

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Polimer

Polimer merupakan molekul besar yang terbentuk dari unit-unit berulang sederhana yang disebut dengan monomer. Nama ini diturunkan dari bahasa Yunani yaitu Poly, yang berarti “banyak” dan mer, yang berarti “bagian”. Makromolekul merupakan istilah yang sinonim dengan polimer. Polimer sintesis dari molekul-molekul sederhana yang disebut monomer “bagian tunggal”. Istilah polimer dihubungkan dengan molekul besar suatu makromolekul yang strukturnya bergantung pada monomer atau monomer-monomer yang dipakai dalam pengolahannya. Jika hanya ada beberapa unit monomer yang bergabung bersama, polimer dengan berat molekul rendah yang terjadi, disebut oligomer. Perulangan unit-unit tersebut dapat membentuk susunan rantai linear, bercabang dan jaringan. Berdasarkan monomer pembentuknya, homopolimer merupakan bagian dari polimer diantaranya adalah polietilena dan polipropilena. Homopolimer merupakan suatu polimer yang tersusun atas monomer yang sama.

Terdapat tiga klasifikasi umum dari industri polimer, yaitu plastik, serat dan karet (elastomer). Perbedaan dan kegunaan produk akhir dari ketiga tipe polimer ini didasarkan pada tingkat yang besar dari sifat mekanik khusus polimer yang disebut modulus, dalam istilah yang lebih umum mempunyai arti kekakuan (*stiffness*). Serat memiliki modulus tertinggi sedangkan karet terendah. (Abduh, 2018).

2.2 Kompatibiliser

Untuk meningkatkan daya rekat permukaan bahan pada proses pencampuran dan menstabilkan kondisi morfologi dalam campuran polimer, berbagai metode telah dikembangkan. Secara umum, ada dua keadaan untuk meningkatkan kompatibilitas yaitu immiscible dan reative blending, immiscible blends yakni dengan cara menambahkan polimer yang sudah difungsionalisasi sehingga mampu meningkatkan interaksi tertentu atau bereaksi secara kimia.

Fungsionalisasi dapat dilakukan sebelum pencampuran polimer atau sekaligus dalam proses pencampuran polimer atau sekaligus dalam proses pencampur (internal mixer) sehingga akan berbentuk blok atau grafting copolymers, halogenasi, sulfonasi, formasi hydroperoxida dan lain-lain. Perkembangan terakhir dalam produksi campuran polimer menggunakan metode reactive blending yang bergantung pada pembentukan langsung kopolimer atau interaksi polimer. Biasanya polimer reaktif dapat dihasilkan oleh radikal bebas copolymerisation atau disebut pencangkokan reaktif (reactive grafting) kepada rantai induk polimer. Gugus fungsional, seperti anhydride, epoxy, oxazoline dan yang terikat pada rantai induk polimer sering dipilih untuk reactive blending, gugus fungsional pencampuran polimer (kompatibilitas) dalam reactive blending.

Penambahan zat kompatibiliser yang memiliki interaksi spesifik atau reaksi kimia dengan komponen campuran polimer blok atau graft-copolymer dan zat reaktif dengan berat molekul rendah termasuk dalam kategori ini. Penentuan pilihan blok atau graft-copolymer sebagai zat kompatibiliser didasarkan pada sifat kereaktifan dan kemudah campuran (miscibility) dengan campuran polimer. Fungsionalisasi polimer yang mempunyai kemiripan struktur dengan salah satu jenis polimer campuran dapat digunakan sebagai zat kompatibiliser dalam pencampuran polimer. (Setiorini, 2019).

2.3 Karet Alam

Karet alam berasal dari Brazil dengan nama ilmiah *Hevea Brasilliensis*. Karet alam merupakan senyawa hidrokarbon yang mengandung atom karbon (C) dan atom hidrogen (H) dan merupakan senyawa polimer dengan isoprena sebagai monomernya. Rumus empiris karet alam adalah $(C_5H_8)_n$, diperlihatkan pada Gambar 2.3. Dengan perbandingan atom-atom karbon dan hidrogen adalah 5 : 8 dan n menunjukkan banyaknya monomer dalam rantai polimer.

Karet atau elastomer merupakan salah satu jenis polimer yang memiliki perilaku khas yaitu memiliki daerah elastis non-linear yang sangat besar. Perilaku tersebut memiliki kaitan dengan struktur molekul karet yang memiliki ikatan silang (cross link) antar rantai molekul.

Ikatan silang ini berperan sebagai „peringat bentuk“ (shape memory) sehingga karet dapat kembali ke bentuk dan dimensi asalnya pada saat mengalami deformasi dalam jumlah yang sangat besar.

Sifat fisik hidrokarbon karet dipengaruhi oleh panjang dan ukuran dari rantai molekul polimer. Berat molekul (BM), panjang rantai molekul dan penampang dari suatu molekul sangat menentukan sifat teknis seperti viskositas dan sifat fisika vulkanisat seperti tegangan putus dan perpanjangan putus. Pada umumnya semakin tinggi Berat Molekul (BM) hidrokarbon karet, semakin panjang rantai molekul dan semakin tinggi tahanan terhadap aliran, dengan kata lain karetnya lebih viskous dan keras. Ikatan C-C di dalam rantai polimer karet dapat merubah sudut ikatannya karena pengaruh fisik dari luar. Molekul-molekul yang panjang di alam pada umumnya tidak lurus tetapi melingkar seperti spiral/siklis. Hal ini memberikan sifat fleksibel, dapat ditarik (pada batas-batas tertentu) atau ditekan dan memiliki sifat lentur.

Keunggulan yang dimiliki oleh karet alam antara lain, memiliki daya elastisitas yang tinggi (high elasticity), plastisitas yang baik sehingga pengolahannya mudah, memiliki daya aus yang tinggi, ketahanan tusuk yang tinggi (high cut growth), ketahanan koyak (tear resistance) yang tinggi dan tidak mudah panas (low heat build up) serta mempunyai cengkeraman yang tinggi sehingga cocok untuk ban radial dan ban pesawat terbang.

Karet alam adalah salah satu bahan penting yang digunakan secara luas dalam aplikasi teknik penggunaannya hal tersebut disebabkan karena kelembutan alaminya dan kemudahan pembentukannya. Meskipun demikian, bahan pengisi perlu ditambahkan dengan maksud untuk menyiasati sifat-sifat alami yang tidak dikehendaki sehingga didapat suatu produk seperti yang diinginkan. Jenis dan jumlah bahan pengisi ditentukan oleh karakteristik produk yang diinginkan dan kelenturannya. Bahan pengisi adalah campuran dari berbagai material termasuk di dalamnya arang hitam (carbon black), bahan mineral seperti montmorillonite (tanah liat), dan kalsium karbonat.

Bahan pengisi pada industri karet, tanah liat adalah mineral murah dan telah menjadi bagian penting dalam industri karet dimana penggunaannya sebagai bahan pengisi ekonomis untuk memodifikasi penciptaan dan performa karet alami

maupun karet sintetis. Ada banyak jenis tanah liat, tapi montmorillonite mempunyai catatan panjang sebagai bahan anorganik paling penting yang ditambahkan sebagai pengisi ke dalam lateks alami (getah pohon karet) (Setiorini, 2019).

2.3.1 Jenis-jenis Karet Alam

Jenis-jenis karet alam yang dikenal luas adalah:

- Bahan olahan karet (lateks kebun, sheet angin, slab tipis dan lump segar)
- Karet konvensional (RSS, white crepes, dan pale crepe)
- Lateks pekat
- Karet bongkah atau block rubber (SIR 5, SIR 10, SIR 20)
- Karet spesifikasi teknis atau crumb rubber
- Karet siap olah atau tyre rubber
- Karet reklamasi atau reclaimed rubber (Abduh, 2018)

2.3.2 Karet Alam Siklik

Karet alam siklis merupakan hasil modifikasi karet alam dengan reaksi siklisasi. Siklisasi karet alam mengakibatkan terjadinya perubahan karakteristik, karet alam bersifat elastis sedangkan karet siklo merupakan termoplastik resin yang keras dan kaku. Karet alam memiliki banyak ikatan rangkap yang memungkinkan karet alam dapat bereaksi menghasilkan karet alam yang memiliki sifat dan karakteristik tertentu. Karet alam memiliki derajat ketidakjenuhan yang lebih tinggi dibandingkan karet siko. Reaksi siklisasi terjadi dengan terbentuknya ikatan rangkap yang selanjutnya akan membentuk struktur siklik. Penurunan derajat ketidakjenuhan karet menunjukkan reaksi siklisasi telah terjadi. Karet alam siklis merupakan resin alami yang memiliki potensi untuk bersaing dengan resin sintetis.

Modifikasi karet alam menjadi karet siklis sangat penting dan menarik, yakni proses merubah senyawa dan karakter karet alam (elastomer yang bersifat elastis) menjadi 'karet' tidak elastis, berubah menjadi 'seperti gelas' (*glassy*), rapuh dan getas.

Meskipun karet siklis ini memiliki keunikan sebagai resin alam dalam industri pelapisan (*coating*), akan tetapi karet siklis ini masih memiliki keterbatasan bila dibandingkan dengan resin sintetik, terutama dalam ketercampuran (*compatibility*) dengan komponen aditif dan resin lain yang sering digunakan di dalam industri adesif, cat dan tinta. Disamping itu, karet siklis juga masih rentan terhadap serangan spesies radikal bebas seperti ozon dan asam anorganik akibat masih memiliki ikatan rangkap karbon ($>C=C<$) yang tinggi pada rantai karbon siklik. Untuk meningkatkan kelarutan, ketercampuran (*compatibility*) dengan komponen aditif lainnya, serta menurunkan ikatan karbon tak jenuh pada produk karet siklik perlu dilakukan pengembangan dengan pemutusan rantai dan siklisasi.

Mekanisme reaksi siklikasi karet alam berhubungan dengan protonisasi ikatan rangkap secara acak. Pada tahap pertama akan terbentuk ion karbonium dikarenakan adanya donor proton yaitu asam sulfat atau katalis yang bersifat asam lainnya. Pada tahap kedua, ion karbonium yang tidak stabil tersebut akan tersiklikasi membentuk struktur monosiklik atau polisiklik. Rata-rata ukuran struktur siklis yang terbentuk selama proses siklisasi ditemukan bahwa tidak tergantung pada konsentrasi karet dan katalisnya tetapi ditentukan oleh temperatur reaksi siklisasi. Ikatan rangkap yang masih terdapat pada produk karet alam siklis lebih kecil dari 20%.

Resiprene 35 adalah resin karet siklisasi yang berasal dari karet alam dan memiliki viskositas yang relatif tinggi. Resiprene 35 dipasok sebagai solid pasir dan juga dalam larutan aromatik. Resiprene 35 memiliki resistensi saponifikasi dan pengikat zat kimia yang dapat digunakan dalam kombinasi dengan modifikasi untuk pelapis yang tahan lebih lama, umumnya untuk aplikasi pada baja sebuah beton, karena kelarutannya dalam pelarut hidrokarbon alifatik dan kompatibilitas dengan minyak begitu tinggi pada sifat resinnya.

Resiprene 35 benar-benar larut dalam hidrokarbon alifatik, memiliki titik didih yang tinggi pada pelarut minyak, mengandung mineral minyak, larut juga dalam pelarut aromatik, pelarut diklorinasi, dan memiliki solubility baik dalam pelarut alifatik dan minyak sayur dan solubility terbatas dalam butil asetat. Resiprene 35 tidak larut dalam alkohol. Mempunyai kompatibilitas yang baik

dengan semua mineral, aspal, resin maleat, resin fenolik, resincumarone, resin alkid, dan diphenil diklorinasi. Sifat fisik Resiprene 35 non hydrosable, tidak beracun, struktur mengkilap dan sangat keras, tahan air, kimia resistensi, kelarutan yang baik dalam pelarut alifatik dan aromatik, mudah mengering, serta memiliki resistensi panas yang baik.(Abduh, 2018).

2.4 Plastik

Plastik dibagi menjadi dua klasifikasi utama berdasarkan pertimbangan ekonomis dan kegunaannya yaitu plastik komoditi dan plastik teknik.

1. Plastik komoditi dicirikan dengan volumenya yang tinggi dan harganya yang murah, plastik ini biasa dibandingkan dengan baja dan aluminium dalam industri logam. Mereka sering digunakan dalam bentuk barang yang bersifat pakai buang (*disposable*) seperti lapisan pengemas, namun ditemukan juga pemakaiannya dalam barang-barang yang tahan lama. Plastik komoditi yang utama adalah polietilena, polipropilena, poli (vinil klorida), dan polistirena.
2. Plastik teknik lebih mahal harganya dan volumenya lebih rendah, tetapi memiliki sifat mekanik yang tunggal dan daya tahan yang lebih baik dan juga dapat bersaing dengan logam, keramik, dan gelas dalam berbagai aplikasi. Plastik teknik yang utama adalah poliamida, polikarbonat, poliester dan Sebagainya.

2.4.1 Polietilena

Menurut Billmeyer (1994) polietilena ialah material termoplastik yang transparan, warnanya putih yang memiliki titik lebur antara 110°C - 137°C. Polietilena biasanya resisten pada bahan kimia. Pada suhu kamar polietilena tak bisa larut pada pelarut organik maupun anorganik.

Polietilena merupakan polimer yang sangat kristal dan mempunyai sifat hydrophob tinggi dengan energi permukaan rendah, serta terbatasnya situs aktif yang ada pada permukaan polietilen yang membatasi dalam pemanfaatannya. Polimer polietilen merupakan bahan yang banyak digunakan untuk pembuatan komposit, namun dalam pembuatannya tidak diperoleh hasil yang homogen karena perbedaan polaritas antara polimer dan bahan pengisi.

Polietilena terdapat dua macam, yaitu polietilena dengan kerapatan/densitas rendah dan polietilena dengan kerapatan tinggi. Pada polietilen dengan densitas rendah umumnya berbentuk lapisan/hamparan tipis dipakai untuk bungkus makanan, kantung plastik dan jas hujan. Adapun polietilen densitas tinggi sifatnya lebih keras tapi masih mudah dibentuk. Umumnya dipakai untuk pelapis kawat dan kabel serta sebagai peralatan dapur misalnya ember, panci dan lain-lain. (Bambang & Harsojuwono, 2015).

Untuk meningkatkan interaksi antara bahan pengisi dengan matriks polimer telah dilakukan beberapa cara salah satunya dengan menambahkan senyawa penghubung (*coupling agent*) sehingga meningkatkan sifat antar muka dan adhesi bahan pengisi dengan matriks polimer. Pembuatan *Polietilena* menurut Surdia, S., (1995) melalui proses polimerisasi gas etilen yang diperoleh dengan memberi hidrogen gas petroleum pada pemecahan minyak (*nafta*), gas alam atau asetilena.

Untuk mempermudah mengingat nama polimer biasanya polimer diberi inisial, misalnya polietilena ditulis dengan singkatan PE, polistirena disingkat PS serta polipropilena disingkat PP. Molekul etena C_2H_4 biasanya ditulis $CH_2=CH_2$, dimana dua buah CH_2 disatukan oleh ikatan ganda. Polietilena dihasilkan dari polimerisasi etena. Ada beberapa metode untuk memproduksi polietilena antara lain dengan proses polimerisasi radikal, polimerisasi ion koordinasi, polimerisasi adisi anionik dan polimerisasi adisi kationik. Dari metode-metode tersebut akan dihasilkan polietilena dengan tipe yang macam-macam.

Berbagai macam termoplastik 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.

Pengklasifikasian PE umumnya didasarkan pada densitas dan viskositas pelelehan atau indeks pelelehan. Ini menghasilkan HDPE, LDPE, LLDPE dan XLPE (Bambang & Harsojuwono, 2015).

Tabel 2.1. Karakteristik Polietilena

Sifat Fisik dan Mekanik	LDPE Rantai Cabang	HDPE
Berat jenis (g/cm^3)	0,91-0,94	0,95-0,97
Titik leleh ($^{\circ}\text{C}$)	105-115	135
Kekerasan	44-48	55-70
Kapasitas panas ($\text{kJ kg}^{-1} \text{K}^{-1}$)	1,916	1,916
Regangan (%)	150-600	12-700
Tegangan Tarik (N mm^{-2})	15,2-78,6	17,9-33,1
Modulus tarik (N mm^{-2})	55,1-172	413-1034
Tegangan impak	>16	0,8-14
Konstanta dielektrik	2,28	2,32
Resistivitas (Ohm cm)	6×10^{15}	6×10^5

2.4.1.1 Polietilen High Density Polyethylene (HDPE)

HDPE merupakan senyawa termoplastik dari atom karbon dan sistem yang bergabung menghasilkan berat molekul tinggi. HDPE merupakan salah satu jenis plastic sintetik yang memiliki massa jenis tinggi, yaitu memiliki densitas antara 935-956,86 kg/cm^3 . Proses pembuatannya dimulai dari gas metana yang diubah menjadi etilen, kemudian dengan aplikasi panas dan tekanan (10 atm, 50-70 $^{\circ}\text{C}$), diubah lagi menjadi polietilen. Rantai polimer yang terbentuk memiliki unit karbon berkisar antara 500.000-1.000.000. Rantai cabang yang panjang dan pendek muncul di sepanjang rantai utama, semakin panjang rantai jumlah cabang semakin banyak. HDPE memiliki nilai kuat tarik 144 Mpa dan kemuluran 146%. HDPE adalah bahan plastik tidak berbahaya dipakai karena HDPE mampu menghambat reaksi kimia yang terjadi antara plastik dan makanan/minuman yang dikemas. HDPE adalah bahan yang tahan terhadap suhu yang tinggi, lebih kuat, keras dan buram.

Kebanyakan aplikasi HDPE dipadukan dengan zat aditif untuk memperbaiki sifat-sifat HDPE. Bahan aditif bermanfaat untuk filler karna merupakan zat-zat yang mempunyai berat molekul rendah. High density polyethylene (HDPE) yang sering dipakai memiliki densitas 950 kg/m^3 , biasanya digunakan sebagai botol, kemasan, jerigen, kursi lipat dan sebagainya.

1) Karakteristik HDPE

Karakteristik HDPE dapat dilihat dari sifat fisika, kimia, dan mekanika HDPE.

Tabel 2.2. Karakteristik HDPE dan Sifat Fisika, Kimia HDPE

Parameter	Keterangan
Nama Kimia	High Density Polyethylen
Trade Name	HDPE
Sinonim	Polyethylen
Rumus Molekul	(C ₂ H ₄) _n
Fisik	Padat
Melting Point	100-135°C / 212-275°F
Specific Gravity (at 20°C) (water = 1)	0,94-0,958

Tabel 2.3. Sifat Fisika dan Mekanika HDPE

Sifat Fisika dan Mekanik	Hdpe Rantai Lurus
Titik leleh	125-13°C
Derajat kristalinitas	85-95 %
Berat jenis	0,95-0,96
Titik lunak	124°C
Kekuatan Tarik	245 kgf/cm ²
Perpanjangan	100 %

2.4.1.2 Low Density Polyethylene (LDPE)

LDPE (polietilena berdensitas rendah) adalah termoplastik yang berbahan dasar minyak bumi. LDPE merupakan salah satu jenis plastik yang memiliki massa jenis rendah, fleksibel, sedikit tembus cahaya, kuat dan permukaannya agak licin. LDPE dibawah temperatur 60°C daya lindung terhadap uap air dapat dikatakan baik, namun buruk terhadap gas-gas lainnya, misalnya oksigen sehingga sangat resisten terhadap senyawa kimia. Titik leburnya antara 105-115°C. LDPE biasanya dibuat mangkuk, botol dan film. LDPE sulit dihancurkan namun dapat didaur ulang.

Plastik mempunyai ketahan putus yang tinggi dan memiliki kekuatan terhadap kerusakan. Nilai kuat tarik LDPE yaitu 9,86 Mpa dan kemuluran 100%. LDPE gaya antar molekulnya rendah karena punya banyak cabang, lebih banyak dibandingkan HDPE.

Beberapa ketahanan LDPE terhadap bahan kimia antara lain :

- Tidak mudah rusak karena asam, basa, alkohol dan ester.
- Mengalami sedikit rusak karena keton, aldehida dan minyak berasal dari tumbuhan.
- Terjadi setengah rusak karena aromatik, hidrokarbon, alifatik dan oksidator. Rusak parah pada hidrokarbon terhalogenisasi.

Pemakaian LDPE sangat luas, umumnya dipakai pembungkus. Adapun pemakaian lainnya antara lain:

- Kantong plastik
- Bagian elektronik
- Kotak makan dan tempat peralatan laboratorium
- Permukaan anti korosi

2.4.2 Polipropilena

Polipropilena merupakan polimer kristalin yang dihasilkan dari proses polimerisasi gas polipropilena. Polipropilena mempunyai titik leleh yang cukup tinggi, yaitu 190-200°C. Polipropilen memiliki daya renggang yang tinggi, kaku, dan keras. Hal ini dikarenakan polipropilena memiliki sifat kristalinitas yang tinggi. Kristalinitas merupakan ikatan antara rantai molekul sehingga menghasilkan susunan molekul yang lebih teratur. Densitas polipropilena merupakan densitas yang paling rendah diantara semua jenis plastik yang berkisar mulai dari 0,900 sampai 0,915 g/cm³. Sifat-sifat polipropilena yaitu :

1) Ketahanan secara kimia

Polipropilena tidak larut dalam temperatur kamar, pelarut-pelarut aromatic dan dapat mengalami klorinasi yang lemah, polimer ini menggelembung pada temperature tinggi. Kuat mengoksidasi asam yang secara perlahan-lahan menyerang resin dan tahan terhadap keretakan.

2) Sifat elektrik

Polipropilena merupakan isolator yang baik dan digunakan dalam bentuk kertas cetakan untuk melilit kumparan dan transformator. Bahan yang lebih keras dari polipropilena tidak digunakan untuk kawat dan kabel pengisolasi walaupun bahan tersebut lebih tahan terhadap abrasi dan tahan panas.

3) Sifat mekanik

Tingkat komersil polipropilena dapat dikelompokkan menjadi polipropilena yang keras dan memiliki ketahanan terhadap benturan. Polipropilena memiliki sifat-sifat yang serupa dengan polietilena. Sifat mekaniknya dapat ditingkatkan sampai batas tertentu dengan cara mencampurkan serat gelas dan pemuatan termal juga dapat diperbaiki sampai setingkat dengan bahan termoseting. Sifat-sifat listriknya hampir sama dengan sifat-sifat pada polietilena.

Penempatan semua gugus metil pada sisi yang sama dari rantai utama polimer memberikan struktur yang memberikan sifat kekristalan yang tinggi, menghasilkan sifat yang baik terhadap pelarut dan ketahanan panas. Proses industri dibuat untuk meminimalkan produksi polipropilena ataktik, nilai yang lebih rendah, nonkristalin, melekat melalui hasil yang digunakan dalam adhesif. Polipropilena memiliki densitas yang lebih rendah, suhu leleh yang lebih tinggi dan kekakuan yang lebih tinggi dari pada LDPE dan HDPE.

Tabel 2.4. Sifat Umum Polipropilena

Deskripsi	Polipropilena
Densitas pada suhu 20°C	0,90
Suhu melunak (°C)	149
Titik lebur (°C)	170
Kristalinitas (%)	60-70
Indeks fluiditas	0,2-2,5
Modulus elastisitas (kg/cm ³)	11000-13000
Tahanan volumetri (Ohm/cm ²)	10 ¹⁷
Konstanta dielektrik (60-10 ⁸ cycles)	2,3
Nitrogen	4,4
Oksigen	23
Gas karbon	92
Uap air	600

Polipropilena merupakan suatu polimer ideal yang sering digunakan sebagai lembar kemasan. Polipropilena merupakan suatu komoditas yang menarik dari polimer termoplastik. Ketertarikan terhadap polipropilena ini ditimbulkan karena aplikasinya dibidang komposit, bioteknologi, teknologi serbuk, bidang elektronik, dan pendukung katalisasi untuk bioreaktor dan pada pengeringan air (Bambang & Harsojuwono, 2015).

2.4.3 Asam Oleat

Asam oleat atau asam *cis*-9-oktadekanoat adalah bahan oleokimia yang potensial tersedia dari berbagai sumber alam misalnya pada minyak zaitun 55-80% dan minyak sawit 39-45%. Asam oleat merupakan bahan baku melimpah yang banyak terdapat dalam berbagai minyak nabati dan lemak hewani yang dapat digunakan dalam berbagai bidang industri oleokimia.

Asam oleat merupakan senyawa organik jenis asam lemak bebas yang tidak jenuh yang disebabkan oleh adanya satu ikatan rangkap pada atom C-9. Asam oleat dapat dipisahkan dari asam-asam lainnya secara fraksinasi metil ester asam lemak.

Dalam bidang kesehatan, asam oleat bermanfaat untuk menjaga kesehatan kulit. Selain itu juga asam oleat dengan satu ikatan rangkap bersifat netral terhadap LDL (tidak menurunkan atau menaikkan), tetapi dapat meningkatkan lipoprotein HDL. Asam lemak tidak jenuh rantai rangkap (terutama asam lemak omega – 3 EFA dan DHA) telah terbukti berperan penting dalam pencegahan dan pengobatan penyumbatan pembuluh darah (arterosklerosis), trombosis, hipertrigliseridaemia dan tekanan darah tinggi (Abduh, 2018).

2.4.4 Pencangkokan

Pencangkokan (*grafting*) merupakan teknik yang secara luas dilakukan untuk memodifikasi bahan polimer dengan tujuan mendapatkan sifat-sifat tertentu polimer yang diinginkan. Pada reaksi pencangkokan terbentuk ikatan kovalen antar monomer dengan rantai polimer. Teknik pencangkokan telah dilakukan dengan menggunakan inisiator panas, bahan kimia, radiasi, fotokimia, induksi plasma dan enzimatis (Abduh, 2018).

2.4.5 Bahan Pengisi (Filler) PCC

PCC (Precipitated Calcium Carbonate) merupakan kalsium karbonat yang dihasilkan dari proses presipitasi dengan kemurnian yang tinggi. PCC adalah senyawa kimia yang memiliki rumus kimia 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 μm , 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 hidrasi kalsium karbonat dan kemudian direaksikan dengan karbon dioksida. Produk yang dihasilkan berwarna putih dan mempunyai distribusi ukuran partikel yang seragam. (Jamarun & 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 et al., 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 CO_2
- 3) Konsentrasi reaktan
- 4) Jenis reaktor
- 5) Lamanya kontak antara larutan dan CO_2
- 6) Kelarutan reaktan

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

- 1) 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.

- 2) 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.

2.4.5.1 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_3 yaitu pada jumlah atom O yang mengelilingi setiap atom Ca. Formasi struktur yang terjadi pada kalsit, vaterit, dan aragonit secara berturut-turut adalah CaO_6 , CaO_8 , dan CaO_9 .

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.

2.4.5.2 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 Ca(OH)_2 dengan 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.

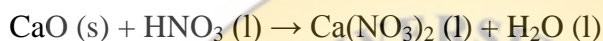
PCC juga dapat dibuat dengan presipitasi (pengendapan), misalnya dengan mereaksikan larutan kalsium klorida mendidih dengan larutan natrium karbonat mendidih atau dengan melewati karbon dioksida ke dalam suspensi susu gamping (milk of lime). Sebagian besar suspensi digunakan dalam cat, karet, farmasi 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:

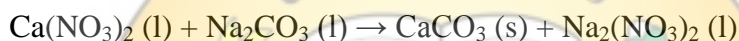
- 1) Pembakaran batu kapur (kalsinasi)



- 2) Pengontakkan hasil pembakaran dengan larutan asam



- 3) Hasil kontak dengan larutan asam diendapkan dengan penambahan Na_2CO_3

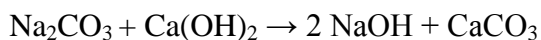


2.4.5.3 Metode Dalam Pembuatan PCC

Adapun metode dalam pembuatan PCC sebagai berikut :

- 1) Metode kaustik soda (produk samping)

Pada metode kaustik soda, batu kapur dikalsinasi menjadi CaO , lalu dilarutkan dengan menggunakan aquades menjadi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan kemudian direaksikan dengan menggunakan larutan natrium karbonat (Na_2CO_3) sehingga terbentuk endapan yaitu PCC. Reaksinya sebagai berikut:

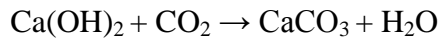


Namun rendemen yang dihasilkan sangat sedikit yang diakibatkan oleh rendahnya kelarutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dalam air sekitar $7,9 \times 10^{-6}$ pada suhu 20°C . Selain itu, metode ini mempunyai kekurangan karena terdapat lumpur. Pada hasil proses $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan senyawa-senyawa yang 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 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 2,5 % dan natrium karbonat 50 % berlebih dengan waktu reaksi 130

menit, temperatur reaksi 98,82 °C dan kecepatan pengadukan konstan 1400 rpm, menghasilkan presipitat kalsium karbonat jenis kalsit.

2) Metode Karbonasi (Produk Karbonasi)

Pada proses ini terjadi penambahan CO₂ secara stoikiometri hingga mencapai suasana netral. Reksinya sebagai berikut:



Pada metode karbonasi, batu kapur dikalsinasi pada suhu 900°C sehingga terbentuk kalsium oksida (CaO). Kalsium oksida kemudian dilarutkan dalam air (slaking process) membentuk Ca(OH)₂, selanjutnya dialiri gas CO₂ sampai pH mendekati netral membentuk endapan yaitu PCC. Namun kelarutan CaO untuk membentuk Ca(OH)₂ relatif kecil, sehingga rendemen PCC yang dihasilkan juga kecil untuk cara agar agar rendemen PCC lebih bagus maka digunakan asam. Kondisi operasi di lihat 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 Ca(OH)₂ konsentrasi 10% dan laju gas CO₂ 1 liter/menit dengan waktu reaksi 132 menit, suhu reaksi 50,7°C dan kecepatan pengadukan konstan 1400 rpm.

SARI MUTIARA
INDONESIA