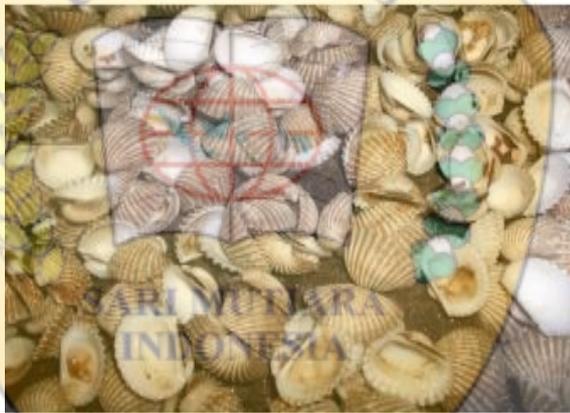


BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Cangkang Kerang Darah

Kerang adalah salah satu hewan lunak (*Mollusca*) kelas Bivalvia (bercangkang dua) atau Pelecypoda. Secara umum bagian tubuh kerang dibagi menjadi lima, yaitu (1) kaki (foot byssus), (2) kepala (head), (3) bagian alat pencernaan dan reproduksi (visceral mass), (4) selaput (*mantle*) dan cangkang (*shell*). Pada bagian kepala terdapat organ-organ syaraf sensorik dan mulut. Warna dan bentuk cangkang sangat bervariasi tergantung pada jenis, habitat dan makanannya. Kerang darah merupakan sumber protein yang penting sehingga banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Ciri-ciri kerang darah mempunyai 2 keping cangkang yang tebal, elips dan kedua sisi sama, kurang lebih 20 rib, cangkang berwarna putih ditutupi periostrakum yang berwarna kuning kecoklatan sampai coklat kehitaman.



Gambar 2.1. Cangkang Kerang Darah

Kerang biasanya simetri bilateral, mempunyai sebuah mantel yang berupa daun telinga atau cuping dan cangkang setangkup. Mantel dilekatkan ke cangkang oleh sederetan otot yang meninggalkan bekas melengkung yang disebut garis mantel. Fungsi dari permukaan luar mantel adalah mensekresi zat organik cangkang dan menimbun kristal-kristal kalsit atau kapur, (Vitalis et al., n.d.).

Cangkang terdiri dari tiga lapisan, yakni:

- a) Lapisan luar tipis, hampir berupa kulit dan disebut periostracum, yang melindungi.

- b) Lapisan kedua yang tebal, terbuat dari kalsium karbonat; dan
- c) Lapisan dalam terdiri dari mother of pearl, dibentuk oleh selaput mantel dalam bentuk lapisan tipis. Lapisan tipis ini yang membuat cangkang menebal saat hewannya bertambah tua.

2.1.1 Kandungan Cangkang Kerang Darah

Cangkang kerang darah mengandung kalsium karbonat (CaCO_3) yang akan diolah menjadi adsorben PCC (*Precipitated Calcium Carbonate*). Komponen utama dari cangkang kerang yang adalah kalsium dalam bentuk CaCO_3 telah mencapai komposisi 98% jadi, cangkang kerang tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber kalsium, (Purba, 2015). Kulit kerang merupakan bahan sumber mineral yang pada umumnya berasal dari hewan laut berupa kerang yang telah mengalami penggilingan dan mempunyai karbonat tinggi, kandungan kalsium dalam cangkang kerang adalah 38%, (Mahary, 2017). Menurut Handayani & Syahputra, (2017) melaporkan bahwa kandungan kalsium yang terdapat pada cangkang kerang (*bivalvia*) adalah 39,38%. Limbah cangkang kerang mengandung kalsium karbonat yang tinggi yakni sebesar 98% yang berpotensi untuk dimanfaatkan (Ahmad, 2017).

Kerang ini hidup dalam cekungan-cekungan di dasar perairan di wilayah pantai pasir berlumpur. Jenis kekerangan ini menghendaki kadar garam antara 13-28 g/kg, kecerahan 0,5-2,5 m, dan pH 7,5-8,4. Klasifikasi kerang darah adalah sebagai berikut:

- Kingdom : Animalia
- Phylum : Mollusca
- Class : Bivalvia
- Ordo : Arcioda
- Family : Arcidae
- Genus : Anadara
- Spesies : Anadara granosa

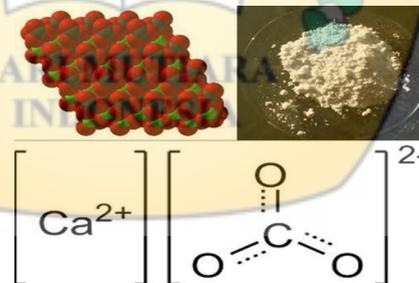
2.2 Kalsium Karbonat (CaCO₃)

Cangkang kerang darah merupakan limbah organik yang mengandung senyawa kimia dalam bentuk kalsium karbonat (CaCO₃) dalam kadar yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan batu gamping, cangkang telur, keramik, atau bahan lainnya. Hal ini terlihat dari tingkat kekerasan cangkang kerang, Semakin keras cangkang maka semakin tinggi kandungan kalsium karbonat (CaCO₃) nya. Berikut ini adalah tabel komposisi kimia cangkang kerang darah:

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Cangkang Kerang Darah(Laksono et al., 2020)

No.	Komponen	Kandungan (% Berat)
1	CaCO ₃	98,7
2	Na	0,9
3	P	0,02
4	Mg	0,05
5	Fe,Cu,Ni, B, Zn, Si	0,02

Kalsium karbonat (CaCO₃) secara luas digunakan sebagai pengisi (*filler*), Zat ini umumnya ditemukan dalam komponen utama dari cangkang organisme laut, siput, mutiara dan kulit telur. Bentuk yang paling umum yang terdapat di alam adalah kapur dan marmer, diproduksi oleh sedimentasi dari cangkang siput fosil kecil, kerang dan karang selama jutaan tahun.



Gambar 2.2. Kalsium Karbonat (CaCO₃)

Kalsium karbonat umumnya diperoleh dari suspensi kapur dalam air dan gas karbon dioksida. Batu kapur terlebih dahulu dikalsinasi pada suhu 10500 ± 500 C dan kalsium oksida yang diperoleh dipadamkan dan diencerkan dengan air, kemudian disaring dengan ayakan yang ukuran lubangnya tertentu untuk mendapatkan suspensi yang memenuhi syarat.

Pada kalsinasi batu kapur dihasilkan pula gas karbon dioksida yang digelembungkan ke dalam suspensi kapur padam dalam reaktor karbonatasi untuk membentuk kalsium karbonat. Pada umumnya batu kapur yang banyak terdapat adalah batu kapur yang mengandung kalsit. Batu kapur memiliki warna putih, putih kekuningan, abu-abu hingga hitam. Pembentukan warna ini tergantung dari campuran yang ada dalam batu kapur tersebut, misalnya : lempung, kwarts, oksida besi, mangan dan unsur organik. Batu kapur terbentuk dari sisa-sisa kerang di laut maupun dari proses presipitasi kimia. Berat jenis batu kapur berkisar 2,6 - 2,8 gr/cm dalam keadaan murni dengan bentuk kristal kalsit (CaCO_3), sedangkan berat volumenya berkisar 1,7 – 2,6 gr/cm.

Kalsium karbonat (CaCO_3) biasanya digunakan dalam berbagai industri, di mana kalsium karbonat (CaCO_3) tersebut mempunyai mutu yang tinggi, terutama kemurnian dan kehalusannya ($0,15-0$ dan 25μ). Kalsium karbonat (CaCO_3) adalah salah satu bahan yang paling bermanfaat dan serbaguna yang dikenal manusia sebagai bahan dasar dalam pembuatan kosmetik. Selain pembuatan kosmetik, kalium karbonat juga berperan penting dalam beberapa industri, seperti :

- Industri pembuatan pasta gigi
- Industri pembuatan cat
- Industri pembuatan pulp dan kertas
- Industri pembuatan ban mobil

Tabel 2.2. Sifat Fisika dan Kimia CaCO_3

Sifat Fisika dan Kimia CaCO_3	
Rumus kimia	CaCO_3
Berat Molekul	100,09
Bentuk	Padat
Warna	Putih
Bau	Tak Berbau
Titik Lebur	825°C
Spesifik Gravity	2,49 gm/cc

2.2.1 Fungsi CaCO_3

1) Pertanian

Kalsit di sini bermanfaat sebagai pemupukan tanah, keasaman tanah akan berkurang dengan cara pengapuran, yaitu menggunakan kapur tohor kapur padam, dalam bentuk tepung yang biaya lebih murah dibandingkan lainnya.

2) Industri kimia

Di industri kimia, kalsit digunakan memproduksi kaustik soda dan alkali lainnya dengan menggunakan solvany proses. Light calcite berfungsi sebagai filler, extender coating pada industry kertas, cat, ban, pelapis, karet farmasi dan plastic. Heavy calcite digunakan dalam industry keramik, gelas, barang-barang gelas, kimia, bahan galian bukan logam, dan sebagainya.

3) Industry makanan

Kalsit digunakan untuk pemurnian gula bit. Digunakan juga untuk mengolah sisa produk pada pabrik pengawetan, mengurangi keasaman buah kalengan dan persiapan penggilingannya.

4) Industri metalurgi

Kalsit dengan kualitas tinggi diperlukan dalam pembuatan baja sebagai fluks yang berfungsi untuk mengikat material pengotor atau sebagai slag, seperti fosfor, belerang, silica dan alumina. Dalam peleburan aluminium dengan metode Bayer, kalsit dan kaustik soda merupakan bagian penting yang berfungsi untuk menghancurkan bijih bauksit. Kalsit juga digunakan dalam flotasi logam non besi seperti tembaga, seng, timah hitam, perak dan uranium.

5) Industry konstruksi

Batu kalsit termasuk sebagai material konstruksi, sebagai fondasi jalan atau bangunan yang menstabilkan tanah.

2.3 *Ground Calcium Carbonate (GCC)*

Ground Calcium Carbonate (GCC) dibuat secara mekanik atau hanya melalui tumbukan. Secara umum GCC lebih murah dibandingkan dengan PCC, tetapi untuk menghasilkan ukuran partikel yang halus dan seragam membutuhkan biaya besar. Ukuran yang ditentukan dari lamanya proses grinding menyebabkan energi yang dibutuhkan juga semakin tinggi, (Rostika et al., 2017).

Modifikasi *Ground Calcium Carbonate* (GCC) dapat menggunakan bahan anorganik, polimer alam, polimer sintetis larut dalam air, atau menggunakan surfaktan. Polimer alam yang digunakan diantaranya pati kationik atau guar gum kationik karena kemampuannya untuk meningkatkan kekuatan basah dan ramah lingkungan, Modifikasi filler sangat diperlukan untuk meningkatkan penggunaan kandungan filler yang tinggi dalam pembuatan kertas, sehingga dapat menciptakan tambahan keuntungan pada industri kertas di masa yang akan datang (Powder, 2017).

Peningkatan jumlah GCC dalam pembuatan kertas dapat menurunkan kekuatan kertas. Untuk mengurangi pengaruh penurunan kekuatan sifat fisik diperlukan aditif untuk mengikat filler dengan serat, dan meningkatkan ikatan antara serat. Selain itu, untuk mempermudah penggunaan filler dalam proses pembuatan kertas, bahan ini sebaiknya berbentuk pasta dan dapat dengan mudah dibuat menjadi emulsi, agar dapat dicampur merata dalam bubur pulp pada saat pembentukan lembaran. Informasi yang diperoleh dari industri mengenai konsep pengaturan serat dengan filler, luas kontak antar serat lebih besar akan menghasilkan kekuatan kertas lebih tinggi dibandingkan jika luas kontak antar serat yang lebih kecil. Modifikasi filler yang telah dilakukan di Industri kertas yaitu modifikasi menggunakan pati kationik melalui pelapisan pati kationik pada meningkatkan retensi filler, dan meningkatkan sifat permukaan kertas, (Rostika et al., 2017).

2.4 *Precipitated Calcium Carbonate* (PCC)

2.4.1 Tinjauan Umum PCC

Precipitated Calcium Carbonate (PCC) merupakan produk pengolahan material alam yang mengandung kalsium karbonat (CaCO_3) melalui serangkaian reaksi kimia yang akan diolah sehingga menjadi adsorben PCC. Pada umumnya PCC dibuat melalui proses kalsium karbonat kemudian direaksikan dengan karbon dioksida (CO_2). Produk yang dihasilkan berwarna putih dan mempunyai distribusi ukuran partikel yang seragam, (Ahmed Zikri et al., 2015).

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 %.

Bentuk dari PCC dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor:

- Temperatur reaksi
- Laju alir CO_2
- Konsentrasi reaktan
- Jenis reaktor
- Lamanya waktu kontak antara larutan dan CO_2
- Kelarutan reaktan

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

Berdasarkan Setiap produk memiliki standar mutu, Menurut ISO 3262-6: 1998, bahwa mutu PCC untuk industry dapat dilihat melalui tabel dibawah ini:

Tabel.2.3. Syarat Mutu PCC Berdasarkan ISO 3262-2:1998

Item	Index
Purity	96 - 99,99 %
Whiteness	90 – 97 %
pH	8,5 – 10,5
Spesific Gravity(gr/cm^3)	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_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 .

Kalsium karbonat presipitat yang terdapat di alam mempunyai dua bentuk kristal, yaitu:

1. Anorganik Orthorombik

- Terbentuk pada suhu $30\text{ }^\circ\text{C}$
- Titik lebur $225\text{ }^\circ\text{C}$
- Spesifik gravity (sp gr) = 30
- Indeks bias = 1,33; 1,681; 1,686
- Kelarutan dalam air pada $25\text{ }^\circ\text{C}$ = 0,00133 gr/100 ml

2. Klasikal Hexagonal

- Terbentuk pada suhu rendah
- Titik lebur $1339\text{ }^\circ\text{C}$ atau 102,5 atm
- Indeks bias 20
- gravity (sp gr) = 2,21
- Kelarutan dalam air pada $25\text{ }^\circ\text{C}$ = 0,0014 gr/100 ml

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 Potensi Umum PCC

Saat ini PCC (*Precipitated Calcium Carbonate*) telah digunakan dalam industri cat, karet, plastik, pasta gigi, aditif pada pembuatan kertas dan sebagainya (Anggraini, 2016). Kebutuhan PCC (*Precipitated Calcium Carbonate*) di pasaran dunia khususnya Indonesia memiliki nilai yang terus meningkat. Saat ini ada sekitar 7 perusahaan yang memproduksi kalsium karbonat di Indonesia. Salah satunya adalah PT Indonesia Kalsium Karbonat Agung, yang terletak di Padalarang, Jawa Barat. Perusahaan ini berdiri sejak tahun 1977 dan merupakan perusahaan pertama di Indonesia yang memproduksi kalsium karbonat secara komersil, PT Bumi Kencana Murni Chemical Industry, PT Light Calsindo Raya, dan Minerals Technologies Incorporated (MTI).

Berdasarkan data statistik impor PCC dari tahun 2002-2006 diperlihatkan melalui tabel berikut ini:

Tabel 2.4. Data Impor PCC

Tahun	Jumlah (kg/Tahun)
2002	34.917.380
2003	29.909.647
2004	34.565.895
2005	43.258.458
2006	45.766.370

2.4.4 Pembuatan *Precipitated Calcium Carbonate* (PCC)

Kalsium karbonat ini dapat diperoleh dari proses pemurnian cangkang kerang darah. 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 (Anggraini, 2016). Selain itu proses pembuatan PCC di laboratorium dapat dilakukan dengan mereaksikan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 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 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 larutan amonia.

Reaksi kimia yang terjadi adalah:

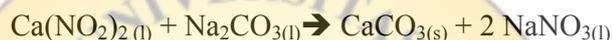
- 1) Pembakaran batu kapur (kalsinasi)



- 2) Pengontakan hasil pembakaran dengan larutan asam



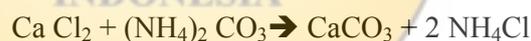
- 3) Hasil kontak dengan larutan asam diendapkan dengan penambahan Na_2CO_3



2.4.5 Metode-metode dalam Proses Pembuatan PCC

- 1) Metode Solvay

Metode Solvay (Proses Kalsium Klorida) Pada percobaan ini dihasilkan dari reaksi CaCl_2 dengan natrium karbonat (Na_2CO_3). Disini CaCO_3 merupakan produk samping pada ammonia process.

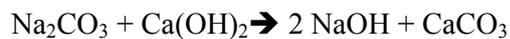


Kedua larutan dicampur dalam reaktor berpengaduk yang dipengaruhi kondisi operasi temperatur, konsentrasi dan laju pencampuran. PCC yang dihasilkan pada proses CaCl_2 ini memiliki kemurnian yang tinggi, dalam penyaringan PCC dapat dilakukan dengan cara:

- Menggunakan tangki penyaringan uap (suction filter tank) atau penyaringan bertekanan,
- Rotasi vacuum filter yang menggunakan prinsip pelarutan garam yang larut,
- Dengan menggunakan sentrifugal sebelum disaring,
- Dengan vacuum flash dan penyaringan.

2) Metode Kaustik Soda (Produk Samping)

Pada metode kaustik soda, batu kapur dikalsinasi menjadi CaO lalu dilarutkan dengan menggunakan aquades menjadi Ca(OH)₂ dan kemudian direaksikan dengan menggunakan larutan natrium karbonat (NaCO₃) sehingga terbentuk endapan yaitu PCC (Jamarun & Arief, 2015). Reaksinya :



Namun rendemen yang dihasilkan sangat sedikit yang diakibatkan oleh rendahnya kelarutan Ca(OH)₂ dalam air sekitar $7,9 \times 10^{-6}$ pada suhu 20 oC. Selain itu, metode ini mempunyai kekurangan karena terdapat lumpur. Pada hasil proses Ca(OH)₂ dan senyawa-senyawa yang mengandung lumpur dapat dilakukandengan metode pemurnian secara kimia dan mekanik sehingga memerlukan biayatinggi. Proses kaustisasi untuk menghasilkan produk PCC (*Precipitated Calcium Carbonate*) yang paling baik dari reaksi antara larutan Ca(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 PCC jenis kalsit.

3) Metode Karbonasi (Produk Karbonasi)

Pada proses ini terjadi penambahan CO₂ secara stoikiometri hingga mencapai suasana netral. Rekasinya 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 (Ramadhani et al., 2021) Namun kelarutan CaO untuk membentuk Ca(OH)₂ relatif kecil, Sehingga rendemen PCC yang dihasilkan juga kecil. Kondisi operasi dilihat dengan mengatur temperatur, konsentrasi, laju penambahan, Semua faktor ini mempengaruhi distribusi ukuran partikel produk (Anggraini, 2016).

Metode yang paling populer digunakan di industri adalah metode karbonisasi, karena metode ini dapat menghasilkan PCC secara cepat dan efisien. Pada metode kaustik soda dan metode karbonisasi pada prosesnya menggunakan kalsinasi, sumber panas untuk kalsinasi dihasilkan dari batubara, dimana pada saat

proses pembakaran dari batubara tersebut menghasilkan CO₂ yang dapat menjadi polusi dalam jumlah yang banyak (Purba, 2015).

2.4.6 Aplikasi dari PCC

PCC memiliki beberapa karakteristik yang tergolong istimewa, yaitu ukurannya mencapai partikel mikro sehingga sifatnya mudah diatur dan lebih homogen, Karena keistimewaan itulah PCC dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang industri diantaranya sebagai pigmen dalam pembuatan kertas dan sebagai bahan pengisi (filler) pada cat. Penggunaan PCC sebagai filler dalam kertas akan meningkatkan formasi lembaran untuk mengisi rongga kosong, meningkatkan opasitas, meningkatkan printability, serta menghemat penggunaan serat, (Purba, 2015). PCC yang sudah banyak digunakan sebagai bahan pengisi (*filler*) di industri-industri kimia seperti, industri kertas, cat, PVC, ban, farmasi, dan juga pasta gigi (Laksono et al., 2020). Salah satu PCC yang banyak digunakan dalam industri sebagai berikut:

- Pada industri kertas sebagai filler dan coating (72 %)
- Pada industri cat dan pelapisan, digunakan sebagai filler/extender (8 %)
- Pada industri plastik sebagai filler untuk meningkatkan kualitas fisik seperti modulus, resistansi terhadap panas, dan kekerasan (5 %)
- Pada industri karet (4,5 %).
- Pada industri makanan, kosmetik dan farmasi, antara lain digunakan sebagai antasid, suplemen Ca pada makanan, abbrasive mild pada pasta gigi (4%).
- Pada industri tekstil (2,5 %)
- Pada industri dempul (2,5%)
- Pada industri bahan adesif.

PCC digunakan dalam beragam industri, terutama adalah sebagai filler, Selain itu PCC juga dapat digunakan sebagai aditif pada bahan makanan, Penggunaan PCC paling umum sebagai filler adalah dalam pembuatan PVC. Dengan menggunakan PCC dalam pembuatan PVC, maka waktu gelatinasi akan menjadi berkurang, efek pada permukaan akan berkurang, akan meningkatkan kualitas permukaan hasil akhir.

Aplikasi penggunaan *Precipitated Calcium Carbonate* (PCC) dalam industri kertas, PCC dikenal luas sebagai filler dan pigmen coating untuk kertas kualitas premium. PCC biasanya diproduksi dalam bentuk slurry dekat dengan pabrik kertas.

PCC meningkatkan sifat optic dan hasil pencetakan produk kertas, meningkatkan produktivitas produksi pabrik, dan dapat menurunkan biaya pembuatan kertas dengan menggantikan pulp fiber dan pencerah optic yang lebih mahal. Meningkatkan kualitas kertas, meningkatkan kecerahan merupakan faktor penting dalam produksi kertas. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan PCC (*Precipitated Calcium Carbonate*).

Dalam aplikasi polimer PCC juga banyak digunakan dalam industri, dapat berukuran sangat kecil dan dapat memiliki bentuk Kristal tertentu. Pada PVC yang bersifat keras, seperti vinyl siding dan fencing, PCC meningkatkan impact strength, karena dengan ukuran partikel yang lebih kecil dapat menggantikan penggunaan impact modifier yang berbiaya tinggi. Nano PCC (berukuran kurang dari 0,1 mikron) mengendalikan viskositas pada perekat konstruksi dan otomotif, seperti PVC plastisol, polisulfida, uretanes, dan silicon. Dalam cat, bentuk khas PCC (*Precipitated Calcium Carbonate*) meningkatkan hiding dan mengurangi kandungan titanium dioksida dalam cat.

Dalam aplikasi dunia kesehatan PCC biasa digunakan dalam tablet dan antacid liquid berbasis kalsium. Dengan kandungan kalsium yang tinggi, PCC memungkinkan pembuatan suplemen dan tablet multi-vitamin/mineral berkadar kalsium tinggi. Ukuran partikel yang kecil dan bentuk partikel tertentu memberi andil pada pengembangan makanan dan minuman berkalsium yang memiliki rasa yang nikmat. Termoset PCC golongan tertentu memungkinkan kontrol reologi pada polyester moulding compound process di mana efek positif pada viskositas, surface finish yang semakin baik, dan sandability merupakan peningkatan sifat fisik produk termoplastik. Dalam polyolefin, PCC digunakan sebagai penghilang asam dalam pembuatan dan pengendalian PCC, PCC akan meningkatkan kemampuan anti-blocking dari film tipis.

2.5 Pengujian dan Karakterisasi

2.5.1 *X-Ray Fluorescence (XRF)*

XRF merupakan teknik Analisis non-destruktif yang digunakan untuk identifikasi serta penentuan konsentrasi elemen atau komposisi unsur yang ada pada padatan, bubuk ataupun sampel cair berdasarkan interaksi sinar X dengan materi. Metode XRF secara luas digunakan untuk menentukan komposisi unsur suatu material. Karena metode ini cepat dan tidak merusak sampel, metode ini dipilih untuk aplikasi di lapangan dan industri untuk kontrol material. Tergantung pada penggunaannya, XRF dapat dihasilkan tidak hanya oleh sinar-X tetapi juga sumber eksitasi primer yang lain seperti partikel alfa, proton atau sumber elektron dengan energi yang tinggi (Chandrasasi et al., 2018).

Prinsip pengukuran XRF berdasarkan terjadinya proses eksitasi elektron pada kulit atom bagian dalam ketika atom suatu unsur tersebut dikenai sinar-X, kekosongan elektron tersebut akan diisi oleh elektron bagian luar dengan melepaskan energi yang spesifik untuk setiap unsur (Sari, 2017). Elektron dari kulit yang lebih tinggi akan mengisi kekosongan tersebut. Perbedaan energi dari dua kulit itu muncul sebagai sinar-X yang dipancarkan oleh atom. Spektrum sinar-X selama proses tersebut menunjukkan puncak yang karakteristik, dimana setiap unsur akan menunjukkan puncak yang karakteristik yang merupakan landasan dari uji kualitatif untuk unsur-unsur yang ada. Hasil XRF berupa spektrum hubungan energi eksitasi dan intensitas sinar-X. Energi eksitasi menunjukkan unsur penyusun sampel dan intensitas menunjukkan nilai kualitas dari unsur tersebut. Semakin tinggi intensitasnya maka semakin tinggi pula prosentase unsure tersebut dalam sampel (Jamaludin & Adiantoro, 2014). Metode XRF akan memberikan nilai intensitas secara total dari unsur tertentu dalam semua bentuk senyawa (Mutmainnah, 2017). Metode XRF secara luas digunakan untuk menentukan komposisi unsur suatu material. Karena metode ini cepat dan tidak merusak sampel, metode ini dipilih untuk aplikasi di lapangan dan industri untuk kontrol material. Tergantung pada penggunaannya, XRF dapat dihasilkan tidak hanya oleh sinar-X tetapi juga sumber eksitasi primer yang lain seperti partikel alfa, proton atau sumber elektron dengan energi yang tinggi (Chandrasasi et al., 2018).

Keunggulan dari metode ini adalah sampel yang dianalisis tidak perlu dirusak, memiliki akurasi yang tinggi, dapat menentukan unsur dalam material tanpa adanya standar, serta dapat menentukan kandungan mineral dalam bahan biologik maupun dalam tubuh secara langsung. Kekurangan dari metode XRF adalah tidak dapat menganalisis unsur di bawah nomor atom 10 (Jamaludin & Adiantoro, 2014).

2.5.2 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 sebagian 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 (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 dapat ditukarbalikan dengan metode matematik yang disebut dengan transformasi Fourier (Gandjar & Rohman, 2012).

Seberkas sinar infra merah dilewatkan pada suatu sampel polimer, maka beberapa frekuensinya diabsorpsi oleh molekul sedangkan frekuensi lainnya ditransmisikan. Transisi yang terlibat pada absorpsi IR berhubungan dengan perubahan vibrasi yang terjadi pada molekul. Jenis ikatan yang ada dalam molekul primer (C-C, C=C, C=O) memiliki frekuensi vibrasi yang berbeda. Adanya ikatan tersebut dalam molekul polimer dapat diketahui melalui identifikasi frekuensi karakteristik sebagai puncak absorpsi dalam spektrum IR (Rohaeti, 2009).

Spektra yang dihasilkan bisa digunakan untuk analisis kualitatif untuk mengetahui ada tidaknya suatu gugus fungsional tertentu. Pembacaan spektra inframerah ini biasa dilakukan pada daerah bilangan gelombang 650-4000 cm^{-1} (Kusumastuti, 2011). Bila frekuensi elektro magnetik inframerah yang dilewatkan pada suatu molekul sama dengan frekuensi meregang atau menekuk ikatan, maka energi tersebut akan diserap oleh molekul tersebut. Serapan inilah yang kemudian dapat direkam oleh detektor dan diubah menjadi pita serapan pada bilangan gelombang tertentu (Atkins & Jones, 2010).

