

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karet Alam

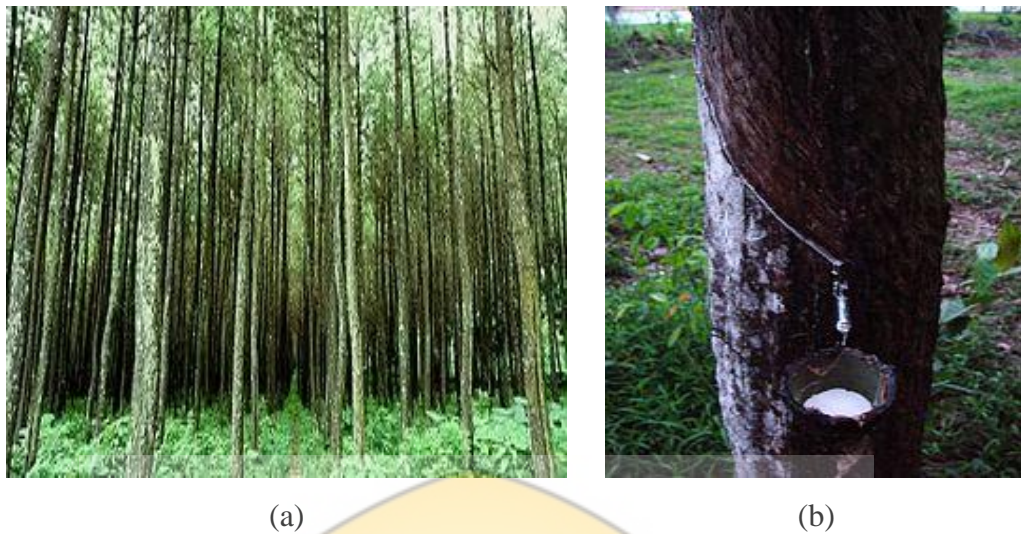
Karet alam adalah polimer isoprene (C_5H_8) yang mempunyai bobot molekul yang besar. Karet alam diperoleh dengan cara penyadapan pohon *Hevea Brasiliensis*. Karet alam memiliki berbagai keunggulan dibanding karet sintetik, terutama dalam hal elastisitas, daya redam getaran, sifat lekuk lentur (flek-cracking) dan umur kelelahan (fatigue). Ada beberapa macam karet alam yang dikenal, diantaranya merupakan bahan olahan. Bahan olahan yang setengah jadi atau sudah jadi, ada juga karet yang di olah kembali berdasarkan bahan karet yang sudah jadi (Mentari, 2019)

Untuk mendapatkan karet alam, dilakukan penyadapan terhadap batang pohon tanaman karet hingga dihasilkan getah kekuning-kuningan yang disebut lateks. Lateks merupakan cairan atau sitoplasma yang berisi $\pm 30\%$ partikel karet. Pada tanaman karet, lateks dibentuk dan terakumulasi dalam sel-sel pembuluh lateks yang tersusun pada setiap jaringan bagian tanaman, seperti pada bagian batang dan daun. Produk dari penggummoalan lateks selanjutnya diolah untuk menghasilkan lembaran karet (sheet), bongkahan (kotak), atau karet remah (crumb rubber) dan produk turunannya seperti ban, komponen dan sebagainya.

Karet alam dalam bentuk lateks yang diperoleh dari hasil penyadapan merupakan dispersi koloidal dengan massa jenis 0,975 -0,980 g/mL dan pH 6,5 -7, yang terdiri dari komponen karet dan non-karet, seperti protein, lipida, karbohidrat, asam dan beberapa senyawa anorganik. Komposisi ini sangat bervariasi tergantung pada tumbuhan karet sumbernya (Flint & Génin, 1938).

Lateks karet alam yang diperoleh dari hasil sadapan tumbuhan karet pada umumnya diolah menjadi lateks pekat dan karet kering, tergantung penggunaannya. Karet kering merupakan produk utama, sekitar 90% yang dihasilkan dan dikategorikan menjadi beberapa jenis. Di Indonesia, produk karet kering dikenal dengan nama Standard Indonesian Rubber (SIR), SIR 10, SIR 20, SIR 30. Dimana angka mengacu pada kandungan maksimum pengotor yang

terdapat dalam produk (Loo, 1980). Berikut ini merupakan gambar pohon yang menghasilkan karet :



Gambar 2.1. (a) Hutan Pohon Karet Alam *Havea Brasiliensis*, dan (b) Lateks Karet Alam

2.1.1 Jenis-jenis Karet Alam

Karet alam diproduksi dalam berbagai jenis, yakni :

1. Lateks pekat

Yang diolah langsung dari lateks kebun melalui proses pemekatan yang umumnya secara sentrifugasi sehingga kadar airnya turun dari sekitar 70% menjadi 40-50%. Lateks pekat banyak digunakan untuk bahan baku produksi sarung tangan, kondom, benang karet, balon, dan barang jadi lateks lainnya. Mutu lateks pekat dibedakan berdasarkan analisis kimia antara lain kadar karet kering, kadar NaOH, Nitrogen, MST dan analisis kimia lainnya.

2. Karet Sip Asap / Ribbed Smoked Sheet (RSS) / Krep (crepe)

Digolongkan sebagai karet konvensional, juga dibuat langsung dari lateks kebun, dengan terlebih dahulu menggumpalkannya kemudian digiling menjadi lembaran-lembaran tipis dan dikeringkan dengan cara pengasapan untuk karet sip asap, dengan cara pengeringan menggunakan udara panas untuk karet krep. Mutu karet konvensional dinilai berdasarkan analisis visual permukaan lembaran karet. Mutu karet akan semakin tinggi bila

permukaannya semakin seragam, tidak ada gelembung, tidak mulur, dan tidak ada kotoran serta teksturnya makin kekar/kokoh.

3. Crumb rubber (karet remah)

Digolongkan sebagai karet spesifikasi teknis (TSR = Technical Specified Rubber), karena penilaian mutunya tidak dilakukan secara visual, namun dengan cara menganalisis sifat-sifat fisika kimianya seperti kadar abu, kadar kotoran, kadar N, Plastisitas Wallance dan Viscositas Mooney. Crumb rubber diproduksi di Indonesia dikenal dengan nama SIR (Standart Indonesian Rubber)

4. Karet Siap (Tyer Rubber)

Karet ini memiliki daya campur yang baik sehingga mudah digabungkan dengan karet sintesis. merupakan karet yang diolah kembali dari barang-barang karet bekas. Biasa digunakan sebagai bahan campuran , karena mudah mengambil bentuk dalam acuan serta daya lekat yang dimilikinya juga baik. Kelemahan karet ini adalah kurang kenyal dan kurang tahan gesekan sesuai dengan sifat karet daur ulang (Andoko, 2008).

2.1.2 Sifat-sifat Karet Alam

Beberapa sifat-sifat karet alam adalah sebagai berikut :

1. Tahan terhadap suhu rendah
2. Dapat menempel pada logam
3. Memiliki ketahanan gesek dan robek yang tinggi
4. Mudah diproses atau diproduksi
5. Kekerasan dapat diatur dari yang sangat lembut sampai yang sangat keras
6. Penampilan dan warna yang dapat diatur berkisar dari tembus pandang sampai hitam pekat
7. Kemampuan untuk mengisolasi listrik atau bersifat konduktif
8. Menyerap atau meredam getaran dan suara
9. Kuat
10. Lentur dan elastis
11. Tidak tahan api (mudah meleleh)
12. Isolator panas dan listrik

2.2 Karet Alam Siklik

karet alam siklik (KAS) merupakan salah satu produk modifikasi karet alam dengan proses siklikisasi yang memiliki sifat rekat (adhesif) yang baik terhadap logam dan permukaan licin lainnya. Hal ini membuka peluang untuk memanfaatkan karet alam siklik sebagai teckifer perekat karet. Siklikisasi karet merupakan salah satu upaya untuk memperbaiki kelemahan karet dan produknya disebut karet alam siklik/resiprene35. Resiprene35 berupa kristal rapuh yang berwarna kemerahan dan mudah larut dalam berbagai pelarut karet(Damanik, 2014).



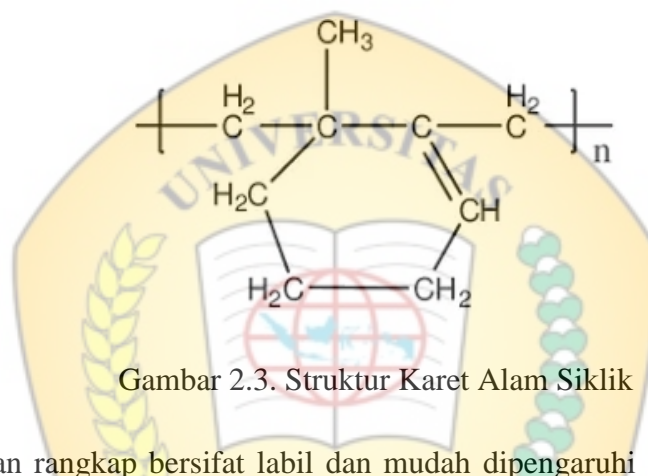
Gambar 2.2. Resiprene-35

Karet alam siklik adalah turunan dari karet alam yang telah berubah menjadi bahan termoplastik yang keras tapi rapuh, yang dihasilkan dari karet alam dengan adanya katalis asam dan menggunakan bahan baku karet SIR10 tanpa press. Karet alam siklik merupakan natural siklis yang larut dalam pelarut tak berbau, terutama dalam hidrokarbon alifatik dan campuran aromatic dan alifatik yang murah. Adapun karet alam siklik memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 2.1. Spesifikasi Karet Alam Siklik

Sifat	Standar	Satuan
Titik didih	125-145	°C
Viscositas	18-24	Second
Warna	11-13	Lovibond
Nilai asam	Maks 5	mg KOH/g
Massa jenis	0,88-0,98	g/ml
Penampilan	Bersih	-

Siklisasi karet alam merupakan reaksi pembentukan cincin enam karbon intramolekuler cis-1,4-poliisoprena menghasilkan KAS, yang dapat terjadi dengan melibatkan senyawa asam atau katalis Friedel-Craft. Perubahan karet alam menjadi resin/resinifikasi merupakan reaksi dimana terjadi pengurangan jumlah ikatan rangkap poliisoprena yang diikuti dengan pembentukan struktur siklis dan tidak terjadi perubahan rumus empiris karet, C₅H₈. Sementara itu berat molekul tetap tinggi dan tetap larut dalam pelarut karet yang menunjukkan tidak terjadi ikat silang (cross link). Karet kehilangan sifat elastisitasnya dan berubah menjadi material yang keras dan rapuh. Pengurangan jumlah ikatan rangkap yang terjadi dalam reaksi siklisasi bervariasi sekitar 40-90.



Gambar 2.3. Struktur Karet Alam Siklik

Ikatan rangkap bersifat labil dan mudah dipengaruhi oleh katalis. Reaksi siklisasi dapat terjadi jika ada dua unit ikatan rangkap yang berdekatan bereaksi menghasilkan struktur siklis dengan hadirnya pereaksi/katalis yang sesuai. Siklisasi karet alam disepakati secara umum sebagai tipe reaksi polimerisasi ionik, dimana terjadi protonasi pada ikatan rangkap yang diikuti oleh tahapanpropagasi pembentukan struktur siklis dan diakhiri dengan deprotonasi (Lee et al., 1963).

2.2.1 Sifat-sifat Karet Alam Siklik

Berikut sifat-sifat karet alam siklik :

- Ringan, kaku, dan tahan terhadap gaya gosok
- Mempunyai daya rekat yang baik terhadap logam, kayu, kulit, tekstil, dan kertas
- Mempunyai sifat yang hampir sama dengan kulit hewan

- Mempunya sifat adhesif yang baik, termasuk terhadap logam dan permukaan licin lainnya.
- Tidak larut dalam air, tetapi dapat larut dalam pelarut karet yang bersifat non-polar
- Merupakan polimer non kristalin yang rantai-rantai molekulnya telah di keraskan oleh formasi cincin

2.2.2 Pengaplikasian Karet Alam Siklik

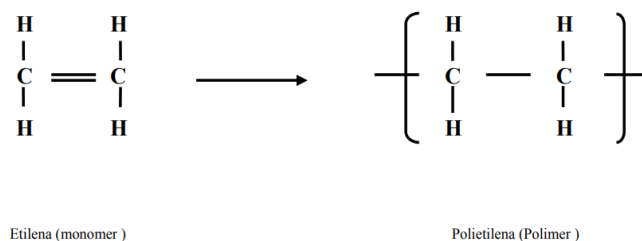
Berikut pengaplikasian karet alam siklik :

- Sebagai pelapis cat kapal
- Sebagai bahan pembuatan tinta
- Sebagai bahan adhesif/perekat
- Sebagai anti korosif
- Sebagai pelapis bahan kimia
- Sebagai pelapis beton
- Sebagai zat aditif untuk barang elektronik

2.3 Polietilena (PE)

Ada berbagai jenis termoplastik yang telah banyak digunakan untuk mempersiapkan termoplastik elastomer kompatibilitas tinggi, ini termasuk polipropilen, low-density polyethylene, uv-low-density polyethylene, linier low density polyethylene, dikloronasi polietilen, polistiren, poliamida, etilena-vinil asetat, kopolimer, dan poli metil metakrilat. (Nakason et al., 2006)

Polietilena (*Polyethylene*) merupakan suatu polimer yang terbentuk dari banyak unit yang berulang dari monomer etilena.



Gambar 2.4. Etilena Suatu Monomer dan Unit Berulang Polietilena

Polietilena disebut juga polietena atau politena yang merupakan etena homopolimer memiliki berat molekul 1.500-100.000 dengan perbandingan C (85,7%) dan H (14,3%), dapat dibuat melalui proses polimerisasi etilena cair pada suhu dan tekanan tinggi atau rendah. Polietilena adalah bahan termoplastik yang transparan, berwarna putih yang mempunyai titik leleh bervariasi antara 110-137°C. Polietilen bersifat resisten terhadap zat kimia. Pada suhu kamar, polietilena tidak larut dalam pelarut organik dan anorganik (Billmeyer, 1984).

Beberapa jenis polietilena yaitu : Low Density Polyethylene (LDPE), High Density Polyethylene (HDPE), dan Linier Low Density Polyethylene (LLDPE). LDPE memiliki struktur rantai bercabang yang tinggi dengan cabang-cabang yang panjang dan pendek. Sedangkan HDPE mempunyai struktur rantai lurus, dan LLDPE memiliki rantai polimer yang lurus dengan rantai cabang yang pendek. Polietilena adalah polimer yang termasuk golongan polyolefin, dengan berat molekul rata-rata (M_w) = 50.000-30.000. (Curlee & Das, 1991)

Sifat-sifat dari polietilena sangat dipengaruhi oleh struktur rantai dan kerapatannya. LDPE lebih bersifat elastis dibanding HDPE. Hal ini karena sifat kristalinitasnya rendah disebabkan adanya cabang-cabang dari rantai polimer itu, sedangkan HDPE mempunyai sifat kristalinitas lebih tinggi dan lebih kaku, HDPE merupakan polimer linier. Dengan adanya perbedaan bentuk rantai dan kerapatan ini dapat menyebabkan perbedaan sifat kedua jenis polietilen tersebut. Sedangkan LLDPE merupakan suatu jenis polietilena yang paling prospektif karena kemudahan proses pembuatan dan diproduksi dalam berbagai pembuatan yaitu proses polimerisasi menggunakan berbagai jenis katalis Ziger Natta. Sifat-sifat LLDPE sangat dipengaruhi oleh kromomer yang ditambahkan. LLDPE dapat digunakan dalam berbagai produk dan aplikasi sebagai kemasan berbentuk film, botol tabung dan penutup (Cowd, 1991). Dan yang kita gunakan dalam penelitian ini adalah polietilena yang berdensitas rendah (LDPE).

2.3.1 Low Density Polyethylene (LDPE)

LDPE (Low Density Poly Ethylene) adalah termoplastik yang terbuat dari minyak bumi. Pertama kali diproduksi oleh Imperial Chemical Industries (ICI) pada tahun 1933, menggunakan tekanan tinggi dan polimerisasi radikal bebas.

LDPE dapat didaur ulang, dan memiliki simbol angka 4 pada simbol daur ulang. LDPE dicirikan dengan densitas antara 0,910-0,940 gr/cm³ dan tidak reaktif pada temperatur ruangan, kecuali oleh oksidator kuat dan beberapa jenis pelarut dapat menyebabkan kerusakan LDPE dapat bertahan pada temperatur 90 °C dalam waktu yang tidak terlalu lama (Ritonga, 2011)



Gambar 2.5. LDPE Bentuk Granul

LDPE memiliki percabangan yang banyak, lebih banyak dibandingkan dengan HDPE sehingga gaya antar molekulnya rendah. Ketahanan LDPE terhadap bahan kimia diantaranya :

- a. tak ada kerusakan dari asam, basa, alkohol dan ester,
- b. kerusakan kecil dari keton, aldehida dan minyak tumbuhan,
- c. kerusakan menengah dari hidrokarbon alifatik, aromatik dan oksidator,
- d. kerusakan tinggi pada hidrokarbon terhalogenisasi

LDPE memiliki aplikasi yang cukup luas terutama sebagai wadah pembungkus. Produk lainnya dari LDPE meliputi wadah makanan, permukaan anti korosi, bagian yang membutuhkan fleksibilitas, kantong plastik dan bagian elektronik

LDPE memiliki sifat mudah diproses, kuat, fleksibel, kedap air, permukaan berkilau, tidak jernih tetapi tembus cahaya, melunak pada temperature 70°C. Plastik tersebut biasanya digunakan sebagai pot yoghurt, kantong belanjaan (kresek), kantong roti dan makan segar, botol yang dapat ditekan. LDPE memiliki rantai cabang yang cukup banyak membuatnya tidak terlalu padat sehingga bisa menghasilkan jenis polyethylene yang lebih lunak dan fleksibel (Muammar et al., 2018).

2.3.2 High Density Polyethylene (HDPE)

High Density Polyethylene (HDPE) merupakan salah satu bahan plastik yang aman untuk digunakan karena kemampuan untuk mencegah reaksi kimia antara plastic berbahan HDPE dengan makanan/minuman yang di kemasnya. HDPE memiliki rantai polimer tunggal yang cukup panjang yang membuat jenis plastik ini cukup padat, kuat, dan lebih tebal serta lebih tahan terhadap suhu tinggi. HDPE biasa di pakai untuk botol susu yang berwarna putih susu, tupperware, galon air minum, kursi lipat, dll. HDPE direkomendasikan hanya untuk sekali pemakaian saja, karena pelepasan senyawa antimoni trioksida terus meningkat seiring waktu (Nursalam, 2016 & Fallis, 2013). HDPE dicirikan dengan densitas yang tinggi yaitu 0,94-0,97 gr/cm³, dan berbentuk kristalin serta memiliki titik leleh diatas 127°C.

2.3.3 Low Linier Density Polyethylene (LLDPE)

Low Linier Density Polyethylene (LLDPE) memiliki densitas antara 0,9-0,94 gr/cm³. LLDPE biasa digunakan sebagai tutup kemasan, pembungkus kabel, film, tong sampah, dan karung. Sifat LLDPE yang mempunyai kekuatan tarik dan ketangguhan yang baik, tahan terhadap bahan kimia dan retak tegangan menjadi pertimbangan untuk aplikasi jerigen dan botol sehingga diharapkan dapat menambah ketahanan tekan pada jerigen ataupun botol. Kebutuhan LLDPE di indonesia cenderung semakin meningkat yang ditunjukkan nilai import semakin tinggi (Susanto, 2010).

LLDPE di dapat dari proses polimerisasi etilen yang dapat diproduksi melalui tiga proses utama yang biasa digunakan untuk mengubah etilen menjadi LLDPE, yaitu proses solution polymerization, suspension, dan fase gas (Nowlin, 2014).

2.4 Precipitated Calcium Carbonate (PCC)

Kalsium karbonat dimanfaatkan tidak hanya untuk menyediakan sistem tubuh dengan nutrisi penting (kalsium), tetapi juga sebagai kondisioner dalam pencegahan bubuk makanan menjadi kering. Selain itu, PCC sering digunakan dalam pasta gigi yang berfungsi sebagai abrasive dalam fillers. PCC jauh lebih

murah dari bahan abrasif yang lain seperti silika dan *dicalcium phosphate*. PCC mempunyai banyak kelebihan dibanding *ground calcium carbonate* dengan ukuran partikel yang lebih kecil, kemurnian tinggi, distribusi ukuran partikel kecil dan bentuk kristal biasa. PCC dapat diproduksi dalam berbagai bentuk partikel dan dalam ukuran partikel halus. PCC semakin banyak digunakan di industri seperti kertas, karet, cat, tekstil, plastik, dan lain-lain. Kalsium karbonat terdapat dalam tiga mineral yaitu kalsit, aragonit, dan vaterit.

PCC dapat diproduksi melalui 2 metode utama yaitu : solid-liquid route yang melibatkan reaksi langsung antara Ca^{2+} dan CO_3^{2-} dalam larutan, dan solid-liquid route dimana gas CO_2 direaksikan dengan larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Pada liquid-liquid route larutan garam karbonat digunakan sebagai pengganti gas CO_2 yang ditambahkan ke reaktan dalam proses karbonasi sebelumnya. Proses ini sering digunakan dalam produksi laboratorium karena mudah dalam mengendalikan variabel operasinya. Polimorf PCC yang paling umum diperoleh melalui solid-liquid route adalah kalsit rhombohedral. Solid-liquid-gas route, juga disebut sebagai metode karbonasi, banyak digunakan di industri karena prosedur yang sederhana, biaya rendah, hasil lebih banyak dan kemurnian yang lebih tinggi. Namun, metode karbonasi membutuhkan waktu yang cukup lama karena kelarutan CO_2 yang rendah digunakan untuk sintesis PCC. Dalam proses ini batuan karbonat dikalsinasi dengan menggunakan furnace antara suhu $900-1000^\circ\text{C}$, kemudian diolah dengan air untuk menghasilkan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ atau susu kapur. Susu kapur dikarbonasi dengan CO_2 yang diperoleh dari proses kalsinasi (LU et al., 2009).

2.5 Organo Precipitated Calcium Carbonate (O-PCC)

Surfaktan adalah suatu senyawa yang memiliki kemampuan untuk menurunkan tegangan permukaan suatu media yang dapat diproduksi melalui sintesis secara kimiawi. Kemampuan surfaktan untuk menurunkan tegangan permukaan karena adanya gugus hidrofilik (polar) dan gugus hidrofobik/lipofilik (nonpolar) yang menyebabkan air dan minyak dapat bercampur dengan baik. Adanya dua gugus berbeda dalam satu molekul merupakan karakteristik dasar dari surfaktan. Aktivitas permukaan dari molekul surfaktan tersebut ditentukan oleh

susunan pembentuknya, kelarutan, ukuran relatif, dan lokasi di dalam molekul surfaktan. (Schramm et al., 2003; Yuan et al., 2014).

Asam oleat biasanya dipergunakan sebagai surfaktan pada nanopartikel seperti kalsium karbonat karena gugus permukaan pada partikel kalsium klorida bermuatan positif dan kompleks dengan asam lemak. Hal ini yang menyebabkan asam oleat menjadi bersifat hidrofobik dan mudah terdispersi dalam pelarut hidrofobik (non polar). Asam oleat juga efektif pada konsentrasi lebih rendah serta ikatan rangkapnya menghasilkan kebutuhan ruang yang lebih tinggi (Jeon et al., 2018).

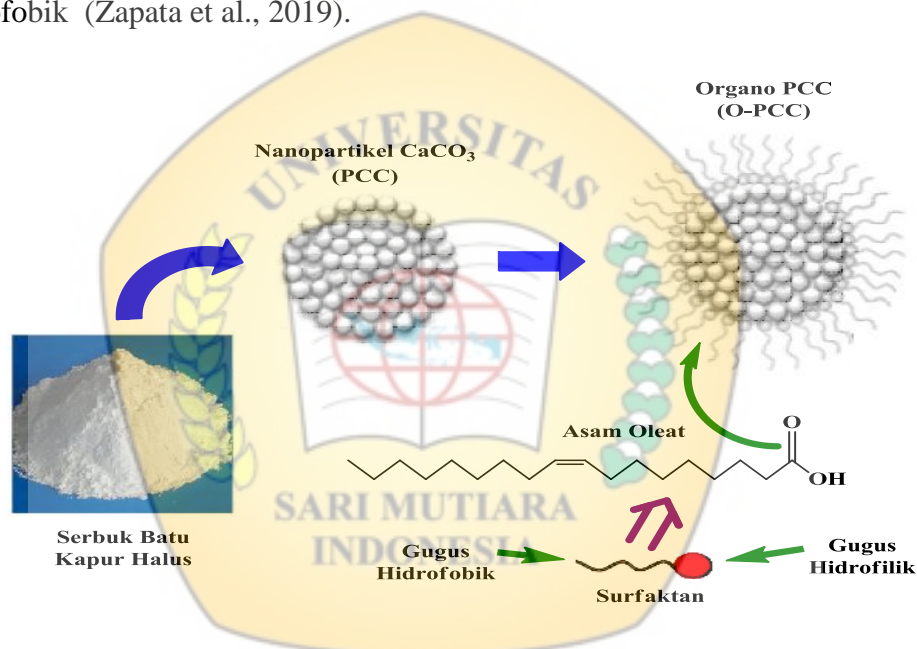
Asam oleat telah banyak dipergunakan sebagai *coating* karena sifat hidrofobiknya yang mengandung gugus polar dengan sebuah hidrogen aktif sehingga dapat membentuk misel pada larutan berair, dan telah banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku surfaktan nonionik (Al-Sabagh et al., 2016; Jeon et al., 2018; Kim et al., 2015; Zapata et al., 2019)

Surfaktan berdasarkan muatannya dibagi atas empat golongan yaitu surfaktan nonionik, anionic, kationik, amfoterik. Surfaktan nonionik adalah surfaktan yang gugusnya hidrofiliknya tidak bermuatan (tidak terjadi ionisasi pada molekulnya). Surfaktan nonionik ini tidak berdisosiasi dalam air, kelarutannya diperoleh dari sisi polarnya. Surfaktan jenis ini tidak membawa muatan elektron, tetapi mengandung hetero atom yang menyebabkan terjadinya momen dipol. Sebagai molekul amfifilik, surfaktan memiliki sifat khas dalam suatu larutan yang berbeda kepolarannya dan berguna untuk mengukur kinerja surfaktan yaitu kestabilan dalam emulsi, kemampuan menurunkan tegangan permukaan dan tegangan antar muka, serta pembentukan misel. (Adilina et al., 2015).

Beberapa penelitian tentang surfaktan nonionik dari asam lemak yang digunakan untuk modifikasi permukaan partikel anorganik secara kimia telah dilakukan seperti Zhao et al. (2012) yang telah memodifikasi permukaan nanopartikel kalsium karbonat (PCC) menggunakan asam alginate. Jeon et al. (2018) juga telah melakukan hal yang sama yaitu modifikasi secara kimia permukaan pada PCC nanopartikel tetapi menggunakan variasi surfaktan dari beberapa asam lemak bebas seperti asam stearat, asam palmitat, asam miristat, dan asam oleat. Sementara itu, Kim et al. (2015) melakukan modifikasi kimia

pada permukaan PCC nanopartikel menggunakan surfaktan dari campuran asam oleat dan fosfolipid.

Permukaan PCC nanopartikel dapat dimodifikasi secara kimia dengan surfaktan asam oleat melalui dua metode yaitu metode adsorpsi dari larutan, dan metode pencampuran secara kering. Pada penelitian ini digunakan metode adsorpsi dari larutan, dimana asam oleat dicampurkan bersama dengan pelarut non polar n-heksana sehingga membentuk suspensi yang stabil karena adanya gugus hidrofobik pada asam oleat tersebut, sedangkan gugus hidrofiliknya teradsorpsi pada permukaan partikel PCC membentuk lapisan *monolayer* pada permukaan partikel PCC, sehingga mengubah permukaan PCC dari bersifat hidrofilik menjadi hidrofobik (Zapata et al., 2019).



Gambar 2.6. Pembentukan O-PCC dari PCC Nanopartikel dan Asam Oleat

Modifikasi kimia PCC nanopartikel dengan asam oleat tersebut tidak hanya mampu meningkatkan stabilitas suspensi PCC nanopartikel dalam larutan tetapi juga dapat meningkatkan kapasitas dispersi PCC nanopartikel yang selama ini sangat mudah mengalami aglomerasi (penggumpalan). Penggumpalan dapat terjadi disebabkan oleh ukuran partikel dari PCC yang sangat kecil berskala nanometer, sehingga luas permukaan spesifik PCC pun semakin besar dan energi permukaannya semakin meningkat (tinggi) (Zapata et al., 2019).

Adanya penggumpalan tersebut juga mengakibatkan dispersi PCC nanopartikel dalam material komposit menjadi buruk (tidak merata), ketidakmerataan dispersi PCC nanopartikel dalam suatu komposit polimer tentunya mengakibatkan sifat-sifat mekanik pada material komposit tersebut tidak menunjukkan adanya peningkatan meskipun telah ditambahkan bahan pengisi (Zapata et al., 2019).

2.6 Kompatibilisasi (Kompatibiliser)

Kompatibilisasi campuran polimer dapat didefinisikan sebagai pencampuran (*miscibility*) dari dua atau lebih polimer pada skala molekul, campuran polimer yang tidak menunjukkan pemisah yang jelas, campuran polimer yang tidak menunjukkan pemisahan yang jelas, campuran polimer yang memenuhi sifat-sifat sepenuhnya kompatibel, semi kompatibel dan non kompatibel. Campuran dapat dikatakan sepenuhnya kompatibel apabila menunjukkan transisi gelas tunggal, homogen dan ukuran partikel antara 5-10 nm. Sedangkan campuran yang semi kompatibel akan menunjukkan dua T_g yang terpisah dimana posisinya tergantung pada interaktif kekuatan antara batas fasa (Couchman, 1979).

Kompatibilisasi dapat digambarkan sebagai proses untuk mengurangi entalpi daripada campuran atau membuatnya menjadi semakin kecil. Kompatibilisasi digunakan untuk campuran polimer yang sifat praktis berguna, terlepas dari apakah secara teoritis larut atau bercampur (Utracki & Sammut, 1990).

Kompatibiliser berguna untuk:

- Mengurangi energi antar muka dan memperbaiki adhesi antara fase sehingga memperkecil fase dispersi ukuran partikel.
- Memperoleh dispersi yang baik selama campuran.
- Menstabilkan dispersi yang baik terhadap *agglomeration* (penumpukan) selama berlangsungnya proses.
- Mencapai suhu morfologi yang seimbang yang akan memberikan tegangan halus yang ditransfer dari satu fase ke fase yang lain dan digunakan untuk menahan gangguan (kerusakan) tegangan yang lebih besar.

Persyaratan dasar untuk kompatibiliser sebagai aditif dalam proses reaktif yaitu dalam reaksi kompatibilisasi yang harus cepat dan irreversibel dan tegangan antarmuka harus dioptimalkan. Beberapa molekul polimer harus berisi kumpulan kimia yang dapat beraksi untuk membentuk ikatan primer selama dalam proses pencampuran (Nguyen, 2008).

2.7 Komposit

Komposit adalah penggabungan dari dua atau lebih material yang berbeda sebagai suatu kombinasi yang menyatu. Bahan komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu serat (fiber) sebagai pengisi dan bahan pengikat serat tersebut yang disebut matrik. Didalam komposit unsur utamanya adalah serat, sedangkan bahan pengikatnya menggunakan bahan polimer yang mudah dibentuk dan mempunyai daya pengikat yang tinggi. Penggunaan serat sendiri yang utama adalah untuk menentukan karakteristik bahan komposit, seperti : kekakuan, kekuatan serta sifat-sifat mekanik lainnya. Sebagai bahan pengisi serat digunakan untuk menahan sebagian besar gaya yang bekerja pada bahan komposit, matrik sendiri mempunyai fungsi melindungi dan mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik terhadap gaya-gaya yang terjadi. Oleh karena itu untuk bahan seratterdgunakan bahan yang kuat, kaku dan getas, sedangkan bahan matrik dipilih bahan-bahan yang liat, lunak dan tahan terhadap perlakuan kimia.

Salah satu keuntungan material komposit adalah kemampuan material tersebut untuk diarahkan sehingga kekuatannya dapat diatur hanya pada arah tertentu yang kita kehendaki, hal ini dinamakan “ tailoring properties”. Ini adalah salah satu sifat istimewa komposit yaitu ringan, kuat, tidak terpengaruh korosi dan mampu bersaing dengan logam, tidak kehilangan karakteristik dan kekuatan mekanisnya(Schwartz, 1984).

Secara umum bahan komposit terdiri dari dua macam, yaitu bahan komposit partikel (particulate composite) dan bahan komposit serat (fiber composite). Bahan komposit partikel terdiri dari partikel-partikel yang diikat oleh matrik. Bahan komposit serat terdiri dari serat-serat yang diikat oleh matrik yang saling berhubungan.

2.7.1 Jenis-jenis Komposit

Komposit berdasarkan penguat yang digunakan ada 3, yaitu :

1. Komposit Serat (*Fiber Composites*)
Adalah komposit yang terdiri dari fiber dan matriks.
2. Komposit Laminat (*Laminated Composites*)
Adalah komposit yang terdiri dari sekurang-kurangnya dua lapis material yang berbeda digabung secara bersama-sama.
3. Komposit Partikel (*Partikulate Composites*)
Adalah komposit yang terdiri dari satu atau lebih partikel/serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriknya. (George, 1999)

Komposit berdasarkan komponen struktural ada 3, yaitu :

1. Komposit Serat (*Fibrous Composites*)
Merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu lamina atau satu lapisan yang menggunakan penguat berupa serat/fiber (Jones, 1975)
2. Komposit Partikel
Merupakan komposit yang mempunyai bahan penguat yang dimensinya kurang lebih sama seperti bulat serpih, balok, serta bentuk-bentuk lainnya yang memiliki sumbu hamper sama, yang kerap disebut partikel dan bisa terbuat dari satu atau lebih material yang dibenamkan dalam suatu matriks dengan material yang berbeda.
3. Komposit Lapis (*Laminates Composites*)
Merupakan komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabungkan menjadi satu, dan setiap lapisannya memiliki karakteristik sifat sendiri.
4. Komposit Lapis Serat
Merupakan lapisan yang dibentuk dari komposit serat dan disusun dalam berbagai orientasi serat (Jones & Chiu, 1999).

Komposit berdasarkan fasa pengisi (matriks) ada 3, yaitu :

1. PMC (*Polymers Matrix Composites*)
Komposit yang menggunakan polimer sebagai matrixnya.

2. CMC (*Ceramic Matrix Composites*)

Material 2 fasa dengan 1 fasa berfungsi sebagai reinforcement dan 1 fasa sebagai matriks, dimana matriksnya terbuat dari keramik. Pada umumnya reinforcement yang digunakan pada CMC adalah oksida carbide dan nitrid.

3. MMC (*Metal Matrix Composites*)

Komposit yang memiliki matriks logam.

2.8 Karakterisasi Campuran Kimia

Karakterisasi dilakukan untuk mengetahui dan menganalisis campuran polimer. Dan karakterisasi yang dilakukan dalam percobaan ini adalah dengan menggunakan metode FTIR (*fourier transform infrared spectroscopy*) dan SEM (*scanning electron microscopy*).

2.8.1 Analisis Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR)

Spektroskopi infra merah merupakan metode yang sangat luas digunakan untuk karakterisasi struktur molekul polimer, karena memberikan banyak informasi. Perbandingan posisi adsorpsi dalam spectrum infra merah suatu sampel polimer dengan adsorpsi karakteristik, menunjukkan identifikasi pada keberadaan ikatan dan gugus fungsi dalam polimer (Koenig, 1975).

Kelebihan dari FTIR mencakup persyaratan ukuran sampel yang kecil, perkembangan spektrum yang cepat, dan karena instrumen ini memiliki computer yang terdedikasi, kemampuan untuk menyimpan dan memanipulasi spektrum (Stevens, 2001).

Analisis infra merah menyangkut penentuan gugus fungsi dari molekul yang memberikan regangan daerah serapan infra merah. Dimana daerah serapan infra merah terletak antara spectrum elektromagnetik sinar tampak dan spectrum radio yaitu $4000-400 \text{ cm}^{-1}$. Ahli kimia organik pada tahun 1930 secara serius mulai memikirkan spektra infra merah sebagai salah satu yang memungkinkan atau mengidentifikasi senyawa melalui gugus fungsinya (Silverstain, R.M., 1986).

Hubungan kuantitatif antara konsentrasi (C) dan adsorpsi (A) pada spektroskopi infra merah diberikan oleh persamaan Lambert-Beer :

$$A = \epsilon CL$$

ϵ = Adsorpsifitas molar

L = Tebal sampel (jarak yang ditempuh sinar IR yang menembus sampel)

hubungan intensitas radiasi, adsorpsi (A) didefinisikan sebagai :

$$A = \log I_0/I$$

I_0 = Intensitas radiasi sebelum melewati sampel

L = Intensitas radiasi setelah melewati sampel

Untuk mengukur serapan gugus dari serapan spektrum infra merah digunakan cara dasar tangen, dengan menggunakan metode garis AC, maka harga I_0 adalah panjang BE dan $I = DE$, sehingga harga adsorbansi adalah :

$$A = \log \frac{BE}{DE}$$

Hal ini dilakukan mengingat transmisi 100% tidak pernah dicapai karena adanya serapan dari medium (serapan latar belakang). Analisis infra merah memberikan informasi tentang kandungan aditif, panjang rantai, struktur polimer. Di samping itu analisis mengenai bahan polimer yang terdegradasi oksidatif dengan munculnya gugus karbonil dan pembentukan ikatan rangkap rantai polimer. Gugus lain yang menunjukkan terjadinya degradasi oksidatif adalah gugus karbonil dan karboksilat. Umumnya pita serapan polimer pada spektrum infra merah adalah adanya ikatan C/H/regangan pada daerah 2880 cm^{-1} s/d 2900 cm^{-1} dan regangan dari gugus lain yang mendukung suatu Analisis mineral (Hummel et al., 1985).

2.8.2 Analisis Scanning Electron Microscope (SEM)

Scanning elektron mikroskopi (SEM) merupakan alat yang dapat membentuk bayangan permukaan. Struktur permukaan suatu benda uji dapat dipelajari dengan mikroskop electron pancaran karena jauh lebih mudah untuk mempelajari struktur permukaan itu secara langsung.

Pada dasarnya, SEM menggunakan sinyal yang dihasilkan elektron dan dipantulkan atau berkas sinar elektron sekunder. SEM menggunakan prinsip scanning dengan prinsip utamanya adalah berkas elektron diarahkan pada titik-

titik permukaan spesimen. Gerakan elektron diarahkan dari satu titik ke titik lain pada permukaan spesimen.

Jika seberkas sinar elektron ditembakkan pada permukaan spesimen, maka sebagian dari elektron itu akan di pantulkan kembali dan sebagian lagi di teruskan. Jika permukaan spesimen tidak rata, banyak lekukan, lipatan atau lubang-lubang maka tiap bagian permukaan itu akan memantulkan elektron dengan jumlah dan arah yang berbeda dan jika ditangkap detektor akan diteruskan ke sistem layer dan akan diperoleh gambaran yang jelas dari permukaan spesimen dalam bentuk tiga dimensi (Şahin et al., 1997).

