

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Komposit

Komposit dapat didefinisikan sebagai yang terdiri dari dua atau lebih material dimana sifat kimia dan fisika yang berbeda dipisahkan oleh sebuah gaya antarmuka yang berbeda. Komposit menjadi bahan penting karena memiliki keuntungan seperti berat molekul rendah, ketahanan terhadap korosi, daya tahan tinggi dan lebih cepat proses pembuatannya. Komposit banyak digunakan sebagai bahan dalam membuat material pesawat, kemasan peralatan elektronik untuk medis dan beberapa bahan bangunan rumah. Perbedaan antara campuran dan komposit adalah bahwa dalam komposit dua konstituen utama tetap dikenali sementara dalam campuran mungkin tidak dikenali. Bahan utama yang biasa digunakan adalah kayu, beton, keramik dan sebagainya (Thomas, 2012).

Secara umum komposit didefinisikan sebagai sebuah material yang terdiri atas beberapa material dengan sifat yang berbeda yang tersusun dari dua komponen yaitu matrik (resin) dan penguat baik dalam bentuk serat ataupun *filler*.



Gambar 2. 1 Bagian-bagian komposit (Thomas,2012)

2.1.1 Klasifikasi Komposit

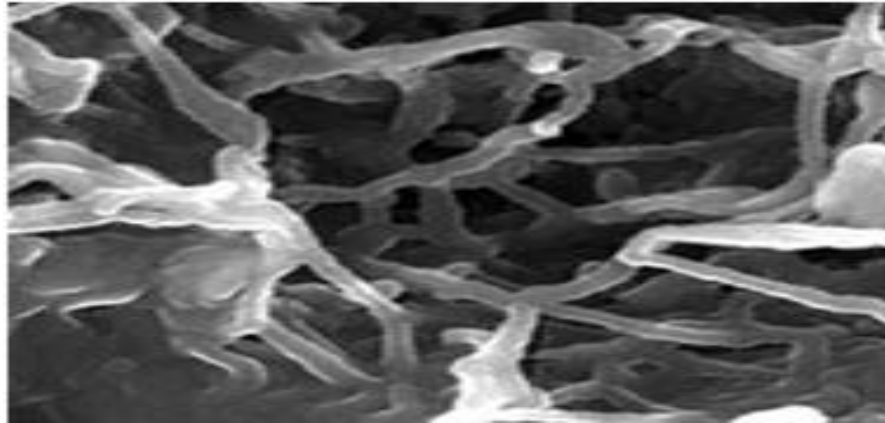
Berdasarkan material morfologi penguatnya, komposit dibagi menjadi 3 klasifikasi. yaitu :

- Komposit partikulat (penguatnya butiran, kerikil, pasir, *filler* lain dalam matriks kontinu).
- Komposit serat (berpenguat serat). Dalam hal polimer diperkuat serat, ada zat ketiga yang disebut zat penjodoh, penggabung, atau penyerasi (kopling) untuk meningkatkan rekatan antara serat dengan matriks.
- Komposit laminat (penguatnya lembaran, kertas, kain, direkatkan dan dikenyangkan).

2.1.2 Nanokomposit

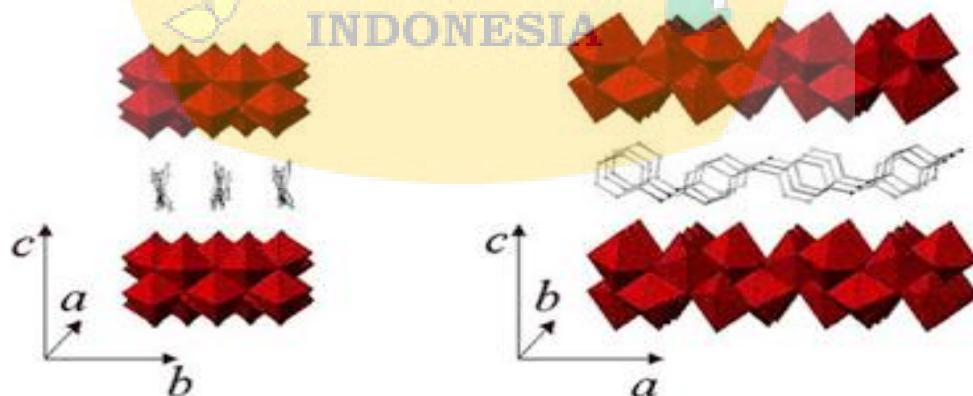
Istilah nanoteknologi digunakan untuk mendeskripsikan kreasi dan eksploitasi suatu material yang memiliki ukuran struktur antara atom dan material ukuran besar yang didimensikan dengan ukuran nanometer ($1 \text{ nm} = 10^{-9}$ nano meter) Sifat dari material dengan dimensi nano sangat berbeda secara signifikan dari atomnya juga dari partikel besarnya. Pentingnya nano teknologi pertama kali dikemukakan oleh Feynman pada tahun 1959.

Nanokomposit adalah suatu komposit dimana setidaknya salah satu fase berukuran nanometer. Polimer nanokomposit merupakan material yang terbentuk melalui penggabungan material polimer organik dengan material lain dalam skala nanometer, dimana setiap fase memiliki satu, dua, atau tiga dimensi yang kurang dari 100 nanometer (nm), atau struktur padat dengan dimensi berskala nanometer yang berulang pada jarak antar bentuk penyusun struktur yang berbeda (Rao, et.all, 2004 ; Muller, 2006). Contoh nanokomposit yang ekstrem adalah media berporos, koloid, gel, dan kopolimer. Nanokomposit dapat ditemukan di alam, contohnya adalah kulit tiram dan tulang (Anonim, 2009).



Gambar 2.2 Nanokomposit dari kulit tiram (Anonim, 2009).

Ikatan antar partikel yang terjadi pada material nanokomposit memainkan peran penting dalam peningkatan dan pembatasan sifat material. Partikel-partikel yang berukuran nano itu mempunyai luas permukaan interaksi yang tinggi. Makin banyak partikel yang berinteraksi, kian kuat pula material. Inilah yang membuat ikatan antarpartikel makin kuat, sehingga sifat mekanik materialnya bertambah. Namun penambahan partikel-partikel nano tidak selamanya akan meningkatkan sifat mekaniknya. Ada batas tertentu yang mana saat dilakukan penambahan, kekuatan material justru makin berkurang. Namun pada umumnya, material nanokomposit menunjukkan perbedaan sifat mekanik, listrik, optik, elektrokimia, katalis, dan struktur dibandingkan dengan material penyusunnya (Hadiyawarman,dkk, 2008).



Gambar 2.3 Struktur nanokomposit (Hadiyawarman,dkk, 2008).

2.1.3 Pembuatan Nanokomposit

Pembuatan material nanokomposit dapat dilakukan dengan melakukan pendekatan-pendekatan yang mudah dan kompleks. Salah satunya adalah menggunakan pendekatan *simple mixing*. Dalam metode ini, peningkatan kekuatan mekanik material terjadi akibat penambahan nanopartikel SiO₂. Permukaan nanopartikel yang sangat luas berinteraksi dengan rantai polimer, sehingga mereduksi mobilitas rantai polimer. Interaksi ini meningkatkan kekuatan mekanik komposisi tersebut jauh di atas kekuatan polimer itu sendiri. Hasil yang diperoleh adalah material yang ringan dengan kekuatan tinggi.

2.1.4 Kelebihan Nanokomposit

Bahan komposit mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan bahan konvensional seperti logam. Misalnya memiliki densitas yang jauh lebih rendah daripada bahan konvensional. Hal ini jelas memberi implikasi yang penting dalam konteks penggunaan. Pasalnya, komposit akan mempunyai kekuatan dan kekakuan spesifik yang lebih tinggi dari bahan konvensional. Komposit juga memiliki kekuatan yang dapat diatur (*tailorability*), ketahanan yang baik, tahan korosi, dan memiliki kekuatan jenis (rasio kekuatan terhadap berat jenis) yang tinggi (Hadiyawardana, dkk, 2008).

2.1.5 Aplikasi dan Penggunaan Nanokomposit

Beberapa aplikasi penting teknologi yang didasarkan material nano antara lain produksi bubuk nano keramik dan material lain, nanokomposit, pengembangan sistem nanoelektrokimia, aplikasi penggunaan tabung nano untuk menyimpan hidrogen, chip DNA dan chip untuk menguji kadar logam dalam kimia maupun biokimia. Teknologi nano juga digunakan dalam mendeteksi gen maupun mendeteksi obat dalam bidang kedokteran. Selain itu, dapat juga digunakan dalam alat-alat nanoelektronik. Pengembangan teknologi nano lebih lanjut diaplikasikan dalam pembuatan laser jenis baru, nanosensor, nanokomputer (yang berbasis nano tabung dan nano material) dan banyak lagi aplikasi lainnya (Rao, 2004).

2.2 Karet Alam

Karet alam (*Natural Rubber/NR*), merupakan produk metabolit sekunder yang dihasilkan oleh lebih dari 2000 jenis spesies tumbuhan. Pada umumnya karet alam komersial yang dikenal diperoleh dengan penyadapan tumbuhan *Hevea Brasiliensis* dan sisanya berasal dari tumbuhan semak dan tumbuhan kecil: milkweed (*Asclepias spp.*), dandelion (*Taraxacum spp.*) dan Guayule (Andrew Ciesielski, 1999). Produksi karet di Indonesia meningkat secara perlahan dari 2.440.347 ton di tahun 2009 menjadi 2.990.184 ton pada 2011. Kemudian jumlah ini terus meningkat di tahun 2012 sebesar 3.040.376 dan diperkirakan pada tahun 2013 sebesar 3.100.000 ton. Produksi karet Indonesia masih didominasi oleh karet rakyat dengan luasan terbesar diusahakan oleh jutaan petani mandiri dan memberikan kontribusi besar dalam menghasilkan devisa negara. Selain itu, karet rakyat mampu menyerap CO₂ sebesar 121.942.555 ton per tahun yang dapat mengurangi pemanasan global (*Reducing Global Warming*). Dengan demikian proses produksi karet rakyat tetap dapat menjaga nilai-nilai ramah lingkungan (*Environmentally Friendly Values*) (Virdhani, 2013).



Gambar 2.4 Pohon karet alam *Hevea Brasiliensis* (cybex.pertanian.go.id)

Karet alam merupakan bahan polimer terbarukan (*renewable*) yang memiliki sifat daya lengket yang baik sehingga secara meluas dapat digunakan sebagai perekat (*adhesif*) dalam industri (Sanguansap, 2004). Karet alam dapat diolah menghasilkan beberapa material seperti ban, balon, sarung tangan karet, benang karet, tabung/ pipa /selang, belt conveyor/ transmission, seal, kondom, perekat (*adhesive*), pengikat (*binder*) dan lain-lain yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari (William Klingensmit dkk, 2004).

Pemanfaatan karet alam secara langsung sangat terbatas oleh karena sifatnya yang tidak tahan terhadap panas, oksigen, ozon, radiasi, sinar matahari dan kelarutannya dalam pelarut-pelarut hidrokarbon. Keterbatasan ini diakibatkan oleh terdapatnya ikatan rangkap dua karbon-karbon pada struktur kimia cis-1,4 poliisoprena. Karet alam pada suhu 0°C sampai 10°C bersifat rapuh, gampang rusak, kabur/gelap. Diatas 20°C lembut, melenting dan diatas 60°C plastis dan lengket (Brendan Rodgers et al, 2004 ; Tan et al, 2013). Untuk mengatasi kekurangan tersebut, dalam penggunaannya, karet alam harus dibuat menjadi kompon (dicampur bahan kimia), dicampur dengan karet sintetis atau ditambah dengan filler. Namun, metode tersebut tidak dapat sepenuhnya meningkatkan performa karet alam (Baker, C.S.L. 1988). Untuk mengatasi keterbatasan pada karet alam dan memperluas dalam penerapannya, maka salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan memodifikasi molekul karet alam, baik secara fisik maupun secara kimia (Alfa, 2002).

Modifikasi karet alam secara fisik dapat dilakukan dengan mencampurkan (*blending*) karet dengan plastik atau karet sintetis. Sedangkan modifikasi karet alam secara kimia dilakukan melalui perubahan struktur molekul karet, antara lain dengan kopolimerisasi, depolimerisasi, hidrogenasi, siklisasi (Arayaprane, 2003 ; Che Man *dkk* 2008).

2.2.1 Modifikasi kimia karet alam

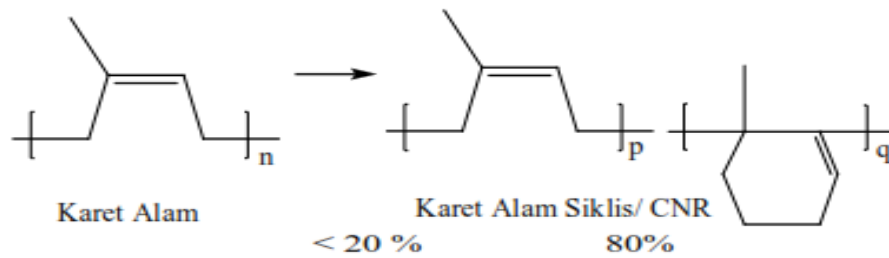
Karet alam dapat dimodifikasi secara kimia melalui reaksi siklisasi menghasilkan karet alam siklis (KAS/Resipren 35), dengan menggunakan katalis asam-asam kuat (seperti asam sulfat dan asam p-toluensulfonat) atau katalis Friedl-Crafts (seperti FeCl_3 , SnCl_4 , dan TiCl_4) (Lee, D.F., 1963 dan Mirzataheri, 2000). Modifikasi pada karet alam bertujuan untuk menghilangkan atau mengurangi jumlah ikatan rangkap yang dimiliki molekul karet alam (Alfa, 2002 ; Mirzataheri, 2006).

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). Adapun tujuan perlunya dilakukan modifikasi kimia karet alam adalah untuk

memperbaiki kekurangan sifat karet alam, dan untuk mengubah karet alam menjadi material baru dengan sifat dan aplikasi tertentu. Metode yang dapat digunakan untuk memodifikasi karet alam secara kimia adalah dengan *grafting*. Pengembangan bahan pengikat cat yang lebih ramah lingkungan melalui modifikasi kimia terhadap KAS dengan metode *grafting* telah dilakukan oleh Siregar (2015), yakni dengan modifikasi struktur menggunakan komonomer stirena dan asam maleat anhidrad; Dibyantini (2013) melakukan modifikasi kimia menggunakan komonomer asam akrilat melalui proses epoksidasi dan *grafting*. Metode pencangkakan pada permukaan bahan polimer adalah merupakan suatu variasi teknologi yang telah diketahui sangat mempengaruhi kenaikan sifat permukaan dari suatu bahan polimer (Wang, 2009). Metode pencangkakan sangat berkembang dan memiliki fungsi yang sangat besar pada berbagai bidang misalnya pada serat dan kaca yang akan mempengaruhi dari stabilitasnya secara termal (Saihi, 2001).

2.2.2 Karet Alam Siklik

Karet alam siklik terjadi melalui reaksi pembentukan cincin enam karbon intramolekuler cis-1,4-poliisoprena menghasilkan karet alam siklik (Cyclic Natural Rubber/ CNR). Pengurangan jumlah ikatan rangkap yang terjadi dalam reaksi siklisasi bervariasi sekitar 40-90% (Phinyocheep, 2014). Sifat produk karet alam siklik bervariasi tergantung pada derajat siklisasi produk yang dihasilkan. Dengan kata lain jumlah ikatan rangkap yang masih terdapat pada produk mempengaruhi sifat karet alam siklik yang dihasilkan. Disamping itu bobot molekul juga berpengaruh terhadap sifat karet alam siklik tersebut. Rata-rata ukuran struktur siklik 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 siklik lebih kecil dari 20% (Lee, D.F., 1963).

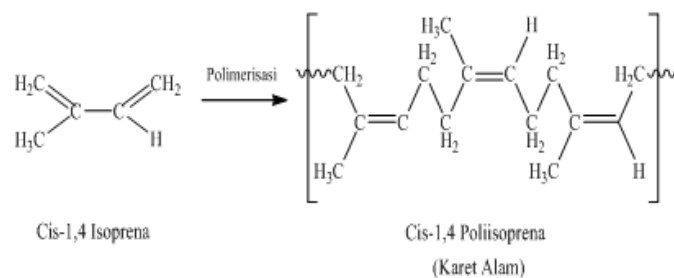


Gambar 2.5 Reaksi siklisasi karet alam menghasilkan karet alam siklis.

2.2.3 Sifat-Sifat Karet Alam

Karet Alam maupun Karet sintetis sering juga disebut dengan *elastomer*. elastomer adalah zat yang apabila ditarik/diberi tegangan akan dengan cepat kembali ke bentuk semula bila tarikan atau tegangan dilepaskan/dibebaskan. Karet alam merupakan salah satu jenis elastomer yang terdapat di alam. elastomer merupakan salah satu jenis dari polimer yang terdiri dari monomer-monomer. Monomer-monomer ini disebut dengan isoprene. Karet alam merupakan linear polymer atau cis-1,4-polyisoprene dan hidrokarbon tidak jenuh yang disebut (2-metil-1,3 butadiene). Ada sekitar 11.000 sampai 20.000 unit isoprene yang terdapat pada rantai polymer karet alam, rantai panjang ini disebut polyisoprene. Berat molekul berbeda-beda tergantung dari klon biji karet *hevea brasiliensis* yaitu antara 100.000 s/d 1.000.000. Karet Alam memiliki sifat-sifat unggul dan sifat-sifat yang lemah sebagai berikut:

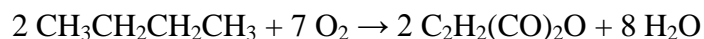
1. Karet alam bersifat keras dan elastis, tetapi akan melunak dan lengket bila berada pada suhu yang tinggi dan mengeras dan padat pada suhu rendah.
2. Spesifik gravitasinya 0,915.
3. Memiliki daya elastisitas tinggi.
4. Memiliki ketahanan terhadap daya gesek dan kekuatan tensil rendah.



Gambar 2.6 struktur karet alam

2.3 Maleat Anhidrat

Senyawa organik ini diproduksi dari oksidasi benzena atau senyawa aromatik lainnya menggunakan katalis



dengan rumus molekul $\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_3$ memiliki massa molar 98,06 g/mol dan berbentuk kristal putih. Maleat anhidrida adalah senyawa vinil tidak jenuh yang digunakan sebagai bahan mentah dalam sintesa resin poliester untuk serat plastik, pelapisan permukaan karet, deterjen, bahan aditif dan minyak pelumas, plastisizer dan kopolimer. Maleat anhidrida mempunyai sifat kimia khas yaitu adanya ikatan etilenik dengan gugus karbonil didalamnya, ikatan ini berperan dalam reaksi adisi. Anhidrida maleat cukup berbahaya jika terhirup, akan menyebabkan sakit kepala disertai mimisan, mual dan kerusakan pada kornea mata sehingga mengganggu penglihatan. Terlebih pada konsentrasi diatas 1,25 ppm akan menimbulkan asma, karena itu sebagai pencegahan sebaiknya digunakan masker untuk mengurangi bahaya. biasanya anhidrida maleat digunakan untuk berbagai keperluan. berikut adalah dalam kegunaan anhidrida maleat seperti pembuatan resin alkid , yang pada gilirannya digunakan dalam cat dan coating . Aplikasi lain di mana anhidrida maleat digunakan meliputi produksi bahan kimia pertanian , asam malat , kopolimer , asam fumarat , aditif pelumas , surfaktan dan plasticizer .



Gambar 2.7 struktur maleat anhidrad

2.3.1 Pencangkakan monomer Maleat Anhidrat

Anhidrida Maleat (AM) merupakan salah satu monomer polifungsional yang banyak digunakan memodifikasi material polimer untuk menghasilkan material teknik, bioteknik (*bioengineering*) dan nanoteknik (*nanoengineering*) berkinerja tinggi (*highperformance*), baik polimer alam maupun sintesis. Penggunaan Anhidrida Maleat telah berhasil memperbaiki sifat-sifat kopolimer cangkok (*graft copolymerization*) polimer thermoplastik seperti poliolefin,

polistiren, poliamida dan juga biopolimer dapat terdegradasi (*biodegradable polymers*), polisakarida dan karet alam dan sintesis (Zakir M. O. Rzayev, 2011).

Introduksi molekul Anhidrida maleat pada molekul nonpolar senyawa poliolefin dan karet mengatasi kelemahan akan rendahnya energi permukaan polimer ini, meningkatkan hidrofilitas permukaannya sehingga bermanfaat pada aplikasi di bidang pelapisan (*coating*) dan tinta cetak (*printing ink*) dan adhesinya terhadap polimer bersifat polar (poliamida), logam dan serat kaca (*glass fiber*) (Zakir M. O. Rzayev, 2011).

2.4 Grafting

Grafting (*pencangkakan*) merupakan teknik yang secara luas dilakukan untuk memodifikasi bahan polimer dengan tujuan mendapatkan sifat-sifat tertentu polimer yang diinginkan. Pada reaksi pencangkakan terbentuk ikatan kovalen antar monomer dengan rantai polimer. Teknik pencangkakan telah dilakukan dengan menggunakan inisiator panas (Zhen Yao dkk., 1998), bahan kimia, radiasi, fotokimia, induksi plasma dan enzimatik (A. Bhattacharya dan B. N. Misra, 2004).

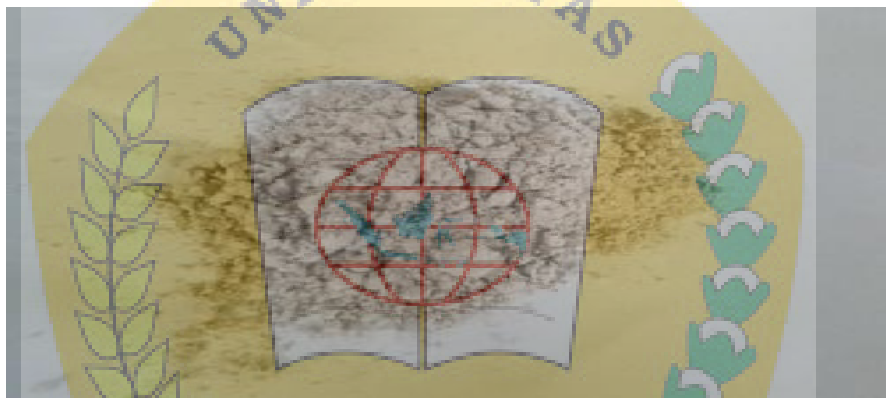
2.5 Bentonit

Bentonit merupakan istilah dalam dunia perdagangan untuk clay yang mengandung monmorillonit. Kandungan utama bentonit adalah mineral monmorilonit (80%) dengan rumus kimia $[Al_{1.67}Mg_{0.33}(Na_{0.33})]Si_4O_{10}(OH)_2$. Warnanya bervariasi dari putih ke kuning, sampai hijau zaitun, coklat kebiruan. Bentonit berasal 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 di semua benua. Kandungan lain dalam bentonit merupakan pengotor dari beberapa jenis mineral seperti kwarsa, ilit, kalsit, mika dan klorit (Utracki, *et. al.*, 2004). Bentonit dikenal dan dipasarkan dengan berbagai sinonim seperti

sabun tanah liat, sabun mineral, *wilkinite*, *staylite*, *vol-clay*, *aquagel*, *ardmorite*, dan *refinite* (Johnston, 1961).

2.5.1. Sifat Fisika dan Kimia Bentonit

Sifat-sifat fisika bentonit antara lain 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 ke dalam air, akan menyerap air, sedikit atau banyak, bila kena 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)

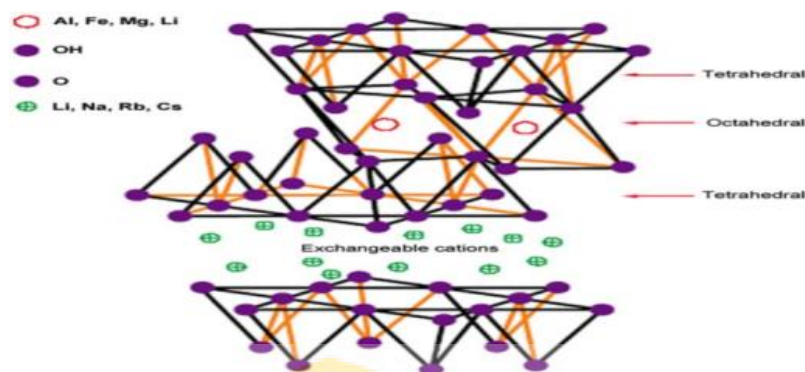


Gambar 2.8 bentuk fisik bentonit (Johnstone, 1961)

2.5.2. 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 tetrahedral (Alexandre dan Dubois, 2000). Hal ini terjadi karena terjadinya substitusi isomorfik ion-ion, yaitu pada lapisan tetrahedral terjadi substitusi ion Si^{4+} oleh Al^{3+} , sedangkan pada lapisan oktahedral terjadi substitusi ion Al^{3+} oleh Mg^{2+} dan Fe^{2+} . Mineral montmorillonit mempunyai kapasitas penukar kation yang tinggi sehingga ruang antar lapis montmorillonit 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) MMT ditunjukkan pada gambar :



Gambar 2.9 Struktur Bentonit(Beyer, 2002).

2.5.3 Jenis-jenis Bentonit

1. *Na bentonite (swelling bentonite)*

Memiliki kemampuan mengembang delapan kali lipat bila dicelupkan ke dalam air dan membentuk suspensi kental setelah bercampur air dengan pH 8,5 – 9,8. Bentonit jenis ini dapat dimanfaatkan sebagai pengisi (*filler*), lumpur pemboran, bahan pencampur dalam pembuatan cat, bahan baku farmasi dan sebagainya.

2. *Ca bentonite (Non-swelling bentonite)*

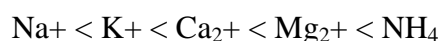
Kurang mengembang bila dicelupkan ke dalam air dan suspensinya memiliki pH 4 – 7. Kalsium bentonit digunakan sebagai bahan pemucat warna (*bleaching earth*) pada industri minyak sawit, zat pemisah pada pengilangan minyak bumi, perusahaan bir dan sebagainya. hanya menyerap sedikit air dan tidak mengalami *swelling*. *Ca bentonite* bisa dikonversi menjadi *Na bentonite*, oleh suatu proses yang dikenal sebagai "pertukaran ion". Biasanya dengan menambahkan 5-10% dari natrium karbonat kepada bentonit yang basah, kemudian mencampur dengan baik, dan membiarkan waktu untuk pertukaran ion itu untuk berlangsung.

Tabel.2.1 Jenis-jenis Bentonit

Typical Chemical Analysis	Na- Bentonite	Ca- Bentonite
SiO ₂	61,3% - 61,4 %	62,12 %
Al ₂ O ₃	19,8 %	17,33 %
Fe ₂ O ₃	3,9 %	5,3 %
Na ₂ O	2,2 %	0,5%
CaO	0,6 %	3,68 %
MgO	1,3 %	3,3 %
K ₂ O	0,4 %	0,55 %
H ₂ O	7,2 %	7,22 %

Bentonit memiliki daya serap atau dapat menjadi menjadi adsorben dikarenakan bentonit yang terdiri dari mineral monmorilonit sebagai mineral yang dominan yang menyusun bentonit tersebut, mineral montmorilonit tersebut memiliki ruang pori-pori antar ikatan mineral montmorilonit atau mineral lempungnya tersebut, serta pada struktur montmorilonit juga terdapat ketidakseimbangan antara muatan listrik dalam ion-ionnya. Daya serap tersebut pada umumnya berada pada ujung permukaan kristal, serta diameter ikatan mineral lempung. Oleh karena itu bentonit dapat digunakan sebagai bahan penyerap dalam berbagai keperluan. Bentonit dapat didapatkan baik dalam keadaan basah (suspensi) maupun dalam keadaan kering (tepung). Bentonit mempunyai sifat adsorptive sebagai berikut:

1. Memiliki kemampuan pertukaran kation organik dan inorganik dalam montmorillonit, contohnya pertukaran kation organik: piridin, anilin, piperidin, bricine (kation organik) ikut dalam posisi pertukaran kation. Contoh pertukaran kation inorganik: Al₃₊ digantikan Mg₂₊ dalam rangka octahedron serta Si₄₊ digantikan Al₃₊ dalam rangka tetrahedron.
2. bentonit mempunyai urutan peningkatan *replacement power*, dengan urutannya sebagai berikut:



3. Bentonit mampu menyerap molekul non ionik polar, misalnya: alkohol dan keton, daya adsorpsinya akan meningkat sesuai dengan polaritasnya.

2.6 Cetil Trimetil Amonium 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 237-243⁰C. Sebagai surfaktan, CTAB banyak digunakan sebagai buffer larutan untuk mengekstraksi DNA dan sebagai pemodifikasi permukaan dalam pembuatan komposit clay. 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 amoniun kuarterner sebagai surfaktan kation salah satunya menggunakan CTAB (Boyd, 2001 ; Charu, 2008). Lapisan silikat dari bentonit yang dapat di interkalat dan dieksfoliasimen jadi banyak digunakan sebagai pengisi nanokomposit diantaranya untuk meningkatkan sifat termal (Leszczynka, 2007), spinnabilitas, penyerapan air, dan dapat mengurangi sifat flammabilitas dari nanokomposit tersebut (Qin, dkk, 2004), meningkatkan sifat mekanik (Ding, dkk, 2005; dan Hoang, 2006; Sharma, 2009,; Castel, 2010; Drozdov, 2010; Kord, dkk, 2011 dan Barleany, 2011), meningkatkan sifat *fireretardancy* (Wang, dkk, 2011), dan meningkatkan derajat degradasi (Shi, dkk, 2007).

2.7 Bahan Pengisi

Bahan Pengisi adalah suatu aditif padat yang ditambahkan ke dalam matrik polimer untuk meningkatkan sifat-sifat bahan, pengisi fungsional menghasilkan peningkatan spesifik dalam sifat mekanik dan sifat fisis (Ketan, 2002). Bahan pengisi perlu ditambahkan dengan maksud untuk menyiasati sifat-sifat alami yang tidak dikehendaki sehingga didapat suatu produk yang dapat meningkatkan sifat mekanik, elektrik, termal, optik dan sifat fisis (Makadia, 2000; Chodan Paul, 2000, Premphet dan Horanont, 1999). Penambahan pengisi bertujuan mengurangi biaya, mewarnai, menguatkan atau mengukuhkan bahan polimer yang dapat meningkatkan adhesi (Hanafi, 2000 ; Vilgis, 2009).

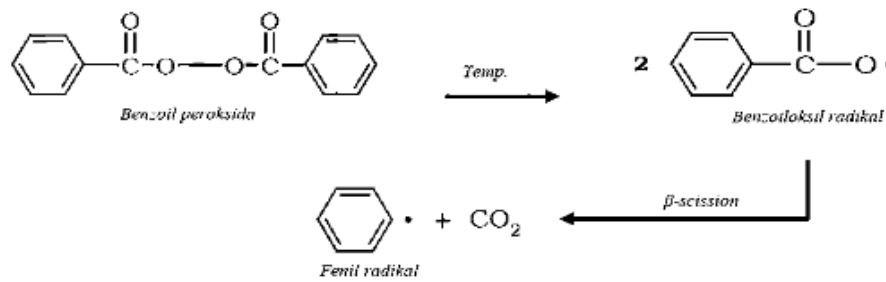
Dewasa ini, penelitian yang melibatkan senyawa organik-anorganik nanometer komposit menarik perhatian banyak peneliti. Sari (2013) telah membuktikan adanya perubahan sifat mekanik yang lebih baik pada komposit

karet alam yang tergrafting dengan glysidil metakrilat daripada komposit karet alam yang tidak dimodifikasi dengan bahan pengisi penguat yang sama berupa bentonit. Indawahyuni (2013) telah membuktikan adanya perubahan sifat mekanik serta kestabilan termal yang meningkat pada komposit karet alam dengan bahan pengisi bentonit yang dimodifikasi dibandingkan dengan bahan pengisi yang tidak dimodifikasi.

2.7.1 Inisiator Benzoil Peroksida (BPO)

Benzoil peroksida merupakan senyawa peroksida yang berfungsi sebagai inisiator dalam proses polimerisasi dan bahan pembentukan ikatan silang dari berbagai polimer dan materi polimer. Senyawa peroksida ini dapat digunakan sebagai pembentuk radikal bebas. Benzoil peroksida mempunyai waktu paruh yang dipengaruhi tekanan dan temperatur, waktu paruh relatif kecil 0,37 jam pada temperature 100 °C. Inisiator diperlukan dalam pembentukan papan partikel berbahan baku limbah serbuk kayu dan limbah plastik polipropilena, karena tanpa adanya inisiator maka kinerja dari kompatibel dalam hal ini Maleat Anhidrida hanya bisa terjadi reaksi esterifikasi dengan gugus OH dari bahan baku sedangkan reaksi gabungan dengan polipropilena tidak terjadi.

Benzoil peroksida merupakan senyawa peroksida yang berfungsi sebagai inisiator dalam proses polimerisasi dan dalam pembentukan ikatan silang dari berbagai polimer dan material polimer. Senyawa peroksida ini dapat digunakan sebagai pembentuk radikal bebas. Peroksida organik seperti benzoil peroksida diuraikan dengan mudah untuk menghasilkan radikal bebas benzoil. Benzoil peroksida mempunyai waktu paruh yang dipengaruhi tekanan dan suhu, waktu paruh relatif kecil yaitu 0,37 jam pada temperatur 100°C. Penambahan sejumlah tertentu zat pembentuk radikal akan memberikan ikatan bagi bahan polimer (Carry, M.,1998).



Gambar 2.10 Mekanisme dekomposisi dari BPO (Carry, M.,1998).

2.8 Pengujian dan Karakterisasi

2.8.1 Daya Serap Air

Daya Serap Air (*Water uptake*) Prosedur uji ketahanan air yaitu dengan menimbang berat awal sampel yang akan diuji, kemudian dimasukkan ke dalam wadah yang berisi akuades selama 24 jam. Sampel diangkat dari wadah yang berisi akuades dan air yang terdapat pada permukaan plastik dihilangkan dengan tisu kertas, setelah itu baru dilakukan penimbangan (Ban *et al.*, 2005).

Pengujian penyerapan air ini mengacu pada ASTM C 20-00-2005. Dimana untuk mengetahui besarnya penyerapan air oleh Sampel dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Newdesnetty, 2009):

$$\text{Nilai Penyerapan Air } (PA) = \frac{(B_b - B_k)}{B_k} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

Dengan :

- PA = persentase penyerapan air (%)
- B_k = beratSampel kering
- B_b = beratSampel basah

yang dimaksud sampel berat kering adalah sampel yang ditimbang sebelum di rendam didalam air,dan yang dimaksud dengan sampel berat basah adalah sampel yang ditimbang setelah direndam didalam air selama 24 jam.

2.8.2 Spektrofotometri Infra Merah

Spektroskopi infra merah (IR) telah membuktikan sebagai alat yang unggul dalam mengkarakterisasi senyawa organik dan anorganik. Informasi mengenai struktur suatu senyawa dapat diperoleh dengan mempelajari daerah terjadinya absorpsi gugus fungsional. Daerah yang paling berguna untuk mengenal struktur senyawa adalah daerah 4000-1500 cm. Serapan setiap tipe ikatan (N-H, C-H, O-H, C-X, C=O, C-C, C=C, C=N, dan sebagainya) hanya diperoleh dalam bagian-bagian kecil tertentu dari daerah vibrasi inframerah. Kisaran serapan yang kecil dapat digunakan untuk menentukan setiap tipe ikatan. Daerah 4000-2500 cm⁻¹ merupakan absorpsi yang disebabkan oleh regangan ikatan N-H, C-H, O-H, serta gerakan kontraksi. Ikatan O-H dan N-H menyerap pada daerah 3600-3300 cm⁻¹ dan regangan ikatan C-H terjadi dekat 3000 cm⁻¹. Daerah antara 2500-2000 cm⁻¹ adalah daerah tempat regangan ikatan rangkap tiga, untuk itu baik nitril (R-C≡N) maupun alkuna keduanya menunjukkan puncak di daerah ini. Daerah dari 2000-1500 cm⁻¹ mengandung serapan ikatan rangkap dua, ikatan C=O, C=N, C=C, menunjukkan serapan di daerah ini. Produk hasil sintesis diharapkan mempunyai serapan C=O, C=C, OH, dan serapan aromatis. Pada dasarnya spektrofotometri FT-IR (*Fourier Transform Infra Red*) adalah sama dengan spektrofotometri IR dispersi, yang membedakannya adalah pengembangan pada sistem optiknya sebelum berkas sinar infra-merah melewati contoh (Da-Wen Sun, 2009 ; Nikolic, 2011).

Bila radiasi inframerah dilewatkan melalui suatu cuplikan, maka molekul-molekulnya dapat menyerap (mengabsorpsi) energi dan terjadilah transisi di antara tingkat vibrasi dasar (*ground state*) dan tingkat vibrasi tereksitasi (*excited state*). Pengabsorpsian energi pada berbagai frekuensi dapat dideteksi oleh spektrofotometer inframerah, yang memplot jumlah radiasi inframerah yang diteruskan melalui cuplikan sebagai fungsi frekuensi radiasi. Plot tersebut adalah spektrum infra merah yang memberikan informasi penting tentang gugus fungsional suatu molekul (Hendayana dkk., 1994).

Setiap struktur senyawa mempunyai karakteristik tertentu dilihat dari gugus fungsi yang terdapat dalam molekul tersebut. masing-masing gugus fungsi akan menunjukkan serapan pada daerah yang berbeda-beda. Spektrofotometer inframerah hampir menggunakan daerah dari $650 - 4000 \text{ cm}^{-1}$. Gugus fungsional untuk suatu molekul tampak pada daerah-daerah yang spesifik, seperti misalnya ikatan CO dan C-N biasanya terletak pada daerah $800-1300 \text{ cm}^{-1}$, sementara ikatan C=C, C=N dan C=O biasanya terletak pada daerah $1500-1900 \text{ cm}^{-1}$. Daerah antara $1400-4000 \text{ cm}^{-1}$ pada spektra disebut sebagai daerah inframerah. Daerah sidik jari berada pada daerah spektra sebelah kanan 1400 cm^{-1} yang terjadi karena adanya modus uluran dan tekukan sehingga gugus fungsional sulit diamati (Fessenden, 1986: 317).

2.8.3 Scanning Elektron Microscopy (SEM)

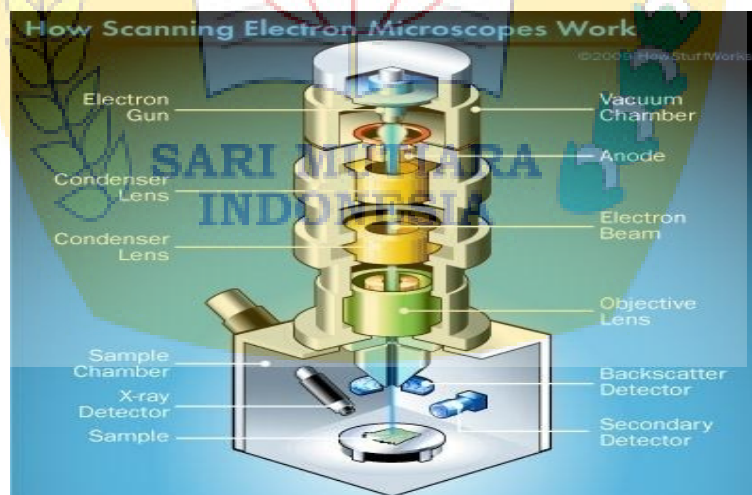
Scanning elektron microscopy (SEM) adalah alat yang dapat membentuk bayangan permukaan spesimen secara makroskopik. Berkas elektron dengan diameter $5-10 \text{ nm}$ diarahkan pada spesimen. Interaksi berkas elektron dengan spesimen menghasilkan beberapa fenomena yaitu hamburan balik berkas elektron, Teknik SEM pada hakekatnya merupakan pemeriksaan dan analisa permukaan. Data atau tampilan yang diperoleh adalah data dari permukaan atau dari lapisan yang tebalnya sekitar $20 \mu\text{m}$ dari permukaan. Analisis SEM dilakukan untuk mempelajari sifat morfologi dari film yang dihasilkan (Mikrajuddin Abdullah, 2008).

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* $4 - 0.4 \text{ mm}$ dan resolusi sebesar $1 - 10 \text{ nm}$. 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, dan sebagainya).

Prinsip kerja SEM yaitu bermula dari *electronbeam* yang dihasilkan oleh sebuah filamen pada *electrongun*. Pada umumnya *electron gun* yang digunakan adalah *tungsten hairpin gun* dengan filamen berupa lilitan *tungsten* yang berfungsi sebagai katoda. Tegangan diberikan kepada lilitan yang mengakibatkan terjadinya pemanasan. Anoda kemudian akan membentuk gaya yang dapat menarik elektron melaju menuju ke anoda.



Gambar 2.11 Scanning Electron Microscopy

Kemudian *electron beam* difokuskan ke suatu titik pada permukaan sampel dengan menggunakan dua buah *condenser lens*. *Condenser lens* kedua (atau biasa disebut dengan lensa objektif) memfokuskan *beam* dengan diameter yang sangat kecil, yaitu sekitar 10-20 nm. Hamburan elektron, baik *Secondary Electron (SE)* atau *Back Scattered Electron (BSE)* dari permukaan sampel akan

dideteksi oleh detektor dan dimunculkan dalam bentuk gambar pada layar CRT. SEM memiliki beberapa detektor yang berfungsi untuk menangkap hamburan elektron dan memberikan informasi yang berbeda-beda. Detektor-detektor tersebut antara lain:

1. Detektor EDX berfungsi untuk menangkap informasi mengenai komposisi sampel pada skala mikro.
 2. *Backscatter detector* yang berfungsi untuk menangkap informasi mengenai nomor atom dan topografi.
 3. *Secondary detector* yang berfungsi untuk menangkap informasi mengenai topografi.
- Pada SEM terdapat sistem vakum pada *electron-optical column* dan *sample chamber* yang bertujuan antara lain:
 1. Menghilangkan efek pergerakan elektron yang tidak beraturan karena adanya molekul gas pada lingkungan tersebut, yang dapat mengakibatkan penurunan intensitas dan stabilitas.
 2. Meminimalisasi gas yang dapat bereaksi dengan sampel atau mengendap pada sampel, baik gas yang berasal dari sampel atau pun mikroskop. Karena apabila hal tersebut terjadi, maka akan menurunkan kontras dan membuat gelap detail pada gambar.