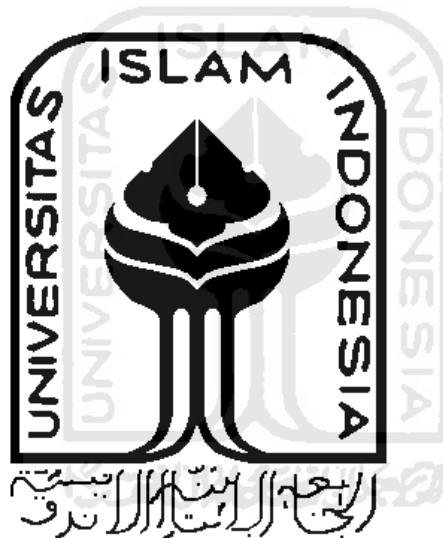


TA/TL/2012/0413

TUGAS AKHIR
ALTERNATIF PEMANFAATAN LIMBAH TATAL
PABRIK PENGOLAHAN KARET MENJADI ASAP CAIR
SEBAGAI KOAGULAN BAHAN OLAH KARET

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan**



M. YUSRIN AHNAF HUSNAIN
07 513 033

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2011

Abstrak

Limbah tatal kayu karet yang dihasilkan pada saat proses pengolahan karet di pabrik selama ini belum dimanfaatkan. Permasalahan utama dalam pengolahan lateks yang berasal dari perkebunan rakyat adalah bau busuk dan kualitas yang rendah. Asap cair dikembangkan sebagai alternatif penggumpal penggumpal karet alam. Asap cair diperoleh dengan menangkap asap kemudian melalui proses destilasi pada proses pirolisis.

Asap cair selanjutnya diuji kadar karbon, keasaman, dan fenol yang terkandung di dalamnya. Selain itu dilakukan uji potensi sebagai penggumpal lateks.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada suhu pirolisis 500 °C menghasilkan asap cair sebanyak 30%. Kadar karbon dan fenol tertinggi pada asap cair suhu 500 °C dan kadar keasaman tertinggi pada suhu 300 °C. Asap cair limbah tatal dapat digunakan sebagai penggumpal lateks dengan kualitas bekuan mendekati kualitas bekuan asap cair konvensional.

***Kata kunci* : asap cair, penggumpal, tatal, dan karet**

Abstract

Tatal waste from rubber wood produced during the processing of rubber has not utilized. The main problem is bad smell and poor quality Liquid smoke was developed as an alternative coagulant for natural rubber. Liquid smoke obtained by capturing smoke then through a process of distillation in the pyrolysis process.

Further, liquid smoke tested in the laboratory as carbon content, acidity, and phenol content. Also, tested as a potential coagulant of latex.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada suhu pirolisis 500 °C menghasilkan asap cair sebanyak 30%. Kadar karbon dan fenol tertinggi pada asap cair suhu 500 °C dan kadar keasaman tertinggi pada suhu 300 °C. Asap cair limbah tatal dapat digunakan sebagai penggumpal lateks dengan kualitas bekuan mendekati kualitas bekuan asap cair konvensional.

The results showed that the pyrolysis temperature of 500 °C produces liquid smoke as much as 30%. The highest levels of carbon and phenol in liquid smoke temperature 500 °C, and the highest acidity at a temperature of 300 °C. Tatal waste liquid smoke can be used as a coagulant of latex with a quality approaching the quality of conventional liquid smoke.

Key words: liquid smoke, coagulant, tatal, and rubber

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karet	5
2.2 Tatal	12
2.3 Asap Cair	12
2.4 Pirolisis / Pirolisa	15
2.5 Karbon	17
2.6 Asam	18
2.7 Fenol	18
2.8 Penggumpalan Karet	19
2.9 Asam Forminat	22
2.10 Asap Cair Cangkang Kelapa Sawit	22
2.11 Hipotesa	23

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian	24
3.2 Lokasi Penelitian	24

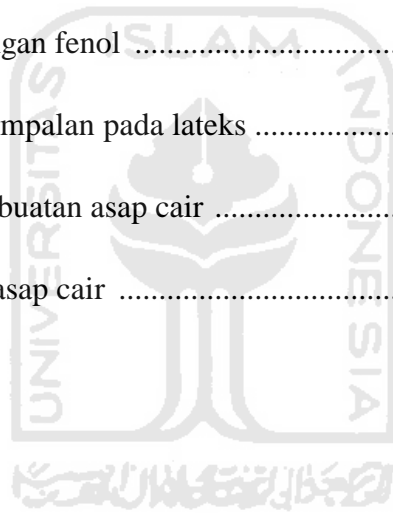
3.3 Waktu Penelitian	24
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	25
3.4.1 Bahan penelitian	25
3.4.2 Alat-alat penelitian	25
3.5 Pengumpulan Data	26
3.5.1 Pembuatan asap cair	26
3.5.2 Pengujian Laboratorium	27
3.5.2.1 Pengujian kadar karbon	27
3.5.2.2 Pengujian kadar keasaman	30
3.5.2.3 Pengujian kadar fenol	32
3.5.2.4 Pengujian penggumpalan lateks	33
3.6 Analisis Kelayakan Produk	33
3.7 Pengolahan Data	34
3.8 Diagram Alir Penelitian	34
 BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1 Umum	35
4.2 Pembuatan Asap Cair	35
4.3 Hasil Pengujian Asap Cair	39
4.3.1 Uji kandungan karbon	40
4.3.2 Uji kadar keasaman	42
4.3.3 Pengujian kandungan fenol	44
4.4 Uji Penggumpalan Lateks	47
4.5 Analisis Kelayakan Produk	49
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Alat pirolisis (<i>phyrolysis set</i>)	25
Gambar 3.2 Prinsip kerja spektrofotometer UV-tampak	29
Gambar 3.3 Alat uji kadar fenol	32
Gambar 3.4 Pengujian penggumpalan lateks	33
Gambar 4.1 Flowchart proses pembuatan asap cair	36
Gambar 4.2 Hasil pirolisis limbah tatal dengan suhu 300 °C	37
Gambar 4.3 Hasil pirolisis limbah tatal dengan suhu 400 °C	37
Gambar 4.4 Hasil pirolisis limbah tatal dengan suhu 500 °C	37
Gambar 4.5 Perbandingan hasil pirolisis dengan variasi suhu	38
Gambar 4.6 Perbandingan kandungan asap cair dengan variasi suhu	40
Gambar 4.7 Kandungan karbon asap cair	41
Gambar 4.8 Kadar keasaman asap cair	44
Gambar 4.9 Kadar fenol asap cair	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar asap cair berbahan kayu di Jepang	17
Tabel 4.1 Hasil pirolisis pembuatan asap cair	37
Tabel 4.2 Hasil uji asap cair	39
Tabel 4.3 Hasil uji kandungan karbon	41
Tabel 4.4 Hasil ui kadar keasaman	42
Tabel 4.5 Hasil uji kandungan fenol	45
Tabel 4.6 Hasil uji penggumpalan pada lateks	47
Tabel 4.7 Biaya tetap pembuatan asap cair	50
Tabel 4.8 Biaya produksi asap cair	50



PERNYATAAN


Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing dan restu Allah SWT.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia. (*apabila menggunakan software khusus*)
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, Desember 2011

Yang membuat pernyataan,




M. Yusrin Ahnaf Husnain

NIM : 07 513 033

PERSEMBAHAN

*Segelintir tulisan ini persembahkan kepada Allah S.W.T
Juhan Semesta Alam*

*Baginda Rasulullah Muhammad S.A.W.
Sang Pencerah dan Jauladan bagi Umatnya hingga akhir
zaman.*

*Papa Ir. Ht. Afriyon Munaf, M.J.
Mama Dra. Ratih K. Issatyawati
Mbah Kakung-Putri*

*(Jussac MR Wirosoebroto alm. - Iswarin Soebandiyah alm.)
Datuk-Nenek (Ht. Abdul Munaf alm. - Raja Atisyah)*

*Kakakku M. Yori Arif Hamid Nugroho, S.Si
Adikku Fatimah Putri Ujianti Mufazah Afriyon*

*Terima kasih kepada sesosok, yang ikhlas berbagi ruang, kopi,
vespa, dan segalanya*

*Terima kasih kepada kesunyian malam, yang tidak selalu
datang menemani menyelesaikan laporan akhir ini*

*Terima kasih kepada langit biru, yang semoga masih selalu ada
ketika gelap malam berganti*

*Terima kasih kepada pohon-pohon karet, yang rela terluka
untuk diambil getahnya*

*Terima kasih kepada kertas-kertas putih, yang mau ternoda
dengan tinta hitam-warna gesekan printer*

*Terima kasih kepada diriku, yang pada kondisi apapun masih
mau menyelesaikan laporan ini*

*Terima kasih kepada bumi dan isinya yang masih menerima
manusia di dalamnya*

*Terima kasih “ Hanun, S.J., Nia S.J., Adek(C)S.J., dan
Ipit S.J.” Terimakasih kerjasama, kekeluargaannya dan
segalanya.*

*Terima kasih kepad yang tak dapat terucapkan pada halaman-halaman
ini*

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaykumWr. Wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, hidayah serta kemudahan yang telah diberikan kepada penulis sehingga laporan tugas akhir **“Alternatif Pemanfaatan Limbah Total Pabrik Pengolahan Karet menjadi Asap Cair sebagai Penggumpal Bahan Olah Karet”**. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah Muhamad SAW beserta seluruh keluarga dan sahabatnya.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh untuk dapat menyelesaikan Program Sarjana Srata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipl dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Ucapan terima kasih penyusun sampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu selama pelaksanaan tugas akhir sampai laporan ini selesai disusun, diantaranya:

1. Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW.
2. Bapak Luqman Hakim, S.T, M.Si sebagai dosen Pembimbing I, terimakasih atas arahan dan bimbingannya serta koreksi selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Hudori, S.T., M. T. sebagai dosen pembimbing II, terimakasih atas arahan dan bimbingannya serta koreksi selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Luqman Hakim, S.T, M.Si sebagai Ketua Jurusan Teknik Lingkungan, Seluruh dosen jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia dan tak lupa ucapan terimakasih kepada Mas Agus Adi Prananto yang sangat membantu dalam semua urusan administrasi.
5. Bapak Tasyono dan Mas Iwan yang telah banyak membantu penelitian di Laboratorium Kualitas Lingkungan, UII.

6. Bapak Sangudi yang telah membantu dan membimbing penyusun dalam melaksanakan tugas akhir di Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa, Magister Teknik UGM.
7. Kedua Orang Tua yang selalu memberikan dukungan moril dan materil serta atas do'a yang selalu dipanjatkan.
8. Saudara-saudaraku Teladan07.org, The Great XXXII Teladan Hiking Association, GC XXXI, Mapala Unisi, atas segalanya.
9. Teman-teman UII, FTSP, Lingkungan, dan khususnya Enviro 07 atas dorongan dan semangatnya.
10. Semua pihak yang telah membantu penyusun dan berperan dalam tugas akhir ini baik secara langsung maupun tidak langsung yang karena kekurangan penulis tidak dapat disebutkan satu persatu, untuk itu penyusun mohon maaf yang sangat.

Penyusun sebagai manusia biasa sangat menyadari terdapat banyak kekurangan dalam laporan ini, Oleh karena itu apabila terdapat saran serta kritik yang membangun, penyusun ucapkan terima kasih. Akhirnya penyusun berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya.

Wassalamu'alaykum Wr. Wb

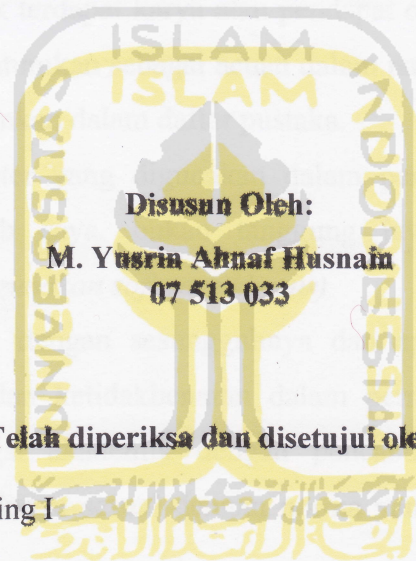
Yogyakarta, Desember2011

Penyusun

PERNYATAAN

TUGAS AKHIR
ALTERNATIF PEMANFAATAN LIMBAH TATAL
PABRIK PENGOLAHAN KARET MENJADI ASAP CAIR
SEBAGAI PENGGUMPAL BAHAN OLAH KARET

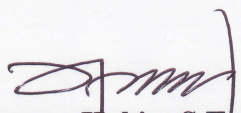
**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan**



Telah diperiksa dan disetujui oleh :

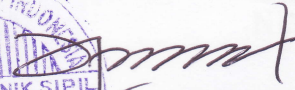
Dosen Pembimbing I


Dosen Pembimbing II


Luqman Hakim S.T., M.Si.
Tanggal: 06/1/2012


Hudori S.T., M.T.
Tanggal: 6/1/2012

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UII


Luqman Hakim S.T. M.Si.
Tanggal: 06/1/2012



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Dharma Kalimantan Jaya (PT. DKJ) merupakan perusahaan yang bergerak dalam *Processing Crumb Rubber*, yaitu pengolahan karet mentah menjadi karet setengah jadi berupa SIR (*Standard Indonesian Rubber*). Perusahaan ini bergerak pada pengolahan karet alam yang menggunakan bahan baku berupa *lup, slab, cup lump* yang diperoleh dari hasil perkebunan rakyat.

Karet remah atau *crumb rubber* adalah karet alam produksi Indonesia yang dijual dalam bentuk bongkahan dan mutunya dinilai secara spesifikasi teknis yaitu kadar karet, dan kandungan zat pengotor. Masalah utama yang terjadi dalam bokar (bahan olah karet) yang dihasilkan oleh petani karet untuk diolah menjadi karet remah jenis SIR 20 adalah mutu bokar yang rendah dan bau busuk yang menyengat sejak dari kebun.

Mutu bokar yang rendah disebabkan petani menggunakan bahan pembeku lateks (getah karet) yang tidak dianjurkan dan merendam bokar di dalam kolam/sungai selama 7-14 hari. Hal ini akan memacu berkembangnya bakteri perusak antioksidan alami di dalam bokar, sehingga nilai plastisitas awal (P_0) dan plastisitas setelah dipanaskan selama 30 menit pada suhu 140°C (PRI) menjadi rendah. Bau busuk menyengat terjadi juga karena pertumbuhan bakteri pembusuk yang melakukan biodegradasi protein di dalam bokar menjadi amonia dan sulfida. Kedua hal tersebut terjadi karena bahan pembeku lateks yang digunakan saat ini tidak dapat mencegah pertumbuhan bakteri. Kemudian bau busuk tersebut di bawa terus sampai ke pabrik karet remah dan di pabrik yang menjadi sumber bau busuk tersebut adalah berasal dari tempat penyimpanan bokar, kamar gantung angin (*pre drying room*), dan mesin pengering (*dryer*). (Solichin dan Anwar, 2006)

Tatal merupakan campuran dari pasir dan serpihan kayu yang biasanya ikut terbawa pada saat petani menyadap karet. Tatal biasanya hanya ditumpuk di lahan perusahaan. Selain itu terkadang digunakan oleh masyarakat dan karyawan yang tinggal di sekitar pabrik sebagai urukan tanah yang tidak rata. Sampai saat ini belum ada pengelolaan limbah tatal tersebut sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan.

Asap cair merupakan suatu hasil kondensasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran secara langsung maupun tidak langsung dari bahan – bahan yang mengandung *lignin*, *selulosa*, *hemiselulosa* serta senyawa karbon lainnya. (Darmadji, 2002). Bahan baku yang banyak digunakan antara lain berbagai macam jenis kayu, bongkol kelapa sawit, tempurung kelapa, sekam, ampas atau serbuk gergaji kayu dan lain sebagainya. Selama pembakaran, komponen dari kayu akan mengalami pirolisa menghasilkan berbagai macam senyawa antara lain: *fenol*, *karbonil*, *asam*, *furan*, *alcohol*, *lakton*, *hidrokarbon*, *polisiklik aromatic* dan lain sebagainya. (Girard, J.P. 1992). Asap cair mempunyai berbagai sifat fungsional, seperti: untuk memberi aroma, rasa, dan warna karena adanya senyawa fenol dan karbonil; sebagai pengawet alami karena mengandung senyawa fenol dan asam yang berperan sebagai antibakteri dan antioksidan serta sebagai bahan koagulan lateks pengganti asam format serta membantu pembentukan warna coklat pada produk sit.(Solichin, 2007).

Penelitian yang berjudul “Pembuatan Asap Cair dari Tempurung Kelapa secara Pirolisis serta Fraksinasinya dengan Ekstraksi” yang dilakukan oleh Sutin (2008) mendapatkan hasil bahwa asap cair yang dihasilkan pada pirolisis dengan suhu 300°C menghasilkan komponen fenol dapat dihasilkan tidak hanya dari dekomposisi lignin saja.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Solichin dan Anwar (2006) menunjukkan bahwa asap cair dapat menggumpalkan lateks skim dengan sempurna pada pH 4,9; 4,7; dan 4,5. Sementara itu Nisandi (2007) menyebutkan bahwa asap cair dapat digunakan sebagai koagulan lateks dengan sifat fungsional

asap cair seperti anti jamur , anti bakteri dan antioksidan tersebut dapat memperbaiki kualitas produk karet yang dihasilkan.

Tejo (2009) pada penelitiannya yang berjudul “Pirolisis Cangkang Sawit menjadi Asap Cair (*Liquid Smoke*) dengan Adsorpsi secara Langsung” mendapatkan hasil bahwa kondisi optimum menghasilkan asap cair terbanyak dan sesuai standar asap cair di pasaran yaitu pada suhu pirolisis 350°C dengan waktu efektif 60 menit.

1.2 Rumusan Masalah

Melihat latar belakang permasalahan tersebut, rumusan masalah yang didapat adalah:

- 1) Apakah limbah tatal dapat dimanfaatkan menjadi asap cair dengan metode pirolisis?
- 2) Apakah asap cair hasil pirolisis limbah tatal dapat dimanfaatkan menjadi penggumpal bahan olah karet?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada objek kajian sebagai berikut:

- 1) Limbah tatal yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Instalasi Pengolahan Air Limbah PT. Dharma Kalimantan Jaya;
- 2) Parameter yang diuji adalah kadar karbon, kadar asam, dan kandungan fenol;
- 3) Parameter selain yang diuji tidak dibahas pada penelitian ini;
- 4) Asap cair yang diambil didapat pada suhu 300°C, 400 °C, dan 500 °C;
- 5) Penggumpal yang menjadi perbandingan adalah Asap Cair Cangkang Kelapa sawit hasil penelitian sebelumnya
- 6) Parameter pembanding penggunaan penggumpal adalah Kecepatan beku, warna bekuan, serta bau yang dihasilkan.

1.4 Tujuan penelitian:

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Mengidentifikasi kandungan asap cair yang dihasilkan dari proses pirolisis tatal karet;
- 2) Mengetahui kadar karbon, kadar asam, serta kandungan fenol pada asap cair dari limbah tatal;
- 3) Mengetahui potensi asap cair limbah tatal sebagai penggumpal lateks.

1.5 Manfaat penelitian ini adalah :

Manfaat penelitian ini adalah:

- 1) Dapat menambah nilai guna limbah tatal yang selama ini belum dimanfaatkan, serta mendukung *zero waste program* pada proses produksi;
- 2) Dapat digunakan sebagai acuan pemanfaatan asap cair limbah tatal selanjutnya.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karet

Tanaman karet berasal dari bahasa latin yang bernama *Hevea braziliensis* yang berasal dari Negara Brazil. Tanaman ini merupakan sumber utama bahan tanaman karet alam dunia. Padahal jauh sebelum tanaman karet ini dibudidayakan, penduduk asli di berbagai tempat seperti: Amerika Serikat, Asia, dan Afrika Selatan menggunakan pohon lain yang juga menghasilkan getah. Getah yang mirip lateks juga dapat diperoleh dari tanaman *Castillaelastica* (family moraceae). Sekarang tanaman tersebut kurang dimanfaatkan lagi getahnya karena tanaman karet telah dikenal secara luas dan banyak dibudidayakan. Sebagai penghasil lateks tanaman karet dapat dikatakan satu-satunya tanaman yang dikedirikan secara besar-besaran (Nazarudin, 1992). Tanaman karet merupakan pohon yang tumbuh tinggi dan berbatang cukup besar, tinggi pohon dewasa mencapai 15-25 meter. Batang tanaman biasanya tumbuh lurus dan memiliki percabangan yang tinggi diatas. Di beberapa kebun karet ada beberapa kecondongan arah tumbuh tanamannya agak miring kearah utara. Batang tanaman ini mengandung getah yang dikenal dengan nama [lateks](#).

Karet adalah bahan alam dan umumnya sebagai poliisoprena(polimer dari satuan *sis-1, 2-isoprena*); berupa getah yang berasal dari pohon karet yang menyerupai susu (disebut *lateks*) dengan komposisi \pm 28% karet, 60% air, sedangkan sisanya berupa garam-garam anorganik, damar, zat telur, dan gula; merupakan polimer dari isoprene. Lateks dapat diawetkan dengan amoniak; atau jika langsung ditambahi dengan asam cuka segera menggumpal dan kemudian digilas / ditekan untuk mengeluarkan airnya (sehingga diperoleh lembaran karet basah berwarna putih yang disebut *crep*); agar tidak cepat rusak “crep” ini dijemur / diasapi sehingga warnanya menjadi coklat, maka diperoleh *smoked-sheet*).

Crep dan smoke-sheet disebut karet gubal; karet alam ini bersifat termoplastik (melunak bila dipanaskan, dan mengeras serta rapuh setelah didinginkan) disamping karet alam mudah rusak/larut dalam pelarut organik

seperti benzene, tiner, dan bensin. Oleh karena itu karet alam berupa karet gubal tersebut baru memiliki nilai guna setelah dilakukan *vulkanisasi* dimana karet gubal dan bunga belerang dipanaskan dengan komponen lain. Karet gubal yang dicampur dengan bunga belerang (3-6 %), bahan pengisi (kapur, kaolin, talk, jelaga), bahan pengawet (antioksidan), bahan pewarna, dan katalis dipanaskan pada suhu 120 – 140 °C selama 50-60 menit sehingga diperoleh karet alam lebih liat, elastis, dan lebih tahan terhadap pelarut atau perubahan suhu. Jika belerangnya 30% dan dipanaskan (155 °C; 2jam) akan diperoleh karet keras yang disebut *ebonite*. Kini selain karet alam juga dikenal karet sintesis, namun karet alam dalam beberapa hal tidak dimiliki oleh karet sintesis (lebih elastis dan liat; tahan robek) (HAM, 2008).

Stevens (2001) menyatakan bahwa karet merupakan polimer alam terpenting dan dipakai secara luas dilihat dari sudut industri. Ia dipakai selama berabad-abad oleh bangsa Maya di belahan bumi barat sebelum diperkenalkan ke Eropa oleh Columbus. Orang-orang Maya memperoleh bahan tersebut dari suatu pohon yang mereka namakan *Cauotchouc* (“pohon menangis”). suatu istilah yang masih dipakai untuk menyatakan polimer tersebut di banyak Negara. Akan tetapi, Joseph Priestly telah menciptakan istilah *rubber* ketika mencatat bahwa *coutechouc* bisa dipakai untuk menghapus (*to rub out*) tulisan pensil.

Karet merupakan politerpena yang disintesis secara alami melalui polimerisasi enzimatis isopentilpirofosfat. Unit ulangnya adalah sama sebagaimana 1, 4 - poliisoprena. Sesungguhnya, isoprene merupakan produk degradasi utama karet, yang diidentifikasi sebagaimana pada awal 1860-an. Beberapa dari sifat-sifat struktur berbagai bentuk karet mempunyai daya tarik.

Bentuk utama dari karet alam, yang terdiri dari 97 % *cis*-1,4-polisoprena, dikenal sebagai *Hevea rubber*. Karet ini diperoleh dengan menyadap kulit sejenis pohon (*Hevea brasiliensis*) yang tumbuh liar di Amerika Selatan dan ditanam di bagian dunia yang lain. Ia juga ditemukan dalam berbagai semak dan tumbuhan kecil, termasuk rumput *milkweed* dan *dandelion*. Salah satu diantara semak-semak terpenting adalah *guayule* (diucapkan wai-yu-li) yang tumbuh dengan baik di iklim kering sebagaimana yang ditemukan di Meksiko Utara dan Amerika Serikat

Barat Daya. Karena diperkirakan guayule merupakan sumber yang hidup dari karet tipe Hevea untuk masa depan, varitas-varitas yang mempunyai hasil tinggi tengah dikembangkan dengan memakai teknik kultur jaringan.

Hampir semua karet alam diperoleh sebagai lateks yang terdiri dari sekitar 32-35 % karet dan sekitar 5 % senyawa lain, termasuk asam lemak, gula, protein, sterol, ester, dan garam. Karet guayule merupakan kekecualian, yang diperoleh melalui *pulping* dan *parboiling* tumbuhan sebelum dimurnikan. Residu panen selulosik (*baggase*) merupakan sumber alkohol fermentasi yang potensial. Karet termasuk polimer dengan berat molekul sangat tinggi (rata-rata sekitar 1 juta) dan amorfus, meskipun menjadi terkristalisasi secara acak pada suhu rendah.

Lateks bisa dikonversi ke karet busa dengan aerasi mekanik yang diikuti oleh vulkanisasi. Sarung tangan karet balon biasanya dibuat dengan mengkotong lateks di atas cetakannya sebelum vulkanisasi. Sebagian besar lateks dikoagulasi (misalnya, dengan asam asetat) dan dipakai dalam bentuk pada. Sebagian besar karet Hevea (sekitar 65%) digunakan dalam pembuatan ban, tetapi juga ditemukan dalam sekelompok produk-produk komersial termasuk alas kaki, segel karet, *Weather striping*, *shok absorber*, insulasi listrik, asesoris olah raga, dan lain-lain. Semuanya memakai karet dalam bentuk yang ter Vulkanisasi. Salah satu diantara beberapa aplikasi karet yang tidak divulkanisir adalah dalam bentuk kerisut yang karena ketahanan abrasinya istimewa, dipakai untuk tapak sepatu.

Satu bentuk lain dari karet alam adalah getah perca (*gutta-percha*), yang juga diperoleh dalam bentuk lateks dari pepohonan (misalnya, *Palaquium oblongifolium* dan pohon-pohon serupa terutama berasal dari Asia Tenggara). Gutta-percha memiliki struktur *trans*-1,4-polisioprena. Ia jauh lebih keras dan kurang dapat larut daripada karet Hevea dan eksis dalam bentuk kristal.

Bentuk-bentuk lain dari karet yang strukturnya berkaitan dengan gutta-percha adalah *balata* dan *chicle*, yang diperoleh dari pohon-pohon di Meksiko dan Amerika Selatan dan Tengah. Pemakaian gutta-percha dan polimer-polimer terkait mencakup koting kawat, impregnan untuk *textile belting*, dan pernis. Hingga ionomer-ionomer merebut pasar, *gutta-percha* merupakan bahan yang dipilih untuk *cover* bola golf.

Lateks diperoleh dengan melukai kulit batang pohon karet sehingga keluar cairan kental yang kemudian ditampung. Cairan ini keluar akibat tekanan turgor dalam sel yang terbebaskan akibat perlukaan. Aliran akan berhenti apabila semua isi sel telah habis dan luka akan tertutup oleh lateks yang membeku.

Pada saat mulai keluar dari pohon hingga beberapa jam lateks masih berupa cairan, tetapi setelah kira-kira 8 jam lateks mulai mengental dan selanjutnya membentuk gumpalan karet. Penggumpalan dapat dibagi 2 yaitu:

- 1) Penggumpalan spontan
- 2) Penggumpalan buatan

Penggumpalan spontan biasanya disebabkan oleh pengaruh enzim dan bakteri, aromanya sangat berbeda dari yang segar dan pada hari berikutnya akan tercium bau yang busuk. Sedangkan penggumpalan buatan biasanya dilakukan dengan penambahan asam (Zuhra, 2006).

Ada beberapa macam karet alam yang dikenal, diantaranya merupakan bahan olahan. Bahan olahan ada yang setengah jadi atau sudah jadi. Ada juga karet yang diolah kembali berdasarkan bahan karet yang sudah jadi. Jenis-jenis karet alam menurut Zuhra (2006) yang dikenal luas adalah:

- a. Bahan olah karet

Bahan olah karet adalah lateks kebun serta gumpalan lateks kebun yang diperoleh dari pohon karet *hevea brasiliensis*. Beberapa kalangan mengatakan bahwa bahan olah karet bukan produksi perkebunan besar, melainkan merupakan bokar (bahan olah karet rakyat) karena biasanya diperoleh dari petani yang mengusahakan kebun karet. Menurut pengolahannya bahan olah karet dibagi menjadi 4 macam:

- i. Lateks kebun adalah cairan getah yang didapat dari bidang sadap pohon karet. Cairan getah ini belum mengalami penggumpalan entah itu dengan tambahan atau tanpa bahan pemantap (zat antikoagulan).

- ii. Sheet angin adalah bahan olah karet yang dibuat dari lateks yang sudah disaring dan digumpalkan dengan asam semut, berupa karet sheet yang sudah digiling tetapi belum jadi.
 - iii. Slab tipis adalah bahan olah karet yang terbuat dari lateks yang sudah digumpalkan dengan asam semut.
 - iv. Lump segar adalah bahan olah karet yang bukan berasal dari gumpalan lateks kebun yang terjadi secara alamiah dalam mangkuk penampung.
- b. Karet alam konvensional

Ada beberapa macam karet olahan yang tergolong karet alam konvensional. Jenis ini pada dasarnya hanya terdiri dari golongan karet sheet dan crepe. Jenis-jenis karet alam yang tergolong konvensional adalah sebagai berikut:

- i. *Ribbed smoked sheet* (RSS) adalah jenis karet berupa lembaran sheet yang mendapat proses pengasapan dengan baik.
- ii. *White crepe* dan *pale crepe* adalah jenis crepe yang berwarna putih atau muda dan ada yang tebal dan tipis.
- iii. *Estate brown crepe* adalah jenis crepe yang berwarna coklat dan banyak dihasilkan oleh perkebunan-perkebunan besar atau *estate*. Jenis ini juga dibuat dari bahan yang kurang baik atau jelek seperti yang digunakan untuk pembuatan *off crepe* serta dari sisa lateks, lump, atau koagulum yang berasal dari prakoagulasi, dan scrap atau lateks kebun yang sudah kering di atas bidang penyadapan.
- iv. *Compo crepe* adalah jenis crepe yang dibuat dari bahan lump. Scrap pohon, potongan-potongan sisa dari RSS atau slab basah.
- v. *Thin brown crepe remilis* adalah crepe coklat tipis karena digiling ulang.
- vi. *Thick blanket crepes ambers* adalah crepe blanket yang tebal dan berwarna coklat, biasanya dibuat dari slab basah, sheet tanpa proses pengasapan, dan lump serta scrap dari perkebunan atau

kebun rakyat yang baik mutunya. Scrap tanah tidak boleh digunakan.

- vii. *Flat bark crepe* adalah karet tanah atau *earth rubber*, yaitu jenis crepe yang dihasilkan dari scrap karet alam yang belum diolah, termasuk scrap tanah yang berwarna hitam.
- viii. *Pure smoked blanket crepe* adalah crepe yang diperoleh dari penggilingan karet asap yang khusus berasal dari RSS, termasuk juga *block sheet* atau sheet bongkah, atau dari sisa pemotongan RSS. Jenis karet lain atau bahan bukan karet tidak boleh digunakan.
- ix. *Off crepe* adalah yang tidak tergolong bentuk beku atau standar. Biasanya tidak dibuat melalui proses pembekuan langsung dari bahan lateks yang masih segar, melainkan dari contoh-contoh sisa penentuan kadar karet kering, lembaran-lembaran RSS yang tidak bagus penggilingannya sebelum diasapi, busa-busa dari lateks, berkas air cucian yang banyak mengandung lateks serta bahan-bahan lain yang jelek.

c. Lateks Pekat

Lateks pekat adalah jenis karet yang berbentuk cairan pekat, tidak berbentuk lembaran atau padatan lainnya. Lateks pekat dijual di pasaran ada yang dibuat melalui proses pendidihan atau *creamed lateks* dan melalui proses pemusingan atau *centrifuged lateks*. Biasanya lateks pekat banyak digunakan untuk pembuatan bahan-bahan karet yang tipis dan bermutu tinggi.

d. Karet bongkah (*block rubber*)

Karet bongkah adalah karet remah yang telah dikeringkan dan dikilang menjadi bandela-bandela dengan ukuran yang telah ditentukan. Karet bongkah ada yang berwarna muda dan setiap kelasnya mempunyai kode warna tersendiri.

e. Karet Spesifikasi Teknis (*crumb rubber*)

Karet spesifikasi teknis adalah karet alam yang dibuat khusus sehingga terjamin mutu teknisnya. Penetapan mutu juga didasarkan pada sifat-sifat teknis. Warna atau penilaian visual yang menjadi dasar penentuan golongan mutu pada jenis karet sheet, crepe maupun lateks pekat tidak berlaku pada jenis ini.

f. *Tyre Rubber*

Tyre rubber adalah bentuk lain dari karet alam yang dihasilkan sebagai barang setengah jadi sehingga bisa langsung dipakai oleh konsumen, baik untuk pembuatan ban atau barang yang menggunakan bahan baku karet lainnya.

g. Karet Reklam (reclaimed rubber)

Karet reklam adalah karet yang diolah kembali menjadi barang-barang karet bekas, terutama ban-ban mobil bekas dan bekas ban-ban berjalan. Karena boleh dibilang karet reklam adalah suatu hasil pengolahan scrap yang sudah divulkanisir. Biasanya karet reklam banyak dipakai sebagai bahan campuran sebab bersifat mudah mengambil bentuk dalam acuan serta daya lekat yang dimilikinya juga baik. Produk yang dihasilkan lebih kukuh dan tahan lama dipakai, lebih tahan terhadap bensin atau minyak pelumas. Tetapi karet reklam kurang kenyal dan kurang tahan gesekan sesuai dengan sifatnya sebagai karet bekas pakai.

2.2 Tatal

Tatal merupakan campuran kayu dan pasir yang terpisahkan dari bongkahan karet pada proses pengolahan di pabrik karet. Serpihan kayu tersebut

biasanya ikut masuk ke dalam bongkahan getah karet ketika petani mengambil getah dari pohon karet.

Tatal dipisahkan dari gumpalan-gumpalan karet pada unit pengolahan karet. Pemisahan ini bermaksud agar karet yang diolah tidak mengandung bahan-bahan lain selain karet itu sendiri. Pada setiap unit pengolahan, karet alam yang diolah akan mengalami pencucian dengan air yang mengalir secara terus menerus sehingga bahan pengotor yang terkandung; termasuk di dalamnya adalah tatal; akan terpisahkan dan dialirkan di kolam pengendapan. Pada kolam pengendapan terdapat berbagai material yang ikut terbawa dari proses pencucian karet, antar lain pasir, kerikil, batu, kayu, plastik, besi, tatal, dan lain sebagainya. Apabila kolam pengendapan tersebut sudah penuh, pasir dan bahan lain yang mengendap kemudian dipompa keluar. Sedangkan apabila masih terdapat serpihan-serpihan karet, dikembalikan lagi ke unit pengolahan awal.

Limbah tatal yang sudah diambil dari kolam pengendapan kemudian diangkut oleh truk dan hanya dibuang di lahan perusahaan yang tidak terpakai. Belum ada pengelolaan ataupun pemanfaatan limbah ini secara khusus. Masyarakat hanya terkadang mengambilnya sebagai urugan untuk menambal tanah yang berlubang, sehingga apabila masyarakat tidak ada yang mengambilnya, limbah tersebut hanya dibiarkan begitu saja.

2.3 Asap Cair

Asap adalah [suspensi](#) partikel kecil di udara ([aerosol](#)) yang berasal dari [pembakaran](#) tak sempurna dari suatu [bahan bakar](#). Asap umumnya merupakan [produk samping](#) yang tak diinginkan dari api (termasuk [kompor](#) dan [lampu](#)) serta [pendiangan](#), tapi dapat juga digunakan untuk [pembasmian hama](#) ([fumigasi](#)), komunikasi ([sinyal asap](#)), pertahanan (layar asap, *smoke-screen*) atau penghirupan [tembakau](#) atau [obat bius](#). Asap kadang digunakan sebagai agen [pemberi rasa](#) (*flavoring agent*) dan [pengawet](#) untuk berbagai bahan makanan.

Menurut Girrard (1992) dan Young Hun-Park (2008) dalam Darmadji (2009), asap cair merupakan dispersei uap asap dalam udara, yang dihasilkan dari proses distilasi kering atau pirolisa biomassa seperti kayu, kulit kayu, tempurung,

sabut, bambu, daun, dan lain sebagainya. Proses pirolisa ini berjalan secara bertahap diawali dari tahap pertama penghilangan air biomasa pada suhu 120-150 °C, diikuti tahap kedua proses pirolisa hemiselulosa pada suhu 150-200 °C, kemudian tahap ketiga proses pirolisa selulosa pada suhu 250-300 °C, dilanjutkan tahap keempat proses pirolisa lignin pada suhu 400 °C. Pada tahap lebih lanjut proses pirolisa akan menghasilkan senyawa-senyawa baru hasil pirolisa produk kondensasi seperti fenol, tar, dan senyawa *Polycyclic Aromatic Hydrocarbon* (PAH) yang terjadi pada suhu >500 °C.

Asap cair adalah kondensat komponen asap yang dapat digunakan untuk menciptakan flavor asap pada produk (Whittle dan Howgate, 2002 dalam Sutin 2008). Asap cair sudah dibuat pada akhir tahun 1800-an, tetapi baru sepuluh sampai lima belas tahun belakangan digunakan secara komersial pada industri pengasapan ikan (Moody dan Flick, 1990 dalam Sutin 2008). Asap cair pertama kali diproduksi pada tahun 1980 oleh sebuah pabrik farmasi di Kansas City, dikembangkan dengan metode distilasi kayu asap (Pszczola, 1995 dalam Sutin 2008).

Asap cair merupakan suatu hasil destilasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran tidak langsung maupun langsung dari bahan-bahan yang banyak mengandung karbon serta senyawa-senyawa lain, bahan baku yang banyak digunakan adalah kayu, bongkol kelapa sawit, ampas hasil penggergajian kayu dan lain sebagainya. (Amritama, 2007 dalam Himawati, 2010).

Pszczola (1995) dalam Himawati (2010) menyatakan asap cair diidefinisikan sebagai kondensat berair alami dari 21 kayu yang telah mengalami aging dan filtrasi untuk memisahkan senyawa tar dan bahan-bahan tertentu. Sedangkan menurut Darmadji (1996) dalam Himawati (2010), asap cair merupakan hasil kondensasi dari pirolisis kayu yang mengandung sejumlah besar senyawa yang terbentuk akibat proses pirolisis konstituen kayu seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin. Hasil pirolisis dari senyawa selulosa, hemiselulosa dan lignin diantaranya akan menghasilkan asam organik, fenol, karbonil yang merupakan senyawa yang berperan dalam pengawetan bahan makanan. Senyawa-

senyawa tersebut berbeda proporsinya diantaranya tergantung pada jenis, kadar air kayu, dan suhu pirolisis yang digunakan.

Asap cair merupakan suatu hasil kondensasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran secara langsung maupun tidak langsung dari bahan-bahan yang banyak mengandung lignin, selulosa, hemiselulosa serta senyawa karbon lainnya (Darmadji, 2002). Bahan baku yang banyak digunakan antara lain berbagai macam jenis kayu, bongkol kelapa sawit, tempurung kelapa, sekam, ampas atau serbuk gergaji kayu dan lain sebagainya. Selama pembakaran, komponen dari kayu akan mengalami pirolisa menghasilkan berbagai macam senyawa antara lain fenol, karbonil, asam, furan, alkohol, lakton, hidrokarbon, polisiklik aromatik dan lain sebagainya (Girrad, 1992). Asap cair mempunyai berbagai sifat fungsional, seperti ; untuk memberi aroma, rasa dan warna karena adanya senyawa fenol dan karbonil ; sebagai bahan pengawet alami karena mengandung senyawa fenol dan asam yang berperan sebagai antibakteri dan antioksidan (Pszczola, 1995); sebagai bahan koagulan lateks pengganti asam format serta membantu pembentukan warna coklat pada produk sit (Solichin, 2007).

Nisandi (2007) mengungkapkan bahwa terdapat beberapa manfaat asap cair di berbagai industri, yaitu:

a. Industri Pangan

Dalam industri pangan, asap cair memberikan rasa dan aroma yang spesifik juga sebagai pengawet karena sifat antimikrobia dan antioksidannya. Dengan tersedianya asap cair maka proses pengasapan tradisional dengan menggunakan asap secara langsung dapat dihindarkan. Perlu dicatat bahwa pengasapan tradisional mempunyai banyak kelemahan seperti pencemaran lingkungan, proses tidak bisa dikendalikan, kualitas yang tidak konsisten, serta timbulnya bahaya kebakaran, yang semuanya dapat dihindari.

b. Industri Perkebunan

Asap cair dapat digunakan sebagai koagulan lateks dengan sifat fungsional asap cair seperti anti jamur, anti bakteri dan antioksidan tersebut dapat memperbaiki kualitas produk karet yang dihasilkan.

c. Industri Kayu

Kayu yang diolesi dengan asap cair mempunyai ketahanan terhadap serangan rayap, sehingga akan memperpanjang usia kayu.

2.4 Pirolisis / Pirolisa

Pirolisa merupakan proses pemecahan lignoselulosa oleh panas dengan oksigen yang terbatas dan menghasilkan gas, cairan dan arang yang jumlahnya tergantung pada jenis bahan, metode, dan kondisi dari pirolisanya. Pada proses pirolisa sellulosa mengalami 2 tahap. Tahap pertama merupakan reaksi hidrolisis asam yang diikuti oleh dehirasi yang menghasilkan glukosa. Tahap kedua pembentukan asam asetat dan homolognya bersama air serta sejumlah kecil furan dan fenol (Girard, 1992 dalam Himawati, 2010).

Pirolisis merupakan proses dekomposisi bahan yang mengandung karbon, baik yang berasal dari tumbuhan, hewan maupun barang tambang menghasilkan arang (karbon) dan asap yang dapat dikondensasi menjadi destilat (Paris *et al.*, 2005 dalam Sutin 2008). Menurut Demirbas (2005) dalam Sutin (2008), umumnya proses pirolisis dapat berlangsung pada suhu di atas 300°C dalam waktu 4-7 jam.

Proses pirolisis melibatkan berbagai proses reaksi yaitu dekomposisi, oksidasi, polimerisasi, dan kondensasi. Reaksi-reaksi yang terjadi selama pirolisa kayu adalah penghilangan air dari kayu pada suhu 120-150 °C, pirolisa hemiselulosa pada suhu 200-250 °C, pirolisa selulosa pada suhu 280- 320 °C dan pirolisa lignin pada suhu 400 °C. Pirolisa pada suhu 400 °C ini menghasilkan senyawa yang mempunyai kualitas organoleptik yang tinggi dan pada suhu lebih tinggi lagi akan terjadi reaksi kondensasi pembentukan senyawa baru dan oksidasi produk kondensasi diikuti kenaikan linier senyawa tar dan hidrokarbon polisiklis aromatis (Girard, 1992; Maga, 1992 dalam Sutin, 2008).

Hemiselulosa adalah komponen kayu yang mengalami pirolisa paling awal menghasilkan fural, furan, asam asetat dan homolognya. Hemiselulosa tersusun dari pentosan dan heksosan dan rata-rata proporsi ini tergantung pada jenis kayu. Pirolisis dari pentosan membentuk furfural, fural dan turunannya beserta suatu seri yang panjang dari asam karboksilat. Bersama-sama dengan selulosa, pirolisis heksosan membentuk asam asetat dan homolognya (Darmadji, 2002).

Asap cair yang diperoleh dari pirolisis termasuk grade 3 atau asap cair destilasi. warnanya coklat pekat, kandungan tar (51,82 %) masih tinggi. Grade 3 ini sangat cocok untuk penggumpalan karet, pengawetan kayu dll. Jika digunakan untuk pengawet pada makanan, maka grade 3 harus ditingkatkan ke grade 2. Penggunaan lain grade 3 ini antara lain: pada perkebunan karet, dapat digunakan sebagai koagulan lateks dengan sifat fungsional asap cair/sebagai pengganti asam formiat, antijamur, antibakteri. Industri kayu, pertahanan terhadap rayap, aplikasi pada penggumpalan lateks/karet mentah, aplikasi pada penyamakan kulit. (Himawati, 2010).

Zaitsev *et al.* (1969) dalam Sutin (2008) mengemukakan bahwa asap mengandung beberapa zat antimikroba, antara lain :

- a. Asam dan turunannya: format, asetat, butir, propionat, metil ester;
- b. Alkohol : metil, etil, propil, alkil, dan isobutil alcohol;
- c. Aldehid : formaldehid, asetaldehid, furfural, dan metil furfural;
- d. Hidrokarbon : silene, kumene, dan simene;
- e. Keton : aseton, metil etil keton, metil propil keton, dan etil propil keton;
- f. Fenol;
- g. Piridin dan metil piridin.

Menurut Maga (1992) dalam Sutin (2008), asap cair mempunyai kelebihan antara lain :

- a. Beberapa flavor dapat dihasilkan dalam produk yang seragam dengan konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan pengasapan tradisional;
- b. Lebih intensif dalam pemberian flavor;
- c. Kontrol hilangnya flavor lebih mudah;

- d. Dapat diaplikasikan pada berbagai jenis bahan pangan;
- e. Dapat digunakan oleh konsumen pada level komersial;
- f. Lebih hemat dalam pemakaian kayu sebagai sumber asap;
- g. Polusi lingkungan dapat diperkecil

Untuk mengevaluasi hasil pembuatan asap cair, dilakukan analisis dengan menggunakan metode Jepang (Yatagai, 2002) dalam (Nurhayati, dkk, 2005):

Tabel 2.2 Standar asap cair berbahan kayu di Jepang (sumber: Japan Wood Vinegar Association 2001)

Parameter	Wood Vinegar	Distilled Wood Vinegar
pH value	1.5 ~3.7	1.5 ~3.7
Specific gravity	> 1.005	> 1.001
Percentage of organic acid	1 ~ 18 %	1 ~ 18 %
Color	Yellow Pale reddish Brown Reddish brown	Colorless Pale Yellow Pale reddish Brown
Transparancy	Transparent	Transparent
Floating matter	No floating matter	No floating matter

2.5 Karbon

Pewarnaan khas produk asapan berasal dari interaksi antara konstituen karbonil asap dengan gugus amino protein produk menghasilkan warna produk kekuning keemasan sampai coklat gelap. Pewarnaan ini berkaitan erat dengan parameter teknologi yang digunakan selama pengasapan. (Girard, 1992 dalam Darmadji, 2009). Pada pengasapan menggunakan asap cair, warna produk asapan dapat dioptimalkan dengan mengubah komposisinya. Metil glioksial dan glioksal merupakan senyawa karbonil dalam destilat asap tempurung kelapa yang penting dalam pembentukan warna coklat (Riha dan Wendorff, 1993 dalam Darmadji, 2009).

2.6 Asam

Potensi asap dapat memperpanjang masa simpan produk dengan mencegah kerusakan akibat aktivitas bakteri pembusuk dan pathogen. Senyawa yang mengandung sifat antibakteri dalam destilat asap cair adalah fenol dan asam (Girard, 1992 dalam Darmadji, 2009). Asam lebih kuat menghambat pertumbuhan bakteri daripada senyawa fenol, namun apabila keduanya digabungkan akan menghasilkan kemampuan penghambatan yang lebih besar daripada masing-masing senyawa. Selain senyawa fenol masih ada senyawa lain yang berperan menghambat pertumbuhan bakteri yaitu urotropin sebagai derivat dari piridin dan senyawa pirolignin (Fretheim, dkk, 1980 dalam Darmadji, 2009).

2.7 Fenol

Senyawa yang sangat berperan sebagai antimikrobia adalah senyawa fenol dan asam asetat, dan peranannya semakin meningkat apabila kedua senyawa tersebut ada bersama-sama (Darmadji, 1995 dalam Sutin, 2008). Selain fenol, senyawa aldehyd, aseton dan keton juga memiliki daya bakteristatik dan bakteriosidal pada produk asap. Girard (1992) dalam Sutin (2008) menyatakan bahwa asap dalam bentuk cair berpengaruh terhadap keseluruhan jumlah asam dalam kondensat asap, yaitu mencapai 40% dengan 35 jenis asam. Kandungan asam yang mudah menguap dalam asam akan menurunkan pH, sehingga dapat memperlambat pertumbuhan mikroorganisme (Buckle *et al.*, 1985 dalam Sutin, 2008).

Fenol merupakan senyawa yang salah satunya dapat bereaksi dengan formaldehyd, polimer ini sering dinyatakan sebagai resin fenol. Fenol mempunyai andil besar karena sekitar 70% polimer yang bersifat termoset diproduksi terdiri dari polimer-polimer fenol. (Loudon, 1984 dalam Anshari, 2009)

Solichin dan Anwar (2006) mengatakan bahwa senyawa yang berfungsi sebagai antibakteri adalah fenol dan turunannya, yang akan membunuh bakteri didalam lateks dan bekuan sehingga tidak terjadi bau busuk. Senyawa fenol atau turunannya juga berfungsi sebagai antioksidan yang akan melindungi molekul karet dari oksidasi pada suhu tinggi sehingga nilai PRInya tetap tinggi.

Asap mengandung komponen-komponen yang bersifat bakteristatis dan bakterisidal yang dapat berperan sebagai bahan pengawet. Hal ini dapat terjadi jika asap mengendap pada permukaan atau meresap ke dalam bahan pangan yang diberi asap.

2.8 Penggumpalan karet

Koagulasi (penggumpalan) adalah pembentukan gumpalan atau partikel lebih besar; dapat disebabkan oleh penambahan zat kimia tertentu atau oleh perubahan kondisi (biasanya berhubungan dengan pembuatan/penghilangan partikel koloid); dapat juga terjadi oleh adanya suatu enzim yang disebut *koagolase* (biasanya diterapkan dalam penggumpalan darah, susu, dan lain-lain) (HAM, 2008).

Sedangkan menurut Zuhra (2006), penggumpalan karet terjadi karena kemantapan bagian koloidal yang terkandung dalam lateks berkurang. Bagian-bagian koloidal ini kemudian menggumpal menjadi satu dan membentuk komponen yang berukuran lebih besar. Komponen koloidal yang lebih ini akan membeku. Inilah yang menyebabkan terjadinya prokoagulasi/penggumpalan.

Lateks kebun akan menggumpal atau membeku secara alami dalam waktu beberapa jam setelah dikumpulkan. Penggumpalan alami atau spontan dapat disebabkan oleh timbulnya asam-asam akibat terurainya bahan bukan karet yang terdapat dalam lateks akibat aktivitas mikroorganisme. Hal itu pula yang menyebabkan mengapa lump hasil penggumpalan alami berbau busuk. Selain itu, penggumpalan juga disebabkan oleh timbulnya anion dari asam lemak hasil hidrolisis lipid yang ada di dalam lateks. Anion asam lemak ini sebagian besar akan bereaksi dengan ion magnesium dan kalsium dalam lateks membentuk sabun yang tidak larut, keduanya menyebabkan ketidakmampuan lateks yang pada akhirnya terjadi pembekuan (Triwijoso, 1989).

Prakoagulasi merupakan pembekuan pendahuluan tidak diinginkan yang menghasilkan lump atau gumpalan-gumpalan pada cairan getah sadapan. Kejadian seperti ini biasa terjadi ketika lateks berada di dalam tangki selama pengangkutan

menuju pabrik pengolahan. Hasil sadapan yang mengalami prakoagulasi hanya dapat diolah menjadi karet dengan mutu rendah seperti karet remah jenis SIR 10 dan SIR 20. Prakoagulasi dapat terjadi karena kemantapan bagian koloidal yang terkandung di dalam lateks berkurang akibat aktivitas bakteri, guncangan serta suhu lingkungan yang terlalu tinggi. Bagian-bagian koloidal yang berupa partikel karet ini kemudian menggumpal menjadi satu dan membentuk komponen yang berukuran lebih besar dan membeku. Untuk mencegah prakoagulasi, pengawetan lateks kebun mutlak diperlukan, terlebih jika jarak antara kebun dengan pabrik pengolahan cukup jauh. Zat yang digunakan sebagai bahan pengawet disebut dengan zat antikoagulan. Syarat zat antikoagulan adalah harus memiliki pH yang tinggi atau bersifat basa. Ion OH⁻ di dalam zat antikoagulan akan menetralkan ion H⁺ pada lateks, sehingga kestabilannya dapat tetap terjaga dan tidak terjadi penggumpalan. Terdapat beberapa jenis zat antikoagulan yang umumnya digunakan oleh perkebunan besar atau perkebunan rakyat diantaranya adalah amoniak, soda atau natrium karbonat, formaldehida serta natrium sulfit (Tim Penulis, 2005).

Zuhra (2006) menyatakan, penyebab terjadinya prokoagulasi antara lain sebagai berikut:

a. Penambahan asam

Penambahan asam organik ataupun anorganik mengakibatkan turunnya pH lateks titik isoelektriknya sehingga lateks kebun membeku (pH lateks kebun 6,9)

b. Mikroorganisme

- Lateks segar merupakan media yang baik bagi pertumbuhan mikroorganisme, mikroorganisme banyak terdapat di lingkungan perkebunan karet (pepohonan udara, tanah, air atau pada alat-alat yang digunakan)
- Mikroorganisme ini menghasilkan asam-asam yang menurunkan pH mencapai titik isoelektrik sehingga lateks membeku serta menimbulkan rasa bau karena terbentuknya asam-asam yang

mudah menguap (*volatile fatty acid*). Bila banyak mikroorganisme maka senyawa asam yang dihasilkan akan banyak pula.

- Suhu udara yang tinggi akan lebih mengaktifkan kegiatan bakteri, sehingga dalam penyadapan ataupun pengangkutan diusahakan pada suhu rendah atau pagi.

c. Iklim

- Air hujan akan membawa zat penyamak, kotoran, dan garam yang larut dari kulit batang. Zat-zat ini akan mengkatalisis terjadinya prokoagulasi.
- Lateks yang baru disadap juga mudah menggumpal jika terkena sinar matahari yang terik karena kestabilan koloidnya rusak oleh panas yang terjadi.

d. Pengangkutan

- Pengangkutan yang terlambat ataupun jarak yang jauh menyebabkan lateks baru tiba di tempat pengolahan pada siang hari dan sempat terkena matahari sehingga mengganggu kestabilan lateks.
- Jalan yang buruk atau angkutan yang terguncang-guncang mengakibatkan lateks yang diangkut terkocok-kocok secara kuat sehingga merusak kestabilan koloid.

e. Kotoran atau bahan-bahan lain yang tercampur

- Lateks akan mengalami prakoagulasi bila dicampur dengan air kotor, terutama air yang mengandung logam atau elektrolit.
- Prakoagulasi juga sering terjadi karena tercampurnya kotoran atau bahan lain yang mengandung kapur atau asam.

2.9 Asam Formiat

Asam formiat adalah suatu cairan yang tidak berwarna, berbau tajam/menyengat, menyebabkan iritasi pada hidung, tenggorokan dan dapat

membakar kulit. Asam formiat dapat larut sempurna dengan air dan sedikit larut dalam benzena, karbon tetra klorida, toluena, serta tidak larut dalam hidrokarbon alifatik seperti heptana dan oktana. Asam formiat dapat melarutkan poly vinyl clorida (PVC). Campuran asam formiat dan air membentuk campuran azeotrop (yaitu campuran larutan yang mempunyai titik didih mendekati titik beku) dengan kandungan maksimum asam formiat 77,5 % (107,3 oC / 760 mmHg) dan 83,2 % (134,6 oC / 1830 mmHg).

Kata formiat berasal dari nama sejenis semut merah “formica rufa” yang dapat mengeluarkan asam dan terbentuk sebagai asam bebas. Asam ini banyak dijumpai pada beberapa jenis tumbuhan, pada bulu-bulu jelatang dan hasil dari fermentasi bakteri pada karbohidrat. Beberapa ilmuwan melakukan penelitian yang berhubungan dengan Asam formiat dari semut tersebut. Brunfles pada permulaan abad ke-16 menyelidiki uap dari semut gunung penyebab warna merah dari tumbuh-tumbuhan. Et-Muller pada tahun 1684 telah mendistilasi sejumlah semut gunung yang menghasilkan suatu “acid spirit” yang dapat merusak besi. Fisher mendistilasi sejumlah semut dengan air dan ditemukan pada larutan distilatnya suatu asam menyerupai “spirit of vinegar”. Pada umumnya, Asam formiat yang dijual dipasaran mempunyai kadar 85% dan 90% sedangkan dalam bentuk anhidrat tersedia dalam jumlah bebas. Asam formiat banyak digunakan untuk koagulan karet, conditioner pada pencelupan tekstil, industri kulit serta sintesa bahan-bahan farmasi dan bahan kimia lain.

Asam semut atau asam formiat berbahaya jika terkena mata, kulit, atau terhirup pernafasan. Akan tetapi hal tersebut dapat diatasi dengan menggunakan alat perlindungan diri pada saat memakai asam semut. Alat-alat perlindungan diri tersebut antara lain: kacamata google, sarung tangan tahan asam, masker, dan lain sebagainya.

2.10 Asap Cair Cangkang Kelapa Sawit

Asap cair yang berasal dari cangkang sawit dewasa ini mudah ditemukan dan banyak dijual bebas di pasaran. Penelitian mengenai asap cair telah dilakukan

semenjak waktu yang lama. Pemanfaatan limbah tempurung kelapa yang berlimpah dilakukan oleh Tranggono, dkk pada tahun 1995. Setelah itu, berbagai penelitian telah dilakukan untuk mencari hasil optimal dan penyempurnaan-penyempurnaan produk asap cair di kemudian hari. Salah satu penyempurnaannya adalah proses pemurnian untuk memisahkan asap cair dengan sisa tar yang masih terdapat pada asap cair hasil pirolisis.

Asap cair dikembangkan untuk mengatasi permasalahan bau busuk yang timbul di sekitar pabrik pengolahan karet. Selain itu, juga untuk memperbaiki kualitas karet alam yang dihasilkan dari perkebunan. Asap cair cangkang kelapa sawit dikembangkan di Balai Penelitian Sembawa, dan dikenal dengan merek dagang Deorub dan Deorub K sebagai pengembangannya.

Deorub K adalah cairan berwarna coklat tua dengan bau asap, pH sekitar 0,5 dan digunakan untuk lateks yang akan dibekukan dan diolah menjadi karet remah jenis SIR 20. Deorub K ditujukan khusus untuk petani karet yang menghendaki pembekuan cepat dengan harga murah, dan tidak berbau sejak dari kebun sehingga dapat disimpan di dekat rumahnya. Mutu teknis, karakteristik vulkanisasi, dan sifat fisik vulkanisat dari karet yang dibekukan dengan Deorub K adalah setara dengan asam semut (Jaya, 2009).

2.11 HIPOTESA

Berdasarkan kajian penelitian sebelumnya dapat disusun hipotesa yaitu :

- Asap cair hasil pirolisis limbah tatal karet dapat digunakan sebagai bahan penggumpal lateks.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan salah satu bagian dari penelitian mengenai pemanfaatan limbah tatal. Penelitian lainnya adalah pemanfaatan limbah tatal menjadi bio briket. Penelitian ini termasuk dalam penelitian eksperimen pada skala laboratorium. Secara garis besar penelitian ini meliputi kegiatan :

- a. Analisa pembuatan asap cair dengan bahan limbah tatal;
- b. Analisa kandungan Karbon, Asam, dan Fenol, pada asap cair yang dihasilkan;
- c. Analisa kecepatan pengendapan, warna endapan, dan bau lateks yang dicampur dengan asap cair.

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilaksanakan di beberapa lokasi, yaitu :

- 1) Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa, Program Studi Ilmu Teknik, Gedung PAU, Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta;
- 2) Laboratorium Kualitas Lingkungan, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta;
- 3) Laboratorium PT. Dharma Kalimantan Jaya, Kalimantan Selatan.

3.3 Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilakukan selama enam bulan dari proses persiapan penelitian (pengadaan bahan baku), proses pembuatan asap cair, pengujian sampel di laboratorium, serta pengolahan data dan penyusunan laporan akhir.

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

3.4.1 Bahan penelitian

Bahan penelitian yang digunakan antara lain :

- a. Limbah padat serpihan kayu (tatal) yang berasal dari Unit Pengolahan Air Limbah, PT. Dharma Kalimantan Jaya;
- b. Lateks Kebun;
- c. Asap cair cangkang kelapa sawit sebagai pembanding.

3.4.2 Alat-alat penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

- a. Alat untuk mengambil limbah tatal berupa: sekop, karung, dan plastik;
- b. Alat pembuatan asap cair : *phyrolysis set*;
- c. Alat pengujian di laboratorium: botol sampel, labu ukur, gelas ukur, pipet, spektrofotometer, beker gelas, heater, timbangan, dll.



Gambar 3.1 Alat pirolisis (*phyrolysis set*)

3.5 Pengumpulan Data

3.5.1 Pembuatan Asap Cair

Pembuatan asap cair dilakukan di Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa, Pusat Studi Teknik, Gedung PAU, Pasca Sarjana, UGM. Pembuatan asap cair dilakukan dengan 3 (tiga) variasi suhu pembakaran yaitu 300 °C, 400 °C, dan 500 °C. Proses pembuatan asap cair meliputi:

- a. Tatal dipisahkan dari bahan-bahan pengotor (plastik, kerikil, dll) kemudian ditimbang @ 700gr;
- b. Tutup klin dibuka, kemudian retort dikeluarkan dan diisi bahan baku tatal (limbah karet);
- c. Retort dimasukkan kembali ke dalam klin, kemudian tutupnya dipasang dan dikencangkan bautnya
- d. Stop kontak kemudian dihubungkan dengan aliran listrik dan suhu retort diatur dengan termokopel dengan suhu @ 300 °C , 400 °C , dan 500 °C;
- e. Kemudian dilakukan pengamatan terhadap proses pirolisis, diantaranya keluarnya asap hasil pirolisis dan waktu sampai sampai pirolisis selesai yaitu selama \pm 5 jam;
- f. Asap yang keluar ditampung dan didinginkan dengan mengalirkan dalam pipa yang melalui air mengalir;
- g. Asap yang sudah dingin kemudian ditampung dalam wadah tersendiri;
- h. Setelah proses pirolisis selesai yang ditandai dengan habisnya asap, kemudian peralatan dimatikan dan didiamkan sampai dingin;
- i. Asap hasil pirolisis kemudian didiamkan selama 1 -_2 minggu untuk memisahkan antara tar dan asap cair.
- j. Dilakukan pengujian di laboratorium untuk mengetahui kandungan asap cair yang dihasilkan.

3.5.2 Pengujian Laboratorium

Pengujian laboratorium merupakan pengujian karakteristik asap cair yang telah dibuat pada saat proses pirolisis. Parameter pengujian terdiri dari kadar karbon, asam, dan kadar fenol yang terdapat pada masing-masing sampel. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Selain itu juga dilakukan pengujian terhadap kemampuan sampel asap cair sebagai bahan penggumpal lateks. Parameter yang digunakan adalah waktu pengendapan, warna pengendapan, dan bau yang dihasilkan setelah terjadinya proses pengendapan. Pengujian ini dilakukan di laboratorium PT. Dharma Kalimantan Jaya.

3.5.2.1 Pengujian kadar karbon

Karbon sebagai senyawa organik akan mereduksi Cr^{6+} yang berwarna jingga menjadi Cr^{3+} yang berwarna hijau dalam suasana asam. Intensitas warna hijau yang terbentuk setara dengan kadar karbon dan dapat diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 561 nm.

Larutan standar $\text{C} = 5000\text{ppm}$ dibuat terlebih dahulu untuk selanjutnya dibuat larutan standar pembanding yang menjadi acuan dalam penghitungan kadar karbon yang terdapat dalam asap cair.

Sample yang sudah ditambahkan 5 mL Kalium Dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 1N) dan 7,5 ml H_2SO_4 pekat serta didiamkan selama ± 24 jam kemudian diukur dengan Spektrofotometer pada panjang gelombang 561 nm, sehingga kandungan karbon dapat diketahui.

Spektrofotometri dapat dibayangkan sebagai suatu perpanjangan dari penilaian visual dalam studi yang lebih terperinci mengenai penyerapan energy cahaya oleh spesies kimia memungkinkan kecermatan yang lebih besar dalam pencirian dan pengukuran kuantitatif. Dengan menggantikan mata manusia dengan detector-detektor radiasi lain, dimungkinkan studi absorpsi (serapan) di luar daerah spectrum tampak, dan seringkali eksperimen spektrofotometri dilakukan secara automatic. Dewasa ini, istilah spektrofotometri menyiratkan pengukuran jauhnya penyerapan energi cahaya oleh suatu sistem kimia itu sebagai

fungsi dari panjang gelombang radiasi, demikian pula pengukuran penyerapan yang menyendiri pada suatu panjang gelombang tertentu.

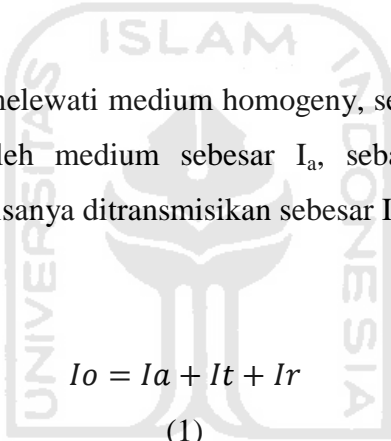
Absorpsi cahaya tampak dan radiasi ultraviolet meningkatkan energi elektronik sebuah molekul. Artinya, energi yang disumbangkan oleh foton-foton memungkinkan elektron-elektron itu mengatasi kekangan inti dan pindah ke luar orbital baru yang lebih tinggi energinya. Efek vibrasi dan rotasi berimpit dengan perubahan elektronik, namun daerah dimana terdapat absorpsi ditentukan oleh tingkat-tingkat energi elektronik molekul itu. Perubahan vibrasi dan rotasi menimbulkan struktur halus ke dalam spectrum sehingga absorpsi melibatkan seberkas panjang gelombang bukannya satu garis tunggal. Garis-garis individu membentuk suatu pita yang biasanya tak terpisahkan pada kondisi eksperimen itu, dan umumnya spectrum absorpsi ultraviolet dan tampak terdiri dari puncak-puncak (peaks) yang memperagakan lengkungan yang lancar.

Spektra elektronik senyawaan dalam fase uap kadang-kadang menunjukkan struktur halus yang dapat teramati, namun dalam fase-fase mampat, tingkat energi molekul tersebut dapat terganggu oleh energy di dekatnya, sehingga seringkali hanya tampak pita yang lebar. Semua molekul dapat menyerap radiasi dalam daerah UV-tampak karena mereka mengandung elektron, baik sekutu maupun menyendiri, yang dapat dieksitasikan ke tingkat energy yang lebih tinggi. Panjang gelombang pada saat absorpsi itu terjadi bergantung pada seberapa kuat elektron tersebut terikat dalam molekul. Elektron dalam suatu ikatan kovalen tunggal terikat dengan kuat, dan diperlukan radiasi berenergi tinggi atau panjang gelombang pendek untuk eksistensinya.

Kebanyakan penerapan spektrofotometri ultraviolet dan tampak pada senyawaan organik didasarkan pada transisi $n - \pi^*$ ataupun $\pi - \pi^*$ dan karenanya memerlukan hadirnya gugus kromofor dalam molekul itu. Transisi ini terjadi dalam daerah spektrum (sekitar 200 hingga 700 nm) yang nyaman untuk digunakan dalam eksperimen. Spektrofotometer UV dan tampak yang komersial biasanya beroperasi dari sekitar 175 atau 200 ke 1000 nm. Identifikasi kualitatif senyawaan organik dalam daerah ini jauh lebih terbatas daripada dalam daerah inframerah.

Range panjang gelombang radiasi UV-tampak berada antara 200nm – 800nm, terdiri dari daerah UV (200nm – 400nm) dan daerah tampak (400 nm – 700 nm). Jika suatu berkas elektromagnetik dilewatkan pada suatu sampel kimia maka sebagian gelombang dapat terabsorpsi. Energi elektromagnetik yang diabsorpsi tersebut ditransfer ke atom atau molekul sehingga dapat terjadi promosi energi partikel ke tingkat yang lebih tinggi, atau disebut tingkat eksitasi. Frekuensi absorpsi dapat terukur dan menghasilkan spectra. Analisis kuantitatif dapat dilakukan dengan membandingkan absorbansi sampel dengan absorbansi larutan standar, yaitu larutan yang diketahui konsentrasinya. Suatu sampel dapat menyerap intensitas radiasi pada berbagai panjang gelombang sehingga terbentuk kurva serapan.

Jika suatu berkas melewati medium homogeny, sebagian intensitas cahaya datang (I_0) diabsorpsi oleh medium sebesar I_a , sebagian intensitas lainnya dipantulkan sebesar I_r dan sisanya ditransmisikan sebesar I_t .


$$I_0 = I_a + I_t + I_r$$

(1)

Karena pada umumnya I_r sangat kecil, maka $I_0 = I_a + I_t$. Lambert (1760) dan Beer (1852) menunjukkan hubungan berikut :

$$T = \frac{I_t}{I_0} = 10^{-abc}$$

(2)

Dengan T = transmisi
 b = jarak tempuh optik = tebal sampel
 c = konsentrasi medium
 a = tetapan absorbtivitas

persamaan (2) dapat ditulis sebagai :

$$\log\left(\frac{1}{T}\right) = \log\left(\frac{I_t}{I_0}\right) = -abc$$

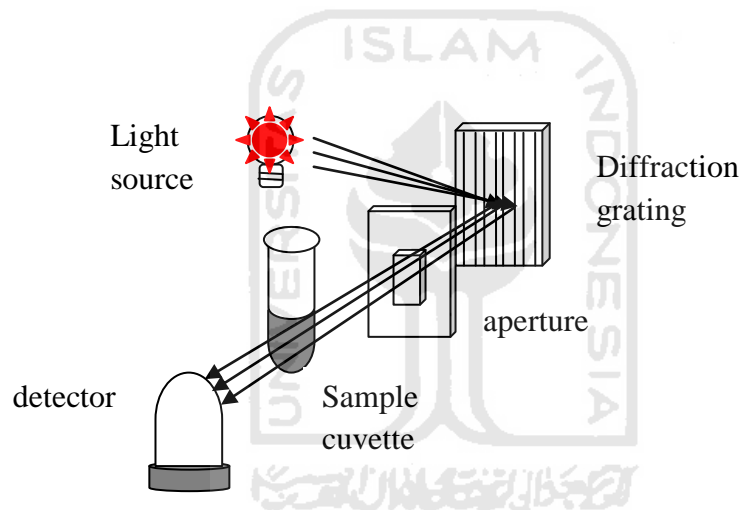
(3)

atau

$$A = abc \text{ dengan } A = -\log(T)$$

(4)

A disebut sebagai absorbansi larutan terhadap sinar yang dilewatkan. Rumus (4) tersebut disebut sebagai rumus Lambert-Beer. Prinsip kerja alat spektrofotometer dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 3.1 Prinsip kerja spektrofotometer UV-tampak

Spektroelektronik senyawaan dalam fase uap kadang-kadang menunjukkan struktur halus dimana sumbangan vibrasi individu dapat teramati, namun dalam fase-fase mampat tingkat energi molekul demikian terganggu oleh tetangga-tetangga dekatnya, sehingga seringkali hanya tampak hasil serapan yang tidak dapat teramati. Semua molekul dapat menyerap radiasi dalam daerah UV-tampak karena mereka mengandung elektron, naik sekutu maupun menyendiri, yang dapat dieksitasikan ke tingkat energy yang lebih tinggi. Panjang gelombang dimana absorbs itu terjadi, bergantung pada betapa kuat elektron itu terikat dalam molekul tersebut. Elektron dalam suatu ikatan kovalen tunggal terikat dengan kuat

dan diperlukan radiasi berenergi tinggi atau panjang gelombang pendek untuk eksitasinya.

Jika suatu molekul mengandung sebuah atom seperti klor yang mempunyai pasangan elektron menyendiri, sebuah elektron tak-terikat (nonbonding) dapat dieksitasikan ke tingkat energi yang lebih tinggi. Karena elektron nonbonding tak-terikat terlalu kuat seperti elektron bonding sigma, maka absorpsinya terjadi pada panjang gelombang yang lebih panjang.

3.5.2.2 Pengujian kadar keasaman

Keasaman adalah kapasitas zat cair untuk menetralkan basa kuat sampai suatu nilai pH tertentu, yang dapat dinyatakan sebagai meq/L atau mg/L CaCO₃ atau mg/L H⁺ atau mg/L CO₂.

Larutan NaOH dipergunakan untuk men-titrasi sampel dengan indikator metil jingga. Sebelum dilakukan pengujian, terlebih dahulu dibuat larutan standar NaOH dan kemudian ditentukan kenormalannya. Normailtas larutan NaOH nantinya digunakan untuk menghitung kadar keasaman dalam sampel.

Pengujian kadar keasaman dilakukan dengan metode titrasi, sebagai indikator digunakan larutan fenolftalin (Pp). Sampel yang sudah ditambahkan indikator kemudian dititrasi dengan larutan NaOH yang sudah diketahui kenormalannya hingga menjadi bening, dan dicatat pemakaian larutan yang digunakan.

Setelah diketahui data penggunaan larutan NaOH, kemudian dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\left(\frac{A \times B \times 1000 \times 50}{C} \right) \times FP$$

Dengan penjelasan :

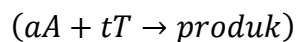
A = jumlah mL larutan NaOH yang digunakan untuk titrasi;

B = kenormalan larutan NaOH;

C = volume benda uji yang dipergunakan (mL).

FP = Faktor pengenceran

Day dan Underwood (1989) menjelaskan bahwa analisis dengan menggunakan titrasi merupakan salah satu bagian utama kimia analisis dan bahwa perhitungan-perhitungan yang digunakan didasarkan pada hubungan stoikiometri sederhana dari reaksi kimia. Suatu metode titrimetri untuk analisis kimia didasarkan pada suatu reaksi kimia seperti:



dimana a molekul analit A , bereaksi dengan t molekul reagensia T . Reagensia T , yang disebut *titran*, ditambahkan sedikit demi sedikit (secara incremental), biasanya dari dalam buret, dalam bentuk larutan yang konsentrasinya diketahui. Larutan kedua ini disebut larutan *standar* dan konsentrasinya ditetapkan oleh suatu proses yang disebut *standarisasi*. Penambahan titran diteruskan sampai telah dimasukkan sejumlah T yang secara kimia setara dengan A . Maka dikatakan telah mencapai *titik ekuivalensi* dari titrasi itu. Untuk mengetahui kapan penambahan titran itu harus dihentikan, ahli kimia dapat menggunakan suatu zat, yang disebut *indikator*, yang menanggapi munculnya kelebihan titran dengan perubahan warna. Perubahan warna ini dapat tepat atau tidak tepat pada titik ekuivalensi. Titik dalam titrasi pada saat indikator berubah warna disebut *titik akhir*. Tentu saja diinginkan agar titik akhir sedekat mungkin dengan titik ekuivalensi. Dengan memilih indikator untuk mengimpitkan kedua titik itu (atau mengkoreksi selisih antara keduanya) merupakan satu aspek yang penting dari analisis titrimetri.

Istilah *titrasi* merujuk ke proses pengukuran volume titran yang diperlukan untuk mencapai titik ekuivalen. Selama betahun-tahun digunakan istilah analisis *volumetric* bukannya titrimetri. Tetapi dari titik pandang yang teliti, lebih disukai istilah “titrimetri” karena pengukuran volume tidaklah terbatas pada titrasi. Misalnya dalam analisis-analisis tertentu orang mungkin mengukur volume gas.

3.5.2.3 Pengujian kadar fenol



Gambar 3.2 Alat uji kadar fenol

Metode yang digunakan pada pengujian ini adalah pengujian kadar fenol menggunakan metode aminoantipirin dengan alat spektrofotometer. Sebelum dilakukan pengujian, dilakukan persiapan benda uji yaitu dengan penyulingan menggunakan alat penyuling yang dilengkapi dengan labu didih 1000 mL, dan terbuat dari bahan gelas

borosilikat. Sampel ditambahkan dengan indikator metil jingga dan larutan asam fosfat. Larutan tersebut yang sudah melalui tahap penyulingan akan menjadi jernih tetapi tidak mengurangi kandungan fenol di dalamnya.

Pengujian dilakukan dengan menambahkan larutan Bromat bromide (Br_2) dan HCl pekat. Setelah didiamkan selama 10 menit, titrasi dengan larutan baku Natrium Tiosulfat 0,0357 N dan larutan kanji digunakan sebagai indikator.

Hasil pemakaian larutan Natrium Tiosulfat dicatat dan dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\frac{mg}{L} \text{ fenol} = 7,842 \times ((A \times B) - C)$$

Dimana :

A = banyaknya larutan Natrium tiosulfat yang digunakan untuk titrasi blanko (mL);

B = banyaknya larutan Bromat-bromida yang ditambahkan pada larutan baku fenol dibagi 5;

C = banyaknya larutan Natrium tiosulfat yang digunakan untuk titrasi larutan induk fenol (mL).

3.5.2.4 Pengujian penggumpalan lateks

- a. Masing-masing sampel diambil sebanyak 10 ml;
- b. Larutkan dengan air bersih sebanyak 50 ml;
- c. Larutan yang sudah jadi kemudian dicampurkan ke dalam 125 gr lateks segar dan diaduk perlahan agar merata;
- d. Diamati lamanya proses pembekuan, warna yang dihasilkan, dan bau lateks yang sudah dibekukan;
- e. Uji Kadar Karet Kering (K_3) dan *Plasticity Retention Index* (PRI) yang terkandung dalam karet sebagai gambaran awal kualitas karet yang dihasilkan;
- f. Asap cair tempurung kelapa digunakan sebagai pembanding.



Gambar 3.3 Pengujian penggumpalan lateks (Jaya, 2009)

3.6 Analisis Kelayakan Produk

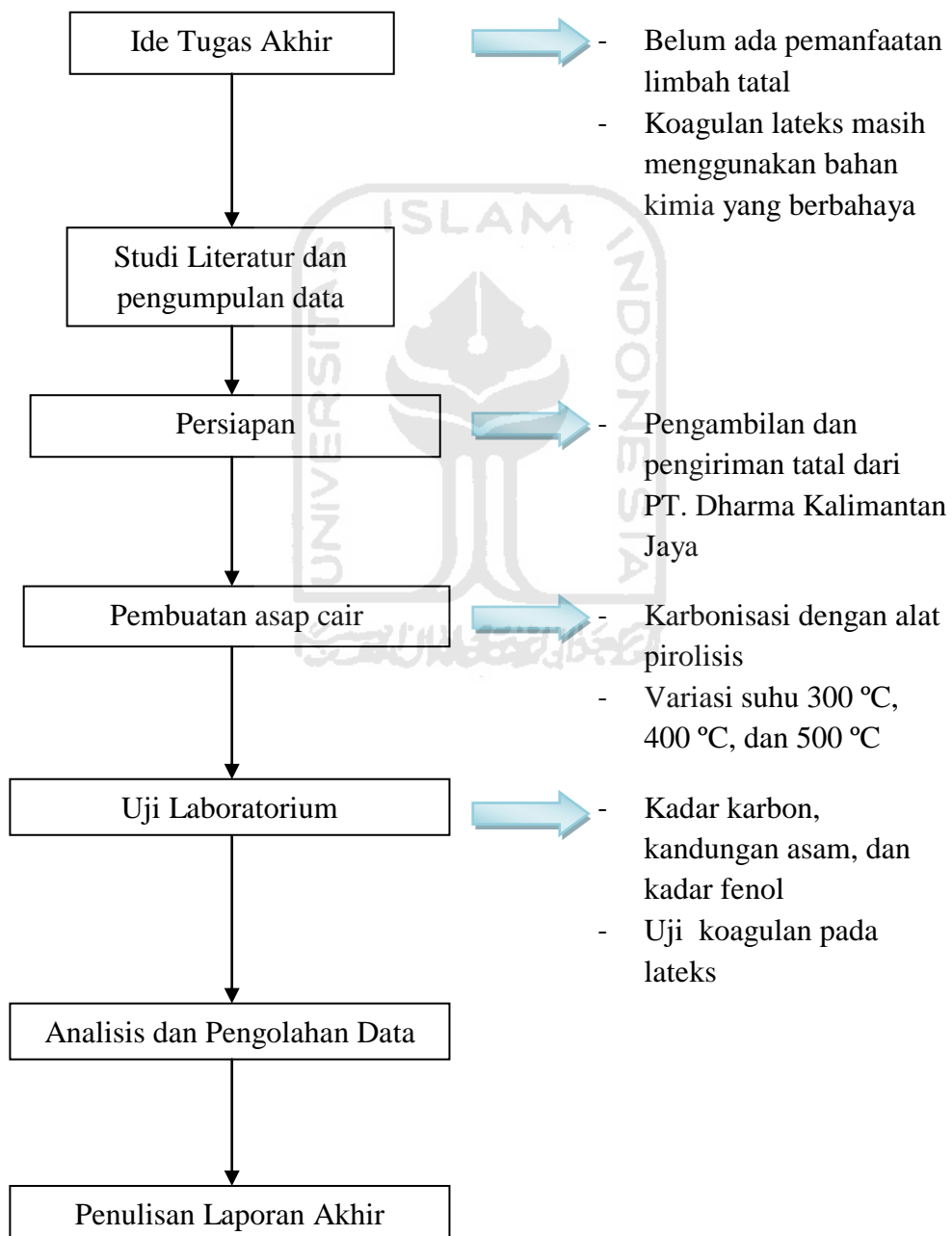
Analisis kelayakan produk dilakukan untuk memperkirakan apakah suatu produk layak diproduksi ataukah tidak. Analisa yang dilakukan pada kealyakan produk asap cair meliputi aspek teknis dan aspek ekonomis. Nantinya hasil analisis ini dapat dijadikan acuan kelayakan produksi asap cair sebagai alternatif bahan penggumpal.

3.7 Pengolahan Data

Data yang didapatkan dari pengujian kemudian akan diolah lagi untuk mengetahui kandungan yang terdapat dalam asap cair secara keseluruhan serta potensi asap cair limbah tatal sebagai penggumpal lateks.

3.8 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap, yaitu :



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Penelitian ini merupakan salah satu upaya alternatif pemanfaatan limbah tatal (serpihan kayu karet) dari pabrik pengolahan karet alam yang selama ini belum dimanfaatkan. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai penggumpal pada pengolahan awal karet mentah. Dengan memanfaatkan kembali tatal yang dihasilkan dari unit pengolahan air limbah pabrik karet akan mendukung program *zero waste production*.

Proses awal penelitian yaitu pembuatan asap cair yang dilakukan dengan karbonisasi limbah tatal menggunakan alat pirolisis. Proses karbonisasi akan menghasilkan rendemen arang dan asap. Asap ini kemudian ditampung dan dialirkan melalui pipa kaca, pipa tersebut dilewatkan pada wadah yang berisi air yang mengalir sehingga suhu asap menjadi turun dan berubah menjadi *liquid*.

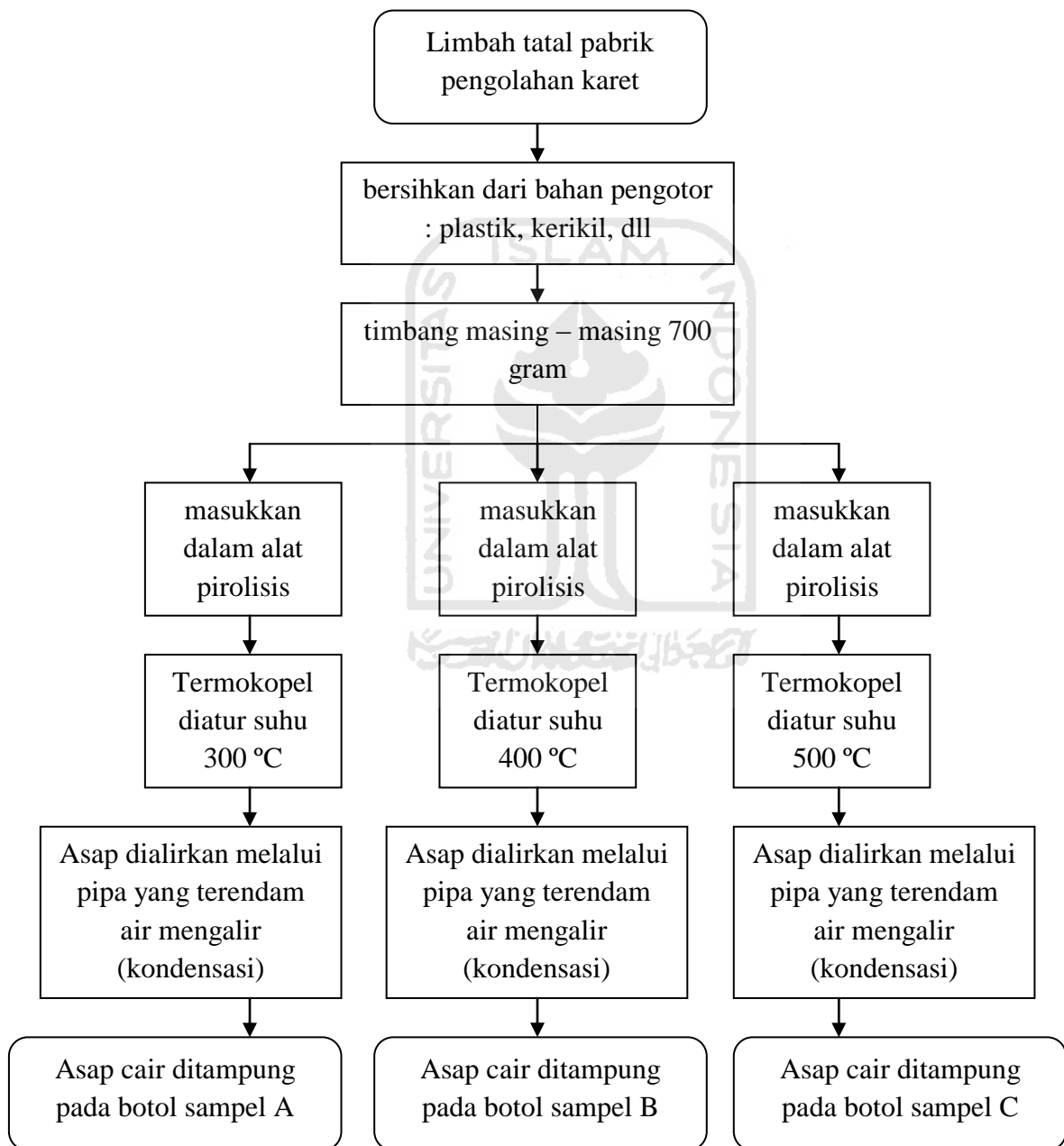
Asap cair kemudian diuji di laboratorium untuk mengetahui kandungan kadar karbon, keasaman, dan kadar fenolnya. Kandungan karbon mempunyai potensi sebagai bahan pencoklatan, asam yang cukup tinggi berpotensi sebagai penggumpal sekaligus sebagai antimikroba, sedangkan kadar fenol berpotensi sebagai antioksidan.

Setelah dilakukan pengujian kadar karbon, keasaman, dan fenol, kemudian dilakukan pengujian untuk mengetahui kecepatan asap cair dalam proses koagulasi karet mentah, serta warna dan bau yang dihasilkan.

4.2 Pembuatan Asap Cair

Sampel tatal dipisahkan dari bahan pengotor seperti: plastik, kerikil, dan lain sebagainya, kemudian ditimbang masing – masing 700 gr dan dimasukkan ke dalam alat pirolisis. Stop kontak kemudian dihubungkan dengan aliran listrik dan suhu retort (alat pirolisis) diatur dengan termokopel pada suhu @ 300 °C , 400 °C , dan 500 °C. Asap yang keluar ditampung dan didinginkan dengan mengalirkan

dalam pipa yang melalui air mengalir dan ditampung pada botol sampel. Asap yang sudah ditampung tersebut kemudian dibiarkan selama 1-2 minggu untuk memisahkan antara tar dan asap cair. Langkah – langkah pembuatan asap cair dapat dilihat pada gambar berikut :

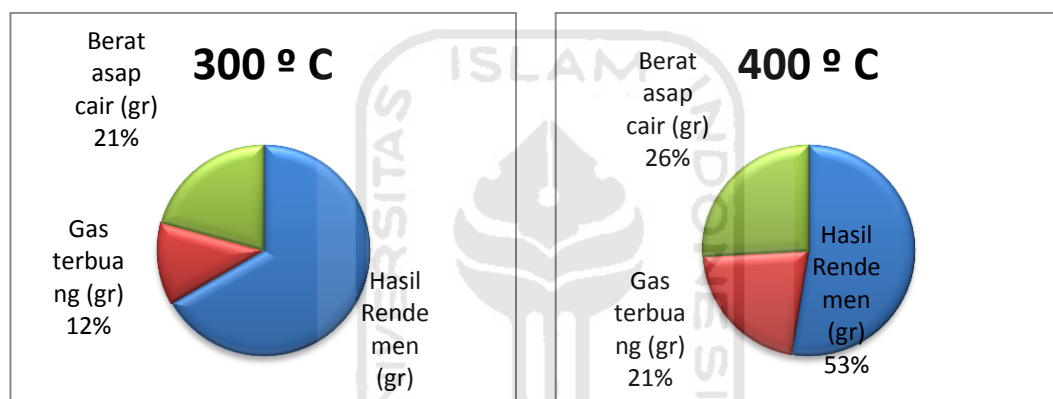


Gambar 4.1 *Flowchart* proses pembuatan asap cair

Proses selanjutnya yaitu pengujian asap cair di laboratorium untuk mengetahui kandungan asap cair yang dihasilkan. Hasil pembuatan asap cair ditunjukkan pada tabel berikut:

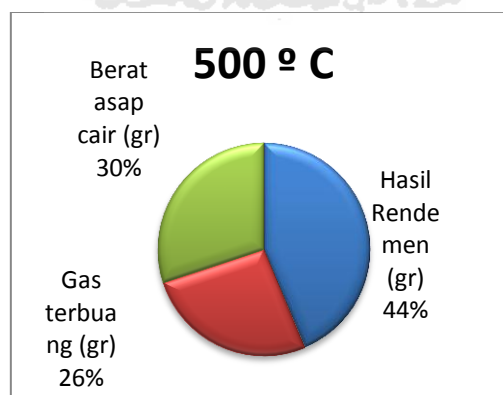
Tabel 4.1 Hasil pirolisis pembuatan asap cair

No.	Berat Sampel (gr)	Suhu	Hasil Rendemen (gr)	Gas terbang (gr)	Berat asap cair (gr)
1	700	500 ° C	305.63	184.06	210.31
2	700	400 ° C	368.48	150.43	181.09
3	700	300 ° C	467.13	87.51	145.36

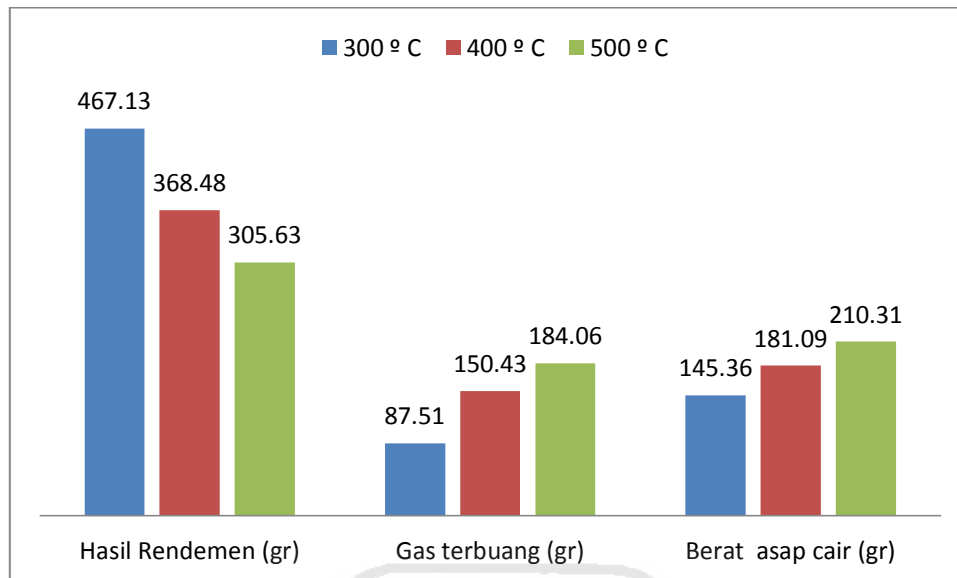


Gambar 4.2 Hasil pirolisis limbah total dengan suhu 300 °C

Gambar 4.3 Hasil pirolisis limbah total dengan suhu 400 °C



Gambar 4.4 Hasil pirolisis limbah total dengan suhu 500 °C



Gambar 4.5 Perbandingan hasil pirolisis dengan variasi suhu

Hasil karbonisasi 700 gram total pada proses pirolisis dengan variasi suhu menunjukkan pada suhu 300 °C menghasilkan rendemen arang sebesar 467,13 gram (67%), gas yang terbuang sebesar 87,51 gram (12%), dan asap cair yang dihasilkan 145,36 gram (21%). Pada variasi suhu 400 °C, didapatkan hasil rendemen arang sebesar 368,48 gram (53%), gas terbuang 150,43 gram (21%) , dan asap cair sebesar 181,09 gram (26%). Sedangkan apabila menggunakan variasi suhu 500 °C, akan menghasilkan rendemen arang sebesar 305,63 gram (44%), gas terbuang 184,06 gram (26%), dan hasil asap cair sebesar 210,31 gram (30%).

Dari Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa suhu optimum untuk menghasilkan asap cair terbanyak didapatkan pada saat suhu 500 °C. Menurut Frentheim, et al (1980) pada Darmadji (2000) volume kondensat asap cair maksimal tercapai pada suhu 450 °C. Produksi asap cair dari berbagai macam kayu dan tempurung kelapa berkisar antara 39,15 % sampai 61,55 % dengan rata-rata 50,09 % (Tranggono dkk, 1996). Pada penelitian ini, produksi asap cair yang dihasilkan lebih rendah dari rata-rata penelitian yang dilakukan oleh Tranggono (1996), hal ini disebabkan perbedaan jenis kayu, ukuran kayu, kandungan air dalam kayu, waktu pirolisi, serta suhu yang digunakan.

4.3 Hasil Pengujian Asap Cair

Sampel asap cair yang didapatkan kemudian diuji di laboratorium untuk mengetahui kualitas kadar karbon, keasaman, dan kadar fenol yang terkandung didalamnya. Kualitas asap cair sangat ditentukan oleh komponen kimia yang dikandungnya, sebab komponen tersebut dijadikan Kriteria mutu cita rasa dan aroma sebagai ciri khas yang dimiliki oleh asap (Wijaya, dkk. 2008). Selain pengujian kualitas yang terkandung didalam asap cair, juga dilakukan uji untuk mengetahui potensi asap cair sebagai penggumpal lateks.

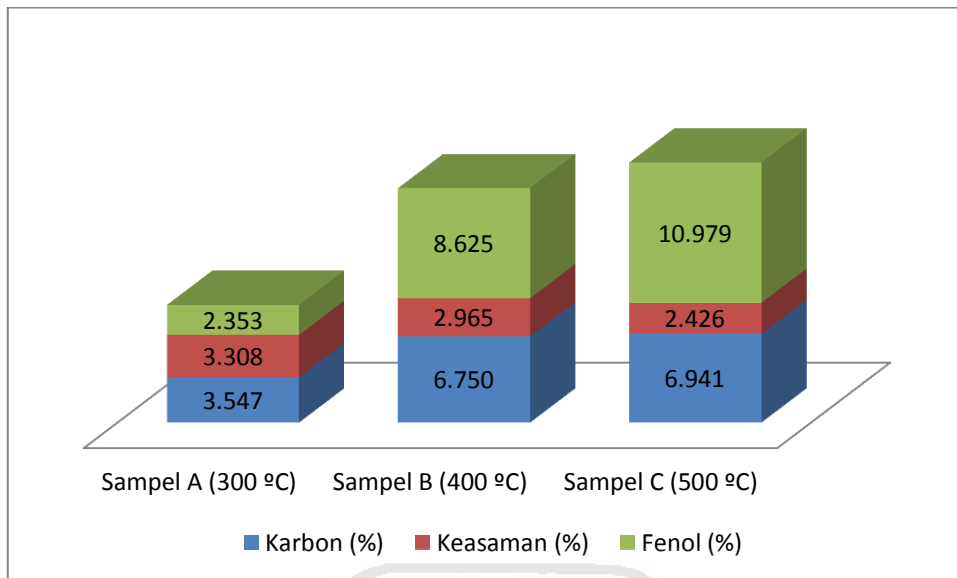
Wijaya, dkk (2008) juga menambahkan bahwa komponen kimia penting yang dihasilkan dalam proses pengasapan tergantung dari balok, tatal, serutan, dan serbuk serta bahan yang dapat dibakar seperti hemiselulosa, selulosa, dan lignin, serta intensitas pirolisis berhubungan langsung dengan suhu yang terdiri atas transfer panas dan keberadaan oksigen.

Hasil uji kualitas asap cair dengan tiga variasi suhu (300 °C, 400 °C, 500 °C) dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.2 Hasil uji asap cair

No.	Sampel	Karbon (%)	Keasaman (%)	Fenol (%)
1	Sampel A (300 °C)	3.547	3.308	2.353
2	Sampel B (400 °C)	6.750	2.965	8.625
3	Sampel C (500 °C)	6.941	2.426	10.979

Pada Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa asap cair yang dihasilkan pada suhu 300 °C memiliki kandungan karbon sebesar 3,547 %, kadar keasaman 3,308 %, dan kadar fenol sebesar 2,353 %. Untuk sampel asap cair yang dihasilkan pada suhu 400 °C memiliki kandungan karbon 6,75 %, kadar keasaman 2,965 %, dan fenol sebesar 8, 625 %. Sedangkan hasil asap cair pada suhu 500 °C akan menghasilkan kadar karbon 6,941 %, kadar keasaman 2,426 %, dan kadar fenol 10,979 %. Perbandingan ketiga sampel tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 4.6 Perbandingan kandungan asap cair dengan variasi suhu

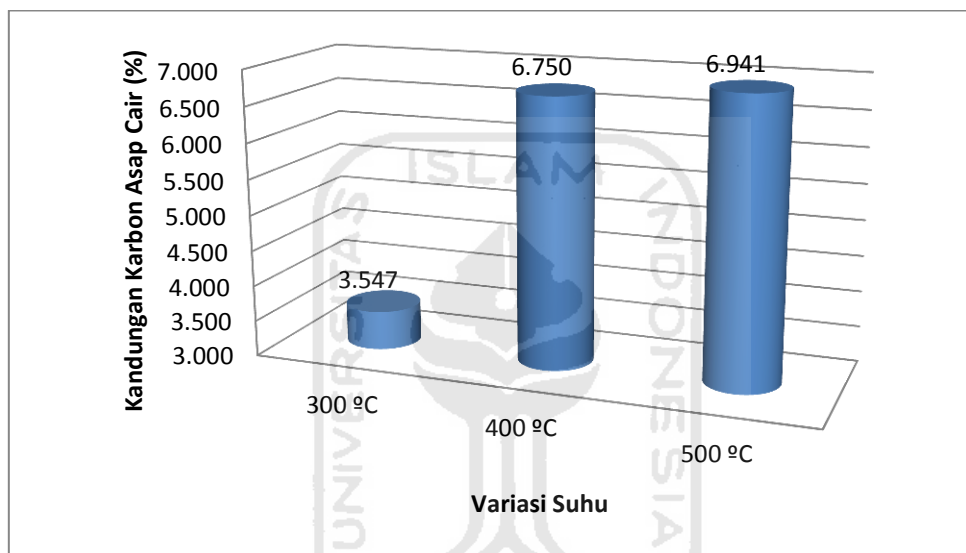
Dari Gambar 4.6 dapat kita lihat perbandingan zat yang terkandung dalam asap cair dengan perbedaan variasi suhu dalam pembuatannya. Secara terperinci, uji kandungan asap cair akan dijelaskan pada sub bab selanjutnya.

4.3.1 Uji Kandungan Karbon

Dalam pengujian kandungan karbon, dilakukan pengenceran sebesar 100 kali pada sampel asap cair hasil pirolisis dengan suhu 300 °C. Sedangkan untuk asap cair yang dihasilkan pada suhu 400 °C dan 500 °C, dilakukan pengenceran sebesar 200 kali. Pengenceran ini dilakukan karena asap cair yang dihasilkan terlalu pekat dan untuk dapat menghitung kandungan karbon didalamnya harus dilakukan pengenceran. Pengenceran ini tidak akan mempengaruhi kadar kandungan karbon pada asap cair. Hasil pengujian kandungan karbon dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.3 Hasil Uji Kandungan Karbon

No.	Absorbansi			Hasil Uji			Pengenceran	Kadar karbon (%)
	1	2	rata-rata	1	2	rata-rata		
1	0.466	0.468	0.467	353.712	355.621	354.667	100 x	3.547
2	0.458	0.440	0.449	346.075	328.893	337.484	200 x	6.750
3	0.459	0.459	0.459	347.030	347.030	347.030	200 x	6.941



Gambar 4.7 Kandungan Karbon Asap Cair

Pada Tabel 4. 2 dan Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa kandungan karbon yang tertinggi dihasilkan pada asap cair dengan suhu pembakaran 500 °C yakni sebesar 6,941 %. Sedangkan kandungan karbon yang terkecil terdapat pada asap cair hasil pirolisis dengan suhu 300 °C yaitu sebesar 3,547 %. Kandungan karbon pada penelitian ini lebih besar apabila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Fatimah (1998). Pada penelitian tersebut, kadar karbon penyusun asap cair berkisar antara 2,6 % hingga 4,0 %. Perbedaan ini disebabkan bahan baku yang digunakan berbeda dengan penelitian ini.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hal ini terjadi karena secara bertahap pirolisis kayu mengalami penguraian yaitu Selulosa beserta turunannya: senyawa

asam asetat dan senyawa karbon; pada suhu 240 °C – 350 °C (Wijaya, dkk. 2008). Pirolisis limbah tatal pada suhu 300 °C kemungkinan penguraiannya belum sempurna sehingga hanya menghasilkan asap cair dengan kandungan karbon yang lebih sedikit. Karbon dalam asap cair berpotensi memberi manfaat flavor dan warna (Wijaya, dkk. 2008).

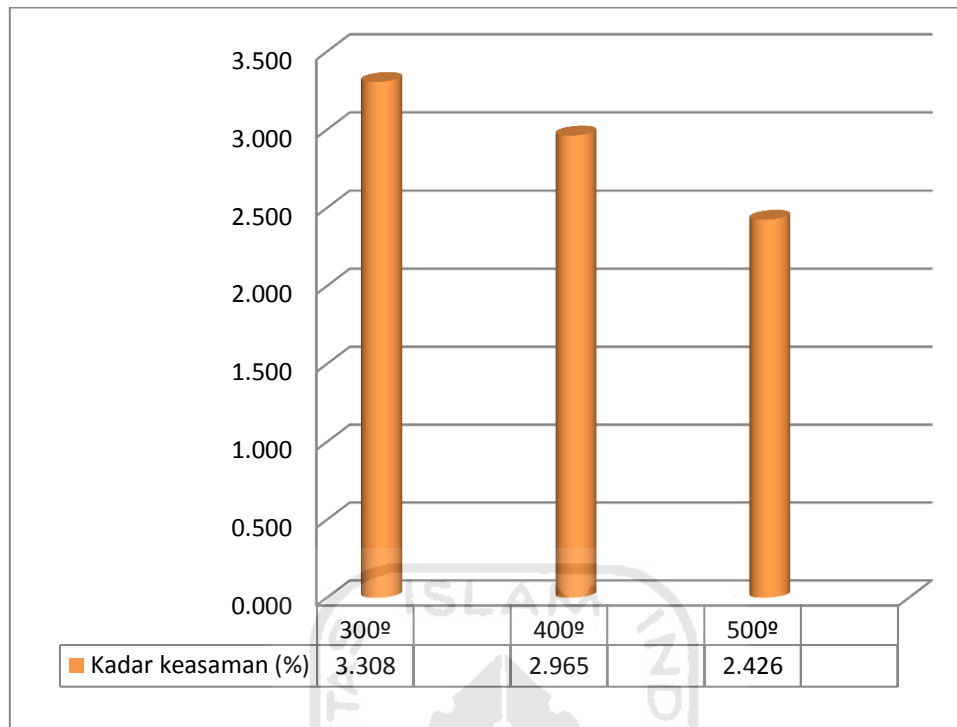
Variasi kadar fenol dan karbonil tergantung jenis kayu sebagai bahan dasarnya. Bahan dasar dengan selulosa tinggi akan tinggi pula kadar karbonilnya sebab perlakuan pemanasan suhu tinggi pada selulosa akan menghasilkan karbonil. Kadar senyawa karbonil relative tinggi disbanding fenol, hal ini disebabkan sebagian senyawa fenol ada yang memiliki gugus karbonil sehingga ikut terhitung (Darmadji, 2002).

4.3.2 Uji Kadar Keasaman

Seperti pada saat uji kandungan karbon, untuk pengujian kadar keasaman juga dilakukan pengenceran. Pengenceran yang dilakukan sebesar 100 kali untuk tiap-tiap asap cair. Berikut ini adalah hasil pengujian kadar keasaman asap cair :

Tabel 4.4 Hasil Uji Kadar Keasaman

No.	Sampel	NaOH (mL)		Rata-rata	N NaOH	Volume (mL)	Kadar keasaman (%)
		a	b				
1	300°	3.2	3.4	3.4	0.0196	10	3.3075
		3.3	3.6				
2	400°	2.9	2.9	3.0	0.0196	10	2.9645
		3.1	3.2				
3	500°	2.2	2.6	2.5	0.0196	10	2.4255
		2.5	2.6				



Gambar 4.8 Kadar keasaman asap cair

Hasil pengujian pada Tabel 4.3 menunjukkan bahwa kadar keasaman asap cair yang dihasilkan pada suhu 300 °C sebesar 3,308 %, sedangkan asap cair yang dihasilkan pada suhu 400 °C memiliki kadar keasaman sebesar 2,965 %, dan asap cair yang dihasilkan dengan suhu pembakaran 500 °C memiliki kadar keasaman 2,426 %.

Kadar asam merupakan salah satu sifat kimia yang menentukan kualitas dari asap cair yang diproduksi. Senyawa asam yang terbentuk dari proses pembakaran kayu merupakan senyawa asam organik yang terletak dari pirolisis komponen – komponen kayu seperti hemiselulosa dan selulosa pada suhu tertentu (Wijaya,dkk. 2008). Menurut Girrad (1992) dalam Wijaya, dkk (2008), asap dalam bentuk cair juga berpengaruh terhadap keseluruhan jumlah asam dari kondensat asap, yaitu 40 % dengan 35 jenis asam.

Pada gambar 4.7 terlihat bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan pada proses karbonisasi akan menyebabkan kadar keasaman pada asap cair menjadi rendah. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Wijaya dkk (2008) yang menyatakan bahwa penguraian kandungan hemiselulosa dan turunannya: furfural, furan, asam dan derivatnya; terjadi pada suhu 200 °C hingga 260 °C. Proses pirolisis dengan suhu yang tinggi pada penelitian ini akan menyebabkan penguraian kadar asam pada total menjadi tidak sempurna sehingga kadar asam yang dihasilkan pada suhu tinggi (500 °C) menjadi lebih rendah. Keasaman dalam asap mengkondisikan pH alami asap memiliki sifat yang mengawetkan, khususnya pada produk asap (Wijaya, dkk, 2008).

Hingga saat ini belum ada standarisasi tentang unsur penyusun yang terkandung dalam asap cair. Standarisasi unsur penyusun asap cair di Indonesia belum ada dan masih dalam proses penelitian oleh BPOM, sehingga referensi tentang kandungan unsur penyusun yang diperbolehkan dalam asap cair berasal dari berbagai sumber, antara lain dari Japan Wood Vinegar Association (2001) yang menyatakan kadar asam asap cair berkisar antara 1-18% (Tranggono, 1996).

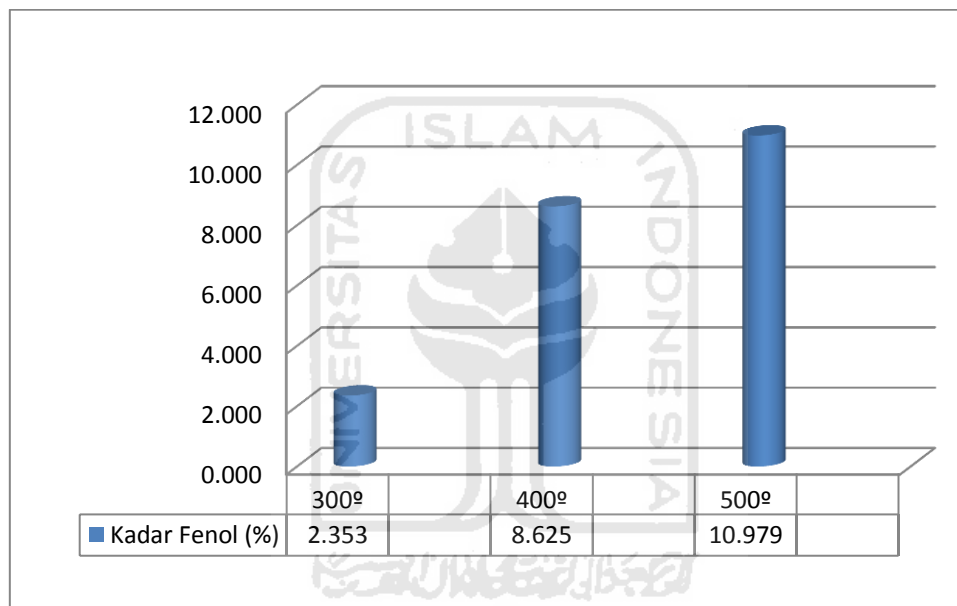
4.3.3 Pengujian Kandungan Fenol

Faktor utama yang menentukan kadar total fenol dalam asap cair adalah banyaknya asap yang dihasilkan selama proses pirolisi berlangsung (Wijaya, dkk. 2008). Kadar fenol dalam asap cair berpotensi untuk digunakan sebagai antioksidan sehingga dapat memperpanjang masa simpan suatu produk asapan. Lisnasari (2010) menyebutkan bahwa senyawa fenol yang paling banyak terdapat dalam asap cair adalah Guaiakol dan Siringol.

Hasil pengujian kandungan fenol dalam asap cair pada penelitian ini ditunjukkan pada tabel berikut ini :

Tabel 4.5 Hasil Uji Kandungan Fenol

No.	Sampel	Natrium Tiosulfat (mL)	Rata-rata (mL)	Br2 (mL)	Kadar Fenol (%)
1	300°	30.5	30.2	1	2.3526
		30		1	
2	400°	30.4	29.4	1	8.6251
		29.5		1	
3	500°	29.3	29.1	1	10.9788
		29.2		1	



Gambar 4.9 Kadar fenol asap cair

Dari Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa kadar fenol pada asap cair dengan suhu pembakaran 300 °C sebesar 2,353 %, sedangkan pada asap cair yang dihasilkan dengan suhu 400 °C memiliki kadar fenol 8,625 %, dan asap cair yang dihasilkan dengan suhu pembakaran 500 °C memiliki kadar fenol sebesar 10,979 %. Hasil penelitian ini lebih tinggi bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Tranggono *et al* (1997) yang menyatakan bahwa kadar fenol yang terdapat pada asap cair berkisar 5,13 %. Besarnya kadar fenol pada penelitian ini disebabkan banyaknya asap yang dihasilkan saat proses pirolisis. Semakin banyak asap yang dihasilkan akan berpengaruh pada kadar fenol yang terkandung. Banyaknya asap

pada saat pirolisis dipengaruhi oleh jenis dan kerapatan bahan yang dipergunakan. Semakin rapat bahan yang digunakan akan menghasilkan asap lebih sedikit.

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa kadar fenol yang terdapat pada asap cair dengan suhu pembakaran 500 °C merupakan yang terbesar yaitu 10,979 %, dan kadar terendah terdapat pada asap cair yang dihasilkan dengan suhu 300 °C, yaitu sebesar 2,353 %. Hasil ini sesuai dengan penelitian Widjaya, dkk (2008) yang menyatakan bahwa penguraian lignin pada kayu terjadi pada suhu 280 °C sampai 500 °C. Hal ini menunjukkan bahwa pada saat pirolisis dengan suhu tinggi (500 °C) akan terjadi penguraian lignin pada bahan baku tatal secara sempurna. Sedangkan pada suhu yang lebih rendah (300 °C dan 400 °C) penguraian bahan baku tatal belum berlangsung secara sepenuhnya. Penguraian lignin akan menghasilkan fenol dan eter fenolik serta derivatnya (Widjaya, dkk. 2008).

4.4 Uji Penggumpalan Lateks

Asap cair yang sudah di uji di laboratorium untuk mengetahui kandungan di dalamnya, kemudian diujikan terhadap lateks. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui potensi asap cair limbah tatal sebagai alternatif bahan penggumpal lateks yang ramah lingkungan,serta mendukung *zero waste* program. Yang menjadi parameter dalam pengujian ini adalah lama proses pembekuan karet, warna bekuan, dan bau yan dihasilkan setelah dilakukan pembekuan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa asap cair dapat digunakan sebagai penggumpal lateks. Waktu yang dibutuhkan berkisar 30 menit, warna yang dihasilkan coklat bersih, dan tidak terdapat bau menyengat yang digantikan dengan bau asap.

Hasil pengamatan uji penggumpalan terhadap lateks dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.6 Hasil Uji Penggumpalan pada Lateks

Sampel	Latex	Volume Sampel	Air	Waktu Beku	Bau Karet	Kondisi Karet	Test K ₃			Test PRI (2 hari)		
							Basah	Kering	K ₃	Pa	Po	PRI
A (300 °C)	125 gr	10 ml	50 ml	30 menit	Berbau asap	Permukaan warna abu-abu	74,9	50,3	67%	7	37	19
B (400 °C)	125 gr	10 ml	50 ml	30 menit	Berbau asap	Permukaan warna abu-abu	65,8	45,2	68%	8	36	22
C (500 °C)	125 gr	10 ml	50 ml	20 menit	Berbau asap	Permukaan warna abu-abu	27,5	20,6	74%	8	34	24
X	125 gr	10 ml	50 ml	5 menit	Berbau asap	Permukaan warna abu-abu	31,6	23,6	74%	14	33	42

Uji penggumpalan terhadap lateks dilaksanakan di Laboratorium PT. DKJ. Sebagai pembanding, digunakan asap cair yang berasal dari cangkang kelapa sawit (X) yang selama ini digunakan perusahaan dan dapat dibeli di pasaran. Masing-masing sampel 10 ml dicampur dengan air bersih sebanyak 50 ml, kemudian larutan tersebut dicampurkan ke dalam 125 gr lateks segar. Pengamatan dilakukan berdasarkan lama terjadinya bekuan secara sempurna, bau yang dihasilkan, dan kondisi karet setelah terjadinya bekuan.

Pada Tabel 4.6 terlihat bahwa sampel asap cair yang dihasilkan pada suhu 500 °C menghasilkan waktu yang lebih singkat dalam proses pembekuan yakni berkisar 20 menit. Hal ini berlangsung lebih cepat apabila dibandingkan dengan waktu yang diperlukan pada sampel asap cair 300 °C dan 400 °C yakni berkisar 30 menit. Namun waktu yang diperlukan relatif lebih lama apabila dibandingkan dengan sampel X yakni sekitar 5 menit saja.

Setelah terjadinya bekuan karet, kemudian diamati warna dan bau yang terjadi. Keseluruhan hasil uji menunjukkan bahwa warna karet yang dihasilkan permukaannya berwarna abu-abu dan tidak tercium bau menyengat karet, sebagai gantinya tercium bau asap yang tidak menyengat.

Selain itu juga dilakukan pengujian terhadap kualitas karet yang dihasilkan. Akan tetapi uji ini hanyalah uji awal yang digunakan untuk mengetahui kualitas karet di awal. Untuk mengetahui kualitas karet secara keseluruhan, diperlukan penelitian dan pengujian lainnya yang lebih kompleks. Hasil uji K_3 (Kadar Karet Kering) yang terdapat dalam bekuan karet pada ketiga sampel menunjukkan hasil yang cukup baik, yakni 67 % untuk sampel A, 68 % untuk sampel B, dan 74 % untuk sampel C. Kadar karet kering yang didapat pada sampel C sama dengan kadar karet kering yang terdapat pada sampel X, hal ini menunjukkan kualitas asap cair sampel C tidak jauh berbeda dengan sampel X yang selama ini digunakan. Semakin tinggi nilai K_3 yang terkandung dalam karet, maka kualitasnya semakin bagus.

Hasil uji selanjutnya adalah uji PRI (Plasticity Retention Index) pada umur karet 2 hari. Nilai P_0 (nilai plastisitas awal) ke 3 sample cukup baik & stabil

tetapi nilai Pa rendah, sehingga nilai PRI yang didapat juga menjadi rendah. Nilai PRI tertinggi didapat pada sampel C yaitu asap cair limbah tatal yang dihasilkan pada suhu 500 °C sebesar 24 %. Nilai PRI menunjukkan tingkat plastisitas yang dimiliki dalam bahan olahan karet. Semakin tinggi nilai PRI maka kualitasnya akan semakin baik.

4.5 Analisis Kelayakan Produk

Asap cair dari limbah tatal secara ilmiah dan teruji di laboratorium terbukti dapat digunakan sebagai penggumpal lateks seperti terlihat pada Tabel 4.6. Akan tetapi, perlu dilakukan studi lebih lanjut apakah asap cair tersebut layak diproduksi dan digunakan sebagai alternatif penggumpal lateks. Hal ini perlu dilakukan agar produksi asap cair limbah tatal nantinya secara teknis maupun ekonomis memiliki nilai keuntungan.

Potensi asap cair limbah tatal sebagai alternatif penggumpal karet sudah terbukti dan dapat diaplikasikan. Akan tetapi, waktu yang dibutuhkan untuk membentuk bekuan karet relatif lebih lama apabila dibandingkan dengan menggunakan asap cair cangkang kelapa sawit. Hal tersebut menjadi pertimbangan apabila nanti pada kenyataannya harus digunakan untuk menggumpalkan lateks dalam jumlah dan banyak, sehingga akan memakan waktu yang lebih lama.

Kadar karet kering yang dihasilkan pada bekuan; dengan asap cair limbah tatal sebagai bahan penggumpal; menunjukkan nilai yang relatif sama dengan yang dihasilkan menggunakan asap cair konvensional. Hal ini merupakan nilai tambah mengingat bahan yang digunakan berasal dari pabrik itu sendiri sehingga biaya yang dikeluarkan untuk membeli asap cair dapat ditekan.

Analisa ekonomi bertujuan untuk melihat kelayakan secara ekonomi suatu produk dapat diproduksi. Dalam analisis ekonomi ini, yang akan dibahas adalah:

- a. Biaya investasi;
- b. Biaya produksi.

Asumsi yang digunakan dalam analisis ekonomi pembuatan asap cair limbah tatal adalah sebagai berikut :

- 1) Harga bahan baku dihitung berdasarkan biaya pengangkutan dari unit pengolahan limbah menuju lokasi pembuatan asap cair yang masih berada di kompleks pabrik;
- 2) Asap cair yang dihasilkan adalah sebesar 30 % dari bahan baku (hasil optimal dengan suhu pirolisis 500 °C);
- 3) Dalam sekali produksi mampu mengolah 150 kg bahan baku.

Biaya adalah besarnya pengeluaran yang digunakan untuk memproduksi asap cair dari limbah tatal.

a. Biaya Tetap

Tabel 4.7 Biaya tetap produksi asap cair

No	Nama Barang	Jumlah	Satuan	Harga	Total
1	Alat Pirolisis + penyulingan	1	Set	Rp7.500.000	Rp 7.500.000
2	Gudang, kantor, dll	1	Unit	Rp5.000.000	Rp 5.000.000
3	Penampung Asap Cair	3	Unit	Rp200.000	Rp 600.000
Total					Rp 13.100.000

b. Biaya Produksi

Tabel 4.7 Biaya tetap produksi asap cair

No	Nama Barang	Jumlah	Satuan	Harga	Total
1	Bahan bakar kendaraan	10	Liter	Rp 4.500	Rp 45.000
2	Gaji Pekerja	3	Org	Rp500.000	Rp 1.500.000
Total					Rp 1.545.000

1) Perhitungan Laba-Rugi

Pendapatan yang diperoleh dari pembuatan asap cair per bulan adalah :

- a. Asap cair yang dihasilkan sebanyak 45 kg (30% dari 150 kg)
- b. Waktu efektif 26 hari dalam 1 bulan
- c. Harga asap cair Rp 7.500,00 per kg/Liter

Maka :

$$\text{Pendapatan} = 45\text{kg} \times 26 \text{ hari} \times \text{Rp } 7.500,00 = \text{Rp } 8.775.000,00 / \text{ bulan}$$

Adapun keuntungan yang didapatkan :

$$\begin{aligned} \text{Keuntungan} &= \text{total pendapatan} - \text{total biaya produksi} \\ &= \text{Rp } 8.775.000,00 - \text{Rp } 1.545.000,00 \\ &= \text{Rp } 7.230.000,00 / \text{ bulan} \end{aligned}$$

2) Analisa Kelayakan Usaha

Analisa kelayakan usaha meliputi : Break Event Point (BEP), B/C Ratio, Rate of Return on Investment (ROI), dan Pay Back Period (PBP).

a. Break Event Point (BEP)

$$\begin{aligned} \text{BEP} &= \text{Total Biaya Produksi} / \text{harga Jual per Kg} \\ &= \text{Rp } 1.545.000,00 / \text{Rp } 20.000,00 \\ &= 77,25 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Usaha untuk mencapai titik impas bila dalam satu bulan produk dapat terjual sebanyak 77,25 Kg

b. B/C Ratio

$$\begin{aligned} \text{B/C Ratio} &= \text{Total Pendapatan} / \text{Total Biaya Produksi} \\ &= \text{Rp } 8.775.000,00 / \text{Rp } 1.545.000,00 \\ &= 5,68 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka didapatkan bahwa dalam setiap satuan modal yang dikeluarkan akan dihasilkan pendapatan sebanyak 5,68 kali lipatnya.

c. Rate of Return on Investment (ROI)

$$\begin{aligned}\text{ROI} &= (\text{keuntungan} / \text{Total biaya investasi}) \times 100\% \\ &= (\text{Rp } 7.230.000,00 / \text{Rp } 13.100.000,00) \times 100\% \\ &= 55,19 \%\end{aligned}$$

d. Pay Back Period (PBP).

$$\begin{aligned}\text{PBP} &= \text{Nilai Investasi} / \text{keuntungan pertahun} \\ &= \text{Rp } 13.100.000,00 / (\text{Rp } 7.230.000,00 \times 12 \text{ bulan}) \\ &= \pm 2 \text{ bulan}\end{aligned}$$

Dari analisis ekonomi yang dilakukan, pembuatan asap cair dari limbah tatal; yang bahan bakunya didapat dari pabrik itu sendiri; akan memakan biaya yang cukup besar di awal produksinya. Hal ini dikarenakan pengadaan peralatan yang tidak murah. Akan tetapi, untuk jangka panjang, pembuatan asap cair sebagai penggumpal lateks akan memberi keuntungan, yaitu tidak perlu lagi membeli penggumpal asap cair yang ada di pasaran dan menggunakan asap cair limbah tatal. Dengan tidak adanya pembelian, otomatis biaya produksi dapat diminimalisir. Dari segi ekonomi, hal tersebut berarti akan memberikan keuntungan dan layak untuk diproduksi.

Secara ekonomis, harga asap cair yang dihasilkan dari limbah tatal apabila dibandingkan dengan Asam Formiat yang beredar di pasaran (Rp 11.500,00 / Liter), lebih mahal, akan tetapi produk yang dihasilkan lebih baik dan tidak mengeluarkan bau yang menyengat.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang dijelaskan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagaimana dijelaskan di bawah ini:

- a. Secara umum kandungan yang terdapat dalam asap cair dapat diidentifikasi sebagai : air, karbon, asam, fenol, dan tar;
- b. Asap cair yang dihasilkan dari proses pirolisis limbah tatal karet berpotensi digunakan sebagai penggumpal lateks;
- c. Asap cair paling banyak dihasilkan pada suhu pirolisis 500 °C yaitu sebesar 30 % dari berat awal bahan;
- d. Kadar karbon tertinggi terdapat pada asap cair yang dihasilkan pada suhu 500 °C, kadar keasaman tertinggi dihasilkan pada asap cair dengan suhu 300 °C, dan kadar fenol tertinggi terdapat pada asap cair dengan suhu 500 °C; Kadar karbon pada sampel A (300 °C) sebesar 3,547 %, kadar keasaman 3,308 %, dan kadar fenol 2,353 %; kadar karbon pada sampel B (400 °C) sebesar 6,75 %, kadar keasaman 2,965 %, dan kadar fenol sebesar 8,625 %; sedangkan kadar karbon pada sampel C (500 °C) sebesar 6,941 %, kadar keasaman 2,426 %, dan kadar fenol sebesar 10,979 %;
- e. Semakin tinggi suhu yang digunakan (500 °C), akan menghasilkan asap cair dengan kadar karbon dan fenol yang tinggi, tetapi menghasilkan karbon yang rendah;
- f. Kualitas asap cair dengan suhu pirolisis 500 °C (sampel C) hampir sama dengan kualitas asap cair konvensional dalam kaitannya sebagai penggumpal lateks alam;
- g. Asap cair limbah tatal layak diproduksi sebagai bahan penggumpal dilihat dari sisi ekonomis dan teknis.

5.2 Saran

- a. Perlu adanya penelitian lebih lanjut secara mendalam mengenai kualitas lateks yang dihasilkan menggunakan penggumpal asap cair limbah tatal sehingga kualitasnya dapat dibandingkan dengan standar produksi karet Indonesia;
- b. Penelitian dan studi tentang asap cair perlu ditingkatkan untuk mendapatkan standar kualitas asap cair di Indonesia;



DAFTAR PUSTAKA

- Anshari, Deddi. 2009. *Impregnasi Asap Cair Tempurung Kelapa, Poliester tak Jenuh Yukalac 157 BQTN-EX dan Toluena Diisosianat Terhadap Kayu Kelapa Sawit*. Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara, Medan
- Darmadji, P. 2002. *Optimasi Pemurnian Asap Cair dengan Metoda Redistilasi*. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan
- Darmadji, Purnama, Prof. Dr. Ir. E. M.Sc. 2009. *Teknologi Asap Cair dan Aplikasinya pada Pangan dan Hasil Pertanian*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Day, R. A., Jr and Underwood, A. L. *Quantitative Analysis, Fifth Edition* diterjemahkan oleh Pudjaatmaka, Aloysius Hadyana, Ph. D. Penerbit Erlangga, Jakarta
- Fatimah, F. 1998. *Analisa Komponen-komponen Penyusun Asap Cair Tempurung Kelapa*.
- Girard, J.P. 1992. *Smoking in Technology of Meat Products*. Clermont Ferrand. Ellis Horwood, New York
- HAM, Mulyono, Drs. M. Pd. 2008. *Kamus Kimia*. Penerbit Bumi Aksara, Jakarta
- Himawati, Endah. 2010; *Pengaruh Penambahan Asap Cair Tempurung Kelapa Destilasi dan Redestilasi terhadap Sifat Kimia*,

Mikrobiologi, dan Sensoris. Skripsi Fakultas Pertanian,
Universitas Sebelas Maret

Jaya, CV. Fresco Agromitra. 2009. *Asap Cair (Liquid Smoke) - Deorub K.*
Pontianak, Kalimantan Barat

Lisnasari. 2010. *Pengawetan Ikan Tongkol (Euthynnus sp.) dengan Asap
Cair.* Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Nazarudin dan Paimin, F. B. 1992. *Karet. Strategi Pemasaran Tahun 2000.
Budidaya dan Pengolahan.* Penebar Swadaya, Jakarta

Nisandi. 2007. *Pemanfaatan Limbah Kulit Kopi sebagai Bahan Bakar
Alternatif dalam Bentuk Briket dan Uji untuk Kerjanya.* Tesis.
Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Nurhayati, Tjutju, Desviana, dan Sofyan, Kurnia. 2005. *Tempurung Kelapa
Sawit (TKS) sebagai Bahan Baku Alternatif untuk Produksi
Arang Terpadu dengan Pyrolegneous / Asap Cair.* J. Ilmu &
Teknologi Kayu Tropis Vol. 3 No.2, Bogor

Pszczola, D. E. 1995. *Tour Highlights Production and Uses of Smoke Base
Flavors.* Food Tech

Solichin, M. 2007. *Penggunaan Asap Cair Deorub dalam Pengolahan RSS.*
Jurnal Penelitian Karet

Solichin, M dan Anwar, A. 2006. *Deorub K Pembeku Lateks dan Pencegah
Timbulnya Bau Busuk Karet*

- Solichin, M. dan Anwar, A. 2008. *Penggunaan Asap Cair dalam Pengolahan Karet Blok Skim*. Jurnal Penelitian Karet
- Stevens, M. P. 2001. *Polymer Chemistry : An Introduction* di Indonesiakan oleh Dr. Ir. Iis Sopyan, M. Eng. Pradya Paramitra, Jakarta
- Sutin, 2008. *Pembuatan Asap Cair dari Tempurung Kelapa secara Pirolisis serta Fraksinasi dengan Ekstraksi*. Fakultas Teknik Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Tejo, Aryo. 2009. *Pirolisis Cangkang Sawit menjadi Asap Cair (Liquid Smoke) dengan Adsorpsi secara Langsung*. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru
- Tim Penulis PS. 2005. *Karet ; Strategi Pemasaran Budidaya dan Pengolahannya*. Penebar Swadaya, Jakarta
- Tranggono, S. Suhardi, Setiaji B. 1996. *Produksi Asap Cair dan Penggunaannya pada Pengolahan Beberapa Bahan Makanan Khas Indonesia. Laporan Akhir*.
- Triwijoso, Sri Utami dan Oerip, Siswantoro. 1989. *Pedoman Teknis Pengawetan Dan Pemekatan Lateks Hevea*. Balai Penelitian Perkebunan Bogor, Bogor
- Wijaya, M., dkk. 2008. *Karakterisasi Komponen Kimia Asap Cair dan Pemanfaatannya sebagai Biopeptisida*. Bionature Vol. 9 (1): Hlm 34 - 40
- Zuhra, Cut Fatimah, SSi. MSi. 2006. *Karya Ilmiah: KARET*. Universitas Sumatera Utara Repository, Medan

LAMPIRAN



