

**STUDI KARAKTERISTIK PRODUK KALSIMUM KARBONAT PRESIPITAT HASIL PROSES KARBONATASI DARI BATU KAPUR RUMPIN, BOGOR****Eko Sulistiyono, Murni Handayani**

Pusat Penelitian Metalurgi – LIPI, Kawasan Puspiptek Gedung 470, E mail :

**Abstrak**

Telah dilakukan percobaan pembuatan kalsium karbonat presipitat ringan dari bahan baku kalsium karbonat yang berasal dari daerah Rumpin, Kabupaten Bogor. Pada percobaan ini dikembangkan proses karbonatasi dengan perlakuan proses yang dilakukan secara bertahap dimulai dari proses kalsinasi, slaking dan terakhir adalah proses karbonatasi. Hasil akhir dari proses berupa kalsium karbonat presipitat yang memiliki karakteristik mendekati kalsium karbonat presipitat untuk keperluan industri yaitu bulk density 3,8 g / ml , derajat keputihan 85,30 dan memiliki kandungan pengotor besi 0,219 % dan silika 0,157 % . Pada penelitian sebelumnya, dengan proses karbonatasi dan slaking yang dilakukan secara bersamaan memberikan hasil bulk density 0,42 g / ml. Sehingga dapat dikatakan bahwa proses karbonatasi secara bertahap memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan yang dilakukan secara bersamaan.

Kata Kunci : Kalsium Karbonat, Presipitat, Karakterisasi, Bulk Density, Karbonatasi

**Abstract**

The experiment of synthesis of the Light Precipitated Calcium Carbonate from calcium carbonate of Rumpin area, Bogor. In this experiment, The carbonization process is developed with stage treatment such as calcination, slaking, and the final is carbonization process. The final output of precipitated calcium carbonate has the characteristic of calcium carbonate precipitates which close to the industrial with bulk density 3.8 g / ml, 85.30 degrees of whiteness and contain impurities such as iron 0.219% and silica 0.157%. In previous studies, the slaking process and carbonization process conducted simultaneously providing the bulk density of 0.42 g / ml. So that it can be said that the process of stage carbonization give better results than those carried out simultaneously.

**1. Pendahuluan**

Kalsium karbonat presipitat merupakan salah satu bahan industri yang sangat penting karena berperan sebagai bahan filler di hampir semua produk industri. Bahan filler yang menggunakan kalsium karbonat antara lain untuk pembuatan cat, kertas, polimer dan lain-lain. Bahan filler ini berfungsi sebagai bahan pengencer yang murah, penguat bahan, penstabil bahan dan mampu membuat bahan memiliki sifat khusus seperti kecerahan. Karena berperan penting sebagai bahan pengisi maka kalsium karbonat dengan spesifikasi khusus memiliki nilai jual yang sangat tinggi dibanding dengan kalsium karbonat yang berfungsi sebagai bahan bangunan. Produk mineral industri lain yang juga berfungsi sebagai bahan pengisi antara lain magnesium karbonat presipitat, silika presipitat, titanium oksida dan lain-lain.

Indonesia memiliki sumberdaya alam batu kapur ( limestone ) yang cukup melimpah baik yang memiliki kualitas rendah, sedang dan tinggi dengan kadar kalsium yang bervariasi. Namun demikian pemanfaatan batu kapur hanya sebatas sebagai bahan bangunan seperti untuk pembuatan campuran pasir, pembuatan batako dan dalam skala besar sebagai bahan industri semen. Produk dari bahan-bahan tersebut diatas memiliki nilai jual yang sangat murah dibanding jika dibuat kalsium karbonat presipitat. Sebagai contoh produk yang berasal dari industri

besar yang dibuat dengan temperatur sangat tinggi ( yaitu sekitar 1.400<sup>o</sup>C ) seperti semen hanya dijual per zak sekitar Rp 75.000 atau seharga Rp 1.500 / kg. Sementara itu jika dibuat kalsium karbonat presipitat yang hanya memerlukan peralatan sederhana dengan tungku temperatur rendah mampu menjadi produk kalsium karbonat presipitat yang memiliki nilai jual sampai ratusan ribu per kg tergantung dari spesifikasi yang diperlukan.

Dalam menghadapi perkembangan dunia industri maka penggunaan kalsium karbonat presipitat juga mengalami perkembangan yang cukup pesat pula. Hal ini dapat dilihat dari dikembangkannya kalsium karbonat ukuran nano yang dapat diaplikasikan untuk keperluan industri terkini. Pusat penelitian Metalurgi-LIPI dalam mengembangkan kalsium karbonat presipitat sebagai bagian dari Poklit Mineral Industri di Bidang Metalurgi Ekstraksi telah mengadakan kegiatan pembuatan kalsium karbonat presipitat untuk keperluan industri dengan menggunakan bahan baku batu kapur dari berbagai daerah di Indonesia. Pada tulisan ini akan dipaparkan pembuatan kalsium karbonat presipitat dari batu kapur yang berasal dari Rumpin, Kabupaten Bogor yang memiliki kualitas sedang. Batu kapur dari Rumpin, Kabupaten Bogor memiliki kualitas sedang dengan unsur pengotor utama adalah silika.

## 2. Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan pada percobaan kali ini adalah batu kapur dari daerah Rumpin, Kabupaten Bogor yang memiliki kualitas sedang dengan kandungan pengotor adalah silika. Adapun komposisi batu kapur selengkapnya dapat dilihat pada tabel 1.

Dari tabel tersebut diatas dapat diketahui bahwa batu kapur dari Rumpin, Kabupaten Bogor Memiliki kadar silika yang cukup tinggi yaitu 3,75 % hingga 14,6 % , kemudian disusul dengan kadar alumina sebesar 2,06 % hingga 4,98 %. Dengan adanya unsur pengotor yang tinggi tersebut maka batu kapur dari daerah Rumpin, Kabupaten Bogor hingga saat ini belum banyak dimanfaatkan oleh industri seperti industri semen.

## 3. Metodologi

Pada penelitian ini fokus penelitian adalah pengamatan terhadap produk yang dihasilkan berupa kalsium karbonat presipitat dengan menggunakan berbagai variasi percobaan. Pada percobaan ini, proses yang dikerjakan untuk menghasilkan kalsium karbonat presipitat dari batu kapur adalah proses karbonatasi. Proses karbonatasi dalam penelitian ini dilakukan dalam empat tahap proses yaitu: (1) Proses Kalsinasi Batu Kapur, (2) Proses Slaking Batu Kapur , (3) Proses Karbonatasi dan (4) Proses pemisahan. Untuk tahapan proses kalsinasi batu kapur menjadi kalsium oksida dan proses slaking yaitu kalsium oksida menjadi kalsium hidroksida telah dibahas dalam paparan karya ilmiah sebelumnya.

Proses karbonatasi adalah proses reaksi antara lumpur  $\text{Ca(OH)}_2$  menjadi endapan putih  $\text{CaCO}_3$  presipitat dengan reaksi :



Reaksi tersebut diatas berlangsung dalam dua tahapan yaitu terbentuknya reaksi bokarbonat, kemudian bikarbonat terurai menjadi bentuk karbonat. Karena kalsium bikarbonat memiliki kelarutan yang hampir

sama dengan kalsium karbonat maka tahapan reaksi pem,entukan bikarbonat sering diabaikan. Namun demikian adanya bikarbonat ini akan berpengaruh pada kualitas kalsium karbonat nanti karena kalsium bikarbonat masioh mengandung air dan berat jenisnya masih cukup tinggi

Adapun metodologi proses karbonatasi terhadap hasil slaking batu kapur adalah sebagai berikut :

1. Hasil slaking berupa lumpur  $\text{Ca(OH)}_2$  diencerkan dengan perbandingan tertentu dimana pada percobaan ini rasio pengenceran adalah 798 g , 1.115 g dan 1.578 g slurry diencerkan hingga volume slurry menjadi 2.000 ml.
2. Setelah diencerkan tahap berikutnya adalah memasang alat pengaduk dan aerotor gas  $\text{CO}_2$  yang dihubungkan dengan tabung gas  $\text{CO}_2$  yang dilengkapi peralatan regulator laju alir gas. Dalam percobaan ini penggunaan gas  $\text{CO}_2$  menggunakan gas dengan spesifikasi teknis dan laju alir dibuat tetap.
3. Sebelum dilakukan proses karbonatasi dengan gas  $\text{CO}_2$  terlebih dahulu dilakukan pengukuran slurry antara lain temperatur dan pH larutan, dimana pada awalnya pH slurry sekitar 14.
4. Dilakukan proses karbonatasi selama kurang lebih dua jam, dimana pada percobaan ini diamati laju alir pH larutan. Pada percobaan ini proses karbonatasi dihentikan jika pH larutan mencapai angka sekitar 7-8 dan sudah berlangsung konstan, hal ini menunjukkan bahwa seluruh lumpur yang ada di dalamnya telah berubah menjadi kalsium karbonat presipitat.
5. Lumpur yang diperoleh kemudian disaring dengan kain drill sehingga diperoleh endapan berwarna putih dan larutan yang menetes ke bawah. Endapan berupa kalsium karbonat presipitat diambil untuk dikeringkan.
6. Dilakukan proses pengeringan pada temperatur diatas  $100^\circ\text{C}$  selama kurang lebih 5 jam untuk memastikan air yang ada di dalam kalsium karbonat presipitat dapat keluar dan kalsium bikarbonat sisa dapat terurai.

**Tabel 1.** Komposisi batu kapur dari Rumpin, Bogor.

| Titik Pengambilan | Kadar senyawa ( % berat ) |      |                   |                  |                                |                  |     |                                |                  |       |
|-------------------|---------------------------|------|-------------------|------------------|--------------------------------|------------------|-----|--------------------------------|------------------|-------|
|                   | CaO                       | MgO  | Na <sub>2</sub> O | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | K <sub>2</sub> O | BaO | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | TiO <sub>2</sub> | LOI   |
| Bawah             | 48,54                     | 1,89 | 3,67              | 5,12             | 2,62                           | 0,001            | nd  | 0,001                          | 0,001            | 38,15 |
| Tengah            | 42,13                     | 1,79 | 3,36              | 14,6             | 4,98                           | 0,039            | nd  | 0,001                          | 0,010            | 33,12 |
| Ke Dalam          | 49,88                     | 1,16 | 3,95              | 3,75             | 2,06                           | 0,001            | nd  | 0,001                          | 0,008            | 39,22 |

7. Padatan yang telah kering selanjutnya dilakukan proses karakterisasi untuk membandingkan produk hasil penelitian dengan kalsium karbonat presipitat yang ada di pasaran. Pada kegiatan ini karakterisasi dilakukan meliputi: (1) bulk density untuk melihat berat jenis, (2) Derajat keputihan untuk melihat kejernihan produk, (3) analisis komposisi pengotor dan (4) analisis bentuk butiran dengan SEM.

#### 4. Hasil dan Pembahasan

Telah dilakukan kegiatan karakterisasi hasil percobaan dengan menggunakan metoda karakterisasi: (1) bulk density untuk melihat berat jenis, (2) Derajat keputihan untuk melihat kejernihan produk, (3) analisis komposisi pengotor dan (4) analisis bentuk butiran dengan SEM. Hasil dari karakterisasi tersebut selanjutnya dibandingkan dengan produk pasar dan dibahas dalam bagian ke empat dari tulisan ini. Adapun hasil karakterisasi dan pembahasannya adalah sebagai berikut :

##### 4.a. Hasil analisis Bulk Density dan Derajat Keputihan

Dari hasil karakterisasi terlihat bahwa semakin encer lumpur hasil slaking memberikan hasil bulk density yang semakin baik. Hal ini memberi indikasi bahwa semakin encer larutan maka proses difusi gas  $\text{CO}_2$  dalam larutan semakin baik, ditandai dengan rendahnya bulk density. Namun demikian semakin encer larutan kadar besi dalam produk semakin meningkat sehingga produk menjadi kurang cemerlang. Hal ini dapat ditunjukkan dengan rendahnya derajat keputihan, dimana pada larutan yang paling

encer ( 798 g / 2.000 ml ) angka derajat keputihan hanya 85,3 dan pengotor besi 0,219 % berat (Tabel 2).

Dari data hasil percobaan tabel 2, kemudian dilakukan proses perbandingan terhadap kalsium karbonat yang ada di pasaran dari hasil studi di internet. Hasil percobaan pembuatan kalsium karbonat presipitat yang berasal dari batu kapur daerah rumpin Kabupaten Bogor mendekati spek pasar (Tabel 3). Adapun spek pasar dapat dilihat pada gambar 3.

Dari gambar 3 dibawah terlihat bahwa produk kalsium karbonat dari hasil proses karbonatasi belum menyamai produk pasar terutama pada derajat kecemerlangan (*whiteness*). Pencapaian bulk density sudah mendekati pasar yaitu 0,38 g / ml , hal ini lebih baik dibandingkan percobaan yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya di Pusat Penelitian Metalurgi (Edi Herianto, 2005) diperoleh bulk density diatas 0,43 g / ml. Rendahnya mutu batu kapur dari daerah Rumpin, Kabupaten Bogor mungkin kurang cocok dikembangkan untuk menghasilkan kalsium karbonat presipitat dan kurang sempurnanya proses karbonatasi. Hasil dari perbandingan antara produk hasil penelitian dengan spek pasar dapat dilihat pada tabel 4.

Dari tabel 4 terlihat bahwa hasil penelitian masih perlu disempurnakan terutama pada derajat kecemerlangan yang masih cukup jauh dari target dimana target 94 yang terpenuhi hanya 85. Masalah derajat kecemerlangan ini sangat berpengaruh pada penampilan produk dimana warna produk yang tidak cemerlang ( kusam ) akan memiliki nilai jual yang rendah.

Tabel 2. Derajat Keputihan dan Bulk Density hasil penelitian.

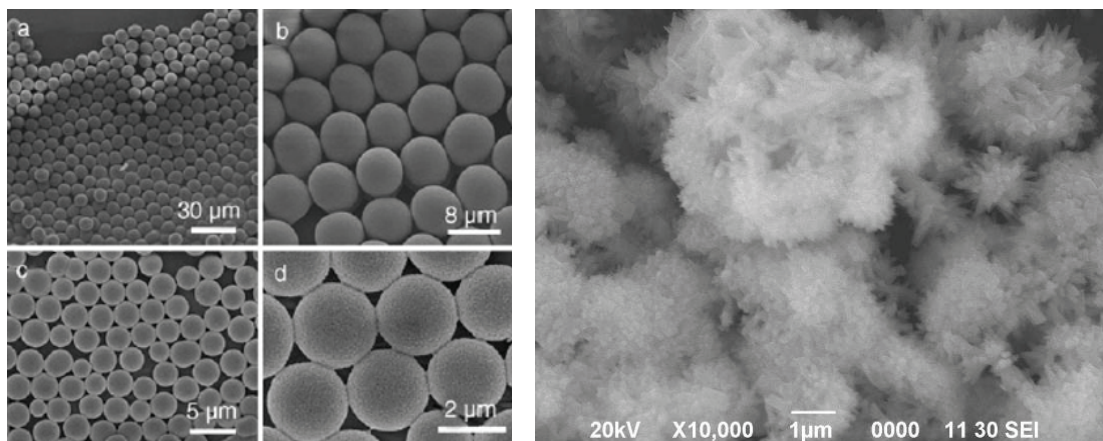
| No | Berat Slurry gram | Bulk Density g / ml | Derajat Keputihan | Kadar Pengotor ( % ) berat |       |       |
|----|-------------------|---------------------|-------------------|----------------------------|-------|-------|
|    |                   |                     |                   | Fe                         | Si    | Al    |
| 1  | 1.578             | 0,4575              | 88,99             | 0,205                      | 0,197 | 0,236 |
| 2  | 1.115             | 0,4025              | 88,64             | 0,173                      | 0,161 | 0,207 |
| 3  | 798               | 0,3875              | 85,30             | 0,219                      | 0,157 | 0,198 |

Tabel 3. Spesifikasi Kalsium Karbonat Presipitat berdasarkan spek pasar

| Spesifikasi                | Ukuran 6 micron     | Ukuran 25 micron    | Ukuran 33 micron     | Ukuran 45 micron   |
|----------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| $\text{CaCO}_3$            | 98.5% min           | 98.5% min           | 98.5% min            | 98.5% min          |
| $\text{Fe}_2\text{O}_3$    | 0.15% max           | 0.15% max           | 0.15% max            | 0.03% max          |
| $\text{SiO}_2$             | 0.15% max           | 0.15% max           | 0.15% max            | 0.10% max          |
| MgO                        | 0.3% max            | 0.3% max            | 0.3% max             | 0.5% max           |
| Kandungan air ( moisture ) | 0.3% max            | 0.3% max            | 0.3% max             | 0.3% max           |
| whiteness                  | 94% min             | 94% min             | 94% min              | 93%min             |
| pH                         | 8-10                | 8-10                | 8-10                 | 8-10               |
| Harga/Kg                   | 2.1 USD (Rp 23.100) | 1.8 USD (Rp 19.800) | 1.64 USD (Rp 18.040) | 0.6 USD (Rp 6.600) |

**Tabel 4.** Hasil perbandingan

| No | Spesifikasi                  | Calsium karbonat |                  |
|----|------------------------------|------------------|------------------|
|    |                              | Pasar            | Hasil penelitian |
| 1  | Bulk Density ( g / ml )      | 3,5              | 0,3875           |
| 2  | Whiteness                    | 94               | 85,30            |
| 3  | Pengotor Besi ( % berat )    | 0,15             | 0,219            |
| 4  | Pengotor Silika ( % berat )  | 0,15             | 0,157            |
| 5  | Pengotor alumina ( % berat ) | 0,15             | 0,198            |



**Gambar 1.** Bentuk butiran setelah dilakukan analisis SEM

#### 4.b. Hasil Analisis Foto SEM

Setelah dilakukan proses perbandingan terhadap hasil analisis bulk density dan derajat kecermerlangan maka langkah berikutnya adalah perbandingan terhadap hasil SEM. Dari hasil analisis SEM terlihat bahwa ada perbedaan yang sangat menyolok antara produk yang ada dipasar (kiri) yaitu terbentuknya butiran kalsium karbonat presipitat yang berbentuk butiran sempurna, sementara itu untuk produk hasil penelitian bentuk butirannya seperti gumpalan karang. Sementara ukuran butiran hampir sama yaitu berada pada kisaran 1–2 mikron. Oleh karena itu perlu dilakukan penyempurnaan proses sehingga bentuk butiran menyerupai dengan bentuk butiran yang sesuai dengan spek pasar.

Dengan melihat hasil tersebut maka dapat diketahui bahwa untuk membuat kalsium karbonat presipitat dengan mutu tinggi yang sesuai dengan spek pasar tidaklah mudah, sehingga diperlukan trik atau cara khusus untuk mensiasatinya. Oleh karena itu pada kegiatan penelitian tahun 2010 akan dilakukan proses penyempurnaan dengan memberikan proses karbonatasi dengan menggunakan proses sonochemistry. Kemudian dilakukan pula proses perbandingan dengan menggunakan bahan baku batu kapur

dari daerah lain seperti dari daerah Klaten dan Padalarang yang memiliki kualitas batu kapur lebih baik dari pada daerah Rumpin, Kabupaten Bogor.

#### 5. Kesimpulan

- Hasil penelitian yang diperoleh masih jauh dari spesifikasi pasar, dimana derajat kecermerlangan rendah, bulk density masih cukup tinggi dan pengotor unsur besi masih cukup tinggi.
- Hasil dari percobaan terlihat bahwa ukuran butiran masih dapat dikatakan sudah menyamai dengan ukuran butiran yang ada di pasaran yaitu sekitar 1 – 2 mikron.
- Untuk bentuk butiran, hasil penelitian masih berbentuk seperti butiran karang, sementara itu untuk kalsium karbonat presipitat yang ada di pasaran ukuran butirannya sudah berbentuk bola sempurna.
- Berdasarkan hasil penelitian perlu dilakukan penyempurnaan proses seperti pada proses karbonatasi dan proses pengeringan butiran.
- Diperkirakan batu kapur dari Rumpin , Kabupaten Bogor kurang cocok dikembangkan untuk pembuatan kalsium karbonat presipitat.

**Daftar Pustaka**

- Immanuel Ginting, Deddy Sufiandi, Agus Budi Prasetyo, " Studi Potensi Pengembangan Batu Kapur dari Rumpin Kabupaten Bogor", Prosiding Seminar Nasional Astechnova, Kamis 8 Oktober 2009, Volume 1, Nomor 1 Tahun 2009, Fakultas Teknik-Universitas Gadjahmada.
- Edi Herianto, " Calcium Carbonat Ringan Skala Laboratorium", Prosiding Seminar Material Metalurgi Tahun 2006, 20 Desember 2006, Diterbitkan Pusat Penelitian Metalurgi-LIPI.
- Eko Sulistiyono dan Murni Handayani, " Eliminasi Unsur Besi dan Silika Pada Proses Hidrometalurgi Pembuatan Kalsium Karbonat Presipitat Dari Batu Kapur Rumpin – Bogor", Prosiding Seminar Material Metalurgi 2009, 2 Desember 2009, Diterbitkan Pusat Penelitian Metalurgi-LIPI.
- Eko Sulistiyono dan Murni Handayani, " Uji Reaksi Slaking Pada Limestone Dari Rumpin, Bogor", Prosiding Seminar

Material Metalurgi 2009, 2 Desember 2009, Diterbitkan Pusat Penelitian Metalurgi-LIPI.

**TANYA JAWAB**

Penanya : Didik Prasetyoko (ITS)

Pertanyaan :

1). Rencana setelah ultrasonik? 2). Metode yang dilakukan?

Jawaban :

- 1) Penelitian direncanakan 3 tahun. Rencana pertama membuat produk seperti di pasar dengan cara konvensional (kesamaan butiran, bulk density dsb). Rencana kedua menggunakan proses ultrasonik agar butiran bisa pecah lagi sehingga butiran bisa berukuran nano → CaCO<sub>3</sub> nano itu mahal, CaCO<sub>3</sub> nano untuk pemutih kertas. Rencana ketiga memisahkan nano dan tidak nano.
- 2) Tidak tahu pasti. Metode → memperkecil ukuran dengan