

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Karet Alam

Karet alam adalah bahan polimer alam yang diperoleh dari *Hevea brasiliensis* atau Guayule. Sejak pertama sekali proses vulkanisasi diperkenalkan pada tahun 1839, karet alam telah dimanfaatkan secara meluas pada pembuatan ban, selang, sepatu, alat rumah tangga, olah raga, peralatan militer dan kesehatan. Karet alam yang berwujud cair disebut lateks. Lateks merupakan suatu cairan yang berwarna putih atau putih kekuning-kuningan, yang terdiri atas partikel karet dan bahan non karet yang terdispersi di dalam air (Triwiyoso et al., 1995).

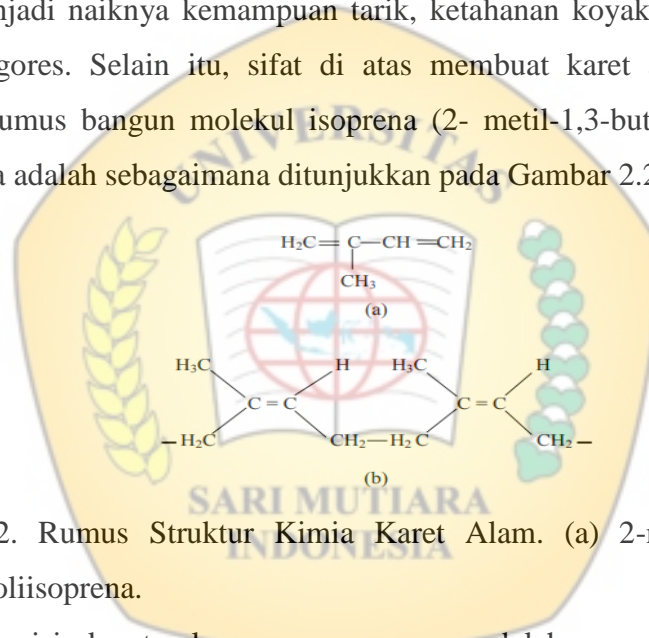
Lateks segar pada umumnya berupa cairan susu, tetapi kadang-kadang sedikit berwarna, tergantung dari klon (varietas) tanaman karet. Lateks atau getah karet terdapat di dalam pembuluh-pembuluh lateks yang letaknya menyebar secara melingkar di bagian luar lapisan kambium. Lateks diperoleh dengan membuka atau menyayat lapisan korteks. Penyayatan lapisan korteks tanaman karet dikenal sebagai proses penyadapan, yaitu suatu tindakan membuka pembuluh lateks agar lateks yang terdapat di dalam tanaman dapat keluar. Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi lateks adalah penyadapan, arah dan sudut kemiringan irisan sadap, panjang irisan sadap, letak bidang sadap, kedalaman irisan sadap, frekuensi penyadapan dan waktu penyadapan. Lateks hasil penyadapan dikenal dengan nama lateks kebun (Junaidi, 1996). Karet alam dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Karet Alam

Karet alam adalah senyawa hidrokarbon yang merupakan polimer alam hasil penggumpalan lateks alam dan merupakan makromolekul poliisoprena ( $(C_5H_8)_n$ ) yang bergabung secara ikatan kepala ke ekor (head to tail). Menurut

Honggokusumo (1978), bahan penyusun karet alam adalah isoprena  $C_5H_8$  yang saling berikatan secara kepala ke ekor 1,4 membentuk poliisoprena  $(C_5H_8)_n$ , dimana  $n$  adalah derajat polimerisasi yang menyatakan banyaknya monomer yang berpolimerisasi membentuk polimer. Karet alam mempunyai struktur molekul *cis*-1,4-polyisoprena. Umumnya berat molekulnya berkisar 104 -107 dan indeks distribusi berat molekul diantara 2.5 sampai 10. Dengan kelenturan rantai molekul yang tinggi, karet alam memiliki elastisitas luar biasa, ketahanan leleh yang tinggi, dan kehilangan histerisis yang rendah. Di saat yang sama stereoregularitas tinggi dari struktur molekul karet alam menyebabkan ketegangan pada daerah kristal yang berakibat pada kemampuan memperkuat diri sendiri yang ditandai dengan menjadi naiknya kemampuan tarik, ketahanan koyak (tear strength) dan ketahanan gores. Selain itu, sifat di atas membuat karet alam mudah untuk diproses. Rumus bangun molekul isoprena (2- metil-1,3-butadiena) dan *cis*-1,4 poliisoprena adalah sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.2



Gambar 2.2. Rumus Struktur Kimia Karet Alam. (a) 2-metil-1,3-butadiena, (b) *cis*1,4 poliisoprena.

Komposisi karet alam secara umum adalah senyawa hidrokarbon, protein, karbohidrat, lipida, persenyawaan organik lain, mineral, dan air. Besarnya persentase dari masing-masing bagian tersebut tidak sama, tergantung pada cara pengerjaan dan peralatan yang digunakan.

### 2.1.1 Jenis- Jenis Karet Alam

Ada beberapa macam karet alam yang dikenal, diantaranya merupakan bahan olahan ada yang setengah jadi atau sudah jadi. Ada juga karet yang diolah kembali berdasarkan bahan karet yang sudah jadi. Jenis karet alam yang dikenal luas adalah (Nazaruddin dan Paimin, 2006):

a. Bahan Olah Karet adalah lateks kebun serta gumpalan lateks kebun yang diperoleh dari pohon karet *Hevea brasiliensis*. Beberapa kalangan menyebutkan 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 dibagimenjadi 4 macam : lateks kebun, sheet angin, slap tipis, dan lump segar.

b. Karet Alam Konvensional

Terdapat beberapa macam karet olahan yang tergolong karet alam konvensional. Jenis itu pada dasarnya hanya terdiri dari golongan karet sheet dan crepe. Jenis karet alam olahan yang tergolong konvensional adalah sebagai berikut :

- Ribbed smoked sheet atau RSS adalah jenis karet berupa lembaran sheet yang mendapat proses pengasapan dengan baik. RSS terdiri dari beberapa kelas, yaitu X RSS, RSS 1, RSS 2, RSS 3, RSS 4, dan RSS
- White crepe dan pale crepe merupakan crepe yang berwarna putih atau muda. White crepe dan pale crepe juga ada yang tebal dan tipis.
- Estate brown crepe merupakan crepe yang berwarna coklat. Disebut estatebrown crepe karena banyak dihasilkan oleh perkebunan- perkebunan besar atau estate. Jenis ini dibuat dari bahan yang kurang baik 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. Brown crepe yang tebal disebut thick brown crepe dan yang tipis disebut thin brown crepe.
- Combo crepe adalah jenis crepe yang dibuat dari bahan lump, scrap pohon, potongan-potongan sisa dari RSS, atau slap basa
- Thin brown crepe remills merupakan crepe coklat yang tipis karena jenis ini merupakan jenis karet yang digiling ulang. Bahan yang digunakan sama dengan jenis brown crepe yang lain, hanya saja dalam prosesnya jenis ini mengalami penggilingan ulang untuk memperoleh ketebalan yang sesuai.
- Thick blanket crepes ambers merupakan jenis crepe blanket yang berwarna coklat dan tebal, dan biasanya terbuat dari slab basah, sheet tanpa

proses pengasapan, dan lumb serta scrap dari perkebunan atau kebun rakyat yang baik mutunya.

- Flat bark crepe merupakan jenis karet tanah atau earth rubber, yaitu jenis crepe yang dihasilkan dari scrap karet alam yang belum diolah, termasuk scrap tanah yang berwarna hitam.
- Pure smoked blanket crepe merupakan crepe yang diperoleh dari penggilingan karet asap yang khusus berasal dari RSS, termasuk didalamnya block sheet atau sheet bongkah atau sisa dari potongan RSS.
- Off crepe yang tidak tergolong dalam bentuk baku atau standar.

Biasanya dibuat dari contoh sisa penentuan kadar karet kering, lembaran RSS yang tidak bagus penggilingannya sebelum diasapi, busa-busa dari lateks, bekas air cucian yang banyak mengandung lateks, serta bahan-bahan lain yang tidak bagus, bukan dari proses pembekuan langsung bahan lateks yang masih segar.

c. Lateks pekat adalah jenis karet yang berbentuk cairan pekat. Lateks pekat yang diperdagangkan di pasar ada yang dibuat melalui proses pendadihan (creamed lateks) dan melalui proses pemusingan (centrifuged lateks). Jenis ini biasanya banyak digunakan untuk pembuatan bahan karet yang tipis dan bermutu tinggi.

d. Karet Bongkah atau Block Rubber adalah jenis karet remah yang telah dikeringkan dan dikilang menjadi bandela-bandela dengan ukuran yang telah ditetapkan. Karet bongkah ada yang berwarna muda dan setiap kelasnya mempunyai kode warna tersendiri. Standar mutu jenis ini tercantum dalam SIR (Standard Indonesian Rubber).

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

f. Tyre rubber adalah bentuk lain dari dari karet alam yang dihasilkan sebagai barang setengah jadi sehingga bisa langsung digunakan oleh konsumen,

baik untuk pembuatan ban atau barang lain yang menggunakan bahan baku karet alam.

g. Karet Reklam atau Reclaimed Rubber Karet reklam merupakan jenis karet yang diolah kembali dari barang-barang karet bekas, terutama ban-ban mobil bekas. Karena itu dapat dikatakan bahwa karet reklam adalah suatu hasil pengolahan scrap yang sudah divulkanisir.

### 2.1.2 Sifat-Sifat Karet Alam

Karet alam (polyisoprene) termasuk kedalam elastomer yaitu bahan yang dapat diregangkan dan dapat kembali seperti bentuk semula. Karet alam memiliki berbagai keunggulan dibanding karet sintetik, terutama dalam hal elastisitas, daya redam getaran, sifat lekung lentur dan umur kelelahan. Menurut Andriyanti (2010) data-data sifat fisis karet alam yaitu :

Tabel 2.1. Sifat-Sifat Lateks Karet Alam

No	Konstanta	Keterangan
1	Berat molekul	68,12 g/mol
2	Titik leleh	-145,95 0C
3	Titik didih	34,067 0C
4	Viskositas	$48,6 \cdot 10^{-2}$ N.s/m <sup>2</sup>
	Rapat jenis	913 kg/m <sup>3</sup>
6	Konduktivitas termal	0,134 W/m K
7	Divusivitas termal	$7 \cdot 10^{-8}$ m/ detik <sup>2</sup>
8	Kapasitas panas	1905 J/kg K

Karet alam mempunyai sifat fisik dan kimia. Secara umum sifatnya adalah :

#### a. Sifat Fisik Karet Alam

Adapun sifat sifik dari karet alam yaitu :

- Setelah penggumpalan warnanya putih hingga coklat.
- Elastisitas semakin bertambah setelah karet dipanaskan
- Tidak dapat larut dalam air.
- Sensitif terhadap adanya perubahan temperatur.



### b. Sifat Kimia Karet Alam

Adapun sifat kimia dari karet alam yaitu :

- Udara dapat menyebabkan karet teroksidasi.
- Karet alam akan berubah menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O bila dibakar.

### 2.1.3 Komposisi Karet Alam

Komposisi karet alam secara umum adalah senyawa hidrokarbon, protein, karbohidrat, lipida, persenyawaan organik lain, mineral, dan air. Besarnya persentase dari masing-masing bagian tersebut tidak sama, tergantung pada cara pengerjaan dan peralatan yang digunakan. Dari penjelasan di atas dapat dilihat pada tabel 2.2 komposisi karet alam.

Tabel 2.2 Komposisi Karet Alam (Tamba, Yan.2009)

No	Komponen	Komponen alam lateks segar	Komponen dalam lateks kering
1	Karet Hidrokarbon	36	92-94
2	Protein	1,4	2,5-3,5
3	Karbohidrat	1,6	-
4	Lipida	1,6	2,5-3,2
5	Persenyawaan organik lain	0,4	-
6	Persenyawaan Anorganik	05	0,1-0,5
7	Air	58,5	0,3-1,0

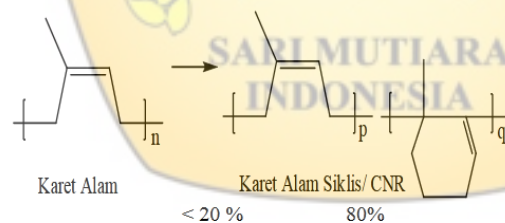
### 2.2 Modifikasi Kimia Karet Alam

Modifikasi karet alam secara kimia biasanya bertujuan untuk pengembangan produk melalui perbaikan kelemahan sifatnya dan meningkatkan keunggulan atau untuk mensintesis bahan baru yang sifatnya berbeda dengan karet alam. Modifikasi secara kimia dapat dilakukan dengan mengubah molekulnya, yang dapat berlangsung tanpa terikatnya atau dengan terikatnya senyawa atau gugus lain (Hashim et.al,2002). Modifikasi karet alam secara kimia merupakan upaya yang sangat penting untuk dapat mengoptimalkan performa karet alam, memperluas fungsi dan kemanfaatannya, serta meningkatkan harga karet alam (Mirzataheri, 2006).

Karet alam dapat dimodifikasi secara kimia melalui reaksi siklisasi menghasilkan karet alam siklis, (*Cyclic Natural Rubber/CNR*). Reaksi kimia yang dilakukan untuk memodifikasi menggunakan asam-asam kuat seperti asam sulfat, asam p-toluensulfonat) atau katalis Friedel-Crafts (seperti  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{SnCl}_4$ ,  $\text{TiCl}_4$ ) (Riyajan, S.2006 dan Mirzataheri 2000). Adapun tujuan dilakukannya modifikasi kimia karet alam adalah untuk memperbaiki kekurangan sifat karet alam. Menjadi material baru dengan sifat dan aplikasi tertentu (Carry, M.,1998).

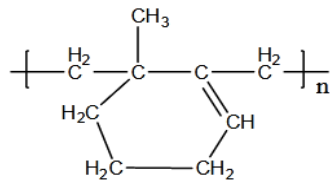
### 2.3 Karet Alam Siklis

Karet alam siklis merupakan material turunan dari karet alam yang menjadi produk unggulan industri hilir karet. Sifat produk karet alam siklis bervariasi tergantung pada derajat siklisasi produk yang dihasilkan. Dengan kata lain jumlah ikatan rangkap yang masih terdapat pada produk mempengaruhi sifat karet alam siklis yang dihasilkan. Disamping itu bobot molekul juga berpengaruh terhadap sifat karet alam siklis tersebut. Rata-rata ukuran struktur siklis yang terbentuk selama proses siklisasi ditemukan bahwa tidak tergantung pada konsentrasi karet dan katalisnya tetapi ditentukan oleh temperatur reaksi siklisasi. Ikatan rangkap yang masih terdapat pada produk karet alam siklis lebih kecil dari 20% (Lee, D.F., 1963).



Gambar 2.3 Reaksi Siklisasi Karet Alam menghasilkan Karet Alam Siklis

Karet alam siklik merupakan salah satu bentuk karet alam yang dimodifikasi dengan cara pemanasan menggunakan katalis asam-asam kuat (seperti asam sulfat, asam p-toluensulfonat) atau katalis Friedel-Crafts (seperti  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{SnCl}_4$ ,  $\text{TiCl}_4$ ). Sifat karet alam siklik berbeda dengan karet alam asalnya. Kelebihan karet alam siklik diantaranya adalah tahan terhadap daya gosok dan mempunyai daya rekat yang lebih baik. Penggunaan utama karet alam siklik adalah sebagai bahan baku pembuatan cat, pelapis dan perekat (Chusna, 2002).



Gambar 2.4 Struktur Karet Alam Siklis

Karet Alam Siklis merupakan polimer nonpolar dengan energi permukaan yang rendah sehingga menyebabkan interaksi antar-muka dan sifat adhesif yang rendah terutama bila diaplikasikan pada permukaan polar sehingga bersifat tidak kompatibel terhadap serat alam, material kayu dan lain-lain (Nakason, Kaesaman, & Supasanthitukul, 2004).

## 2.4 Plastik

Plastik mempunyai peranan besar dalam kehidupan sehari-hari biasanya digunakan sebagai bahan pengemas makanan dan minuman karena sifatnya yang kuat, ringan dan praktis. Menurut definisi dari (Apriyanto 2007 dan Aryanti 2013 dan Agustina Putri Serly, 2014). Plastik adalah polimer rantai panjang dari atom yang mengikat satu sama lain. Rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang, atau "monomer". Istilah plastik mencakup produk polimerisasi sintetik, namun ada beberapa polimer alami yang termasuk plastik. Plastik terbentuk dari kondensasi organik atau penambahan polimer dan bisa juga terbentuk dengan menggunakan zat lain untuk menghasilkan plastik yang ekonomis (Azizah, 2009 dalam Ningsih SW, 2010).

Salah satu jenis plastik adalah Polyethylene (PE). Polietilen dapat dibagi menurut massa jenisnya menjadi dua jenis, yaitu : Low Density Polyethylene (LDPE) dan High Density Polyethylene (HDPE). LDPE mempunyai massa jenis antara 0,91-0,94 g/mL, separuhnya berupa kristalin (50-60%) dan memiliki titik leleh 115°C. Sedangkan HDPE bermassa jenis lebih besar yaitu 0,95-0,97 g/mL, dan berbentuk kristalin (kristalinitasnya 90%) serta memiliki titik leleh di atas 127°C (beberapa macam sekitar 135°C) (Billmeyer, 1971 dalam Sari Permata Dian, 2014). Secara kimia, LDPE mirip dengan HDPE. Tetapi secara fisik LDPE lebih fleksibel dan kerapatannya lebih kecil dibandingkan HDPE.



#### 2.4.1 High Density Polyethylene (HDPE)

HDPE merupakan polimer termoplastik linear yang dibuat dari monomer etilen dengan proses katalitik. HDPE dengan cabang yang sedikit menghasilkan struktur yang rapat dengan densitas yang tinggi dan mempunyai ketahanan kimia yang lebih tinggi dari pada LDPE. HDPE juga lebih kuat dan tahan terhadap temperatur yang lebih tinggi. Kebanyakan aplikasi HDPE dipadukan dengan zat aditif yang diperlukan untuk memperbaiki sifat-sifat HDPE. Bahan aditif tersebut berupa zat-zat dengan berat molekul rendah yang dapat berfungsi sebagai filler, pewarna, antioksidan, penyerap sinar ultraviolet, anti lekat dan lain-lain (Ni'mah, dkk., 2009).

HDPE memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras, buram dan lebih tahan terhadap suhu tinggi. HDPE biasa dipakai untuk botol kosmetik, botol obat, botol minuman, botol susu yang berwarna putih susu, tupperware, galon air minum, kursi lipat, jerigen, pelumas, dan lain-lain. Walaupun demikian HDPE hanya direkomendasikan untuk sekali pakai, karena pelepasan senyawa  $SbO_3$  (Antimon Trioksida) terus meningkat seiring waktu. Bahan HDPE bila ditekan tidak kembali ke bentuk semula (Sidney dan Dubois, 1977).

#### 2.4.2 Low Density Polyethylene (LDPE)

LDPE merupakan salah satu jenis plastik sintetik yang bersifat tembus cahaya, kuat, lentur, dan kedap air. LDPE dipakai sebagai pelapis komersial, plastik, lapisan pelindung sabun, dan beberapa botol yang fleksibel. Kelebihan LDPE sebagai material pembungkus adalah harganya yang murah, proses pembuatan yang mudah, sifatnya yang fleksibel, dan mudah didaur ulang. Selain itu, LDPE mempunyai daya proteksi yang baik terhadap uap air, namun kurang baik terhadap gas lainnya seperti oksigen. LDPE juga memiliki ketahanan kimia yang sangat tinggi, namun melarut dalam benzena dan tetrachlorocarbon ( $CCl_4$ ) (Billmeyer, 1971 dalam Sari Permata Dian, 2014).

LDPE diklasifikasikan sebagai materi semi permeabel karena permeabilitasnya terhadap bahan kimia yang volatil. LDPE diproduksi dari gas etilen pada tekanan dan suhu tinggi dalam reaktor yang berisi pelarut hidrokarbon dan katalis logam yaitu Ziegler Catalysts. Polimer yang dihasilkan berupa bubuk yang kemudian difiltrasi dari pelarutnya. LDPE disintesis secara komersial pada

tahun 1940. Sintesis tersebut menghasilkan LDPE dengan rantai bercabang. Hasil ini dibuktikan dengan spektroskopi IR. Percabangan LDPE dapat mengandung 50 cabang pendek dan paling sedikit 1 cabang panjang setiap basisnya. Percabangan yang terbentuk menghasilkan bentuk ikatan silang (Billmeyer,1971 dalam Sari Permata Dian,2014).

## 2.5 Komposit

Komposit merupakan material yang terbentuk dari kombinasi antara dua atau lebih material pembentuknya melalui pencampuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Penjelasan lain tentang komposit juga diutarakan oleh Van Rijswijk, M.Sc, dkk (2001), dalam bukunya *Natural Fibre Composites*, komposit adalah bahan hibrida yang terbuat dari resin polimer diperkuat dengan serat, menggabungkan sifat-sifat mekanik dan fisik. Secara umum material komposit tersusun dari dua komponen utama yaitu matrik (bahan pengikat) dan filler (bahan pengisi). Filler adalah bahan pengisi yang digunakan dalam pembuatan komposit, biasanya berupa serat atau serbuk. Gibson (1984) mengatakan bahwa matrik dalam struktur komposit bisa berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik. Matrik secara umum berfungsi untuk mengikat serat menjadi satu struktur komposit. Ada tiga faktor yang sangat menentukan sifat-sifat komposit, yaitu (Gibson,1994) :

### a. Material pembentuk

Sifat-sifat yang dimiliki oleh material pembentuk memegang peranan yang sangat penting karena sangat besar pengaruhnya dalam menentukan sifat kompositnya. Sifat dari komposit itu merupakan gabungan dari sifat-sifat komponennya.

### b. Bentuk dan susunan komponen

Karakteristik struktur dan geometri komponen juga memberikan pengaruh yang besar bagi sifat komponen. Bentuk dan ukuran tiap komponen dan distribusi serta jumlah relative masing-masing merupakan factor yang sangat penting yang memberikan kontribusi dalam penampilan komposit secara keseluruhan.

### c. Hubungan antar komponen

Komposit merupakan campuran atau kombinasi bahan-bahan yang berbeda, baik dalam hal sifat bahan maupun bentuk bahan, maka sifat kombinasi yang diperoleh pasti akan berbeda. Prinsip yang mendasari perancangan, pengembangan dan penggunaan dari komposit adalah pemakaian komponen yang sesuai dengan aplikasinya. Manfaat utama dari penggunaan komposit adalah mendapatkan kombinasi sifat kekuatanserta kekakuan tinggi dan berat jenis yang ringan. Dengan memilih kombinasi material penguatdan matriks yang tepat, kita dapat membuat suatu material komposit dengan sifat yang tepat sama dengan kebutuhan sifat untuk suatu struktur tertentu dan tujuan tertentu pula (FeldmandanHartomo, 1995).

## 2.6 Kompatibilizer

Compatibilizer merupakan senyawa spesifik yang dapat digunakan untuk memadukan polimer yang tidak kompatibel menjadi campuran yang stabil melalui ikatan intramolekuler (Mehta dan Jain, 2007). Pencampuran polimer merupakan pencampuran yang kompatibel dari dua atau lebih polimer, baik campuran homogen atau heterogen dalam skala mikroskopis. Kompatibilitas merupakan tingkat keterpaduan dari sebuah campuran.

Prinsip kerja dari *compatibilizer* yaitu mengikatkan bahan *compatibilizer* tersebut pada satu komponen campuran melalui *grafting* kimiawi dan membentuk *polymeric "tail"* yang larut dalam komponen lain. (Mehta dan Jain 2007). *Compatibilizer* berperan melalui sebuah proses reaktif, misalnya teknik *grafting* atau melalui ikatan hidrogen berbasiskan polaritas material. *Compatibilizer* juga berfungsi sebagai surfaktan yang mampu menstabilkan campuran air dan minyak dalam satu atau dua komponen utama dalam campuran. Fungsi lain dari *compatibilizer* dalam campuran polimer adalah memperbaiki adhesivitas antar fasa (Stevens, 2007).

Penelitian penggunaan *compatibilizer* sudah banyak digunakan, diantaranya :

- a. Bahruddin dkk (2009) menggunakan kompatibiliser PP-g-MA untuk meningkatkan kompatibilitas campuran karet alam dengan polipropilena (PP).

- b. Erna Frida (2011) menggunakan kompatibiliser PP-g-MA dan KA-g-MA untuk meningkatkan sifat mekanis yang baik pada permukaan komposit polipropilena (PP) dengan kompon karet alam SIR-20 dan serbuk ban bekas .
- c. Botros & Tawfic (2005), menggunakan BIIR kompatibiliser pada pencampuran NBR/EPDM dengan bahan pengisi HAF.

Penggunaan compatibilizer pada komposit plastik dapat meningkatkan sifat adhesi antarmuka antara partikel filler (hidrofilik) dengan matrik polimer (secara umum hidrofobik) dan dispersi dalam matrik. Pemilihan compatibilizer yang efektif adalah sangat penting untuk meningkatkan sifat fisik komposit polimer tersebut (Eastwo dan Dadmun, 2002) Selain itu penambahan compatibilizer dapat mengurangi kerusakan akibat pengaruh oksidasi yang mengakibatkan pemutusan rantai-rantai polimer (Iswanto, 2005).

## 2.7 Bahan Pengisi (*Filler*) Bentonit

Salah satu bahan pengisi pada industri karet adalah bentonit. Bentonit merupakan istilah dalam dunia perdagangan untuk clay yang mengandung monmorillonit. Kandungan utama bentonit adalah mineral monmorillonit (80%) dengan rumus kimia  $[Al_{1,67}Mg_{0,33}(Na_{0,33})]Si_4O_{10}(OH)_2$ . Warnanya bervariasi dari perubahan hidrotermal dari abu vulkanik yang disimpan dalam berbagai air tawar (misalnya ; danau alkali) dan cekungan laut (fosil laut yang melimpah dan batu kapur), ditandai dengan energi pengendapan yang rendah oleh lingkungan dan kondisi iklim sedang. Hamparan bentonit berkisar pada ketebalan dari beberapa sentimeter hingga puluhan meter (sebagian 0,3 – 1,5 m) dan dapat lebih dalam lagi sampai ratusan kilometer. Bentonit banyak terdapat secara luas disemua benua. Kandungan lain dalam bentonit merupakan pengotor dari beberapa jenis mineral seperti kwarsa, ilit, klasit, mika dan klorit(Utracki, *et.al*, 2004).

### 2.7.1 Sifat Fisika Dan Kimia Bentonit

Sifat-sifat kimia bentonit antarlain berkilap lilin, umumnya lunak dan plastis, berwarna pucat dengan kenampakan putih, hijau muda, kelabu hingga merah muda dalam keadaan segar dan menjadi krem bila lapuk yang kemudian berubah menjadi kuning, merah coklat hingga hitam. Bila diraba terasa licin seperti sabun. Bila dimasukkan kedalam air, akan menyerap air, sedikit atau

banyak, bila terkena air hujan bentonit dapat berubah menjadi bubur dan bila kering akan menimbulkan rekahan yang nyata. Sifat fisik lainnya berupa massa jenis 2,2 – 2,8 g/L ; indeks bias 1,547- 1,557 ; dan titik lebur 1330 – 1430 °c (Johnstone, 1961)



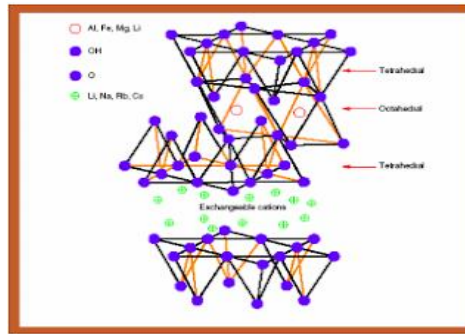
Gambar 2.5 Bentuk fisik bentonit

### 2.7.2 Struktur Bentonit

Struktur utama bentonit selalu bermuatan negatif walaupun pada lapisan oktahedral ada. Kelebihan muatan positif yang akan dikompensasi oleh kekurangan muatan positif pada lapisan oktahedral (Alexandre dan Dubois, 2000). Hal ini terjadi karena terjadinya substitusi isomorfik ion-ion, yaitu pada lapisan tetrahedral terjadi substitusi ion  $\text{Si}^{4+}$  oleh  $\text{Al}^{3+}$ , sedangkan lapisan oktahedral terjadi substitusi ion  $\text{Al}^{3+}$ , oleh  $\text{Mg}^{2+}$  dan  $\text{Fe}^{2+}$ .

Mineral montmorillonit mempunyai kapasitas penukar kation yang tinggi sehingga ruang antar lapis monmorillonit mampu mengakomodasikan kation dalam jumlah yang besar serta menjadikan montmorillonit sebagai material yang unik (Wijaya dkk, 2004). Bentonit memiliki bentuk seperti lembaran. Dimana dimensinya antara panjang dan lebar dapat dihitung hanya satu nanometer. Berikut ini struktur kristal *Montmorillonit* (MMT) ditunjukkan pada gambar :

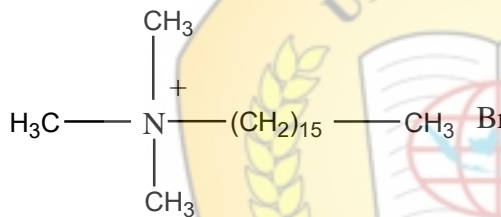




Gambar 2.6 Gambar struktur Bentonit (Beyer, 2002)

### 2.7.3 Modifikasi Bentonit dengan Cetiltrimetilamonium Bromida (CTAB)

CTAB merupakan surfaktan kationik dengan rumus molekul  $C_{19}H_{42}BrN$ , dengan berat molekul 364,45 g/mol. Berbentuk serbuk putih, titik lebur 237-243°C. Sebagai surfaktan, CTAB banyak digunakan sebagai buffer larutan untuk mengekstraksi DNA dan sebagai pemodifikasi permukaan dalam pembuatan komposit clay.



Gambar 2.7 Rumus Molekul CTAB

Permukaan clay yang bermuatan negatif dapat dimodifikasi dengan surfaktan melalui reaksi pertukaran ion. Modifikasi ini menyebabkan clay yang semula hidrofilik menjadi organofilik. Banyak penelitian memodifikasi bentonit dengan menggunakan alkil amonium kuarterner sebagai surfaktan kation salah satunya menggunakan CTAB. Reaksi pertukaran ion memudahkan surfaktan kationik terinterkalasi ke dalam lapisan clay, sehingga menambah jarak *basal spacing* antarlapis clay (Boyd, 2001).

## 2.8 Pengujian dan Karakterisasi

### 2.8.1 Spektrofotometri Infra Merah (FTIR)

Spektrofotometer FTIR merupakan suatu metode spektroskopi infrared. Spektroskopi infrared (IR) dapat mengidentifikasi kandungan gugus kompleks dalam senyawa tetapi tidak dapat menentukan molekular unsur penyusunnya.

Pada spektroskopi IR, radiasi IR dilewatkan pada sampel. Sebagian dari radiasi IR diserap oleh sampel dan sebagian lainnya diteruskan. Jika frekuensi dari suatu vibrasi spesifik partikel sama dengan frekuensi radiasi IR yang langsung menuju molekul, molekul akan menyerap radiasi tersebut. Spektrum yang dihasilkan menggambarkan absorpsi dan transmisi molekular, membentuk sidik jari molekular suatu sampel. Karena bersifat sidik jari, tidak ada dua struktur molekular unik yang menghasilkan spektrum IR yang sama (Kencana, 2009).

Spektrofotometer inframerah pada umumnya digunakan untuk: menentukan gugus fungsi suatu senyawa organik, dan mengetahui informasi struktur suatu senyawa organik dengan membandingkan daerah sidik jarinya (Dachriyanus 2004). Spektrofotometer FTIR didasarkan pada ide adanya interferensi radiasi antara 2 berkas sinar untuk menghasilkan suatu interferogram. Interferogram merupakan sinyal yang dihasilkan sebagai fungsi perubahan pathlength antara 2 berkas sinar. Dua domain (jarak dan frekuensi) dapat ditukarbalikkan dengan metode matematik yang disebut dengan transformasi Fourier (Gandjar, 2012:180).

Seberkas sinar inframerah dilewatkan pada suatu sampel polimer, maka beberapa frekuensinya diabsorpsi oleh molekul sedangkan frekuensi lainnya ditransmisikan. Transisi yang terlibat pada absorpsi IR berhubungan dengan perubahan vibrasi yang terjadi pada molekul. Jenis ikatan yang ada dalam molekul primer (C-C, C=C, C-O, C=O) memiliki frekuensi vibrasi yang berbeda. Adanya ikatan tersebut dalam molekul polimer dapat diketahui melalui identifikasi rekuensi karakteristik sebagai puncak absorpsi dalam spektrum IR (Rohaeti, 2005).

Spektra yang dihasilkan bisa digunakan untuk analisis kualitatif untuk mengetahui ada tidaknya suatu gugus fungsional tertentu. Pembacaan spektra inframerah ini biasa dilakukan pada daerah bilangan gelombang  $650\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$  (Sastrohamidjojo, 2001). Bila frekuensi energi elektromagnetik inframerah yang dilewatkan pada suatu molekul sama dengan frekuensi meregang atau menekuk ikatan, maka energi tersebut akan diserap oleh molekul tersebut. Serapan inilah yang kemudian dapat direkam oleh detektor dan diubah menjadi pita serapan pada bilangan gelombang tertentu (Atkins, Jones, dan Loretta, 2010)

### 2.8.2 Uji Morfologi Dengan Scanning Electron Microscopy ( SEM).

Teknik SEM merupakan analisis dan pemeriksaan permukaan bahan. SEM adalah alat yang dapat membentuk bayangan permukaan spesime secara makroskopik (Sutiani, 1997). SEM adalah mikroskop electron yang dapat digunakan untuk mempelajari detil arsitektur permukaan material dalam daerah makro dan submikron. SEM merupakan teknik analisis menggunakan elektron sebagai sumber pencitraan dan medan elektromagnetik sebagai lensanya. Perbesaran SEM yang dalam rentang perbesaran sekitar 100 kali – 300.000 kali. Data yang dihasilkan adalah data dari permukaan atau lapisan bahan yang memiliki ketebalan sekitar 20 $\mu$ m dari permukaan. Gambar yang dihasilkan merupakan gambar topografi dengan segala tonjolan, lekukan dan lubang pada permukaan. Gambar topografi diperoleh dari penangkapan elektron sekunder yang dipancarkan oleh spesimen/bahan. Sinyal elektron sekunder yang dihasilkan ditangkap oleh detektor kemudian diteruskan ke monitor. Selanjutnya monitor akan menghasilkan gambar khas yang menggambarkan permukaan bahan (Sutiani, 1997).

Hasil analisis SEM dapat kita lihat rongga-rongga hasil pencampuran nanoorganobentonit dengan karet alam. Informasi dari analisa ini akan mendapatkan gambaran seberapa baik bahan –bahan tersebut bercampur. *Scanning Electron Microscope (SEM)* adalah sebuah mikroskop elektron yang didesain untuk menyelidiki permukaan dari objek solid secara langsung. SEM memiliki perbesaran 10 – 3000000x, *depth of field* 4 – 0.4 mm dan resolusi sebesar 1 – 10 nm. Kombinasi dari perbesaran yang tinggi, *depth of field* yang besar, resolusi yang baik, kemampuan untuk mengetahui komposisi dan informasi kristalografi membuat SEM banyak digunakan untuk keperluan penelitian dan industri. (Rafli, 2008 ) Adapun fungsi utama dari SEM antara lain dapat digunakan untuk mengetahui informasi-informasi mengenai:

1. Topografi, yaitu ciri-ciri permukaan dan teksturnya (kekerasan, sifat memantulkan cahaya, dan sebagainya).
2. Morfologi, yaitu bentuk dan ukuran dari partikel penyusun objek (kekuatan, cacat pada *Integrated Circuit (IC)* dan *chip*, dan sebagainya).

3. Komposisi, yaitu data kuantitatif unsur dan senyawa yang terkandung di dalam objek (titik lebur, kereaktifan, kekerasan, dan sebagainya).
4. Informasi kristalografi, yaitu informasi mengenai bagaimana susunan dari butir-butir di dalam objek yang diamati (konduktifitas, sifat elektrik, kekuatan).

