

PEMROSESAN DAN KARAKTERISTIK LATEKS KARET ALAM

**Hamidah Harahap
Halimatuddahlia
Ayuni Yustira**

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena berkat rahmat, karunia dan bimbinganNya penulis dapat menyelesaikan buku “Pemrosesan Dan Karakteristik Lateks Karet Alam”. Disamping itu, buku ini disusun untuk memberikan informasi kepada calon sarjana dan pembaca lainnya mengenai lateks karet alam. Pembahasan yang ada pada buku ini dengan cakupan mengenai :

1. Sejarah lateks karet alam, sifat-sifat umum lateks karet alam dan klasifikasi lateks karet alam.
2. Kandungan yang terdapat pada lateks karet alam
3. Bahan-bahan pencampuran pada senyawa lateks karet alam, mencakup pembahasan tentang bahan vulkanisasi, akselerator, aktivator, antioksidan, pengisi dan pigmen organik dan anorganik.
4. Proses pencelupan lateks karet alam, menjelaskan tentang prosedur produksi film lateks karet alam, perawatan tambahan pada film lateks karet alam dan penyebab cacat pada produk lateks karet alam.
5. Aplikasi lateks karet alam untuk menjadi barang yang lebih bermanfaat.

Buku ini adalah karya yang dibuat dengan keterbatasan dari penulis sehingga dengan kerendahan hati menerima masukan, kritik yang membangun maupun saran untuk menambah kesempurnaan buku ini.

Akhirnya ucapan terima kasih yang tidak terhingga penulis sampaikan kepada seluruh yang mendukung proses pembuatan

buku ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Universitas Sumatera Utara yang telah memberikan fasilitas sehingga terbitnya buku ini.

Medan, Desember 2022

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
SINGKATAN	ix
BAB I Pendahuluan	1
1.1 Sejarah Lateks Karet Alam	1
1.2 Lateks Karet Alam	5
1.2.1 Sifat Umum Lateks Karet Alam.....	12
1.2.2 Hubungan Lateks Dengan Polimer Dalam Bentuk Cairan Lainnya	14
1.3 Klasifikasi Lateks Karet Alam	15
BAB II Kandungan Lateks Karet Alam	20
2.1 Jumlah Kandungan Padatan (<i>Total Solids Content</i> , TSC)	20
2.2 Kandungan Karet Kering (<i>Dry Rubber Content</i> , DRC)....	21
2.3 pH	24
2.4 Alkalinitas	25
2.5 Uji Stabilitas	26
2.5.1 Kestabilan Mekanis	26
2.5.2 Kestabilan Kimia.....	28
2.6 Bilangan Kalium Hidroksida (KOH)	29
2.7 Asam Lemak Menguap (<i>Volatil Fatty Acids</i> , VFA)	33
2.8 Asam Tidak Menguap (<i>Non-Volatil Acids</i> , NVAs)	33
2.9 Asam Lemak Lebih Tinggi (HFAs)	36
2.10 Densitas	37
2.11 Residu.....	38

2.11.1 Kandungan <i>Sludge</i>	38
2.11.2 Kandungan Koagulum	39

BAB III Bahan-Bahan Pencampuran Pada Senyawa Lateks

Karet Alam	41
3.1 Bahan Vulkanisasi Pada Senyawa Lateks Karet Alam	41
3.1.1 Sulfur (Belerang).....	42
3.1.2 Thiuram Polisulfida Dan Xanthogen Polisulfida	43
3.2 Bahan Pencepat (<i>Accelerator</i>) Pada Senyawa Lateks Karet Alam.....	46
3.2.1 Dithiocarbamate	47
3.2.2 Xanthate	48
3.2.3 Thiazole.....	50
3.2.4 Thiuram Sulfida	51
3.3 Bahan Penggiat (<i>Activator</i>) Pada Senyawa Lateks Karet Alam.....	52
3.4 Bahan Antioksidan Pada Senyawa Lateks Karet Alam	54
3.4.1 Antioksidan Amina	55
3.4.2 Antioksidan Fenolik.....	56
3.5 Bahan Pengisi Dan Pigmen Pada Senyawa Lateks Karet Alam.....	58
3.5.1 Pengisi Dan Pigmen Anorganik.....	58
3.5.1.1 Tanah Lempung Liat Kaolin (<i>Kaolinite Clays</i>).....	60
3.5.1.2 Tanah Lempung (<i>Bentonite Clays</i>).....	61
3.5.1.3 Pengisi Silika lainnya	62
3.5.1.4 Kalsium Karbonat.....	63
3.5.1.5 Pigmen Putih.....	64
3.5.1.6 Blanc Fixe.....	65
3.5.2 Pengisi Dan Pigmen Organik.....	65

3.5.2.1 Kopolimer Stirena-Butadiena Sebagai Lateks	67
3.5.2.2 Jenis Lain Dari Lateks	67
3.5.2.3 Resin Kondensasi Formaldehida	69
3.5.2.4 Lignin.....	70
3.5.2.5 Partikel Lateks Microvoid	71
3.6 Prosedur Pengembangan Senyawa Lateks Karet Alam	72

BAB IV Proses Pencelupan Lateks Karet Alam 74

4.1 Proses Pencelupan Lateks Karet Alam.....	74
4.2 Produksi Film Lateks Karet Alam Dengan Metode Pencelupan	75
4.2.1 Pembentuk.....	75
4.2.1.1 Bahan Untuk Pembentuk	75
4.2.1.2 Desain Pembentuk Pada Produk	76
4.2.2 Langkah-Langkah Proses Pencelupan Senyawa Lateks Karet Alam	77
4.2.3 Prosedur Produksi Dengan Metode Pencelupan Senyawa Lateks Karet Alam	79
4.2.3.1 Senyawa Lateks Karet Alam	79
4.2.3.2 Pra-Perawatan Pembentuk	80
4.2.3.3 Perendaman Pembentuk Dalam Tangki Senyawa Lateks Karet Alam.....	80
4.2.3.4 Waktu Pencelupan	81
4.2.3.5 Penarikan Pembentuk Dari Tangki Pencelupan Senyawa Lateks Karet Alam ...	81
4.2.3.6 Inversi Pembentuk	82
4.2.3.7 Pengeringan, Pencucian Dan Pembuatan Penggulangan (Beading).....	82
4.2.3.8 Pendebuan (Pemberian Tepung).....	83

4.2.3.9 Vulkanisasi	84
4.2.3.10 Pengupasan Film Lateks Karet Alam Pada Pembentuk	85
4.2.4 Perawatan Tambahan Film Lateks karet Alam	85
4.2.4.1 Pelumasan Permukaan	85
4.2.4.2 Perlakuan Untuk Membuat Permukaan Dapat Dibasahi Oleh Air	86
4.2.4.3 Pewarnaan.....	86
4.2.5 Penyebab Cacat Pada Produk Lateks Karet Alam ..	87
4.2.5.1 Lubang Kecil, Kawah, Dan Lecet	87
4.2.5.2 Keretakan Pada Film (<i>Mud Cracking</i>).....	88
4.2.5.3 Area Kosong	88
4.2.5.4 Endapan Kental.....	89
BAB V Aplikasi Lateks Karet Alam.....	90
5.1 Industri Pita Karet Dan Tabung Dari Lateks.....	90
5.2 Aplikasi Lateks Sebagai Perkat Untuk Rekonstitusi Limbah Bahan Berserat.....	90
5.3 Asbes Dari Lateks Karet Alam	92
5.4 Aplikasi Lateks Untuk Batu Bata.....	93
5.5 Penggunaan Lateks Dalam Sistem Pengiriman Obat.....	95
5.6 Aplikasi Lateks Lainnya	96
5.6.1 Penyegelan kaleng.....	96
5.6.2 Perkat Untuk Pelapis Kulit.....	96
5.6.3 Isolasi Konduktor Tembaga	97
DAFTAR PUSTAKA	99

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Penjadapan pohon karet.....	8
Gambar 1.2 Perkebunan karet	10
Gambar 1.3 Bentuk partikel karet dalam lateks karet alam	13
Gambar 3.1 Thiuram Sulfida.....	43
Gambar 3.2 Thiourea dan N-Cyclohexyl-2-benzthiazyl sulfenamide	45
Gambar 3.3 Butyl xanthogen	45
Gambar 3.4 Thiocarbanilide dan N,N'-diphenylguani-deine..	47
Gambar 3.5 Dithiocarbamic	48
Gambar 3.6 Xanthate.....	48
Gambar 3.7 2-mercapto-benzothiazole dan Benzothiazole mercaptobenzolhiazole disulfide	50
Gambar 3.8 Tetraethylthiuram disulfida	52
Gambar 3.9 Zinc 2-merkpto-imidiazolate	54
Gambar 3.10 Phenyl-2-naphthylamine	55
Gambar 3.11 N,N'-di-2-naphthyl-p-phenylenediamina.....	55
Gambar 3.12 2,2-methylene-bis-(4-metil-6-tert-butilfenol	57
Gambar 3.13 2,2-methylene-bis-(4-etil-6-tert-butilfenol).....	57
Gambar 3.14 4,4-buthylidene-bis-(6-tert-butil-m-kresol)	57
Gambar 3.15 Hydroquinone monobenzylether	57
Gambar 3.16 Di-o-kresol monosulfida.....	58
Gambar 3.17 4,4-thiobis(6-tert-m-kresol).....	58

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Komposisi Lateks Segar.....	10
Tabel 3.1 Formulasi Senyawa Lateks	41
Tabel 3.2 Beberapa xanthate sebagai pencepat vulkanisasi sulfur dari karet tak jenuh olefin dalam bentuk lateks	49
Tabel 3.3 Beberapa thiuram sulfida sebagai pencepat vulkanisasi sulfur dari karet tak jenuh olefin dalam bentuk lateks	51

SINGKATAN

Accelerators	Acc.
Activators	Act.
Antioxidants	Oxi.
2-Benzthiazyl disulfida	MBTS
Co-agents	Ca.
Dry rubber content	DRC
Merkaptobenzthiazole	MBT
Natural rubber	NR
Natrium 2-merkaptobenzthiazole	SMBT
N-Cyclohexyl-2-benzthiazyl sulphenamide	CHBS
N, N'-di-2-naphthyl-p-phenylenediamina	DBNPPD
Non-volatile content	NVC
Phenyl-2-naphthylamina	PBN
Seng 2-merkaptobenzthiazole	ZMBT
Sodium isopropylxanthate	SIX
Sodium n-butylxanthate	SNBX
Styrene-butadiene rubber	SBR
Tetraethylthiuram disulfida	TETD
Tetramethylthiuram disulfida	TMTD
Tetramethylthiuram monosulfida	TMTM
Total solids content	TSC
Vulcaning agents	Vulc.
Zinc isopropylxanthate	ZIX
Zinc n-butylxanthate	ZNBX

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Sejarah Lateks Karet Alam

Lateks karet alam merupakan bahan baku pertama yang digunakan untuk industri dengan bahan baku karet, dimana lateks karet alam ini diperoleh dari jenis pohon tertentu dan pohon ini awalnya ditemukan tumbuh di wilayah Amazon Amerika Selatan (Blackley, 1997b). Sejak akhir abad ke-19, pohon ini telah tumbuh secara luas di perkebunan wilayah tropis lainnya di dunia, terutama di Asia Tenggara. Sebelum tahun 1921, dunia barat menganggap lateks karet alam sebagai suatu teknologi yang harus dikembangkan dan mulai memproduksi berbagai produk dari lateks karet alam. Lateks karet alam mudah terkoagulasi dan mudah membusuk dan ini permasalahan yang serius. Permasalahan ini dapat dipecahkan pada pertengahan abad ke-19 dengan penggunaan pengawet. Ammonia sebagai pengawet sangat efektif untuk menjadikan lateks karet alam tetap cair ketika akan dibawa pada jarak yang jauh dari daerah tropis, tempat lateks karet alam diproduksi ke daerah manufaktur Eropa dan Amerika Utara. Efek pengawet yang dimiliki ammonia pada lateks karet alam pertama kali dicatat dalam paten untuk Johnson dan Norris yang diterbitkan pada tahun 1853 (Blackley, 1997b). Sebaliknya, kurangnya minat terhadap lateks karet alam sebagai bahan baku industri pada waktu itu merupakan konsekuensi dari pengganti karet alam padat kering dalam memproduksi barang-barang komoditas yang sampai sekarang dihasilkan dari karet alam kering (Blackley, 1997a).

Produk yang dibuat dari bahan baku lateks karet alam secara khusus adalah busa lateks karet alam yang mengalami perkembangan pesat pada tahun 1930. Beberapa proses pembuatannya dipatenkan pada akhir 1920 dan awal 1930. Dua faktor penting yang membuat pesatnya pertumbuhan produk busa lateks karet alam yaitu:

1. Konsentrat lateks karet alam dengan kualitas yang sesuai dan harga yang wajar di Eropa dan Amerika Utara.
2. Pasar konsumen yang signifikan muncul dan membuat minat dalam meningkatkan kualitas pemrosesan untuk memperoleh konsentrat lateks dan produk akhir yang lebih baik.

Perkembangan teknologi lateks karet alam dalam beberapa tahun terakhir ini dalam mengawetkan lateks karet alam, sehingga tidak mudah terkoagulasi dan membusuk telah dikembangkan agar lebih baik dalam memenuhi persyaratan pabrik modern dan komposisi produk. Lateks karet alam biasanya diawetkan dengan menggunakan ammonia agar tidak menggumpal dan tahan lama (Blackley, 1997a). Proses penggumpalan alami pada lateks karet alam terjadi dengan pembentukan agregasi bahan seperti gel setelah lateks karet alam keluar dari pohon karet. Secara alami, koagulasi lateks karet alam dirangsang oleh perubahan stabilitas koloid dan jalur biokimia dalam lateks yang melibatkan protein pengikat yang berbeda dan aktivator lain seperti enzim dan ion logam. Penggumpalan lateks karet (koagulasi) alam terjadi karena penetralan muatan karet alam, sehingga daya interaksi karet dengan perlindungannya menjadi hilang dan terjadi pula penurunan pH lateks. Proses terjadinya koagulasi melibatkan dua tahap peristiwa. Pertama, destabilisasi partikel lateks

dengan menetralkan membran partikel bermuatan negatif, diikuti dengan menghilangkan gaya tolak menolak antar partikel. Hingga akhirnya, adhesi dan tumbukan antar partikel karet terjadi. Peristiwa pertama dapat dipicu oleh perubahan gradien osmotik antara serum-C dan serum-B atau penurunan pH lateks dengan pelepasan produk asam dari bakteri atau penambahan bahan kimia seperti asam atau ion logam secara manual. Kedua, agregasi partikel lateks akan terjadi dengan membentuk hubungan antara partikel karet alam melalui interaksi antara permukaan membran partikel lateks dan protein bermuatan dalam serum (Ng et al., 2022). Untuk menghindari penggumpalan lateks karet alam diperlukan bahan yang dicampurkan ke dalam lateks karet alam yang biasanya adalah ammonia. Selain ammonia terdapat beberapa zat anti-koagulan yang umumnya juga digunakan oleh perkebunan besar atau perkebunan rakyat diantaranya soda atau natrium karbonat, formaldehida serta natrium sulfit.

Proses penggunaan ammonia ini sangat signifikan pengaruhnya terhadap pengawetan dan anti penggumpalan lateks karet alam, sehingga penggunaannya sangat tinggi. Selain penggunaan ammonia sebagai pengawet dan anti penggumpalan, juga ditemukan proses pengolahan lateks karet alam menggunakan sulfur untuk menjadi produk dengan metode pra-vulkanisasi. Penemuan proses pra-vulkanisasi sulfur dari lateks karet alam telah menjadi langkah penting dalam proses produksi lateks karet alam. Vulkanisasi sulfur dalam lateks karet alam tanpa merusak lateks sebagai dispersi koloid pertama kali diungkapkan dalam paten yang diterbitkan pada tahun 1915 (Blackley, 1997a). Penggunaan produk lateks yang telah divulkanisasi lebih diminati karena lateks pra-vulkanisasi adalah

bahan baku yang nyaman untuk pembuatan produk film tipis termasuk sarung tangan, kondom dan produk medis lainnya (Wichaita et al., 2021).

Salah satu perkembangan penting lainnya dalam industri penghasil karet sejak akhir Perang Dunia II adalah pengembangan pada pertengahan 1950-an yaitu pengembangan karet sintetis serba guna yang memiliki komposisi kimia yang hampir sama dengan polimer yang terkandung dalam lateks karet alam, bahan ini disebut "karet alam sintetis". Karet alam sintetis diperoleh dari monomer yang sesuai dengan polimerisasi emulsi radikal bebas dan polimerisasi larutan dalam media hidrofobik menggunakan inisiator ionik. Monomer yang digunakan untuk produksi 'karet alam sintetis' diperoleh dari minyak bumi. Namun ternyata penggunaan lateks karet alam lebih diminati daripada karet alam sintetis karena alasan ekonomi dan lingkungan. Adapun faktor yang mempengaruhi hal ini yaitu :

1. Kenaikan tajam harga minyak dunia, dan harga semua produk turunan minyak bumi yang terjadi sejak awal tahun 1970-an.
2. Kemampuan pohon *hevea brasiliensis* menghasilkan karet dari bahan awal yang terbarukan.
3. Kemampuan pohon *hevea brasiliensis* untuk memproduksi melalui proses yang tidak mencemari lingkungan, dan yang menghasilkan oksigen sebagai produk sampingan

Akan tetapi, meskipun produksi karet bebas polusi, proses selanjutnya dari produk yang diperoleh tentu saja dapat menyebabkan polusi (Blackley, 1997b).

1.2 Lateks Karet Alam

Kata lateks berasal dari bahasa latin yang memiliki arti “cairan”. Dalam ilmu dan teknologi polimer modern, kata lateks digunakan untuk menunjukkan dispersi koloid yang stabil dari zat polimer dalam media berair. Dalam beberapa tahun terakhir, maknanya diperluas untuk mencakup dispersi koloid stabil dari polimer dalam media tidak berair di mana polimer tidak larut dalam media berair (Blackley, 1997a).

Hubungan penggunaan kata lateks sebelumnya menunjukkan sari tanaman seperti susu dimana zat karet diperoleh, dan penggunaan saat ini menunjukkan dispersi koloid stabil zat polimer dalam media berair. Lateks karet alam diidentifikasi sebagai suatu cairan putih susu yang diperoleh dari hasil penyadapan pohon karet (*Havea Brasiliensis*) (Andrew C, 1999). Penampilan seperti susu ini merupakan konsekuensi dari dispersi koloid yang stabil dari zat polimer dalam media berair. Dengan demikian lateks karet alam merupakan dispersi koloid stabil cis 1,4 poliisoprena bermassa molekul tinggi dalam medium berair (Blackley, 1977, Hanim et al., 2022).

Lateks karet alam merupakan polimer hidrokarbon yang diidentifikasi sebagai cis-1,4 poliisoprena, dan berasal dari jenis tanaman tertentu. Di antara sekitar 2000 spesies tanaman penghasil lateks secara global, dengan lebih dari 1000 di antaranya menghasilkan kandungan cis-1,4 poliisoprena yang tinggi dalam sistem disperse koloid. Diantara semua spesies tanaman yang disebutkan, *havea brasiliensis* adalah tanaman yang paling terkenal dan dibudidayakan secara komersial untuk menghasilkan lateks karet alam terpenting bagi industri. Secara khusus, lateks karet alam diproduksi oleh latisifer, sel khusus yang terletak di floem kulit kayu *havea brasiliensis* (Seng et al.,

2022). Biasanya, lateks dari pohon *havea brasiliensis* segar mengandung hidrokarbon karet dan komponen non-karet yang terdiri dari lipid, protein, karbohidrat, dan mineral. Lateks segar hampir netral dengan pH 6,5-7,0 (Ng et al., 2022).

Lateks karet alam merupakan elastomer yang terdiri dari polimer senyawa organik yang disebut isoprena, dengan kandungan senyawa organik lainnya seperti gula, resin, protein, abu dan air. Lateks alami sangat tahan terhadap gesekan, kekuatan tarik yang besar, pemanjangan dan ketahanan. Lateks karet alam juga memiliki sifat hidrofobitas dan pembentuk film yang tinggi, serta pemrosesan yang mudah (Hema et al., 2020).

Lateks karet alam diperoleh dari getah pohon *havea brasiliensis*. *Havea Brasiliensis* adalah pohon yang tumbuh subur di bawah kondisi tropis dengan suhu rata-rata 27 °C dan curah hujan tahunan rata-rata 200 cm. Daerah yang berawa, tidak kering dan terbuka sangat tidak cocok untuk budidaya pohon ini. *havea brasiliensis* akan tumbuh dengan baik di sebagian besar jenis tanah, tetapi jenis tanah liat-lempung lebih disukai. Pohon *havea brasiliensis* ditemukan di wilayah utama dunia (Blackley, 1997b):

1. Amerika tropis, terutama daerah amazon di Amerika selatan, yang merupakan rumah asli pohon tersebut, dan tempat pertama kali ditemukan oleh penjelajah Eropa
2. India, Sri Lanka dan daerah tropis jauh di timur, di mana perkebunan utama yang dibudidayakan dapat ditemukan
3. Afrika tropis, di mana terdapat beberapa perkebunan besar yang didirikan di liberia dan bekas kongo

Lateks karet alam diperoleh dari penyadapan pohon *havea brasiliensis*. Penyadapan adalah proses memperoleh getah dari

pembuluh getah pohon *havea brasiliensis*. Sistem pemanenan lateks karet alam memiliki peranan penting terhadap capaian produksi karet. Sistem pemanenan lateks, atau biasa disebut sistem sadap, meliputi beberapa variabel yaitu posisi panel, panjang irisan, arah sadapan, frekuensi sadapan, serta frekuensi dan konsentrasi stimulant. Kombinasi antar variabel menentukan produksi aktual dan kumulatif, umur ekonomi tanaman, dan tingkat biaya penyadapan. Saat ini, stimulan lateks telah menjadi standar baku dalam sistem sadap di perkebunan besar negara maupun swasta. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Kudaligama *et al.*(2017), kombinasi frekuensi sadap dan stimulan lateks dapat meningkatkan produksi lateks 5% - 19% dibandingkan dengan sistem sadap tradisional tanpa stimulan. Namun teknologi ini masih belum banyak diadopsi oleh perkebunan rakyat. Petani karet rakyat masih menggunakan sistem budidaya tradisional (tanpa stimulan) yang diwariskan secara turun temurun sehingga produksi karet yang dihasilkan masih belum optimal (Darojat *et al.*, 2020).

Proses penyadapan pada prinsipnya terjadi karena lateks berada di bawah tekanan osmotik yang cukup besar dalam pembuluh lateks, maka hanya perlu untuk memutuskan pembuluh agar lateks dapat keluar secara spontan atau dengan cara melukai kulit batangnya, menggunakan alat yang biasa disebut pahat oleh para petani. Waktu penyadapan dilakukan pada pagi hari dimulai sebelum matahari terbit. Penyadapan karet dilakukan antara kulit pohon dan kambium sehingga keluar cairan putih susu yang kemudian ditampung kedalam mangkok. Cairan ini keluar akibat adanya tekanan turgor dalam sel yang terbebaskan karena terjadinya pelukaan, ketika semua isi sel telah habis dan luka telah tertutup oleh lateks yang membeku,

maka pohon karet akan berhenti mengeluarkan lateks (Blackley, 1997b).

Pembuluh lateks adalah suatu pembuluh yang memproduksi sel-sel lateks. Sel-sel ini berada di sekitar pembuluh tapis (floem) dan memiliki banyak inti yang memproduksi butiran-butiran kecil lateks di bagian sitosolnya. Proses pengeluaran lateks terjadi apabila pada jaringan pembuluh sel ini terluka, maka akan terjadi pelepasan butiran-butiran dari pembuluh lateks dan keluar sebagai getah kental (Hermanto, 2014). Koagulum yang terbentuk secara efektif menyumbat pembuluh yang terputus, sehingga aliran segera berhenti. Pembuluh secara bertahap mengisi lagi dengan lateks, sampai tekanan osmotik keseimbangan tercapai sekali lagi. Jika sayatan baru dibuat, maka lebih banyak aliran lateks dan siklus kejadian akan berulang. Selama periode aliran yang berhubungan dengan satu sayatan, alirannya cepat pada awalnya tetapi segera menurun ke tingkat yang kurang lebih stabil yang bertahan sepanjang periode aliran.



Gambar 1.1 Penyadapan pohon karet