

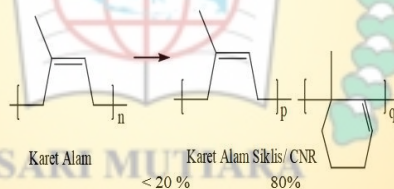
## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

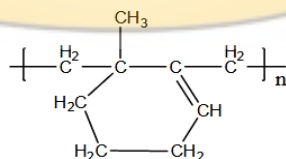
#### 2.1 Karet Alam Siklik (Resiprena-35)

Perkembangan karet alam di Indonesia cukup pesat termasuk melakukan produk terbarukan (renewable) yang dapat dimodifikasi secara kimia melalui reaksi siklisasi sehingga menghasilkan Karet Alam Siklis (KAS) atau disebut dengan Resiprena-35, yang diperoleh dengan katalis asam-asam kuat (seperti asam sulfat dan asam p-toluensulfonat) atau katalis Friedl-Crafts (seperti  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{SnCl}_4$ , dan  $\text{TiCl}_4$ ) (Aritonang and Tamrin 2021).

Resiprena-35/KAS merupakan hasil modifikasi karet alam secara kimia melalui reaksi siklisasi intramolekul cis-1,4-poliisoprena dengan melibatkan senyawa asam lewis, memiliki daya rekat yang baik pada logam, kaca, kayu dan kertas sehingga banyak diaplikasikan pada lingkungan yang rentan terhadap korosi, seperti untuk bahan pengikat cat bahan perekat dan tinta cetak (Chusna 2002).



Gambar 2.1. Reaksi Siklisasi Karet Alam menghasilkan Karet Alam Siklis



Gambar 2.2. Struktur Karet Alam Siklis

Karet alam siklis merupakan polimer bersifat nonpolar memiliki sifat adhesi permukaan yang sangat lemah dan masih rentan terhadap serangan radikal bebas seperti asam anorganik dan ozon, dikarenakan adanya ikatan rangkap dua ( $\text{C}=\text{C}$ ) pada rantai karbon siklis. Penggunaan karet alam siklis (CNR) ini telah banyak dikembangkan khususnya di Indonesia, karena CNR ini juga sudah diproduksi secara

komersil yang disebut dengan Resiprena-35. Resiprena-35 adalah hasil siklisasi dari karet alam yang larut dalam pelarut yang tidak berbau, terutama dalam pelarut hidrokarbon alifatik dan mudah bercampur dari aromatik dan alifatik.

Tabel 2.1. Spesifikasi Produk

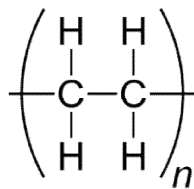
Property	Range	Satuan
Titik lebur	125 – 145	°C
Viskositas	18 – 24	Detik
Warna	11 – 13	Lovibond
Bilangan asam	Max 5	mg KOH/g
Densitas	0,88 – 0,98	g / ml
Rupa	Bersih	-

Sifat utama Resiprena salah satunya tidak menyerap air, tidak beracun, mengilap keras, tahan air, kelarutan yang baik dalam pelarut alifatik dan aromatik, kecepatan pengeringan, tahan panas, dan aplikasi resiprena sering digunakan sebagai pernis, cat kapal, dekoratif (interior/eksterior), cat belakang cermin, tinta cetak, pita perekat, beton dan kolam renang dan berbagai contoh dan kegunaan lainnya.

## 2.2 Polietilena

Polietilena (PE) adalah salah satu polimer terbesar di produksi. Polietilena (PE) adalah salah satu jenis polimer yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu contohnya digunakan sebagai bahan isolasi kabel tegangan tinggi karena sifat fisik, kimia, dan elektrikalnya yang luar biasa, dan beberapa kegunaan lainnya.

Polietilen adalah polimer dari monomer etilen yang dibuat dengan proses polimerisasi adisi dari gas etilen yang diperoleh dari hasil samping industri minyak dan batu bara. Polietilena memiliki rumus  $(C_2H_4)_n$ , polietilena adalah bahan termoplastik yang transparan, berwarna putih yang mempunyai titik leleh bervariasi antara 110-137°C. Umumnya polietilen bersifat resisten terhadap zat kimia. Pada suhu kamar, polietilena tidak larut dalam pelarut organik dan anorganik.



Gambar 2.3. Struktur Polietilena

Polietilena (PE) merupakan salah satu polimer termoplastik terbesar yang diproduksi, karena mempunyai berat yang ringan, mudah dibentuk, cukup keras, tahan goresan, tahan terhadap zat kimia, dan sedikit sekali menyerap air, sifatnya yang transparan, dan tembus cahaya. Polietilena memiliki kekuatan benturan yang tinggi dan tahan terhadap pelarut organik pada suhu 60°C. Adanya beraneka ragam produk berbahan polietilena disebabkan karena polimer ini dapat kompatibel dengan sejumlah bahan aditif sehingga polimer ini dapat menyumbang 22% berat permintaan plastik di dunia.

Polietilena mempunyai kelemahan diantaranya adalah pada suhu rendah akan rapuh, dalam keadaan murni pada suhu -30°C mudah pecah, kaku, mudah retak, kurang stabil terhadap pemanasan, mempunyai tegangan (tensile) yang rendah, mudah terdegradasi oleh zat pengoksidasi seperti asam nitrat dan hidrogen peroksida (Ram 2008)

Polietilena memiliki sifat mekanik dan dielektrik yang baik seperti sifat permitivitas yang relatif rendah, kehilangan dielektrik yang rendah, dan kekuatan tembus dielektrik yang tinggi, selain itu ringan, mudah dibentuk, cukup keras, tahan goresan, tahan terhadap zat kimia, dan sedikit sekali menyerap air, sifatnya yang transparan, dan tembus cahaya.

Beberapa jenis polietilena antara lain :

- 1) Low Density Polyethylene (LDPE),
- 2) High Density Polyethylene (HDPE) dan
- 3) Linear Low Density Polyethylene (LLDPE).

Low Density Polyethylene (LDPE) memiliki struktur rantai bercabang yang tinggi dengan cabang-cabang yang panjang dan pendek. Sedangkan High Density Polyethylene (HDPE) mempunyai struktur rantai lurus, Linear Low Density Polyethylene (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 (WULAN SARI 2019). Polietilena dengan densitas rendah biasanya digunakan untuk lembaran tipis pembungkus makanan, kantung-kantung plastik, jas hujan. Sedangkan untuk polietilena yang memiliki densitas tinggi, polimernya lebih keras, namun mudah dibentuk sehingga banyak dipakai sebagai alat dapur misalnya ember, panci, juga untuk pelapis kawat dan kabel.

### 2.3 Komposit

Komposit didefinisikan sebagai struktur dalam skala makro atau mikro yang dibuat dari bahan-bahan yang berbeda, cirri-cirinya tetap terbawa setelah komponen terbentuk sepenuhnya. Karena itu selalu ada antarmuka diantara dua bahan, dan sifat-sifat antarmuka ini mempunyai pengaruh yang jelas terhadap sifat-sifat komposit. Pendapat lain tentang komposit yaitu paduan dari dua atau lebih material untuk mendapatkan material baru dengan sifat-sifat tertentu sesuai yang diinginkan, baik dari sifat mekanik maupun sifat ketahanan terhadap korosi (Widiarta, Nugraha, and Dantes 2018).

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material penyusunnya melalui proses pencampuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Komposit merupakan sistem multi fasa gabungan, yang menggabungkan bahan matriks (resin) sebagai pengikat dengan bahan lain sebagai fasa pengisi (filler). Dapat juga didefinisikan kombinasi antara dua material atau lebih dalam skala makroskopik yang berbeda bentuknya, komposisi kimia dan tidak saling melarutkan antara materialnya dimana

material yang satu berfungsi sebagai material penguat dan material yang lainnya sebagai pengikat untuk menjaga kesatuan unsur-unsurnya.

Komposit diselubungi oleh matrik, biasanya berupa polimer, metal, atau keramik. Serat biasanya berupa bahan dengan kekuatan dan modulus yang tinggi yang berperan sebagai penyanggah beban utama. Matrik harus menjaga serat tetap dalam lokasinya dan orientasi yang dikehendaki. Matrik juga berfungsi sebagai media transfer beban antar serat, pelindung serat dari kerusakan sebelum, ketika dan setelah proses pembuatan komposit, serta melindungi dari pengaruh abrasif antar serat (Sunardi, Zainuri, and Catur 2013).

Secara umum bahan komposit terdiri dari dua macam, yaitu bahan komposit partikel (*particulate composite*) dan bahan komposit serat (*fiber composite*).

#### 1) Bahan komposit partikel

Dalam struktur komposit, bahan komposit partikel tersusun dari partikel-partikel disebut bahan komposit partikel (*particulate composite*). Menurut definisinya partikelnya berbentuk beberapa macam seperti bulat, kubik, tetragonal atau bahkan bentuk-bentuk yang tidak beraturan secara acak tetapi secara rata-rata berdimensi sama. Bahan komposit partikel umumnya digunakan sebagai pengisi dan penguat bahan komposit keramik (*ceramic matrix composites*) (Hadi 2000). Bahan komposit partikel pada umumnya lebih lemah dibanding bahan komposit serat. Bahan komposit partikel mempunyai keunggulan, seperti ketahanan terhadap arus, tidak mudah retak dan mempunyai daya pengikat dengan matrik yang baik.

#### 2) Bahan komposit serat

Unsur utama komposit adalah serat yang mempunyai banyak keunggulan, oleh karena itu bahan komposit serat yang paling banyak dipakai. Bahan komposit serat terdiri dari serat-serat yang diikat oleh matrik yang saling berhubungan. Bahan komposit serat ini terdiri dari dua macam, yaitu serat panjang (*continuous fiber*) dan serat pendek (*short fiber or whisker*). Komposit serat dalam dunia industri mulai dikembangkan dari pada menggunakan bahan partikel. Bahan komposit serat mempunyai keunggulan yang utama yaitu strong (kuat), stiff (tangguh), dan lebih tahan terhadap panas pada saat didalam matrik.



Dalam perkembangan teknologi pengolahan serat, membuat serat sekarang makin diunggulkan dibandingkan material matrik yang digunakan. Cara yang digunakan untuk mengkombinasi serat berkekuatan tarik tinggi dan bermodulus elastisitas tinggi dengan matrik yang bermassa ringan, berkekuatan tarik rendah, serta bermodulus elastisitas rendah makin banyak dikembangkan guna untuk memperoleh hasil yang maksimal.

Secara umum, dikenal tiga kelompok komposit berdasarkan penguat yang digunakannya, yaitu :

- a. Komposit berserat yaitu komposit berpenguat serat antara lain seperti, serat gelas (fiber glass), serat karbon, serat grafit sampai serat baja.
- b. Komposit laminer atau laminat yaitu komposit berpenguat dalam bentuk lembaran seperti kertas, kain.
- c. Komposit partikel atau partikulat yaitu komposit berpenguat dalam bentuk butiran seperti kerikil, pasir, filler lain dalam matrik kontinyu.

### 2.3.1 Penyusun Komposit

Komposit pada umumnya terdiri dari 2 fasayaitu :

#### 1) Matriks

Menurut(Gibson 2005), bahwa matrik dalam struktur komposit dapat berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik. Syarat pokok matrik yang digunakan dalam komposit adalah matrik harus bisa meneruskan beban, sehingga serat harus bisa melekat pada matrik dan kompatibel antara serat dan matrik. Pada bahan komposit matrik berfungsi sebagai mengikat serat, mengisolasi serat, memberikan suatu permukaan yang baik pada kualitas akhir komposit, memberikan perlindungan untuk memperkuat seratterhadap serangan kimia dan kerusakan mekanik karena pemakaian. Matriks adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (dominan). Matriks mempunyai fungsi sebagai berikut :

- a. Mentransfer tegangan ke serat.
- b. Membentuk ikatan koheren, permukaan matrik/serat.
- c. Melindungi serat.

- d. Memisahkan serat.
  - e. Melepas ikatan.
  - f. Tetap stabil setelah proses manufaktur.
- 2) *Reinforcement* atau Filler atau Fiber

Salah satu bagian utama dari komposit adalah *reinforcement* (penguat) yang berfungsi sebagai penanggung beban utama pada komposit. Adanya dua penyusun komposit atau lebih menimbulkan beberapa daerah dan istilah penyebutannya, Matriks (penyusun dengan fraksi volume terbesar), Penguat (Penahan beban utama), Interphase (pelekat antar dua penyusun), interface (permukaan fase yang berbatasan dengan fase lain). Secara struktur mikro material komposit tidak merubah material pembentuknya (dalam orde kristalin) tetapi secara keseluruhan material komposit berbeda dengan material pembentuknya karena terjadi ikatan antar permukaan antara matriks dan filler.

Syarat terbentuknya komposit adalah adanya ikatan permukaan antara matriks dan filler. Ikatan antar permukaan ini terjadi karena adanya gaya adhesi dan kohesi. Dalam material komposit gaya adhesi-kohesi terjadi melalui 3 cara utama:

- a. Interlocking antar permukaan → ikatan yang terjadi karena kekasaran bentuk permukaan partikel.
- b. Gaya elektrostatis → ikatan yang terjadi karena adanya gaya tarik-menarik antara atom yang bermuatan (ion).
- c. Gaya vanderwalls → ikatan yang terjadi karena adanya pengutupan antar partikel.

Kualitas ikatan antara matriks dan filler dipengaruhi oleh beberapa variabel antara lain:

- a. Ukuran partikel
- b. Rapat jenis bahan yang digunakan
- c. Fraksi volume material
- d. Komposisi material
- e. Bentuk partikel
- f. Kecepatan dan waktu pencampuran

- g. Penekanan (kompaksi)
- h. Pemanasan (sintering)

### 2.3.2 Klasifikasi Komposit

Berdasarkan matrik, komposit dapat diklasifikasikan kedalam tiga kelompok besar yaitu:

- 1) Komposit matrik polimer (KMP), polimer sebagai matrik
- 2) Komposit matrik logam (KML), logam sebagai matrik
- 3) Komposit matrik keramik (KMK), keramik sebagai matrik

### 2.3.3 Kelebihan Bahan Komposit

Menurut (Hendra and Ginting 2002), Bahan komposit mempunyai beberapa kelebihan berbanding dengan bahan konvensional seperti logam. Kelebihan tersebut pada umumnya dapat dilihat dari beberapa sudut yang penting seperti sifat-sifat mekanikal dan fisikal, keupayaan (*reliability*), mudah dalam proses pembentukan dan biaya. Seperti yang diuraikan dibawah ini :

- 1) Sifat-sifat mekanikal dan fisikal
- 2) Mudah dibentuk
- 3) Biaya

### 2.3.4 Keuntungan Dan Kekurangan Penggunaan Material Komposit

- 1) Keuntungan :
  - a. Hasil akhir (permukaan) yang baik.
  - b. Biaya produksi yang murah.
  - c. Umur pemakaian yang lama.
  - d. Tahan terhadap korosi.
- 2) Kekurangan :
  - a. Pada komposit tertentu peka terhadap perubahan temperatur yang drastis dan mudah terbakar.
  - b. Lebih sulit melakukan perbaikan bila terjadi kerusakan.



## 2.4 Bahan Pengisi PCC

### 2.4.1 Pengertian PCC

*Precipitated Calcium Carbonate* (PCC) merupakan kalsium karbonat yang dihasilkan dari proses presipitasi dengan kemurnian yang tinggi. PCC adalah senyawa kimia yang memiliki rumus kimia  $\text{CaCO}_3$ . Akan tetapi PCC memiliki struktur kristal yang berbeda dengan kalsium karbonat lain. Kalsium karbonat adalah bahan kimia yang sangat banyak dipakai, baik dalam keadaan murni ataupun keadaan tak murni. Kalsium karbonat untuk industri memiliki kemurnian 98%, ukuran partikel 2-10  $\mu\text{m}$ , pengotornya rendah sesuai peruntukannya di industri dan derajat keputihannya diatas 95%.

Precipitated Calcium Carbonate (PCC) merupakan produk pengolahan material alam yang mengandung kalsium karbonat melalui serangkaian reaksi kimia. Pada umumnya PCC dibuat melalui hidrasikalsium karbonat dan kemudian direaksikan dengan karbondioksida. Produk yang dihasilkan berwarna putih dan mempunyai distribusi ukuran partikel yang seragam (Jamarun and Arief 2015).

PCC mempunyai nilai ekonomi yang tinggi karena memiliki keunggulan seperti ukuran partikel yang kecil (mikro), sifatnya yang mudah diatur, kehomogenannya yang tinggi serta keseragaman bentuk partikelnya tinggi. Dengan keistimewaan karakteristik yang dimilikinya, penggunaan PCC menjadi semakin luas diantaranya di bidang industri yaitu industri cat, pasta gigi, filler kertas, plastik, karet, obat dan makanan (Hermawan, Arief, and Jamarun 2015). Aplikasi dari PCC ditentukan oleh beberapa parameter diantaranya morfologi, ukuran, luas permukaan dan sebagainya

Bentuk dari PCC dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain yaitu :

- 1) Temperatur reaksi
- 2) Laju alir  $\text{CO}_2$
- 3) Konsentrasi reaktan
- 4) Jenis reaktor
- 5) Lamanya waktu kontak antara larutan dan  $\text{CO}_2$
- 6) Kelarutan reaktan

PCC sebagaimana kalsium karbonat juga digunakan sebagai campuran dalam membuat bahan lain. Akan tetapi, terdapat perbedaan mengapa PCC perlu diproduksi.

- a. Dalam proses pembuatannya, terdapat proses pemurnian untuk menghilangkan pengotor dari senyawa lain yang mungkin ada pada proses pembentukan batuan. Pengotor-pengotor yang dapat dihilangkan termasuk senyawa-senyawa silika dan logam berat.
- b. Dalam proses pembuatannya, dapat dibentuk kristal-kristal yang berbeda bergantung pada waktu reaksi, tekanan, banyaknya penambahan zat asam arang, temperatur, pencampuran, dan pemrosesan pasca kristalisasi.

Menurut ISO 3262-6:1998, mutu PCC (Precipitated Calcium Carbonate) dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.2. Syarat Mutu PCC Berdasarkan ISO 3262-2:1998

Item	Index
Purity	96-99,99 %
Whitreness	90-97 %
pH	8,5-10,5
Specific Gravity (gr/cm <sup>3</sup> )	2,5
Brightness	>95 %
Moisture	<0,9 %
Appearance	White Powder

Sumber: ISO No. 3262-6:1998

#### 2.4.2 Struktur Kristal PCC

Kalsium karbonat presipitat sering disebut dengan PCC mempunyai tiga macam bentuk kristal yaitu kalsit, aragonit, dan vaterit dengan struktur kristal berturut-turut *rhombohedral*, *orthorombic*, dan *hexagonal*. Kalsit merupakan fase yang stabil pada temperatur ruang, sementara vaterit dan aragonit merupakan fase metastabil yang dapat bertransformasi ke dalam fase stabil (kalsit). Perbedaan yang tampak dari ketiga struktur fase yang dimiliki CaCO<sub>3</sub> yaitu pada jumlah atom O yang mengelilingi setiap atom Ca. Formasi struktur yang terjadi pada kalsit, vaterit, dan aragonit secara berturut-turut adalah CaO<sub>6</sub>, CaO<sub>8</sub>, dan CaO<sub>9</sub>.

PCC merupakan kalsit yang mempunyai struktur kristal *amorf* yang kekerasannya cukup rendah sehingga dapat dipergunakan untuk filler beberapa bahan makanan dan beberapa jenis bahan kimia dan mempunyai harga yang cukup mahal (empat kali harga kalsit alam).

Perbedaan bentuk kristal-*clustered needles, cubes, prism,* dan *rhombohedron* akan menghasilkan sifat fisik yang berbeda seperti densitas, luas permukaan, dan kemampuan absorpsi minyak. Hal ini akan memungkinkan penggunaan PCC pada pemakaian yang tidak dapat dilakukan dengan kalsium karbonat biasa. Selain itu PCC juga dapat mencapai ukuran yang sangat kecil, mencapai nanometer, jauh lebih kecil dibanding kalsium karbonat biasa hasil penggerusan batu kapur.

### 2.4.3 Pembuatan PCC

Kalsium karbonat ini dapat diperoleh dari tambang atau pada proses pemurnian batu kapur. Selain itu proses pembuatan PCC di laboratorium dapat dilakukan dengan mereaksikan  $\text{Ca(OH)}_2$  dengan  $\text{CO}_2$  dalam sebuah reaktor gelembung. Apabila laju alir dalam reaktor gelembung cukup kecil, maka padatan PCC akan terbentuk pada reaktor dan mengendap pada reaktor.

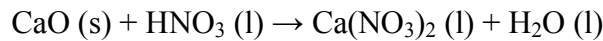
PCC juga dapat dibuat dengan presipitasi (pengendapan), misalnya dengan mereaksikan larutan kalsium klorida mendidih dengan larutan natrium karbonat mendidih atau dengan melewatkan karbondioksida ke dalam suspensi susu gamping (*milk of lime*). Sebagian besar suspensi digunakan dalam cat, karet, farmasi atau industri kertas. Secara umum, PCC diproduksi melalui tiga tahapan utama yang sederhana. Pertama adalah pembakaran batu kapur, kemudian mengontakkan hasil pembakaran batu kapur dengan larutan asam, setelah itu hasil kontak dengan larutan asam diendapkan dengan penambahan natrium karbonat.

Reaksi kimia yang terjadi adalah:

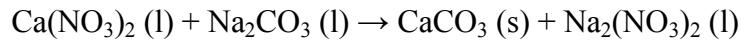
- 1) Pembakaran batu kapur (kalsinasi)



- 2) Pengontakan hasil pembakaran dengan larutan asam



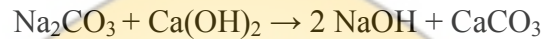
3) Hasil kontak dengan larutan asam diendapkan dengan penambahan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$



#### 2.4.4 Metode-Metode Dalam Pembuatan PCC

1) Metode kaustik soda (produk samping)

Pada metode kaustik soda, batu kapur dikalsinasi menjadi  $\text{CaO}$ , lalu dilarutkan dengan menggunakan aquades menjadi  $\text{Ca(OH)}_2$  dan kemudian direaksikan dengan menggunakan larutan natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) sehingga terbentuk endapan yaitu PCC. Reaksinya sebagai berikut:

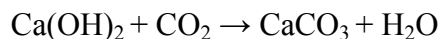


Namun rendemen yang dihasilkan sangat sedikit yang diakibatkan oleh rendahnya kelarutan  $\text{Ca(OH)}_2$  dalam air sekitar  $7,9 \times 10^{-6}$  pada suhu  $20^\circ\text{C}$ . Selain itu, metode ini mempunyai kekurangan karena terdapat lumpur. Pada hasil proses  $\text{Ca(OH)}_2$  dan senyawa-senyawa yang mengandung lumpur dapat dilakukan dengan metode pemurnian secara kimia dan mekanik sehingga memerlukan biaya tinggi.

Proses kaustisasi untuk menghasilkan produk PCC (Precipitated Calcium Carbonate) yang paling baik dari reaksi antara larutan  $\text{Ca(OH)}_2$  2,5% dan natrium karbonat 50% berlebih dengan waktu reaksi 130 menit, temperatur reaksi  $98,82^\circ\text{C}$  dan kecepatan pengadukan konstan 1400 rpm, menghasilkan presipitat kalsium karbonat jenis kalsit.

2) Metode Karbonasi (Produk Karbonasi)

Pada proses ini terjadi penambahan  $\text{CO}_2$  secara stoikiometri hingga mencapai suasana netral. Reaksinya sebagai berikut:



Pada metode karbonasi, batu kapur dikalsinasi pada suhu  $900^\circ\text{C}$  sehingga terbentuk kalsium oksida ( $\text{CaO}$ ). Kalsium oksida kemudian dilarutkan dalam air (slaking process) membentuk  $\text{Ca(OH)}_2$ , selanjutnya dialiri gas  $\text{CO}_2$  sampai pH mendekati netral membentuk endapan yaitu PCC. Namun kelarutan  $\text{CaO}$  untuk membentuk  $\text{Ca(OH)}_2$  relatif kecil, sehingga rendemen PCC yang dihasilkan juga

kecil untuk cara agar rendemen PCC lebih bagus maka digunakan asam. Kondisi operasi dilihat dengan mengatur temperatur, konsentrasi, laju penambahan. Semua faktor ini mempengaruhi distribusi ukuran partikel produk.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa pada proses karbonasi untuk menghasilkan produk PCC yang paling baik, adalah dari reaksi antara larutan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  konsentrasi 10% dan laju gas  $\text{CO}_2$  1 liter/menit dengan waktu reaksi 132 menit, suhu reaksi  $50,7^\circ\text{C}$  dan kecepatan pengadukan konstan 1400 rpm.

## 2.5 Kompatibiliser

Kompatibiliser merupakan senyawa atau zat spesifik yang dapat digunakan untuk memadukan polimer yang tidak kompatibel menjadi campuran yang stabil melalui ikatan intramolekuler (Manalu 2014). Pencampuran polimer merupakan pencampuran yang kompatibel dari dua atau lebih polimer, baik campuran homogen atau heterogen dalam skala mikroskopi. Kompatibilitas merupakan tingkat keterpaduan dari sebuah campuran.

Prinsip kerja dari *compatibilizer* yaitu meningkatkan bahan *compatibilizer* tersebut pada satu komponen campuran melalui *grafting* kimiawi dan membentuk *polymeric* “tail” yang larut dalam komponen lain. *Compatibilizer* berperan melalui sebuah proses reaktif, misalnya teknik *grafting* atau melalui ikatan hidrogen berdasarkan 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 antara fasa (Muljana n.d.).

Penelitian penggunaan *compatibilizer* sudah banyak digunakan, diantaranya :

- a. (B Bahrudin, Zahrina, and Amraini 2018) menggunakan komatibiliser PP-g-MA untuk meningkatkan kompatibilitas campuran karet alam dengan polipropilena (PP).
- b. (Ginting et al. n.d.) menggunakan *compatibiliser* PP-g-MA dan KA-g-MA untuk meningkatkan sifat mekanis yang baik pada permukaan komposit polipropilen (PP) dengan komponen karet alam SIR-20 dan serbuk ban bekas.



- c. (Botros\* and Tawfic 2005) menggunakan BIIR kompatibeliser pada pencampuran NBR/EPDM dengan bahan pengisi HAF.

Penggunaan kompatibelizer pada komposit plastik dapat meningkatkan sifat adhesi antarmuka antar partikel filler (hidrofilik) dengan matriks polimer (secara umum hidrofobik) dan dispresi dalam matrik. Pemilihan kompatibeliser yang efektif adalah sangat penting untuk meningkatkan sifat fisik komposit polimer tersebut. Selain itu penambahan *compatibilizer* dapat mengurangi kerusakan akibat pengaruh oksidasi yang mengakibatkan pemutusan rantai-rantai polimer (Setyawati n.d.).

## 2.6 Asam Oleat

Asam oleat merupakan asam lemak tak jenuh yang banyak dikandung dalam minyak zaitun, minyak bunga matahari, minyak raps serta minyak biji anggur. Kata oleat berasal dari kata “olein” yang berarti berasal dari olive karena minyak zaitun merupakan sumber utama dari asam oleat. Asam oleat memiliki rumus molekul  $C_{18}H_{34}O_2$ , merupakan asam lemak rantai lurus beratom karbon 18 yang memiliki satu buah gugus karboksilat pada salah satu ujungnya. Asam oleat termasuk monosaturated fatty acid, merupakan asam lemak tak jenuh yang memiliki satu buah ikatan rangkap yang berada antara atom karbon nomor 9 dan 10 (Ditjen n.d.).

Asam oleat adalah asam lemak cair yang terutama terdiri dari  $C_{18}H_{34}O_2$ , dapat dibuat dengan menghidrolisa lemak atau minyak lemak, dipisahkan dengan cara pemerasan. Pada temperatur kamar asam oleat berupa cairan seperti minyak yang tidak berwarna yang secara perlahan-lahan menjadi coklat oleh udara dan berbau tengik. Asam oleat tidak dapat bercampur dengan air, tapi dapat bercampur dengan eter dan alkohol dalam semua perbandingan (Imawati 2013).



Tabel 2.3. Sifat Kimia dan Sifat Fisika Asam Oleat

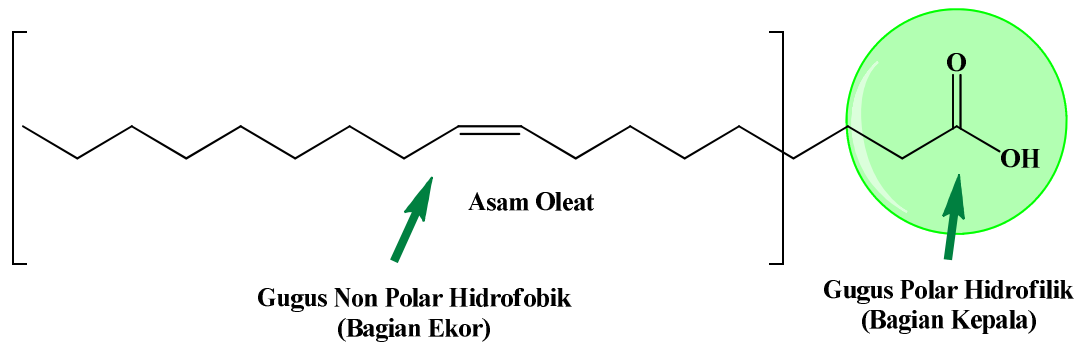
Asam Oleat	
Sifat Kimia	Sifat Fisika
Asam ini tidak larut dalam air, asam oleat memberikan minyak zaitun karakteristik yang unik dan dalam bidang kuliner minyak zaitun menempati posisi terhormat diantara minyak-minyak masak yang lain. Asam lemak oleat bersifat hridrolisis, dan tidak stabil pada suhu kamar.	Berat molekul 280,45 kg/mol. Titik leleh 16,30C. Titik didih 285 <sup>0</sup> C, indeksbias 1,4565.

### 2.6.1 Surfaktan Nonionik Berbasis Asam Oleat Pada Permukaan PCC Nanopartikel

Surfaktan merupakan senyawa ampifilik, yaitu senyawa yang molekul-molekulnya mempunyai dua gugus yang berbeda interaksinya dengan air. Surfaktan merupakan 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. Sifat permukaan (aktivitas permukaan) dari molekul surfaktan tersebut ditentukan oleh susunan pembentuknya, kelarutan, ukuran relatif, dan lokasi di dalam molekul surfaktan (Rachmawati n.d.).

Hidrofobitas dan hidrofilitas dalam molekul surfaktan berubah seiring dengan adanya perubahan komposisi molekul dan struktur. Saat sifat hidrofilik surfaktan lebih kuat dari hidrofobiknya maka disebut *water-soluble surfactant*. Namun apabila sifat hidrofobik lebih kuat dari hidrofiliknya maka disebut *oil soluble surfactant*.

Struktur dasar surfaktan memiliki kesesuaian dengan struktur senyawa asam lemak seperti asam oleat (Gambar 2.4), dimana bagian ekor dari surfaktan bersifat hidrofobik (umumnya pada rantai panjang hidrokarbon), sedangkan bagian kepala dari surfaktan (pada gugus hidrokarbon) bersifat hidrofilik yang membantu molekul surfaktan untuk larut dalam air.



Gambar 2.4. Struktur Dasar Surfaktan

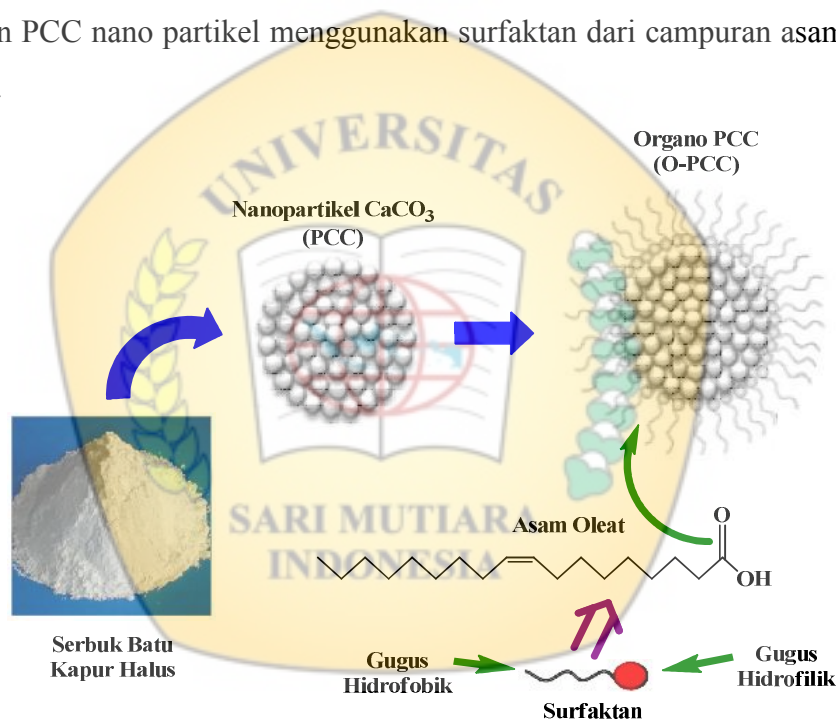
Asam oleat juga bersifat ampifilik atau ampifatik, dimana pada salah satu bagian memiliki afinitas terhadap media nonpolar sedangkan pada bagian lainnya memiliki afinitas terhadap media polar. Molekul surfaktan dari asam oleat tersebut membentuk lapisan tunggal (*monolayer*) pada bagian permukaan partikel dan menunjukkan sifat permukaan. Asam oleat biasanya dipergunakan sebagai surfaktan pada nano partikel 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.

Asam oleat telah banyak dipergunakan sebagai coating karena sifat hidrofobiknya yang mengandung gugus polar dengan sebuah hidrogenaktif sehingga dapat membentuk misel pada larutan berair, dan telah banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku surfaktan nonionik.

Surfaktan berdasarkan muatannya dibagi atas empat golongan yaitu surfaktan nonionik, anionik, 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 ampifilik, 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. 2014).

Beberapa penelitian tentang surfaktan nonionik dari asam lemak yang digunakan untuk modifikasi permukaan partikel anorganik secara kimia telah dilakukan seperti yang telah memodifikasi permukaan nano partikel kalsium karbonat (PCC) menggunakan asam alginat. 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, melakukan modifikasi kimia pada permukaan PCC nano partikel menggunakan surfaktan dari campuran asam oleat dan fosfolipid.



Gambar 2.5. Pembentukan O-PCC dari PCC Nano partikel dan Asam Oleat.

## 2.7 Pengujian dan Karakterisasi

### 2.7.1 Spektrofotometri Infa Merah (FTIR)

Spektrofotometri Infra Merah (FTIR) merupakan suatu metode spektroskopi infrared. Spektroskopi infrared (IR) dapat mengidentifikasi kandungan gugus kompleks dalam senyawa tetapi tidak dapat menentukan molekuler unsur penyusunnya.

Pada spektroskopi IR, radiasi IR dilewatkan pada sampel sebgaiian dari radiasi IR 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 molekuler unik untuk yang menghasilkan spektrum IR yang sama (Kencana 2009)

FTIR pada umumnya digunakan untuk menentukan gugus fungsi suatu senyawa organik, dan mengetahui informasi struktur suatu senyawa organik dengan membandingkan daerah sidik jarinya. Spektrofotometer FTIR didasarkan pada ide adanya interfrensi radiasi antara 2 berkas sinar. Dua domain (jarak dan frekuensi) dapat ditukarbalikan dengan metode matematik yang disebut dengan transformasi Fourier (Marfu'ah 2015).

Seberkas sinar infra merah dilewatkan pada suatu sampel polimer, maka beberapa frekuensinya diabsorpsi oleh molekul sedangkan frekeunsi lainnya ditransimisikan. Transisi yang terlibat pada absorbs IR berhubungan dengan perubahan vibrasi yang terjadi pada molekul. Jenis ikatan yang ada dalam molekul primer (C-C, C=C, C=O) memiliki frekuensi vibrasi yang berbeda. Adanya ikatan tersebut dalam molekul polimer dapat diketahui melalui identifikasi frekuensi 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 infranmerah ini biasa dilakukan pada daerah bilangan gelombang  $650\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$  (Kusumastuti 2011). Bila frekuensi elektro magnetik inframerah yang dilewatkan pada suatu molekul sama dengan frekuensi meregang atau menekuk ikatan, maka energi tesebut akan diserap oleh molekul tersebut. Serapan inilah yang kemudian dapat direkam oleh detektor dan diubah menjadi pita serapan pada bilangan gelombang tertentu (Atkins and Jones 2010).

### 2.7.2 Scanning Electron Microscopy (SEM)

Teknik *Scanning Electron Microscopy* (SEM) merupakan analisis dan pemeriksaan permukaan bahan. SEM adalah alat yang dapat membentuk bayangan permukaan spesime secara makroskopi (Harlem and Agusnar n.d.). SEM adalah mikroskop elektron yang dapat digunakan untuk mempelajari detail aritektur permukaan material dalam daerah makro dan submikro. SEM merupakan teknik analisis menggunakan elektron sebagai sumber pecintraan dan medan elektromagnetik sebagai lensanya. Perbesaran SEM yang dalam rentang perbesaran sekitar 100-300.000 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 spesimen/bahan. Sinyal elektron sekunder yang dihasilkan ditangkap oleh detektor kemudian diteruskan ke monitor. Selanjutnya monitor akan dihasilkan gambar khas yang menggambarkan permukaan bahan.

Hasil analisis SEM dapat kita lihat dari rongga-rongga hasil pencampuran Polietilena:Resiprena-35:PE-g-AO/O-PCC. Informasi dari analisis ini akan mendapatkan gambaran seberapa baik bahan-bahan tersebut bercampur. Scening Electron Microscope (SEM) adalah sebuah mikroskop elektron yang di desain 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, *deft of field* yang besar, resolusi yang baik, kemampuan untuk mengetahui komposisi dan informasi kristalografi membuat SEM banyak digunakan untuk keperluan penelitian dan industri. Adapun fungsi utama SEM antara lain dapat digunakan untuk mengetahui informasi-informasi mengenai :

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

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

