

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Asap Cair

Asap cair adalah distilat asap yang merupakan campuran larutan dari dispersi asap hasil pirolisis kayu. Asap cair mengandung lebih dari 400 komponen dan memiliki fungsi sebagai penghambat perkembangan bakteri dan cukup aman sebagai pengawet alami. Cara memproduksi asap cair serbuk gergaji adalah dengan dikeringkan agar kadar airnya konsisten, kemudian dipirolisis pada waktu dan temperatur tertentu. Asap kemudian di kondensasikan melalui suatu kondenser menggunakan media air sebagai pendingin. Produk kasar ini didiamkan dalam tangki penampung selama kurang lebih 10 hari untuk mengendapkan komponen larut.

Komposisi asap dipengaruhi oleh berbagai faktor, diantaranya jenis kayu, kadar air kayu, dan suhu pembakaran yang digunakan (Girard, 1992). Jenis kayu yang mengalami pirolisis menentukan komposisi asap. Kayu keras pada umumnya mempunyai komposisi yang berbeda dengan kayu lunak. Kayu keras (misalnya kayu *oak* dan *beech*) adalah paling umum digunakan karena pirolisis terhadap kayu keras akan menghasilkan aroma yang lebih unggul, lebih kaya kandungan senyawa aromatik dan senyawa asamnya dibandingkan kayu lunak atau kayu yang mengandung resin (Fujimaki dkk, 1974).

Bahan pengasap yang lambat terbakar akan menghasilkan asap cair dengan kadar asam dan fenol yang lebih tinggi (Zaitsev dkk, 1969). Kayu keras merupakan jenis yang paling umum digunakan karena menghasilkan aroma yang lebih baik daripada kayu lunak atau kayu bergetah. Kayu keras seperti kayu kasuari, tempurung kelapa, sabut kelapa, serbuk gergaji dapat menghasilkan banyak asap karena proses pembakarannya berlangsung lambat (Hadiwiyoto dkk, 2000). Kayu lunak biasanya akan menghasilkan asap dengan kandungan bahan pengawet kimia yang lebih rendah dibanding kayu keras (Tranggono, 1996).

Selain bahan baku, suhu yang digunakan selama proses pirolisis juga ikut menentukan kualitas asap cair. Apabila suhu terlalu rendah maka tidak

akan terjadi pemutusan ikatan-ikatan material sehingga hasil pirolisis tidak optimal. Sebaliknya bila suhu terlalu tinggi, senyawa-senyawa yang terjadi terdegradasi menjadi rantai yang pendek dan kualitas asap cair akan berubah (Ramakrishnan & Moeller, 2002).

Kadar air dalam bahan baku akan menentukan kualitas asap cair yang diproduksi. Kadar air yang terlalu tinggi akan mengurangi kualitas asap cair yang diproduksi karena tercampurnya hasil kondensasi uap air dan menurunkan kadar fenol (Yudono, 1999).

2.1.1 Komposisi Asap Cair

Senyawa yang berhasil dideteksi di dalam asap dikelompokkan menjadi beberapa golongan yaitu:

1. Senyawa Fenol

Senyawa fenol berperan sebagai antioksidan sehingga dapat memperpanjang masa simpan produk asapan. Kandungan Senyawa fenol dalam asap sangat tergantung pada suhu pirolisis kayu. Menurut Girard (1992), kualitas fenol pada kayu sangat bervariasi yaitu antara 10-200 mg/kg. Beberapa jenis fenol yang biasanya terdapat dalam produk asapan adalah guaiakol dan siringol. Guaiakol berperan memberi rasa asap, sementara siringol memberi aroma asap.

Senyawa fenol dalam asap cair dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Pseudomonas fluorescense*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, dan *Staphylococcus aureus*. Senyawa fenol juga dapat berfungsi sebagai antioksidan dengan cara menstabilkan radikal bebas. Senyawa fenol memiliki sifat anti-mikroba yang kuat dan salah satu kegunaan yang paling awal adalah sebagai antiseptik. Hal ini dipelopori oleh ahli bedah Inggris Joseph Lister (1867), yang digunakan dalam larutan encer untuk mensterilkan luka dan peralatan bedah.

Beberapa turunan senyawa fenol berdasarkan titik didihnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Titik Didih Turunan Senyawa Fenol

Senyawa Fenol	Titik Didih (°C.760 MmHg)
Guaiakol	205
4-Metilguaiakol	211
Eugenol	244
Siringol	267
Furfural	162
Pirokatekol	240
Hidrokuinon	285
Isoeugenol	266

Sumber : *Buckingham dalam Astuti (2000)*

2. Senyawa Karbonil

Senyawa-senyawa karbonil dalam asap memiliki peranan pada pewarnaan dan citarasa produk asapan. Kandungan senyawa karbonil dari berbagai jenis kayu bervariasi antara 8,56-15,23 % dengan variasi rata-rata 11,84 % (Tranggono., dkk, 1996). Jenis Senyawa karbonil yang terdapat dalam asap cair antara lain adalah vanilin, siringaldehid, formaldehid, glikoaldehid dan aseton.

Beberapa turunan senyawa karbonil berdasarkan titik didihnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Titik didih turunan senyawa karbonil

Senyawa karbonil	Titik Didih (°C.760 MmHg)
Glioksal	51
Metilglioksal	72
Glikoaldehid	97
Diasetil	88
Formaldehid	-21

Sumber : *Buckingham dalam Astuti (2000)*

3. Senyawa Asam

Senyawa-senyawa asam mempunyai peranan sebagai antibakteri, membentuk citarasa produk asapan, mempengaruhi pH dan umur simpan makanan (Pszczola, 1995). Senyawa asam ini antara lain adalah asam asetat, propionat, butirrat, valerat dan isobutirat (Tabel 3). Menurut Tilger, dkk (1962) dan Girard (1992), jumlah asam merupakan 40 % dari distilat kondensat asap.

Tabel 3. Titik Didih Turunan Senyawa Asam

Senyawa Asam	Titik Didih (°C.760 MmHg)
Asam Asetat	118
Asam Butirat	162
Asam Propionat	141
Asam Isovalerat	176

Sumber : *Buckingham dalam Astuti (2000)*

4. Senyawa Hidrokarbon Polisiklis Aromatis (HPA)

Senyawa HPA dapat terbentuk pada proses pirolisis kayu, seperti benzo(a)pirena, disebut Tar dan memiliki pengaruh buruk karena bersifat karsinogen sehingga harus dihilangkan pada proses awal pembuatan asap cair. Pembentukan berbagai Senyawa HPA selama pembuatan asap tergantung dari beberapa hal, seperti temperatur pirolisis, waktu dan kelembaban udara pada proses pembuatan asap serta kandungan udara dalam kayu. Pengendapan dan penyaringan akan menurunkan kadar benzo(a)pirena dalam asap cair.

Komposisi kimia asap cair menurut beberapa sumber dalam penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4 . Komposisi Kimia Asap Cair

Senyawa	Kandungan (%)
Air	11-92
Fenol	0,2-2,9
Asam	2,8-4,5
Karbonil	2,6-4,6
Ter	1-1,7

Sumber : *Maga (1988)*

Tabel 5. Analisis Kimia yang dilakukan Terhadap Asap Cair

Jenis bahan	Fenol (%)	Karbonil (%)	Keasaman (%)	Indeks pencoklatan (%)
Kayu Jati	2,70	13,58	7,21	2,16
Kayu Lamtoro	2,10	10,32	6,21	0,96
Tempurung Kelapa	5,13	13,28	11,39	1,18
Kayu Mahoni	2,16	15,23	6,26	2,11
Kayu Kamper	2,20	8,56	4,27	0,55
Kayu Bangkirai	2,93	12,31	5,55	0,84
Kayu Kruing	2,41	8,72	5,21	0,64
Glugu	3,16	12,94	6,61	1,16

Sumber : *Girard (1992)*

2.1.2 Sifat Fungsional Asap

Fungsi komponen asap terutama adalah untuk memberi flavour dan warna yang diinginkan pada produk asapan, dan berperan dalam pengawetan serta bertindak sebagai antibakteri dan antioksidan, yaitu :

1. Pemberi Flavour

Asap cair memberikan flavour asap khas yang tidak dapat digantikan dengan cara lain (Hadiwiyoto dkk, 2000). Pembentukan aroma pada produk pengasapan diperoleh karena adanya senyawa fenol dengan titik medium (Varlet dkk, 2007). 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 flavour asap, namun diperlukan senyawa lain seperti karbonil dan lakton agar flavor karakteristik asap dapat muncul.

2. 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.

3. Antibakteri

Potensi asap cair sebagai antibakteri dapat memperpanjang masa simpan produk (sebagai pengawet) 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.

Zat-zat yang ada dalam asap merupakan bahan yang bersifat bakteristatik dan bakteriosidal. Senyawa yang sangat berperan sebagai antimikrobal adalah senyawa fenol dan asam asetat. Asap cair akan menurunkan pH sehingga dapat memperlambat pertumbuhan mikroorganisme. Pada pH 4,0 asap cair mampu menghambat semua bakteri pembusuk dan patogen, sedangkan pada pH tinggi sekitar 6,0 penghambatan asap cair terhadap pertumbuhan bakteri mulai berkurang (Darmaji & Izimoto, 1995). Pada pengenceran 10 kali, asap cair mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Pseudomonas fluorescense*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, dan *Staphylococcus aureus* (Darmaji, 1996).

4. Antioksidan

Asap cair memiliki sifat antioksidatif dan dapat digolongkan sebagai antioksidan alami. Senyawa yang berperan sebagai antioksidan adalah fenol, yang merupakan antioksidan utama dalam asap cair (Girard, 1992). Peran antioksidatif ditunjukkan oleh senyawa fenol bertitik didih tinggi terutama 2,6-dimetoksifenol; 2,6 dimetoksi-4-metilfenol dan 2,6-dimetoksi-4-etilfenol yang bertindak sebagai donor hidrogen terhadap radikal bebas dan menghambat reaksi rantai (Pazzola, 1995). Senyawa-senyawa ini dapat menghambat oksidasi lemak, mencegah oksidasi lipida dengan menstabilkan radikal bebas,

dan efektif mencegah kehilangan cita rasa akibat oksidasi lemak (Khayat & Schwall, 1983; Ladikos & Lougovois 1990).

2.1.3 Keamanan Produk Asap

Produk asap menggunakan asap cair dinilai aman untuk kesehatan karena tidak mengandung senyawa PAH atau *Polycyclic Aromatic Hydrocarbon* (Utomo dkk, 2009). *World Health Organization* (WHO) meregulasi kandungan PAH dalam makanan tidak boleh melebihi 1 ppb (Widyastuti, 2002). Produk asap yang aman harus memenuhi persyaratan SNI 2725.(1)1.2009 tentang persyaratan mutu dan keamanan pangan produk asapan dapat dilihat pada Tabel 6. Pada tabel SNI 2725.(1)1.2009 ini belum dicantumkan persyaratan tentang PAH tetapi hanya mencantumkan mengenai persyaratan organoleptik, cemaran mikroba, dan kimia (kadar air, histamin, dan garam).

Tabel 6. Persyaratan Mutu dan Keamanan Pangan Produk Asapan

Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
Organoleptik	Angka (1-9)	Minimal 7
Cemaran Mikroba:		
Alt	Koloni/g	Maksimal $1,0 \times 10^5$
<i>Escherichia Coli</i>	APM/g	Maksimal <3
<i>Salmonella</i>	Per 25 g	Negatif
<i>Vibrio Cholera</i>	Per 25 g	Negatif
<i>Staphylococcus</i>	Koloni/g	Maksimal $1,0 \times 10^3$
Kimia:		
Kadar Air	% Fraksi Massa	Maksimal 60
Kadar Histamin	mg/kg	Maksimal 100
Kadar Garam	% Fraksi Massa	Maksimal 4

Sumber: SNI 2725.(1)1.(BSN).2009.

2.1.4 Manfaat Asap Cair

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

1. 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.

2. 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.

3. 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).

4. Industri Perikanan

Kandungan senyawa-senyawa kimia dalam asap cair seperti fenol, karbonil, dan asam memiliki kemampuan untuk mengawetkan dan memberikan warna serta rasa untuk produk makanan antara lain ikan. Pada proses pengasapan ikan dengan asap cair, unsur yang berperan dalam peningkatan daya awet ikan adalah asam, derivat fenol, dan karbonil. Unsur-unsur kimia tersebut antara lain dapat berperan sebagai pemberi *flavor* (aroma), pembentuk warna, antibakteri, dan antioksidan (Anon., 2005).

Asap cair dibagi menjadi beberapa *grade* (kelompok), yaitu:

1. *Grade* pertama spesifikasinya: warna bening, aroma tidak kuat.

Asap cair *grade* pertama merupakan asap cair yang paling bagus kualitasnya dan tidak mengandung senyawa yang berbahaya lagi untuk diaplikasikan untuk produk makanan.

Digunakan untuk pengawet mie, ikan, daging ayam, daging sapi, tahu, bakso, dan bumbu-bumbu *barbeque*.

2. *Grade* pertama spesifikasinya: warna bening kekuningan, aroma kurang kuat.

Digunakan untuk pengawet mie, daging ayam, daging sapi, tahu, ikan asap/bandeng asap.

3. *Grade* pertama spesifikasinya: warna kuning kecoklatan, aroma kuat.

Asap cair *grade* ketiga tidak dapat digunakan untuk pengawet makanan, karena masih banyak mengandung tar yang karsinogenik. Oleh karena itu, asap cair ini hanya bisa digunakan untuk penghilang bau pada lateks karet dan pengawet kayu supaya tahan terhadap rayap.

Produk asap cair dari ketiga kelompok diatas dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Asap Cair

2.1.5 Aplikasi Asap Cair

Salah satu keunggulan asap cair adalah dapat diaplikasikan pada makanan yang biasanya tidak berasap. Asap cair telah banyak diaplikasikan pada pengolahan, antara lain pada daging dan lemak, daging olahan, dan keju. Asap cair juga digunakan untuk menambah *flavour* asap pada saus, sup, sayuran kaleng, bambu dan campuran rempeh-rempah.

Aplikasi baru asap cair adalah untuk menambah rasa pada makanan yang dikurangi lemaknya. Menurut Vranam dan Sutherland (1995) asap cair lebih mudah digunakan, lebih ekonomis dan dapat diaplikasikan pada suhu yang dikehendaki, juga dimungkinkan untuk menfraksinasi asap cair untuk memperoleh sifat *organaloleftik* yang diinginkan.

Asap cair dapat diaplikasikan pada produk dengan berbagai cara, antara lain sebagai berikut:

1. Pencampuran

Asap cair dapat ditambahkan langsung pada produk seperti sosis, salami, keju oles, emulsi daging panggang dan lain-lain. Banyaknya asap cair yang ditambahkan pada produk antara 0,1-1 % berat bahan produk.

2. Pencelupan

Produk yang diasap dicelupkan dalam cairan yang mengandung asap cair selama 50-60 detik. Perlakuan pencelupan dalam asap cair berepengaruh terhadap warna produk asapan tapi rasanya sangat lemah. Produk yang diperlakukan dengan cara ini menunjukkan kualitas *organoleptik* yang memuaskan secara keseluruhan. Cara ini terutama dilakukan untuk ikan, daging dan sosis. Juga dilakukan pada industri keju di Italia, dimana keju direndam dalam larutan garam asap.

3. Injeksi

Asap cair ditambahkan kedalam larutan yang diinjeksikan dalam jumlah bervariasi antara 0,25-1 %. Metode ini menghasilkan *flavour* yang lebih seragam pada daging ikan.

4. Penguapan

Penguapan asap cair dari permukaan yang panas akan mengubah kembali bentuk asap cair dari cairan menjadi uap/asap.

2.2 Kayu Akasia

Kayu Akasia (*Acacia mangium* Wild) adalah tanaman asli yang banyak tumbuh di wilayah Papua Nugini, Papua Barat dan Maluku. Tanaman ini pada mulanya dikembangkan eksitu di Malaysia Barat dan selanjutnya di Malaysia Timur, yaitu di Sabah dan Serawak. Karena menunjukkan pertumbuhan yang baik maka Filipina telah mengembangkan pula sebagai hutan tanaman. Di Indonesia sejak dicanangkan pembangunan HTI pada tahun 1984, kayu mangium telah dipilih sebagai salah satu jenis favorit untuk ditanam di areal HTI. Pada mulanya jenis ini dikelompokkan ke dalam jenis-jenis kayu HTI untuk memenuhi kebutuhan kayu serat terutama untuk bahan baku industri pulp dan kertas. Dengan adanya perubahan-perubahan

kondisional baik yang menyangkut kapasitas industri maupun adanya desakan kebutuhan kayu untuk penggunaan lain, tidak tertutup kemungkinan terjadi perluasan tujuan penggunaan kayu mangium.

Kayu akasia merupakan salah satu jenis pohon yang dapat tumbuh dengan baik di segala cuaca karena jenis pohon ini tidak tergantung pada jenis tanah maupun iklim. Pohon akasia termasuk ke dalam salah satu jenis pohon yang paling umum digunakan dalam program pembangunan hutan tanaman di Asia dan Pasifik. Kayu gubal akasia tipis dan berwarna terang. Serat kayunya lurus hingga bertautan dangkal, teksturnya agak halus dan seragam. Kerapatan kayunya beragam mulai dari 450 hingga 690 kg/m³.

2.2.1 Serbuk Kayu

Serbuk kayu merupakan salah satu limbah yang dihasilkan dari proses penggergajian kayu. Serbuk kayu memiliki komponen kimia yang sama dengan kayu. Komponen kimia serbuk kayu tergantung dari jenis kayu asalnya. Unsur-unsur penyusun kayu terkandung dalam sejumlah senyawa organik, seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin. Komponen kimia kayu terdiri dari 3 unsur, yaitu unsur karbohidrat yang terdiri dari selulosa dan hemiselulosa, unsur non karbohidrat yang terdiri dari lignin, dan unsur-unsur yang diendapkan dalam kayu selama proses pertumbuhan (zat ekstraktif).

Zat ekstraktif merupakan komponen kayu yang dapat larut dalam pelarut seperti eter, alkohol, bensin dan air. Kadarnya rata-rata 3-8 % dari berat kayu kering. Termasuk didalamnya resin, lilin, lemak, tanin, gula, pati, minyak dan zat warna. Tipe-tipe zat ekstraktif yang berbeda sangat penting untuk mempertahankan fungsi biologi pohon. Sebagai contoh lemak merupakan sumber energi untuk sel-sel kayu, sedangkan terpenoid, asam-asam, resin dan senyawa-senyawa fenol melindungi kayu terhadap kerusakan oleh mikroorganisme dan serangga-serangga. Zat ekstraktif juga merupakan bahan dasar berharga untuk pembuatan bahan-bahan organik, kimia organik dan memainkan peranan penting dalam proses pembuatan pulp dan kertas (Sjostrom, 1995:13-14).

Serbuk gergaji berbentuk butiran-butiran halus yang terbang saat kayu dipotong dengan gergaji. Jumlah serbuk gergaji ini dihasilkan dari pengrajin-pengrajin kayu seperti produksi perabotan rumah tangga. Kayu yang digunakan dominan kayu lapis (triplek). Di dalam kayu lapis tersebut terdapat berbagai jenis kayu yang ada di dalamnya. Balai Penelitian Hasil Hutan (BPHH) pada kilang penggergajian di Sumatera dan Kalimantan serta Perum Perhutani di Jawa menunjukkan bahwa rendemen rata-rata penggergajian adalah 45 %, sisanya 55 % berupa limbah. Sebanyak 10 % dari limbah penggergajian tersebut merupakan serbuk gergaji.



Gambar 2. Serbuk Kayu Akasia

2.2.2 Sifat Dasar dalam Kayu Akasia

Sifat dasar dalam kayu akasia dibagi menjadi dua yaitu:

1. Sifat Fisik dan Mekanis

Sifat fisik dan mekanis yang umum dijadikan dalam penggunaan kayu adalah berat jenis (BJ, gr/mL), kadar air (KA, %) dan kekuatan (MOE dan MOR). Sifat-sifat tersebut dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8:

2. Sifat Kimia

Dalam Final Report Pembangunan Industri Pulp di Sesayap, Kalimantan (1984) diketahui komponen kimia kayu akasia yaitu lignin, holo-selulosa, alfa-selulosa, pentosan, kelarutan dalam alkohol benzen dan kadar abu yang dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 7. Berat Jenis dan Kadar Air Kayu Akasia Menurut Umur Tanaman

Umur (th)	BJ B			BJ KU			BJ KO			KA (%)	
	R	S	K	R	S	K	R	S	K	B	KU
10	0,95	0,132	0,92	0,52	0,087	0,50	0,42	0,065	0,41	125,4	18,0
			-			-			-		
			0,98			0,54			0,44		
9	0,90	0,162	0,86	0,51	0,092	0,49	0,42	0,800	0,40	112,9	16,4
			-			-			-		
			0,93			0,53			0,42		
7	0,84	0,163	0,80	0,50	0,072	0,49	0,41	0,061	0,40	98,6	18,0
			-			-			-		
			0,92			0,52			0,43		
5	0,86	0,165	0,82	0,49	0,059	0,48	0,41	0,048	0,40	111,1	17,6
			-			-			-		
			0,90			0,51			0,42		
4	0,79	0,167	0,75	0,47	0,048	0,46	0,38	0,04	0,37	99,9	18,8
			-			-			-		
			0,82			0,48			0,39		

Keterangan: R= Rata2, S= Simpangan Baku, K= Kisaran, KU=Kering Udara, KO= Kering Oven, B= Basah.

Sumber : *Ginoga (1997)*

Tabel 8. Sifat Mekanis Kayu Akasia dalam Keadaan Kering Udara

Umur (th)	BJ	Kekuatan (kg/cm ²)				KA (%)
		MOR	MOE (x10 ³)	MPL	TMSS	
10	0,57	942,23	113,664	686,13	435,85	14,48
	0,53-0,61*	812,99-1071,47*			405,97-465,73*	
	0,033**	104,11**			24,07**	
9	0,51	725,37	118,693	528,32	416,48	15,32
	0,45-0,56*	599,82-850,92*			365,87-467,09*	
	0,034**	78,911**			31,81**	

Keterangan : MOR= Modulus Patah, MOE = Modulus Elastisitas, MPL = Tegangan Sampai Batas Proporsi, TMSS= Tekanan Maksimum Sejajar Serat; *) Kisaran; **) Simpangan Baku.

Sumber : *Ginoga (1997)*

Tabel 9. Hasil Analisis Kimia Kayu Akasia (*Acacia Mangium* Wild.) dari Sesayap, Kalimantan

Komponen Kimia	Kadar (%)
Lignin	19,7
Holo-selulosa	69,4
Alfa-selulosa	44,0
Pentosan	16,0
Abu	0,68
Kelarutan:	
- Alk. Benzen	5,6
- Air panas	9,8
- NaOH 1 %	14,8

Sumber: *The Persons, Whitmore Organization (1984) dalam Silitonga (1993)*

2.3 Pirolisis

Pirolisis atau pengarangan (karbonisasi) adalah suatu proses pemanasan pada suhu tertentu dari bahan-bahan organik dalam jumlah oksigen sangat terbatas, biasanya di dalam furnace. Proses ini menyebabkan terjadinya proses penguraian senyawa organik yang menyusun struktur bahan membentuk methanol, uap-uap asam asetat, tar-tar dan hidrokarbon. Material padat yang tinggal setelah karbonisasi adalah karbon dalam bentuk arang dengan area permukaan spesifik yang sempit (*Cheresmisinoff, 1993*).

Secara bertahap, menurut Fatimah (2006) pirolisis kayu akan mengalami penguraian sebagai berikut:

- hemiselulosa terdegradasi pada 200-260°C;
- selulosa pada 240–350°C;
- lignin pada 280-500°C.

Secara umum pirolisis hemiselulosa akan menghasilkan furfural, furan, asam asetat dan derivatnya. Sedangkan lignin terurai menjadi fenol dan eter fenolik serta derivatnya dan selulosa akan menghasilkan senyawa asam asetat, dan senyawa karbonil.

Menurut D. Fengel (1984) dan G. Wegener (1995), proses pirolisis dengan adanya udara atau oksigen akan menghasilkan tiga komponen senyawa, yaitu :

1. Komponen padat, yaitu arang.
2. Senyawa yang mudah menguap dan dapat dikondensasikan, yaitu fenol, tar, dan minyak.
3. Gas-gas yang mudah menguap dan tidak dapat dikondensasikan, yaitu CO_2 , CO , CH_4 , dan H_2 .

Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pirolisis asap cair adalah sebagai berikut:

1. Suhu pirolisis, yang berpengaruh terhadap hasil pirolisis, karena dengan bertambahnya suhu maka proses peruraian semakin sempurna.
2. Waktu pirolisis, yang berpengaruh terhadap kesempatan untuk bereaksi. Waktu pirolisis yang panjang akan meningkatkan hasil cair dan gas, sedangkan hasil padatnya akan menurun. Waktu yang dibutuhkan tergantung pada jumlah dan jenis bahan yang di proses.
3. Kadar air bahan, dimana nilainya yang tinggi akan menyebabkan timbulnya uap air dalam proses pirolisis yang mengakibatkan tar tidak bisa mengembun di dalam pendingin sehingga waktu yang digunakan untuk pemanasan semakin banyak.
4. Ukuran bahan, tergantung dari tujuan pemakaian, hasil arang dan alat yang digunakan.

2.4 Kondensasi

Kondensasi atau pengembunan adalah perubahan wujud benda ke wujud yang lebih padat, seperti gas (uap) menjadi cairan. Kondensasi terjadi ketika uap didinginkan menjadi cairan, atau mengalami kombinasi dari pendinginan dan kompresi. Cairan yang telah terkondensasi dari uap disebut kondensat.

2.5 Densitas

Densitas (massa jenis) adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Massa jenis rata-rata setiap benda merupakan total massa dibagi dengan total volumenya. Massa jenis berfungsi untuk menentukan zat.

2.6 Derajat keasaman(pH)

Derajat keasaman (pH) adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. pH didefinisikan sebagai kologaritma aktifitas ion hidrogen (H^+) yang terlarut. Koefisien aktifitas ion hidrogen tidak dapat diukur secara eksperimental, sehingga nilainya didasarkan pada perhitungan teoritis. Skala pH bukanlah skala absolut. Ia bersifat relatif terhadap sekumpulan larutan standar yang pH-nya ditentukan berdasarkan persetujuan internasional. Air murni bersifat netral, dengan pH-nya pada suhu $25^{\circ}C$ ditetapkan sebagai 7,0. Larutan dengan pH kurang daripada 7 disebut bersifat asam, dan larutan dengan pH diatas 7 disebut basa atau alkali.

2.7 Penetapan Titrasi Asam Basa

Istilah titrasi mengarah pada proses pengukuran volume larutan uji (larutan standar) yang diperlukan untuk mencapai titik kesetaraan. Reaksi kimia yang dapat berperan sebagai dasar untuk penerapan titrasi dikelompokkan dalam empat jenis, yaitu titrasi asam-basa, redoks (reduksi-oksidas), pengendapan dan pembentukan kompleks.

Metode pengukuran konsentrasi larutan menggunakan metode titrasi asam-basa yaitu suatu penambahan indikator warna pada larutan yang diuji, kemudian ditetesi dengan larutan yang merupakan kebalikan asam-basanya. Jadi apabila larutan tersebut merupakan larutan asam maka harus diberikan basa sebagai larutan ujinya, begitu pula sebaliknya.

2.8 Spektrometer UV-Vis

Spektrofotometri merupakan suatu metode analisis yang didasarkan pada pengukuran serapan sinar makromatis oleh suatu lajur larutan berwarna pada panjang gelombang spesifik dengan menggunakan monokromator prisma atau kisi difraksi dengan fototube atau tabung foton hampa. Alat yang digunakan adalah spektrofotometer, yaitu suatu alat yang di gunakan untuk menentukan suatu senyawa baik secara kuantitatif maupun kualitatif dengan mengukur transmittan atau absorbansi dari suatu cuplikan sebagai fungsi dari konsentrasi. Pada titrasi spektrofotometri, sinar yang digunakan merupakan satu berkas yang panjangnya tidak berbeda banyak antara satu dengan yang lainnya, sedangkan dalam kalorimetri perbedaan panjang gelombang dapat lebih besar. Dalam hubungan ini dapat disebut juga spektrofotometri adsorpsi atomic (Hardjadi,1990).

Spektrofotometer menghasilkan sinar dan spectrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau diabsorpsi. Kelebihan spektrofotometer dibandingkan dengan fotometer lain adalah panjang gelombang dari sinar putih dapat lebih terseleksi dan ini diperoleh dengan alat pengurai seperti prisma, grating, atau celah optis. Pada fotometer filter tidak mungkin diperoleh panjang gelombang 30-40 nm. Sedangkan pada spektrofotometer, panjang gelombang yang benar-benar terseleksi dapat diperoleh dengan bantuan alat pengurai cahaya seperti prisma. Suatu spektrofotometer tersusun dari sumber spektrum tampak yang kontinyu, monokromator, sel pengabsorpsi untuk larutan sampel blanko dan suatu alat untuk mengukur perbedaan absorpsi antara sampel dan blanko ataupun pembanding (Khopkar,2002).

Spektrofotometri terdiri dari beberapa jenis berdasarkan sumber cahaya yang digunakan. Diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Spektrofotometri Vis (Visible)

Pada spektrofotometri ini yang digunakan sebagai sumber sinar atau energi adalah cahaya tampak (visible). Cahaya variable termasuk spektrum elektromagnetik yang dapat ditangkap oleh mata manusia. Panjang gelombang

sinar tampak adalah 380-750 nm. Sehingga semua sinar yang didapat berwarna putih, merah, biru, hijau, apapun itu, selama ia dapat dilihat oleh mata. Maka sinar tersebut termasuk dalam sinar tampak (visible). Sumber sinar tampak yang umumnya dipakai pada spektro visible adalah lampu Tungsten. Tungsten yang dikenal juga dengan nama Wolfram merupakan unsur kimia dengan simbol W dan nomor atom 74. Tungsten memiliki titik didih yang tinggi (3422°C) dibanding logam lainnya. Karena sifat inilah maka ia digunakan sebagai sumber lampu.

Sampel yang dapat dianalisa dengan metode ini hanya sample yang memiliki warna. Hal ini menjadi kelemahan tersendiri dari metode spektrofotometri visible. Oleh karena itu, untuk sampel yang tidak memiliki warna harus terlebih dahulu dibuat berwarna dengan menggunakan reagen spesifik yang akan menghasilkan senyawa berwarna. Reagen yang digunakan harus benar-benar spesifik hanya bereaksi dengan analat yang akan dianalisa. Selain itu juga produk senyawa berwarna yang dihasilkan harus benar-benar stabil.

2. Spektrofotometri UV (Ultraviolet)

Berbeda dengan spektrofotometri visible, pada spektrofotometri UV berdasarkan interaksi sampel dengan sinar UV. Sinar UV memiliki panjang gelombang 190-380 nm. Sebagai sumber sinar dapat digunakan lampu deuterium. Deuterium disebut juga *Heavy Hidrogen*. *Heavy Hidrogen* merupakan isotop hidrogen yang stabil yang terdapat berlimpah dilaut dan daratan. Inti atom deuterium mempunyai satu proton dan satu neutron, sementara hidrogen hanya memiliki satu proton dan tidak memiliki neutron. Nama deuterium diambil dari bahasa Yunani, deuteris yang berarti dua, mengacu pada intinya yang memiliki 2 partikel.

Sinar UV tidak dapat dideteksi dengan mata langsung, sehingga senyawa yang dapat menyerap sinar ini terkadang merupakan senyawa yang tidak memiliki warna, bening dan transparan. Oleh karena itu, sampel tidak berwarna tidak perlu dibuat berwarna dengan penambahan reagen tertentu. Bahkan sampel dapat langsung dianalisa meskipun tanpa preparasi. Namun

perlu diingat, sampel keruh tetap harus dibuat jernih dengan filtrasi atau sentifungi. Prinsip dasar pada spektrofotometri ini adalah sampel harus jernih dan larut sempurna. Tidak ada partikel koloid/ suspensi.

3. Spektrofotometri UV-Vis

Merupakan alat dengan teknik spektrofotometer pada daerah ultraviolet dan sinar tampak. Alat ini digunakan mengukur serapan sinar ultra violet atau sinar tampak oleh suatu materi dalam bentuk larutan. Konsentrasi larutan yang dianalisis sebanding dengan jumlah sinar yang diserap oleh zat yang terdapat dalam larutan tersebut.

Pada spektrofotometer UV-Vis, warna yang diserap oleh suatu senyawa atau unsur adalah warna komplementer dari warna yang teramati. Hal tersebut dapat diketahui dari larutan berwarna yang memiliki serapan maksimum pada warna komplementernya. Namun apabila larutan berwarna dilewati radiasi atau cahaya putih, maka radiasi tersebut pada panjang gelombang tertentu, akan secara selektif sedangkan radiasi yang tidak diserap akan diteruskan (Day dan Underwood, 1986).

Secara garis besar spektrofotometer terdiri dari bagian-bagian penting yaitu:

a. Sumber cahaya

Sumber cahaya pada spektrofotometer, harus memiliki pancaran radiasi yang stabil dan intensitasnya tinggi. Sumber energi cahaya yang biasa untuk daerah tampak, ultraviolet dekat dan infrared dekat adalah sebuah lampu pijar dengan kawat rambut terluar dari wolfram (tungsten). Lampu ini mirip dengan bola lampu pijar biasa, daerah panjang gelombang (λ) adalah 350-2200 nm. Untuk sumber pada daerah ultraviolet (UV) digunakan lampu hidrogen atau lampu deuterium dengan panjang gelombang 175 ke 375 atau 400 nm.

b. Monokromator

Monokromator adalah alat yang berfungsi untuk menguraikan cahaya polikromatis menjadi beberapa komponen panjang gelombang tertentu (monokromatis) yang berbeda (terdispersi).

c. Cuvet

Cuvet spektrofotometer adalah suatu alat yang dipakai sebagai tempat contoh atau cuplikan yang akan dianalisis. Cuvet harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- tidak berwarna sehingga dapat mentransmisikan semua cahaya
- permukaannya secara optis harus benar-benar sejajar
- harus tahan (tidak bereaksi) terhadap bahan-bahan kimia
- tidak boleh rapuh
- mempunyai bentuk yang sederhana.

d. Detektor

Detektor akan mengubah cahaya menjadi sinyal listrik yang selanjutnya akan ditampilkan oleh penampil dalam bentuk jarum penunjuk atau angka digital. Syarat-syarat ideal sebuah detektor yaitu kepekaan tinggi, perbandingan isyarat atau signal dengan bising tinggi, respon konstan cepat dan signal minimum tanpa radiasi. Signal listrik yang dihasilkan harus sebanding dengan tenaga radiasi.

e. Amplifier

Berfungsi untuk memperbesar arus yang dihasilkan oleh detektor agar dapat dibaca oleh indikator yang biasanya berupa recorder analog atau komputer.