yang berupa koil melingkar. Hasil dari proses pirolisis diperoleh tiga produk yaitu asap cair, tar, dan arang. Kondensasi dilakukan dengan koil melingkar yang dipasang dalam bak pendingin. Air pendingin dapat berasal dari air hujan yang ditampung dalam bak penampungan, air sumur, air sungai maupun PDAM.
- 5 Proses Pemurnian Asap Cair untuk mendapatkan asap cair yang tidak mengandung bahan berbahaya sehingga aman bagi bahan pengawet makanan. Asap cair yang diperoleh dari kondensasi asap pada proses pirolisis diendapkan selama seminggu.

- 6 Kemudian cairannya diambil dan dimasukkan ke dalam alat destilasi. Suhu destilasi sekitar 150°C, hasil destilat ditampung. Destilat ini masih belum bisa digunakan sebagai pengawet makanan karena ada lagi proses lain yang harus dilewati.
- 7 Proses Filtrasi Destilat dengan Zeolit Aktif ditujukan untuk mendapatkan zat aktif yang benar-benar aman dari zat berbahaya. Caranya, zat destilat asap cair dialirkan ke dalam kolom zeolit aktif dan diperoleh filtrat asap cair yang aman dari bahan berbahaya dan bisa dipakai untuk pengawet makanan non karsinogenik.
- 8 Proses Filtrasi Filtrat Zeolit Aktif dengan Karbon Aktif Proses filtrasi filtrat zeolit aktif dengan karbon aktif dimaksudkan untuk mendapatkan filtrat asap cair dengan bau asap yang ringan dan tidak menyengat. Caranya, filtrat dari filtrasi zeolit aktif itu dialirkan ke dalam kolom yang berisi karbon aktif sehingga filtrat yang diperoleh berupa asap cair dengan bau asap ringan dan tak menyengat. Maka sempurna lah asap cair sebagai bahan pengawet makanan yang aman, efektif dan alami.

2. 5. 3 Manfaat Asap Cair

Asap cair memiliki banyak manfaat dan telah digunakan pada berbagai industri, antara lain :

a. Industri Pangan

Asap cair memiliki kegunaan yang sangat besar sebagai pemberi rasa dan aroma yang spesifik juga sebagai pengawet karena sifat anti mikroba dan antioksidan. Dengan tersedianya asap cair maka proses pengasapan tradisional dengan menggunakan asap secara langsung yang mengandung banyak kelemahan seperti pencemaran lingkungan, proses tidak dikendalikan, kualitas

yang tidak konsisten serta timbulnya bahaya kebakaran yang semua tersebut dapat dihindari.

b. Industri perkebunan

Asap cair dapat digunakan sebagai koagulan lateks dengan sifat fungsional asap cair seperti antijamur, antibakteri dan antioksidan tersebut dapat memperbaiki kualitas produk karet yang dihasilkan

c. Industri Kayu

Kayu yang diolesi dengan asap cair mempunyai ketahanan terhadap serangan rayap daripada kayu tanpa diolesi asap cair dan juga bisa digunakan untuk bahan campuran larutan *finishing* meubel guna menambah ketahanan warna kuning keemasan (M. Zaman, 2007).

Menurut Fachrariah *et al.*, (2009) Adapun sifat fungsional dari asap cair itu sendiri diantara untuk memberi flavor dan warna yang diinginkan pada produk asapan, dan berperan dalam pengawetan serta bertindak sebagai antibakteri dan antioksidan, yaitu :

a. Pemberi flavor

Asap cair memberikan flavor asap khas yang tidak dapat digantikan dengan cara lain. Fenol merupakan senyawa yang paling bertanggung jawab pada pembentukan aroma tipikal yang diinginkan pada produk asapan. Fenol dalam hubungannya dengan sifat sensoris mempunyai bau tajam menyengat. Meskipun Senyawa fenol memegang peranan penting dalam flavor asap, namun diperlukan senyawa lain seperti karbonil dan lakton agar flavor karakteristik asap dapat muncul.

b. Pemberi warna

Opini umum pembentukan warna pada pengasapan adalah bahwa warna dihasilkan langsung oleh tar yang terdeposit pada permukaan selama proses

pengasapan. Warna produk berkisar dari kuning keemasan sampai coklat gelap. Padahal warna tersebut disebabkan oleh senyawa karbonil.

c. Antibakteri

Potensi asap cair sebagai antibakteri dapat memperpanjang masa simpan produk dengan mencegah kerusakan akibat aktivitas bakteri perusak atau pembusuk dan juga dapat melindungi konsumen dari penyakit karena aktivitas bakteri patogen. Senyawa yang mendukung sifat antibakteri dalam asap cair adalah fenol dan asam. Asap lebih kuat menghambat pertumbuhan bakteri daripada senyawa fenol, namun apabila keduanya digabungkan akan menghasilkan kemampuan penghambat yang lebih besar daripada masing-masing senyawa.

2. 5. 4 Komponen dan Komposisi dalam Asap Cair

Asap merupakan hasil pembakaran yang tidak sempurna yaitu pembakaran dengan oksigen terbatas. Pembakaran dengan oksigen cukup, hasilnya berupa uap air, gas asam arang dan abu. Dalam kondisi ini tidak terbentuk asap. Sebaliknya, jika pembakaran dengan oksigen sedikit, maka asap yang dihasilkan terdiri dari gas-asam arang, alkohol dan asam organik lainnya (Marasabessy, 2007).

Asap diperoleh melalui pembakaran kayu yang banyak mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin. Umumnya kayu mengandung selulosa 40-60%, 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- β -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 aldehid (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 CO₂, CO, O₂, N₂ dan N₂O. Zaitsev (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.

Haris dan Karmas (1989) membagi asap menjadi empat kelompok berdasarkan pengaruhnya terhadap nilai gizi produk yang diasap, yaitu : **(1)** Zat yang melindungi penyusutan nilai gizi produk yang diasapi dengan menghambat perubahan kimiawi dan biologi yang merugikan, **(2)** Komponen yang tidak

menunjukkan aktifitas dari segi nilai gizi, **(3)** Senyawa yang berinteraksi dengan komponen bahan pangan dan menurunkan nilai gizi produk yang diasapi, **(4)** Komponen beracun.

Tabel 6. Komposisi Kimia Asap Kayu

Komposisi Kimia	Kandungan	
	% dari berat serbuk kayu	mg/m ³ asap
Formaldehid	0.06	30-50
Aldehid lain (termasuk furfural)	0.19	180-830
Keton (termasuk aseton)	0.13	190-200
Asam format	0.43	115-160
Asam asetat dan asam lainnya	1.8	600
Metil alkohol	1.04	-
Tar	5.28	1295
Fenol	-	23-40
Air	-	-

Sumber : Zaitsev 1969.

2.6 Analisa Proksimat

Analisis proksimat merupakan cara menganalisa zat gizi suatu produk. Sistem proksimat diketahui adanya 6 macam fraksi, yaitu air, abu, serat, lemak, protein, dan karbohidrat.

Dalam pelabelan pangan, komponen yang wajib dicantumkan bervariasi, tergantung jenis pangannya. Namun, pada umumnya komponen yang pasti akan dicantumkan seperti jumlah kalori, protein, lemak, dan karbohidrat. Informasi yang lebih lengkap biasanya juga memuat vitamin A, vitamin C, Thiamin, riboflavin, ciacin, kalsium, dan besi. Pencantuman informasi lainnya seperti kandungan serat, kolesterol, vitamin dan mineral hanya bersifat sukarela. Analisa unsure pokok diatas disebut analisis proksimat.

Analisis proksimat dikembangkan oleh Wender Experiment Station di Jerman oleh Hemberg dan Stocman pada tahun 1965 yaitu suatu metode analisis yang menggolongkan komponen yang ada pada makanan (Sukarno, 2008).

2.6.1 Kadar Air

Air dalam bahan makanan terdapat dalam berbagai bentuk :

- a. Air yang tidak terikat dalam jaringan suatu bahan atau air murni, dengan sifat-sifat biasa dan keaktifan penuh.
- b. Air bebas (*free water*), yaitu air yang secara fisik terikat dalam jaringan matriks bahan seperti membrane, kapiler, serat, dan lain-lain.
- c. Air terikat lemah (*weak-bound water*), yaitu air yang teradsorpsi pada permukaan koloid makromolekul seperti protein, pectin, pati, selulosa, atau air yang terdispersi diantara koloid tersebut, dan merupakan pelarut zat-zat yang ada dalam sel.
- d. Air terikat kuat (*strong-bound water*), yaitu molekul air dengan ikatan ionik, Molekul air membentuk hidrat dengan molekul-molekul lain yang mengandung atom O dan N seperti karbohidrat, protein atau garam. Air tipe ini relatif sukar diuapkan dan dibekukan (Ratnaningsih, 2008). Metode pengeringan (*thermogravimetri*) adalah menguapkan oven pada suhu dan waktu tertentu (suhu 100-150° C selama 3-5 menit), kemudian menimbang bahan sampai tercapai berat konstan (selisih antara penimbangan < 0,2 mg) yang berarti semua air yang sudah diuapkan (Ratnaningsih dan Chayati, 2004). Untuk mempercepat penguapan air dan menghindari terjadinya reaksi yang menyebabkan terbentuknya air atau reaksi yang lain, maka dapat dilakukan dengan cara pemanasan pada suhu yang lebih rendah dan tekanan vakum.

2.6.2 Kadar Lemak

Lemak dibedakan atas lemak hewani dan lemak nabati. Lemak hewani berasal dari hewan, sedangkan lemak nabati berasal dari tumbuhan. Contoh

lemak hewani adalah bitirat dalam susu, keju, mentega. Contoh lemak nabati palmitat, stearat, oleat, dan linoleat. Lemak nabati tersebut banyak terdapat dalam minyak nabati seperti minyak sayur dari jagung dan kacang kedelai, kelapa, dan buah alpukat.

Menurut Tejasari (2005), pada umumnya analisis lemak dan minyak dapat digolongkan dalam dua kelompok tujuan :

- a. Penentuan kuantitatif atau penentuan kadar lemak atau minyak yang terdapat dalam makanan. Ada dua cara ekstrasi lemak minyak, yaitu cara kering dan basah. Ekstrasi cara kering digunakan untuk bahan padat, antara lain dengan alat ekstrasi Soxlet, alat ekstrasi Golgfish, alat ekstrasi ASTMN (*American Society Testing Material*). Ekstrasi cara basah digunakan untuk bahan cair, antara lain dengan botol Babcock dan Mojonnir. Hasil analisis pada lemak atau minyak yang diperoleh merupakan lemak kasar (*crude fat*) karena selama analisis selain lemak atau minyak, juga terdapat fosfolida, sterol, asam lemak bebas, karotenoid, dan pigmen yang lain.
- b. Penentuan kualitas lemak dan minyak Penentuan ini bertujuan untuk melalui proses ekstrasi lemak dan minyak, ada tidaknya perlakuan pemurnian lanjutan seperti penjernihan (*rewinning*), penghilang bau (*deodorizing*), penghilangan warna (*bleaching*) dan sebagainya. Penentuan ini berhubungan dengan daya simpan, sifat goreng, bau dan rasa dari lemak dan minyak. Tolak ukur kualitas lemak dan minyak antara lain kadar asam lemak bebas (*free fatty acid* = FFA), bilangan peroksida, kadar air dan tingkat ketengikan (angka TBA = *Thiobarbiturat acid*).

2.6.3 Kadar Protein

Protein merupakan senyawa organik kompleks yang terdapat pada semua jenis tanaman, binatang, dan mikroorganisme. Protein disusun oleh asam amino, setiap asam amino mempunyai struktur yang berbeda-beda yang nantinya akan mempengaruhi sifat protein (Ratnaningsih, 2008).

Tujuan analisis protein dalam bahan makanan adalah:

- a. Kuantitatif, yaitu menera jumlah kandungan protein dalam bahan makanan.
- b. Kualitatif, yaitu menentukan kualitas protein dari sudut isi
- c. Telaah protein secara biokimiawi, fisiologi, reologhis, enzimatis, dan telaah lain yang lebih mendasar (Sudarmadji *et al.*, 1989)

Analisis protein secara kuantitatif dapat dilakukan dengan beberapa metode, anatar alain dengan metode Kjedahl, metode Biuret, metode Lowry-Fallin, metode pengecatan, metode Turbidimetri, dan metode Titration Formol. Setiap metode mempunyai karakteristik tertentu dan harus disesuaikan dengan tujuan analisis proten (Ratnaningsih, 2008).

2.6.4 Kadar Abu

Abu adalah zat anorganik sisa hasil pembakaran suatu bahan organik. Kandungan abu dan komposisinya tergantung pada macam bahan dan cara pembuatanya.

Kadar abu menggambarkan kandungan mineral dari sampel bahan makanan. Kadar abu adalah material yang tertinggal bila bahan makanan dipijarkan dan dibakar pada suhu sekitar 500-800°C. Semua bahan organik akan terbakar sempurna menjadi air dan CO₂ serta NH₃ sedangkan elemen-elemen tertinggal sebagai oksidasinya (Sudarmadji *et al.*, 1989).

Kadar abu ada hubungannya dengan mineral suatu bahan. Mineral yang terdapat dalam suatu bahan dapat merupakan dua macam garam yaitu garam organik dan garam anorganik. Garam organik misalnya garam asam malat, oksalat, asetat, pektat. Sedangkan garam anorganik antara lain dalam bentuk garam fosfat, karbonat, klorida, sulfat, nitrat (Vindayanti, 2012).

2.6.5 TMA (Trimetil Acid)

Analisis TMA dilakukan dengan mengacu pada metode SNI-01-4495-1998 dan BPPMHP (2001) yang telah dimodifikasi dengan menggunakan cawan Conway. Prinsip pengujian TMA sama dengan TVBN yaitu dengan cara senyawa-senyawa basa volatil dalam sampel diuapkan, diikat oleh asam borat dan dititrasi dengan larutan HCl 0,02 N. Dalam pengujian TMA ini bedanya hanya ditambahkan formadehida.

2.6.6 GCMS (Gas Chromatography-Mass Spectrometri)

GCMS merupakan metode pemisahan senyawa organik yang menggunakan dua metode analisis senyawa yaitu kromatografi gas (GC) untuk menganalisis jumlah senyawa secara kuantitatif dan spektrometri massa (MS) untuk menganalisis struktur molekul senyawa analit.

Kromatografi gas ini juga mirip dengan distilasi fraksional, karena kedua proses memisahkan komponen dari campuran terutama berdasarkan pada perbedaan titik didih (atau tekanan uap). Namun, distilasi fraksional biasanya digunakan untuk memisahkan komponen-komponen dari campuran pada skala besar, sedangkan GC dapat digunakan pada skala yang lebih kecil (yaitu mikro)(Pavia:2006).

Menurut Fowles (1998) menjelaskan tentang GCMS dan prinsip kerja dari analisis GCMS yaitu :

a. Kromatografi Gas (*Gas Chromatography*)

[Kromatografi gas](#) (GC) merupakan jenis kromatografi yang digunakan dalam kimia organik untuk pemisahan dan analisis. GC dapat digunakan untuk menguji kemurnian dari bahan tertentu, atau memisahkan berbagai komponen dari campuran. Dalam beberapa situasi, GC dapat membantu dalam mengidentifikasi sebuah senyawa kompleks.

Dalam kromatografi gas, fase yang bergerak (atau "mobile phase") adalah sebuah operator gas, yang biasanya gas murni seperti helium atau yang tidak reactive seperti gas nitrogen. *Stationary* atau fasa diam merupakan tahap mikroskopis lapisan cair atau polimer yang mendukung gas murni, di dalam bagian dari sistem pipa-pipa kaca atau logam yang disebut kolom. Instrumen yang digunakan untuk melakukan kromatografi gas disebut gas chromatograph (atau "aerograph", "gas pemisah").

b. Spektroskopi Massa (*Mass Spectrometry*)

Umumnya spektrum massa diperoleh dengan mengubah senyawa suatu sample menjadi ion-ion yang bergerak cepat yang dipisahkan berdasarkan perbandingan massa terhadap muatan.

Spektroskopi massa mampu menghasilkan berkas ion dari suatu zat uji, memilah ion tersebut menjadi spektum yang sesuai dengan perbandingan massa terhadap muatan dan merekam kelimpahan relatif tiap jenis ion yang ada. Umumnya hanya ion positif yang dipelajari karena ion negative yang dihasilkan dari sumber tumbukan umumnya sedikit.

c. Kombinasi GCMS

Saat GC dikombinasikan dengan MS, akan didapatkan sebuah metode analisis yang sangat bagus. Peneliti dapat menganalisis larutan organik, memasukkannya ke dalam instrumen, memisahkannya menjadi komponen tinggal dan langsung mengidentifikasi larutan tersebut. Selanjutnya, peneliti

dapat menghitung analisa kuantitatif dari masing-masing komponen. Pada Gambar 4, sumbu z menyatakan kelimpahan senyawa, sumbu x menyatakan spektrum kromatografi, dan sumbu y menyatakan spektrum spektroskopi massa. Untuk menghitung masing-masing metode dapat divisualisasikan ke dalam grafik dua dimensi.

d. Metode Analisis Cromatografy Mass Spectrometry (GCMS)

Pada metode analisis GCMS (Gas Cromatografy Mass Spektroskopy) adalah dengan membaca spektra yang terdapat pada kedua metode yang digabung tersebut. Pada spektra GC jika terdapat bahwa dari sampel mengandung banyak senyawa, yaitu terlihat dari banyaknya puncak (*peak*) dalam spektra GC tersebut. Berdasarkan data waktu retensi yang sudah diketahui dari literatur, bisa diketahui senyawa apa saja yang ada dalam sampel.

Selanjutnya adalah dengan memasukkan senyawa yang diduga tersebut ke dalam instrumen spektroskopi massa. Hal ini dapat dilakukan karena salah satu kegunaan dari kromatografi gas adalah untuk memisahkan senyawa-senyawa dari suatu sampel. Setelah itu, didapat hasil dari spektra spektroskopi massa pada grafik yang berbeda.

Informasi yang diperoleh dari kedua teknik ini yang digabung dalam instrumen GC/MS adalah tak lain hasil dari masing-masing spektra. Untuk spektra GC, informasi terpenting yang didapat adalah waktu retensi untuk tiap-tiap senyawa dalam sampel. Sedangkan untuk spektra MS, bisa diperoleh informasi mengenai massa molekul relatif dari senyawa sampel tersebut.

Tahap-tahap suatu rancangan penelitian GC/MS:

1. Sample preparation
2. Derivatisation
3. Injeksi

Menginjeksikan campuran larutan ke kolom GC lewat heated injection port.

GC/MS kurang cocok untuk analisa senyawa labil pada suhu tinggi karena akan terdekomposisi pada awal pemisahan.

4. GC separation

Campuran dibawa gas

pembawa (biasanya Helium) dengan laju alir tertentu melewati kolom GC yang dipanaskan dalam pemanas. Kolom GC memiliki cairan pelapis (fasa diam) yang inert.

5. MS detector

Aspek kualitatif : lebih dari 275.000 spektra massa dari senyawa yang tidak diketahui dapat teridentifikasi dengan referensi komputerisasi.

Aspek kuantitatif : dengan membandingkan kurva standar dari senyawa yang diketahui dapat diketahui kuantitas dari senyawa yang tidak diketahui.

6. Scanning

Spektra massa dicatat secara reguler dalam interval 0,5-1 detik selama pemisahan GC dan disimpan dalam sistem instrumen data untuk digunakan dalam analisis. Spektra massa berupa fingerprint ini dapat dibandingkan dengan acuan.

Cara mengetahui proses GCMS asap cair yang dianalisis dengan GC-MS untuk mengetahui komponen kimia penyusunnya. Spektrum massa yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan spektrum senyawa standar yang telah diketahui dalam database yang telah terprogram pada alat GC-MS.