

Kode>Nama RumpunIlmu: Teknik Kimia

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN DANA INTERNAL**

Skim Penelitian Dasar



JUDUL

**PEMANFAATAN LIMBAH GAS CO₂ DAN ADITIF LIDAH BUAYAUNTUK
SINTESA PRECIPITATED CALCIUM CARBONATE**

TIM PENGUSUL

Ketua:

Ellyta Sari, S.T., M.T (NIDN : 1002127001)

Anggota:

Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T (NIDN :1012097403)

Dra. Munas Martynis, M.Si (NIDN : 0015095701)

Hani Anggraini Hutagaol (NPM : 1710017411026)

**UNIVERSITAS BUNG HATTA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK KIMIA**

**PADANG
OKTOBER, 2021**

**LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN AKHIR PENELITIAN**

1	Judul Proposal Penelitian	Pemanfaatan Limbah Gas CO₂ dan Aditif Lidah Buaya untuk Sintesa <i>Precipitated Calcium Carbonate</i> (PCC)		
IDENTITAS PENELITI				
	Ketua Peneliti			
3	Nama Peneliti (Pengusul)	Ellyta Sari, ST, MT		
	Jabatan/Golongan	Lektor Kepala / IV-A		
	NPP/NIDN	1002127001		
	Bidang Keahlian	Pemisahan, Energi dan Sintesa		
	Unit/Fakultas/Jurusan	Fakultas	Jurusan/Program Studi	
		Teknologi Industri	Teknik Kimia	
	Alamat Rumah	Jl. Aru Gunung Sarik RT 1 RW 3 Kuranji Padang Sumatera Barat		
No. Telp/Faks/Email Peneliti	081374132130	Email: sariellyta@yahoo.com		
4	Anggota Peneliti	Anggota 1	Anggota 2	
	Nama Peneliti (Pengusul)	Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, MT	Dra. Munas Martynis, M.Si	
	Jabatan/Golongan	Dosen/IV-B	Dosen/IV-D	
	NPP/NIDN	1012097403	0015095701	
	Bidang Keahlian	Pengolahan Air dan Limbah Cair	Kimia Organik	
	Unit/Fakultas/Jurusan	FTI/ Teknik Kimia	FTI/ Teknik Kimia	
5	Lokasi Penelitian	Jurusan Teknik Kimia		
6	Waktu Pelaksanaan	8 (delapan) bulan		
7	Dana yang Diusulkan	Rp. 10.000.000,-		
	Terbilang	Sepuluh Juta Rupiah		
8	Spesifikasi <i>outcome</i> penelitian	A. Produk. B. Jurnal International Physicochemical Problems of Mineral Processing (Q3)		

Padang, 1 Oktober 2021

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknologi Industri

Pengusul,

(Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, ST, MT.)
NIDN.1012097403

(Ellyta Sari, ST, MT)
NIDN. 1002127001

Menyetujui,
Ketua LPPM

(Dr. Azrita, S.Pi., M.Si)
NIDN. 1031077503

RINGKASAN

Limbah gas CO₂ di Indonesia meningkat tiap tahunnya seiring dengan meningkatnya pertumbuhan industri yang berdampak pada laju pemanasan global (*global warming*), sehingga menyebabkan gas rumah kaca. Gas CO₂ dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan PCC. PCC digunakan diberbagai perindustrian seperti sebagai filler dalam cat, plastik, PVC, farmasi maupun makanan. Kebutuhan PCC di Indonesia sedikit terpenuhi dengan adanya produksi PCC dalam negeri yang hanya dapat memenuhi kebutuhan di industri kertas sedangkan sebagian besar industri seperti pada industri farmasi dan makanan masih mengandalkan impor dari luar negeri. Pembuatan PCC dapat digunakan dengan berbagai metode salah satunya dengan menggunakan metode karbonasi atau mengontakkannya dengan gas CO₂. Proses pembuatan PCC memiliki beberapa faktor yang mempengaruhi reaksi pembentukan PCC, diantaranya jenis pelarut, temperatur, laju alir gas CO₂, waktu reaksi, dan jenis reaktor. Proses pembuatan PCC semakin luas, namun jika PCC mengandung zat kimia yang berasal dari aditif/pelarutnya maka PCC dapat mengakibatkan *toxic* jika dikonsumsi. Penelitian tentang pengembangan proses pembuatan PCC dengan menggunakan pelarut alami dari ekstrak tumbuh-tumbuhan untuk meningkatkan kelarutan CaO dalam air sangat penting dilakukan, untuk menjamin produk PCC aman dari segi kesehatan. Lidah buaya sering digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan suplemen maupun kosmetik. Zat yang terkandung pada lidah buaya adalah asam amino yang terdiri dari asam glutamat, asam aspartat, glisin, leusin dan air. Ekstrak lidah buaya dapat mensintesis PCC menjadi ukuran nanometrik, karena sifatnya yang dapat menyusut. Maka tujuan penelitian ini adalah pemanfaatan ekstrak lidah buaya sebagai aditif untuk proses pembuatan PCC, sehingga dihasilkan PCC dengan kemurnian yang tinggi, bentuk aragonit dengan ukuran partikel nanometrik, sehingga PCC tersebut dapat digunakan pada bidang farmasi maupun makanan. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan produk PCC yang berkualitas dan memenuhi standar kualitas produk di bidang makanan dan farmasi. Penelitian mempunyai Tingkat Kesiapan Teknologi 1 sampai 3 yaitu prinsip dasar dari teknologi yang diteliti dan dikembangkan, dan formulasi konsep serta karakteristik. Proses pembuatan PCC ini dilakukan pada suhu 30 °C dan 50 °C, menggunakan bahan baku CaO dari Padang Panjang, menggunakan air kemudian dicampur dengan ekstrak lidah buaya dengan perbandingan 0, 3, 8, 10 % v/v dan laju alir CO₂ sebesar 1 l/menit. Dengan penambahan ekstrak lidah buaya terhadap produk PCC yang dihasilkan didapat bahwa ekstrak lidah buaya mempengaruhi jenis kristal menjadi aragonit, yield PCC yang didapatkan pada suhu 30°C sebesar 90% dan pada suhu 50°C sebesar 72% dan ukuran partikel PCC mencapai 1,4 µm.

Kata Kunci: precipitated calcium carbonate, pemanfaatan gas CO₂, lidah buaya, industri farmasi dan makanan

PRAKATA

Puji syukur peneliti panjatkan ke hadirat Allah SWT atas Rahmat serta Hidayah-Nya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan penelitian dasar dana internal ini sampai penyusunan laporannya dengan judul “PEMANFAATAN LIMBAH GAS CO₂ DAN ADITIF LIDAH BUAYA UNTUK SINTESA *PRECIPITATED CALCIUM CARBONATE* (PCC)”.

Dalam menyusun laporan ini, peneliti banyak memperoleh bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, peneliti mengucapkan terima kasih terutama kepada:

1. Prof. Dr. Tafdil Husni, S.E., M.B.A, selaku Rektor Universitas Bung Hatta,
2. Dr. Azrita, S.Pi., M.Si, selaku Ketua LPPM Universitas Bung Hatta,
3. Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta,
4. Semua pihak yang ikut membantu dalam penyusunan laporan penelitian ini.

Peneliti menyadari bahwa dengan bekal dan kemampuan terbatas tentu penyusunan laporan hasil penelitian ini kurang sempurna. Untuk itu, kritik dan saran selalu peneliti harapkan demi kesempurnaan laporan ini. Namun demikian, semoga laporan penelitian ini bermanfaat bagi para pembaca.

Padang, Oktober 2021
Peneliti,

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
RINGKASAN	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
1. PENDAHULUAN	1
2. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	1
2.1 Tujuan.....	1
2.2 Manfaat.....	1
3. TINJAUAN PUSTAKA	2
3.1 Batu Kapur	2
3.2 Precipitated Calcium Carbonate (PCC)	3
3.3 Lidah Buaya (Aloe Barbadensis Miller).....	3
3.4 Teknologi Karbonasi	3
3.5 Studi Pendahuluan yang Telah Dilakukan	4
4. METODE PENELITIAN	5
4.1 Tahapan Penelitian	5
4.2 Alat dan Bahan yang Digunakan.....	5
4.3 Rangkaian Alat.....	6
4.4 Penetapan Variabel.....	6
4.5 Prosedur Kerja.....	7
5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI	9
5.1 Analisa Kadar Kalsium dalam Bahan Baku CaO Padang Panjang.....	9
5.2 Analisis Kandungan Pada PCC	9
5.3 Pengaruh Ekstrak Lidah Buaya terhadap Kemurnian PCC.....	9
5.4 Analisis Morfologi dari Sampel PCC yang Disintesis	10
6. KESIMPULAN DAN SARAN	13
6.1 Kesimpulan.....	13
6.2 Saran.....	13
DAFTAR PUSTAKA	14

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Produk PCC	3
Tabel 5.1 Kandungan CaO Padang Panjang	8

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Road Map Penelitian	4
Gambar 4.1 Tahapan Penelitian	5
Gambar 4.2 Rangkaian Alat Pembuatan PCC.....	6
Gambar 5.1 <i>X-ray Fluoresence</i> PCC.....	8
Gambar 5.2 Pengaruh Ekstrak Lidah Buaya terhadap Kemurnian PCC.....	10
Gambar 5.3 Hasil SEM PCC (a. 0, b. 3, c. 5, d. 8, e. 10 %v/v)	11

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 LUARAN DAN INDILATOR CAPAIAN	16
LAMPIRAN 2 ARTIKEL ILMIAH	16

1. PENDAHULUAN

Gas CO₂ adalah salah satu gas rumah kaca yang dapat menyebabkan pemanasan global. Indonesia, sebagai salah satu negara berkembang di dunia, memiliki tingkat emisi karbon dioksida yang tinggi dengan angka 1.515.949 MT pada tahun 2016 [1]. Dengan emisi karbon dioksida yang tinggi ini, pemanfaatan limbah CO₂ dapat digunakan dalam pembuatan PCC dan akan menjadi salah satu upaya dalam memanfaatkan karbon dioksida yang dapat berbahaya bagi manusia dan dapat mengurangi laju pemanasan global (*global warming*) [2].

Precipitated Calcium Carbonate (PCC) merupakan senyawa kimia rumus CaCO₃ yang digunakan sebagai *filler* atau bahan pencampur pada berbagai perindustrian. Beberapa penelitian telah berhasil mendapatkan PCC dengan penambahan berbagai macam zat aditif yang bertujuan untuk meningkatkan kelarutan CaO dalam air. Seperti beberapa proses telah dikembangkan yaitu pembuatan PCC dengan beberapa larutan sakarida seperti glukosa, fruktosa, sukrosa, dan theralose [3]. Pada penelitian sebelumnya pembuatan PCC menggunakan *cetyltrimethylammonium bromide* (CTAB) sebagai aditif dan dihasilkan kalsit pada suhu 80°C [4]. Pembuatan PCC dengan penambahan zat kimia akan berdampak lingkungan dan pada manusia jika dikonsumsi [5].

Penggunaan zat aditif dari ekstrak tumbuh-tumbuhan yang mengandung protein dan biopolimer dapat mengendalikan morfologi kristal, karena ekstrak tumbuhan bertindak sebagai zat aditif dalam modifikasi morfologi kristal karena polaritas dan kelarutannya [6]. Beberapa penelitian tentang pembuatan PCC dengan penambahan ekstrak tumbuhan telah banyak dilakukan. Penelitian selanjutnya menunjukkan pada pembuatan PCC dengan penambahan zat aditif yaitu ekstrak dari daun teh hijau dan *sodium lignosulfonat* mempengaruhi bentuk kristal atau polimorf PCC yang disintesis [7]. Kelemahan dari penelitian ini adalah didapatkan jenis kristal dari partikel PCC yang tersintesis yaitu vaterite yang cenderung kurang stabil daripada bentuk kristal lainnya. PCC yang berkualitas tinggi yaitu dengan jenis kristal kalsit dan aragonite [8]. Pada penelitian selanjutnya pembuatan PCC dilakukan dengan penambahan ekstrak lidah buaya sebagai zat aditifnya dengan menggunakan reaktor *tubular column* [9], dimana reaktor tersebut memiliki kelebihan kapasitas produksi cukup tinggi, dan kekurangannya memiliki konversi yang rendah. Dari beberapa penelitian tersebut dapatlah proses pembuatan PCC dengan *green technology* dengan memanfaatkan limbah CO₂ dan penambahan lidah buaya yang ramah lingkungan sehingga aman digunakan sehingga produk PCC yang dihasilkan bebas dari bahan kimia berbahaya untuk kesehatan .

2. TUJUAN DAN MANFAT PENELITIAN

2.1. Tujuan

1. Mengkaji pemanfaatan pelarut lidah buaya untuk meningkatkan kelarutan CaO dan pembentukan PCC.
2. Mengkaji pengaruh konsentrasi ekstrak lidah buaya pada reaksi pembentukan PCC berdasarkan komposisi, struktur kristal dan ukuran partikel yang sesuai dengan kebutuhan industri farmasi dan makanan.

2.2. Manfaat

Penelitian ini sangat bermanfaat terutama dalam bidang farmasi dan makanan. Bagi pendidikan dalam kontribusinya dalam ilmu pengetahuan serta bagi lingkungan karena menggunakan ekstrak lidah buaya, produk yang dihasilkan bersifat aditif tidak berbahaya dan ramah lingkungan.

3. TINJAUAN PUSTAKA

3.1. Batu Kapur

Batu kapur merupakan merupakan bagian dari batuan sedimen, yaitu batuan sedimen non-klastik yang terbentuk dari proses kimia atau proses biologi. Batu kapur disebut juga batu gamping atau limestone. Kandungan utama batu kapur adalah mineral kalsium karbonat (CaCO_3) yang terjadi akibat proses kimia dan atau organik [10].

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 $2,6-2,8 \text{ gr/cm}^3$, dalam keadaan murni dengan bentuk kristal kalsit (CaCO_3), sedangkan berat volumenya berkisar $1,7-2,6 \text{ gr/cm}^3$ [11]. Jenis batuan karbonat dapat dibagi menjadi 2 bagian utama yaitu batu kapur (*limestone*) dan dolomit (*dolostone*).

3.2. *Precipitated Calcium Carbonate* (PCC)

Precipitated Calcium Carbonate (PCC) adalah senyawa kimia yang memiliki rumus kimia CaCO_3 . PCC memiliki struktur kristal yang biasa disebut sebagai kalsit. 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). Selain itu PCC juga dapat mencapai ukuran yang sangat kecil, mencapai nanometer, jauh lebih kecil dibanding kalsium karbonat biasa hasil penggerusan batu kapur. Selain batu kapur, bahan baku pembuatan PCC juga bisa menggunakan terak bajan (*steelmaking slag*) [12].

Dengan keistimewaan karakteristik yang dimilikinya, pemakaian PCC dalam industri menjadi semakin luas [13]. PCC juga dapat disintesis dengan penambahan garam ammonium klorida (NH_4Cl) yang dapat meningkatkan kelarutan CaO terhadap air. Sehingga semakin banyak pembentukan PCC yang dihasilkan dan tidak membutuhkan suhu yang tinggi dan larutan NH_4Cl dapat digunakan kembali [14]. Tetapi produk kalsium karbonat yang mengandung Cl tidak dapat bersaing dengan produk murni tersedia di pasaran [15].

PCC mempunyai tiga *poliform* yaitu kalsit, vaterit, dan aragonit. Masing-masing morfologi mempunyai sifat yang berbeda. Kalsit hampir terbentuk di setiap perlakuan sintesis sedangkan vaterit dan aragonit membutuhkan perlakuan tertentu, kalsit dan aragonit merupakan jenis kristal yang stabil sedangkan vaterite sifatnya cenderung metastabil [16].

Saat ini PCC telah digunakan sebagai aditif pada obat-obatan, makanan, kertas, plastik dan tinta [16]. Secara khusus, aragonit dari *Precipitated Calcium Carbonate* digunakan untuk meningkatkan kelenturan dan kekuatan karet dan plastik. PCC aragonit digunakan dalam pembuatan bumper mobil, sebagai resin termoplastik dan *polypropylene* [17].

3.2.1 Keunggulan *Precipitated Calcium Carbonate* (PCC)

PCC memiliki keunggulan dibandingkan dengan kalsium karbonat biasa antara lain:

1. PCC mempunyai nilai ekonomi yang tinggi
2. Ukuran partikel yang kecil (mikro)
3. Sifatnya yang mudah diatur
4. Kehomogenanya yang tinggi serta
5. Keseragaman bentuk partikelnya tinggi.

3.2.2 Standar Mutu dan Karakteristik *Precipitated Calcium Carbonate* (PCC)

Standar Mutu dan Karakteristik *Precipitated Calcium Carbonate* (PCC) dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Spesifikasi Produk PCC

Komponen	PVC	Plastik	Farmasi	Makanan
Warna	Bright White	Bright White	Bright White	Bright White
Kemurnian	98%	97%	98%	98%
Bentuk kristal	Calsite	Calsite	Calsite	Calsite
Whiteness	≥94,5%	≥96%	≥92%	≥94%
Ukuran partikel	5-10 μm	2-8 μm	1-2 μm	1-2 μm
Residu 325 Mesh	< 1 %	< 1 %	< 1 %	< 1 %
Ph	9,5 – 10,2	9,0– 9,5	-	0,5-9,5
Alkali bebas	< 0,10%	< 0,10%	-	-
Kadar air	<4%	<4%	<4%	<4%

Sumber: Alibaba.com

3.3. Lidah Buaya (*Aloe barbadensis* Miller)

Lidah buaya (*Aloe vera*) adalah sejenis tumbuhan yang sudah dikenal sejak ribuan tahun silam dan digunakan sebagai penyubur rambut, penyembuh luka, dan untuk perawatan kulit. Tumbuhan ini dapat ditemukan dengan mudah di kawasan kering di Afrika. Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, manfaat tanaman lidah buaya berkembang sebagai bahan baku industri farmasi dan kosmetik.

Zat yang lebih banyak terkandung pada lidah buaya adalah asam glutamat, asam aspartat, glisin, leusin dan air. Ekstrak lidah buaya memiliki gel *mucilaginous* dengan antiprotozoal, anti inflamasi, pelindung UV, dan sifat imunomodulator [18]. Sifat menyusut dari lidah buaya dapat mempengaruhi ukuran partikel PCC dan membatasi ukurannya hingga rentang nanometrik. [19] menggunakan lidah buaya sebagai agen templating untuk mensintesis zinc oxide menjadi ukuran partikel nanometer. Dan ukuran partikel yang dihasilkan yaitu sebesar 25-40 nm [20]. Dalam studi ini, sintesis PCC dengan ini menggunakan metode karbonasi dengan tambahan ekstraklidahbuaya sebagai agen templating hijau untuk meningkatkan kelarutan CaO pada air.

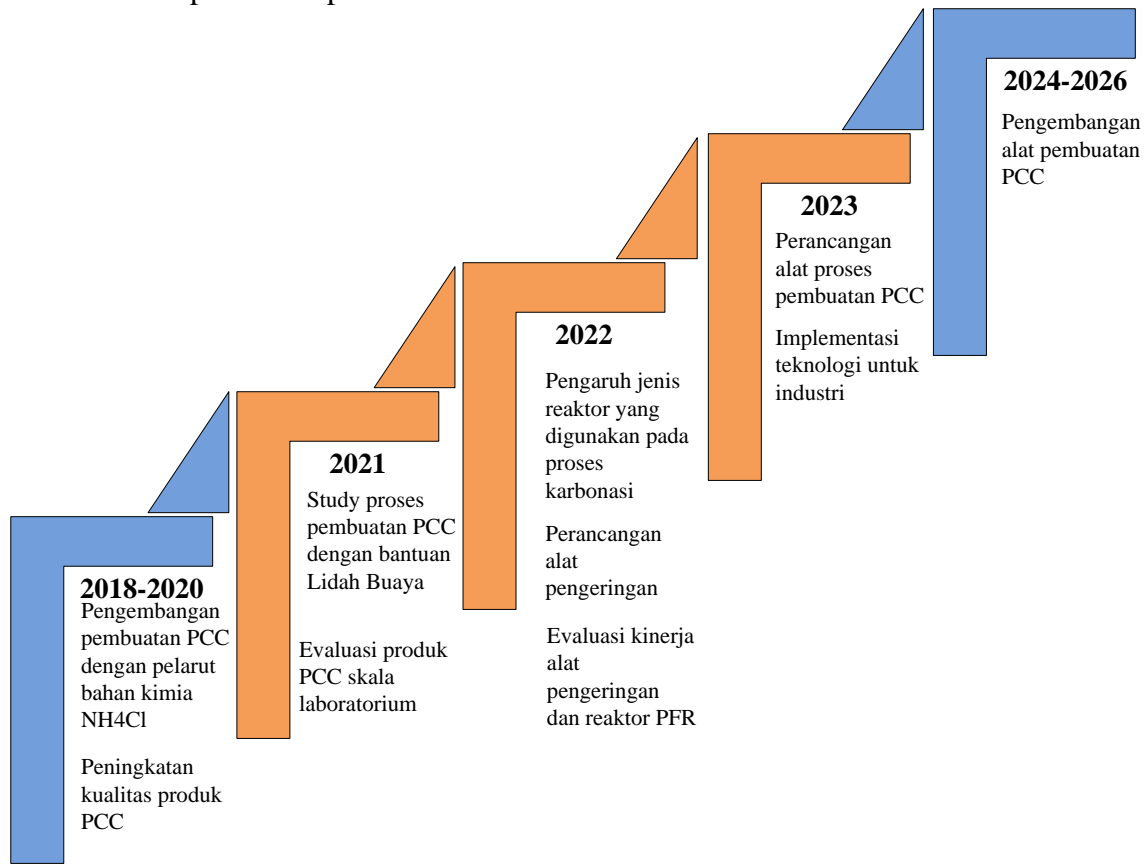
3.4. Teknologi Karbonasi

Proses pembuatan *Precipitated Calcium Carbonate* (PCC) dapat dilakukan beberapa proses atau cara yang berbeda beda, sebagai contohnya PCC dapat dibuat dengan cara *Caustik Soda*, *Methoda Solvay*, *Carbonation* dan lain sebagainya. Perbedaan dari setiap metoda yaitu jenis pelarut yang akan digunakan. Pada metoda kaustik soda, batukapur dikalsinasi menjadi CaO, lalu dihidrasi menjadi Ca(OH)₂ dan kemudian direaksikan dengan larutan natrium karbonat (Na₂CO₃) sehingga terbentuk endapan CaCO₃ (PCC). Akan tetapi pada metoda ini rendemen PCC yang dihasilkan relatif rendah, karena dibatasi oleh kelarutan Ca(OH)₂ yang kecil (K_{sp} Ca(OH)₂ 7,9 x 10⁶) [21]. Sedangkan metode karbonasi dilakukan pengontakan dengan CO₂. Umumnya, PCC yang tersedia secara komersial disintesis melalui proses karbonasi di mana kapur terhidrasi direaksikandengan gas yang mengandung CO₂ atau CO₂ murni. Namun, sulit untuk mengontrol secara tepat fase, bentuk, dan rasio aspek kristal [22]. Dan pada proses ini digunakan metode karbonasi.

Metode karbonasi menggunakan gas karbon dioksida (CO₂), yaitu gas cair tidak berwarna, tidak berbau, tidak mudah terbakar, dan sedikit asam. CO₂ lebih berat daripada udara dan larut dalam air. CO₂ diproduksi dalam industri dengan menggunakan sumber CO₂ yang diperoleh melalui berbagai proses dalam industri petrokimia, atau dengan membakar gas alam dalam proses kogenerasi. Gas karbon dioksida biasanya dihasilkan dari emisi gas atau hasil dari pembakaran dari industri Pertamina, industri semen dan lain sebagainya.

3.5. Studi Pendahuluan yang Telah Dilakukan

Berkaitan dengan penelitian Pembuatan *Precipitated Calcium Carbonate* (PCC) sebagai pemanfaatan sumber daya alam dengan *green technology*, maka roadmap dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.1.



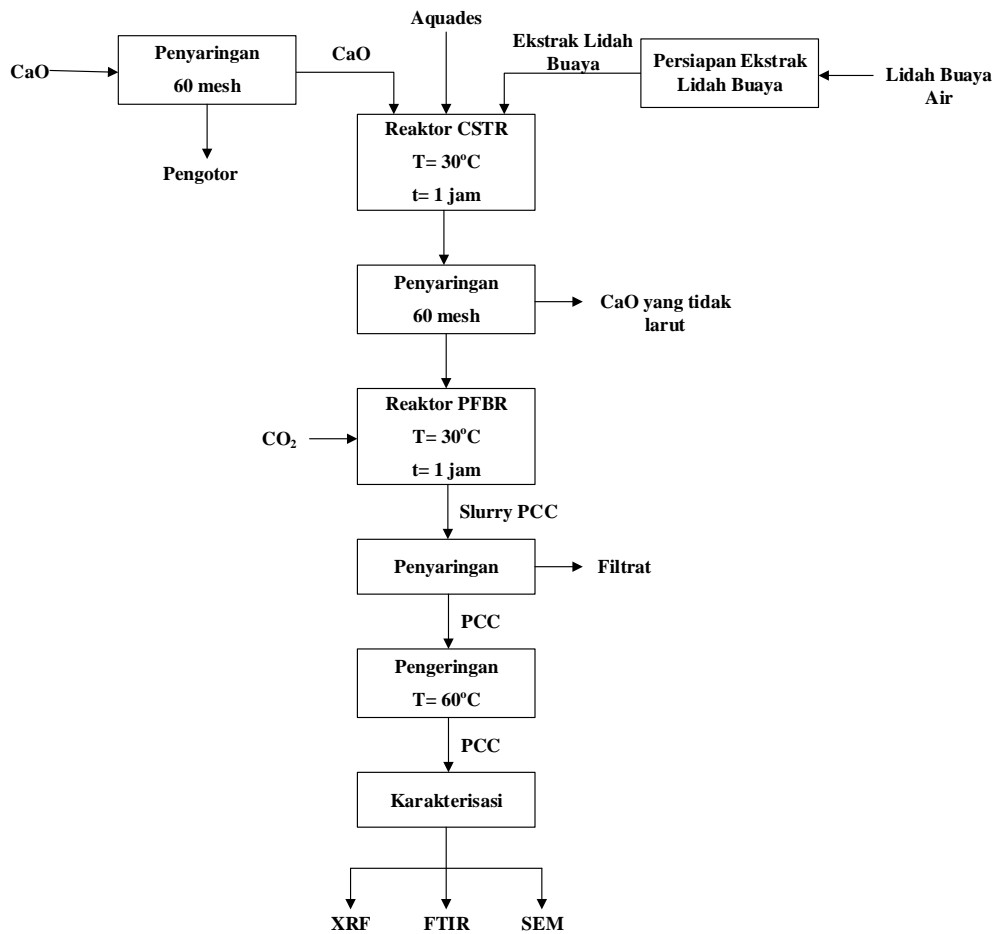
Gambar 3.1. Road Map Penelitian

4. METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Jurusan Teknik Kimia Universitas Bung Hatta Padang.

4.1. Tahapan Penelitian

Blok diagram tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 4.1 Tahapan Penelitian

4.2. Alat dan Bahan yang Digunakan

4.2.1. Alat yang Digunakan

1. 1 set reaktor PFBR
2. Pompa Peristaltik
3. Hotplate
4. Magnetic Stirrer
5. Gelas piala 5000 ml dan 1000 ml
6. Erlenmeyer 500 ml
7. Neraca Analitik
8. pH meter
9. Corong Buchner
10. Pompa Vacuum
11. Desikator
12. Cawan penguap
13. Erlenmeyer bercabang
14. Oven
15. Kertas saring
16. *Screening 325 mesh*

Alat analisis produk

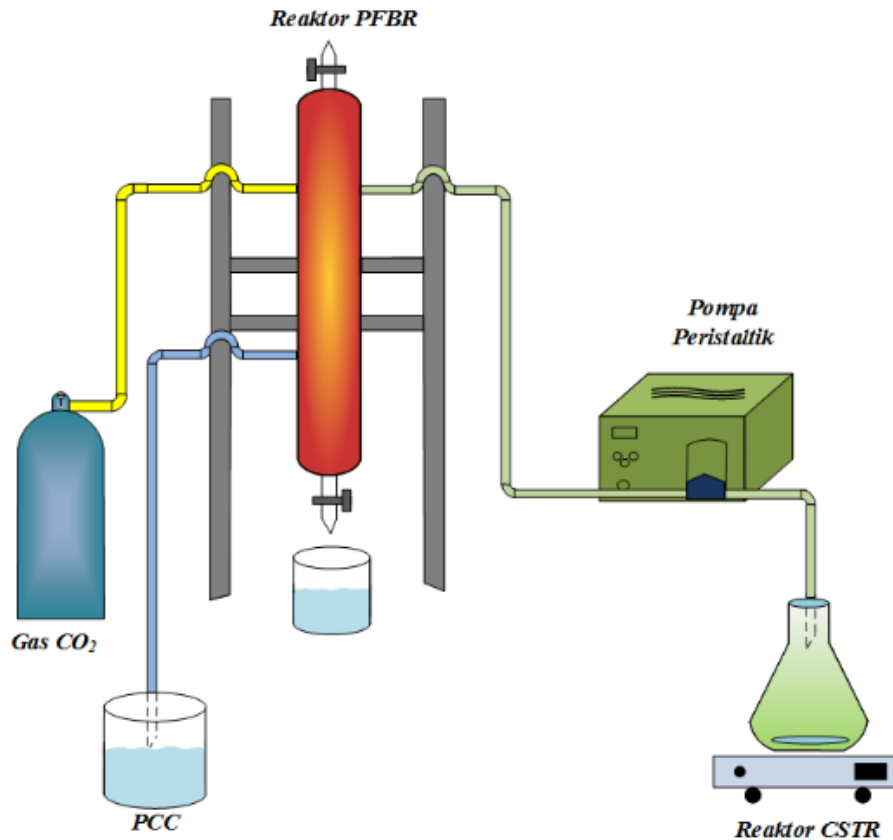
1. *Scanning Electron Microscope (SEM)*
2. *X-ray Fluorescence (XRF)*

4.2.2. Bahan yang Digunakan

1. Padatan CaO
2. Aquades
3. Lidah buaya
4. Gas CO₂

4.3. Rangkaian Alat

Rangkaian alat pembuatan PCC dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 4.2 Rangkaian Alat Pembuatan PCC

4.4. Penetapan Variabel

4.4.1. Variabel Tetap

- a. Padatan CaO 50 gr
- b. Waktu reaksi 1 jam

4.4.2. Variabel Peubah

- a. Volume ekstrak lidah buaya: 0, 3, 8, 10 %v/v
- b. Volume aquades: 2000, 1950, 1900, 1850, 1800 ml
- c. Temperatur reaksi: 30 °C dan 50 °C

4.4.3. Variabel Luaran

- a. Analisis SEM
- b. Analisis XRF

4.5. Prosedur Kerja

4.5.1. Persiapan Bahan

Daun lidah buaya dicuci bersih dengan air suling dan dipotong menjadi potongan-potongan kecil. Selanjutnya, lidah buaya direbus dengan air dan kemudian disaring menggunakan kertas saring *Whatman* dan disimpan pada suhu 5 °C.

CaO dari Padang Panjang dilakukan *pre-treatment* terlebih dahulu dengan menyaring padatan CaO tersebut menggunakan saringan 60 *mesh*.

4.5.2. Sintesis Pembuatan PCC

50 gr CaO dilarutkan dengan air 2000, 1950, 1900, 1850, 1800 ml kemudian dicampur dengan ekstrak lidah buaya dengan konsentrasi 0, 3, 8, 10 %v/v dan diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan pengadukan 300 rpm selama 1 jam dengan suhu 30 °C dan 50 °C.

Kemudian larutan tersebut dipompakan menggunakan pompa peristaltik sampai reaktor penuh. Setelah itu, gas CO₂ dikontakkan ke dalam reaktor PFBR selama 1 jam dengan suhu 30°C dan 50 °C. Dan di reaktor PFBR menghasilkan CaCO₃ yang merupakan produk dari PCC.

4.5.3. Tahap Pemurnian

Slurry yang sudah direaksikan dengan gas CO₂ selama 1 jam di reaktor PFBR akan dilakukan tahap separasi yang menggunakan pompa *vacuum* yang bertujuan untuk memisahkan padatan yang berupa produk CaCO₃ dari *slurry*. Padatan (CaCO₃) yang sudah terpisah dari *slurry* akan masuk ketahap pengeringan.

Selanjutnya padatan (CaCO₃) dilakukan pengeringan didalam oven. Tujuan tahap pengeringan yaitu untuk menghilangkan kadar air yang terkandung didalam CaCO₃. Suhu yang digunakan pada proses pengeringan ini yaitu 60⁰C-100⁰C.

4.5.4. Tahap Karakterisasi Padatan (CaCO₃)

Setelah padatan (CaCO₃) dikeringkan, dilakukan uji karakteristik dengan alat analisis *X-ray Fluoresence* (XRF) untuk menganalisis kandungan dari PCC. Kemudian dilakukan juga analisis *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk mengetahui bentuk morfologi struktur partikel dari PCC.

5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

5.1. Analisa Kadar Kalsium dalam Bahan Baku CaO Padang Panjang

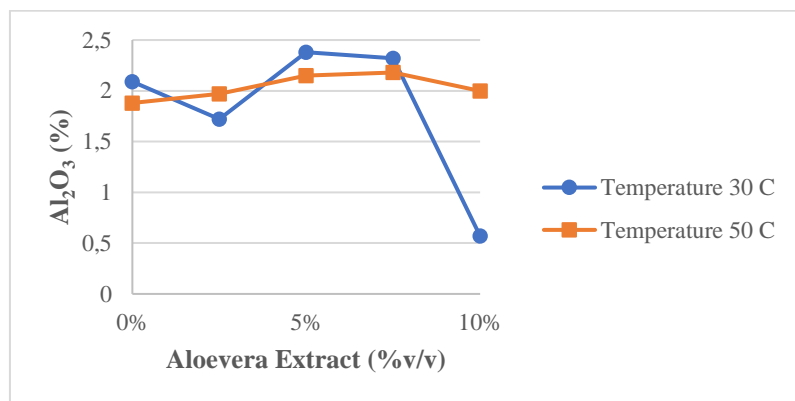
Bahan baku yang digunakan dalam mensintesa *Precipitated Calcium Carbonate* (PCC) adalah CaO dari Padang Panjang. Pengujian dilakukan dengan menggunakan XRF (*Xray-Fluorescence*) terhadap bahan baku CaO pada penelitian ini menunjukkan bahwa bahan baku mengandung 50% kalsium. Hasil ini cukup menjanjikan dan sangat potensial untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan PCC. Data hasil analisa XRF dari CaO dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Kandungan CaO Padang Panjang

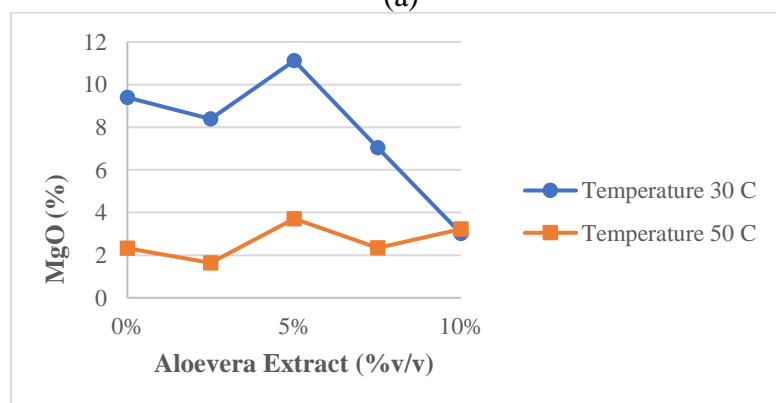
Komponen	Unit (%)
CaO	50
Al ₂ O ₃	1,73
Fe ₂ O ₃	0,56
MgO	7,68
SiO ₂	2,68
SrO	0,03

5.2. Analisis Kandungan pada PCC

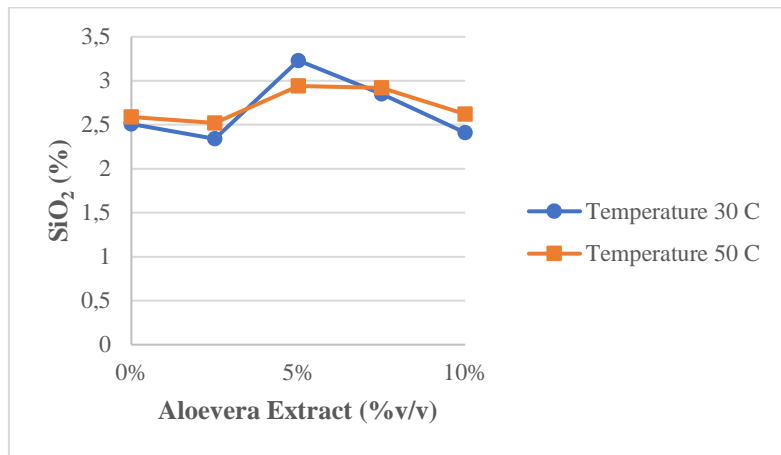
Pengujian dilakukan dengan menggunakan XRF (*Xray-Fluorescence*) terhadap produk PCC.



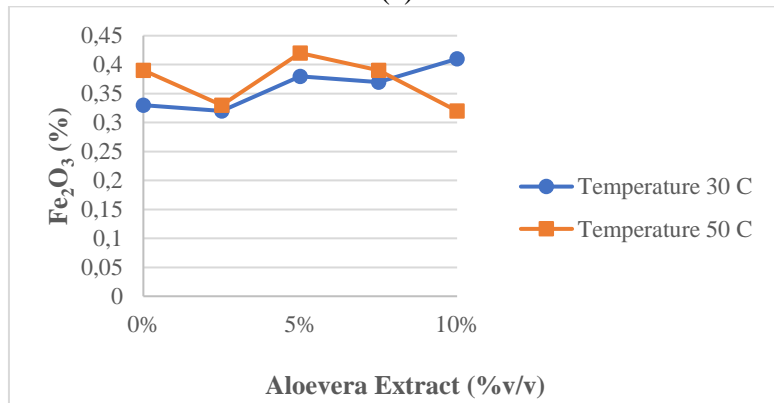
(a)



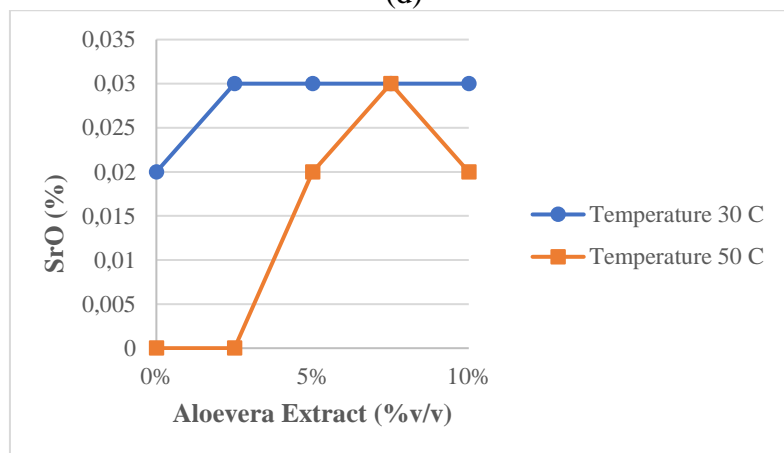
(b)



(c)



(d)



(e)

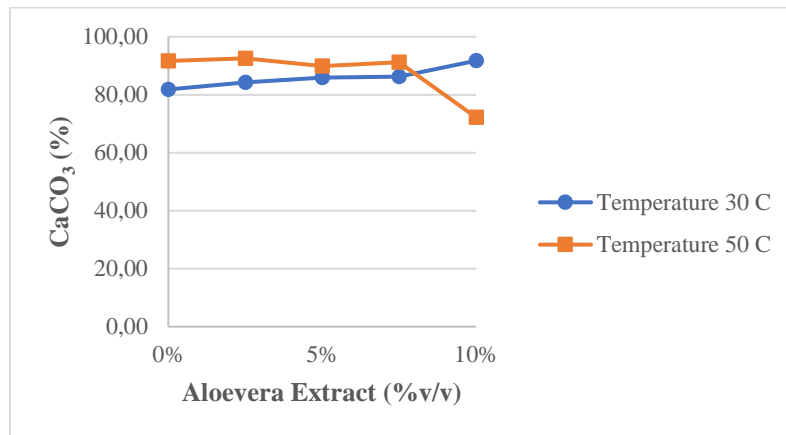
Gambar 5.1 X-ray fluorescence PCC (a) kandungan Al₂O₃ (b) kandungan MgO (c) kandungan SiO₂ (d) kandungan Fe₂O₃ (e) kandungan SrO Pada PCC.

Berdasarkan Gambar 5.1 dapat dilihat kandungan komponen Al₂O₃, MgO, SiO₂, Fe₂O₃, dan SrO pada hasil XRF yang telah dilakukan pada produk PCC dengan ekstrak lidah buaya dengan perbandingan 0, 3, 8, 10 %v/v.

Berdasarkan penelitian menunjukkan bahwa, semakin tinggi suhu maka kandungan Al₂O₃ dan SiO₂ pada PCC semakin menurun, sedangkan pada kandungan MgO, Fe₂O₃, dan SrO semakin meningkat dengan meningkatnya suhu.

5.3. Pengaruh penambahan Ekstrak Lidah Buaya terhadap Kemurnian PCC

Pada proses pembuatan PCC dengan variasi ekstrak lidah buaya dengan perbandingan 0, 3, 8, 10 %v/v yang direaksikan dengan CO₂ dengan laju alir 1 L/menit menggunakan reaktor PFBR selama 1 jam pada suhu 30°C dan 50°C dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Pengaruh Ekstrak Lidah Buaya terhadap Kemurnian PCC

Berdasarkan Gambar 5.2 dapat dilihat pada ekstrak lidah buaya dengan perbandingan 0, 3, 8, 10 %v/v kemurnian PCC yang dihasilkan pada suhu 30 °C semakin meningkat dengan pertambahan volume lidah buaya, sedangkan pada suhu 50 °C kemurnian PCC yang dihasilkan semakin menurun dengan pertambahan volume lidah buaya.

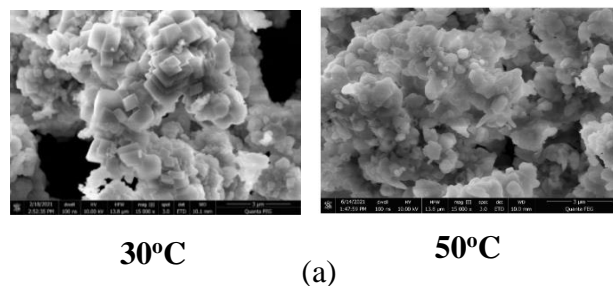
Hasil penelitian menunjukkan semakin banyak ekstrak lidah buaya yang ditambahkan maka kemurnian PCC yang dihasilkan semakin tinggi. Hal ini dikaitkan dengan penambahan lidah buaya. Ekstrak lidah buaya dapat meningkatkan kelarutan ion kalsium dalam susu $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan lidah buaya yang mengandung asam amino merupakan asam kuat yang dapat bereaksi keras dengan oksida logam seperti kalsium oksida membentuk garam yang mudah larut. Sehingga apabila kelarutan dari CaO meningkat maka filtrat yang dihasilkan dari reaksi tersebut akan semakin banyak [23].

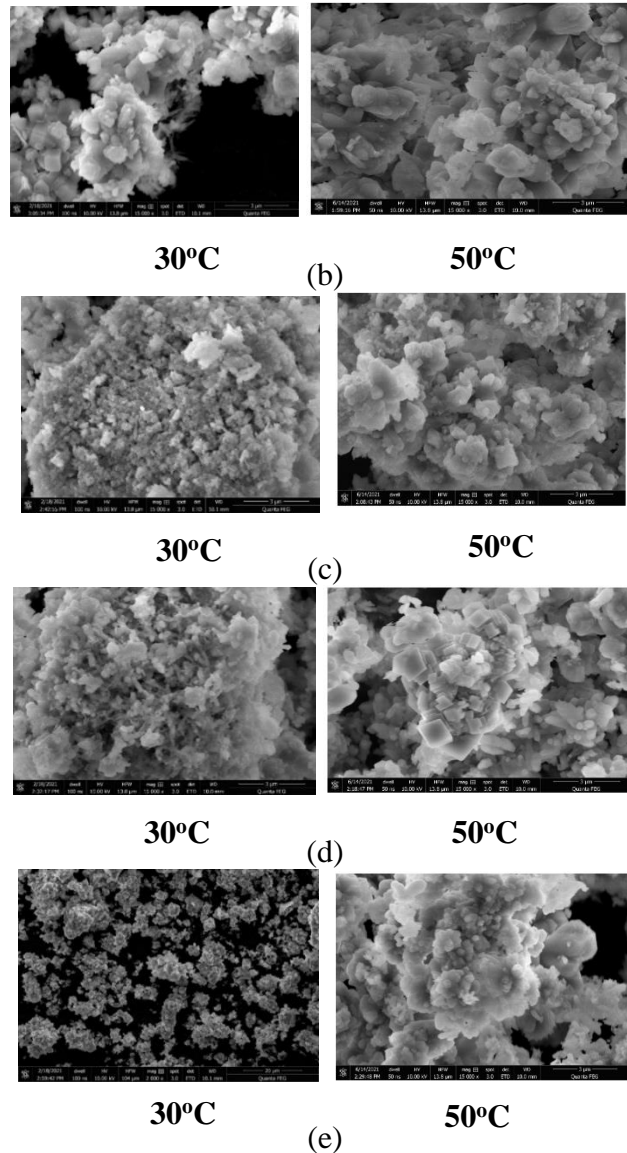
Berdasarkan penelitian menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi ekstrak lidah buaya maka rendemen PCC yang dihasilkan semakin tinggi karena semakin banyak Ca^{2+} terlarut sehingga makin banyak yang bereaksi dengan CO_2 [24]. Gejala ini mulai dapat diamati pada saat reaksi antara ekstrak lidah buaya dengan CaO . Pada konsentrasi ekstrak lidah buaya 0 ml, campuran berupa suspensi yang ketika disaring menyisakan residu yang banyak. Sedangkan pada konsentrasi ekstrak lidah buaya mulai dari 0, 3, 8, 10 % v/v campuran suspensi tersebut ketika disaring menyisakan residu yang sedikit yang bobotnya sangat rendah dibandingkan dengan sampel yang menggunakan ekstrak lidah buaya 0 %.

Semakin kecil ukuran partikel PCC juga akan memperbesar kontak antara partikel sehingga mudah larut dengan sempurna. Selain itu banyaknya gas CO_2 yang dialirkan dapat membuat PCC yang mengendap semakin banyak [25]. Pengaliran gas CO_2 ke dalam larutan akan berpengaruh terhadap PCC yang diperoleh.

3.4 Analisis Morfologi dari Sampel PCC yang Disintesis

Hasil analisa SEM pada pembuatan PCC dengan ekstrak lidah buaya dapat dilihat pada Gambar 5.3.





Gambar 5.3 Hasil SEM PCC (a. 0, b. 3, c. 5, d. 8, e. 10 % v/v)

Berdasarkan Gambar 5.3 hasil SEM dari PCC yang disintesis dengan penambahan ekstrak lidah buaya dengan konsentrasi yang berbeda. Pada ekstrak lidah buaya 0 % (Gambar 4.2 a), morfologi PCC yang diamati adalah kalsit rombohedral. Kemudian dengan peningkatan konsentrasi ekstrak lidah buaya hingga 3 % menghasilkan morfologi kelompok kalsit rombohedral, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.2 b. Dengan peningkatan konsentrasi ekstrak menjadi 5, 8, 10 % partikel PCC aragonit telah terbentuk dengan struktur seperti jarum. Partikel kristal dengan ekstrak lidah buaya 10 % memiliki dimensi yang mirip dengan partikel dengan ekstrak lidah buaya 8 %. Beberapa penelitian menyatakan penggunaan ekstrak dari tumbuhan akan mengakibatkan berbagai bentuk morfologi dan stabilitas produk PCC yang disintesis [26]. Evolusi dari pembentukan morfologi PCC tersebut menunjukkan bahwa ekstrak lidah buaya berpengaruh terhadap kristal struktur PCC.

Produksi PCC dengan kristal aragonit membutuhkan suhu yang lebih tinggi yaitu di atas suhu lingkungan sehingga membutuhkan energi tinggi. Aragonit terbentuk pada temperatur tinggi dan keadaan saturasi rendah. Hal ini disebabkan karena adanya vibrasi termal dimana ion Ca^{2+} akan mendapat energi untuk mengikat atom O [27]. Semakin tinggi temperatur, semakin banyak atom O yang diikat maka jari-jari atom pun akan meningkat. Selain itu, dengan adanya vibrasi termal memberikan pengaruh terhadap energi permukaan yang meningkat dan gerak brown (gerak yang diakibatkan oleh suatu partikel zat cair ataupun gas yang menyebar secara terus-menerus) yang lebih kuat. Kondisi energi permukaan yang

tinggi menjadikan jenis kristal aragonit terbentuk. Hal ini karena aragonit memiliki struktur CaO_9 yang mengikat 9 atom O sehingga membutuhkan energi yang lebih tinggi agar dapat terbentuk. Produksi dengan suhu atau energi yang tinggi tidak menguntungkan diperindustrian. Pembuatan PCC dari bahan alami dapat menghasilkan jenis kristal aragonit sehingga lebih menarik dibandingkan dengan penggunaan bahan kimia beracun yang biasanya digunakan sebagai aditif untuk mengembangkan bentuk dan polimorf baru.

Selain itu ukuran partikel PCC yang dihasilkan semakin kecil seiring bertambahnya konsentrasi lidah buaya. Produk PCC dengan ukuran partikel yang kecil dapat digunakan sebagai pengobatan osteoporosis untuk meningkatkan kepadatan tulang. Karena ukuran partikel yang kecil tersebut akan meningkatkan penyerapan kalsium pada tubuh [28]. Pembuatan PCC dari bahan alami dapat menghasilkan jenis kristal aragonit sehingga lebih menarik dibandingkan dengan penggunaan bahan kimia beracun yang biasanya digunakan sebagai aditif untuk mengembangkan bentuk dan polimorf baru.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapatkan pada proses Pembuatan *Precipitated Calcium Carbonate* (PCC) ini adalah sebagai berikut:

- a. Kalsium Oksida (CaO) dari Padang Panjang memiliki kandungan kalsium sebesar 50%.
- b. Lidah buaya dapat digunakan sebagai aditif dalam pembuatan PCC karena bahan tersebut alami yang lebih menarik dibandingkan dengan penggunaan bahan kimia beracun yang biasanya digunakan sebagai aditif untuk mengembangkan bentuk dan polimorf baru.
- c. Yield PCC yang didapatkan pada suhu 30°C sebesar 90% dan pada suhu 50°C sebesar 72% dan ukuran partikel PCC mencapai 1,4 μm .
- d. Pada konsentrasi lidah buaya 10% PCC yang dihasilkan sudah terbentuk jenis kristal aragonit yang berstruktur seperti jarum.
- e. Karakteristik PCC yang dihasilkan dengan memiliki struktur yang halus dan seragam.

6.2. Saran

Saran yang diberikan pada penelitian Pembuatan *Precipitated Calcium Carbonate* (PCC) dengan ekstrak lidah buaya selanjutnya adalah untuk memenuhi spesifikasi kemurnian produk PCC di pasaran disarankan untuk menghilangkan kandungan Mg pada CaO dengan menggunakan glukosa agar kemurnian PCC yang didapatkan memenuhi spesifikasi produk dipasaran.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kemetrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2017
2. Pertamina Sustainability Report, 2019
3. Donata konopacka-lyskawa, Natalia czaplicka, Barbara koscielska, Marcin Lapinski and jacek gebicki., 2019. Influence of Selected Saccharides on The Precipitation of Calcium–Veterite Mixtures by The CO₂ Bubling Method. *Crystals*, 9(2), 117. <https://doi.org/10.3390/cryst9020117>
4. El-Sheikh, S.M., El-Sherbiny, S., Barhoum, A., Deng, Y., 2013. Effects of cationic surfactant during the precipitation of calcium carbonate nano-particles on their size, morphology, and other characteristics. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 422, 44–49. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2013.01.020>
5. Adams, R.D., 2005. *Adhesive Bonding: Science, Technology and Applications*. Elsevier Science, 381 Cambridge England pp.123-142.
6. Kitamura, M., Konno, H., Yasui, A., Masuoka, H., 2002. Controlling factors and mechanism of reactive crystallization of calcium carbonate polymorphs from calcium hydroxide suspensions. *Journal of Crystal Growth* 236, 323–332.
7. Z, Amjad., 2006. Influence of Natural and Synthetic Additives on Calcium Carbonate Precipitation and Crystal Morphology. *Tenside surfactants detergents*, 43(4), 184-191. <https://doi.org/10.3139/113.100306>
8. Jimoh, Onimisi. A, Patrick U. Okoye, Tunmise A. Otitoju, & Kamar Shah Ariffin., 2019. Calcium extraction and synthesis of precipitated calcium carbonate from Mg-rich dolomite. *Materials today: PROCEEDINGS*, 17 (3), 1093-1099. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.06.522>
9. Jimoh, Onimisi. A., Patrick U. Okoye, Kamar S. Ariffin, Hashim B. Hussin, & NorliaBaharun., 2017. Continuous Synthesis of precipitated calcium carbonate using a tubular reactor with the aid of aloe vera (*Aloe barbadensis Miller*) extract as a green morphological modifier. *Journal of Cleaner Production*, 150, 104-111. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.200>
10. Nurul Fitria Apriliani, Malik A Baqiya, Darminto, 2011. Pengaruh Penambahan Larutan MgCl₂ pada Sintesis *Precipitated Calcium Carbonate* Berbahan Dasar Batu Kapur dengan Metode Karbonasi. *Jurnal Sains Dan Seni ITS* Vol. 1, No.1
11. Ciullo, P.A., 1996. *Industrial Minerals and Their Uses: A Handbook and Formulary*. William Andrew, 395 New Jersey, U.S.A p. 580.
12. Mattila, H.-P., Grigaliūnaitė, I., Zevenhoven, R., 2012. Chemical kinetics modeling and process parameter sensitivity for precipitated calcium carbonate production from steelmaking slags. *Chemical Engineering Journal* 192, 77–89.
13. M.R. Abeywardena, R.M.G. Rajapakse, R.K.W.H.M.K. Elkaduwe, A. Manipura, D.G.G.P. Karunarathne, M.M.M.G.P.G. Mantilaka, H.M.T.G.A. Pitawala. 2019. Surfactant Assisted Synthesis Of Precipitated Calcium Carbonate Nanoparticles Using Dolomite: Effect Of Ph On Morphology And Particle Size. *Advanced Powder Technology*.
14. Desmiarti, R., Syukri, A., Ellyta, S., Ariadi, H., Dimas. Yusniati. 2019. Laporan Pilot Plant Produksi Precipitated Calcium Carbonate (PCC) dengan Pelarut Ammonium Klorida Kapasitas 2 Kg/jams
15. Tier, Sebastian, Toni Auvinen, Arshe Said, Tuuka Kotiranta, & Heljä Peltola., 2016. Performance of Separation Processes for Precipitated Calcium Carbonate Produced With an Innovative Method From Steelmaking Slag and Carbon Dioxide. *Carbon Capture, Storage, and Utilization*, 6 (4). <https://doi.org/10.3389/fenrg.2016.00006>
16. Jimoh, Onimisi. A, Patrick U. Okoye, Tunmise A. Otitoju, & Kamar Shah Ariffin., 2018. Aragonite precipitated calcium carbonate from magnesium rich carbonate rock for polyethersulfone hollow fibre membrane application. *Journal of Cleaner Production*. 195, 79-92. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.192>

17. Jimoh, Onimisi A., Kamar Shah Ariffin, Hashim Bin Hussin, & Adesuji E. Temitope., 2017. Synthesis of precipitated calcium carbonate: a review. *Carbonates and Evaporites*, 33, 331-346. <https://doi.org/10.1007/s13146-017-0341-x>.
18. Mahmut Altinera, Soner Topa, Burçin Kaymakogluç, İsmail Yiğit Seçkind, & Hüseyin Vapur., 2019. Production of precipitated calcium carbonate particles from gypsum waste using venturi tubes as a carbonation zone. *Journal of CO2 Utilization*, 29, 117-125. <https://doi.org/10.1016/j.jcou.2018.12.004>
19. Huang, S.C., Naka, K., Chujo, Y., 2007. A Carbonate Controlled-Addition Method For Amorphous Calcium Carbonate Spheres Stabilized By Poly(acrylic acid)s. *Langmuir*, 23, 12086–12095. <https://doi.org/10.1021/la701972n>
20. Sangeetha, G., Rajeshwari, S., Venckatesh, R., 2011.. Green Synthesis Of Zinc Oxide Nanoparticles By Aloe Barbadensis Miller Leaf Extract: Structure And Optical Properties. *Materials Research Bulletin*, 46, 2560-2566. DOI: 10.1016/j.materresbull.2011.07.046.
21. Novesar, J., Yulfitrin, Syukri, A., Pembuatan Precipitated Calcium Carbonate (PCC) Dari Batu Kapur dengan Metode Kaustik Soda, *J.Ris.Kim.* Vol.1 (1), 2007
22. Cheng, H., Zhang, X., Song, H., 2014. Morphological Investigation of Calcium Carbonate during Ammonification-Carbonization Process of Low Concentration Calcium Solution. *Journal of Nanomaterials* 2014, 1–7.
23. M.R. Abeywardena, R.M.G. Rajapakse, R.K.W.H.M.K. Elkaduwe, A. Manipura, D.G.G.P. Karunaratne, M.M.M.G.P.G. Mantilaka, H.M.T.G.A. Pitawala. 2019. Surfactant Assisted Synthesis Of Precipitated Calcium Carbonate Nanoparticles Using Dolomite: Effect Of Ph On Morphology And Particle Size. *Advanced Powder Technology*.
24. Jamarun, N, Yulfitrin, Arief Syukri, 2007. Pembuatan Precipitated Calcium Carbonate (PCC) Dari Batu Kapur Dengan Metode Kaustik Soda. *Kimia Andalas* Vol.1, No.1.
25. Mantilaka, 2104. Nanocrystalline magnesium oxide from dolomite via poly(acrylate)stabilized magnesium hydroxide colloids. *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects* 443, 201– 208.
26. Chen, A., Ma, P., Fu, Z., Wu, Y., & Kong, W, 2013. Crystallization and assembling behavior of calcium carbonate controlled by Ca-organic fibers. *Journal of crystal growth*, 377, 136-142.
27. Lailiyah Qudsiyyatul, Baqiya Malik Anjelh, Darminto, 2012. Pengaruh Temperatur dan Laju Aliran Gas CO2 pada Sintesis Kalsium Karbonat Presipitat dengan Metode Bubbling. *Jurnal Sains Dan Seni ITS* Vol. 1, No.1
28. Elble, A. E., Hill, K. M., Park, C. Y., Martin, B. R., Peacock, M., & Weaver, C. M. (2011). Effect of Calcium Carbonate Particle Size on Calcium Absorption and Retention in Adolescent Girls. *Journal of the American College of Nutrition*, 30(3), 171–177. <https://doi.org/10.1080/07315724.2011.10719957>.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Luaran dan Indikator Capaian

Luaran dan indikator capaian yang terukur dari rencana penelitian dapat dilihat pada Tabel L.1.

Tabel L.1. Luaran dan Indikator Capaian

No.	Kegiatan Penelitian	Luaran	Indikator Capaian
1.	Proses Sintesa PCC dengan memanfaatkan limbah CO2 dan Aditif lidah buaya	Produk PCC	• Submit Jets

Lampiran 2. Artikel Ilmiah



Utilization of Waste CO₂ and Aloe Vera Additives as Synthesis of Precipitated Calcium Carbonate

Ellyta Sari¹, Reni Desmiarti², Munas Martynis³, Hani Anggraini Hutagaol⁴

¹Chemical Engineering Department, Faculty Of Technology Industry, University of Bung Hatta, Padang, Indonesia

*Email: sariellyta@yahoo.com

Highlights:

- CO₂ can be used as raw material for PCC.
- Aloe vera extract affects the morphology and particle size of PCC.
- PCC purity obtained reached 93%.

Abstract: The development of making PCC using natural ingredients has been developed. Natural materials are used to develop the morphology and shape of the PCC so that it can be used by a variety of potential applications. In this study, aloe vera extract (*Aloe Barbadensis* Miller) was used as an additive for the synthesis of PCC. Synthesis of PCC was carried out using CSTR and PFBR reactors. The morphological shape, particle size and crystal structure of the synthesized PCC will be analyzed using a Scanning Electron Microscope (SEM), and X-ray Fluorescence (XRF). The process of making PCC is carried out at temperature 30 °C, 50 °C, and 100 °C, using CaO raw materials from Padang Panjang. , using water and then mixed with aloe vera extract additives in a ratio of 0, 3, 8, 10 % v/v) and a CO₂ flow rate of 1 l / minute. With the addition of aloe vera extract to the resulting PCC product, it was found that the aloe vera extract influenced the type of crystal to aragonite, the PCC yield obtained was 91% at temperature 30°C, 72% at temperature 50°C, and 93% at temperature 100°C and the PCC particle size reached 1.4 μm.

Keywords: CO₂, aloevera, precipitated calcium carbonate

1 Introduction

CO₂ gas is one of the greenhouse gases that can cause global warming. Indonesia, as one of the developing countries in the world, has a high level of carbon dioxide emissions with a figure of 1.515.949 MT in 2016 [1]. With this high carbon dioxide emission, the utilization of CO₂ waste can be used in the manufacture of PCC and will be one of the efforts to utilize carbon dioxide which can be harmful to humans and can reduce the rate of global warming [2].

Precipitated Calcium Carbonate (PCC) is a chemical compound with the formula CaCO₃ which is used as a filler or mixing agent in various industries. Several studies have succeeded in obtaining PCC with the addition of various additives aimed at increasing the solubility of CaO in water. As several processes have been developed, namely the manufacture of PCC with several saccharide solutions such as glucose, fructose, sucrose, and theralose [3]. In a previous study the manufacture of PCC used cetyltrimethylammonium bromide (CTAB) as an additive and produced calcite at a temperature of 80°C [4]. The manufacture of PCC with the addition of chemicals will have an impact on the environment and on humans if consumed [5].

The use of additives from plant extracts containing proteins and biopolymers can control the crystal morphology, because plant extracts act as additives in modifying crystal morphology due to their polarity and solubility [6]. Several studies on the manufacture of PCC with the addition of plant extracts have been carried out. Research showed that the manufacture of PCC with the addition of additives, like extracts from green tea leaves and sodium lignosulfonate affect the crystal form or polymorphic PCC synthesized [7]. The weakness of this research is that the type of crystal obtained from the synthesized PCC particles is vaterite which tends to be less stable than other crystal forms. PCC with high quality is with calcite and aragonite crystal types [8].

In further research, PCC was made by adding aloe vera extract as an additive by using a tubular column reactor [9] where the reactor has a high production capacity, and a low conversion. From these several



47 studies, it is possible to produce PCC using green technology by utilizing CO₂ waste and the addition
48 of aloe vera which is environmentally friendly so that it is safe to use so that the PCC products produced
49 are free from chemicals.

50 **2 Method**

51 **2.1 Material**

52 CaO from Padang Panjang with 50% purity, and aloe vera.

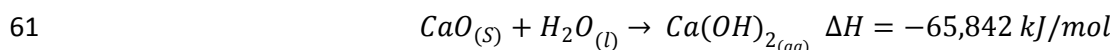
53 **2.2 Preparation of aloe vera extract**

54 Aloe vera leaves are washed with distilled water and cut into small pieces. then 300 grams of aloe vera
55 was boiled with 1000 mL distilled water and then filtered and stored at 5 °C.

56 **2.3 Synthesis of Precipitated Calcium Carbonate**

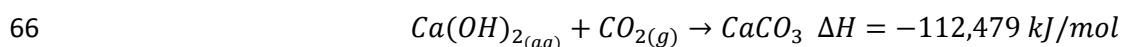
57 CaO was dissolved in water and then mixed with aloe vera extract with concentrations of 0, 3, 8, 10 %
58 v/v then stirred using a magnetic stirrer at 300 rpm for 1 hour at temperatures of 30 °C, 50 °C, and 100
59 °C.

60 In the CSTR reactor, the reaction is:



62 Then the slurry is pumped using a peristaltic pump until the reactor is full. After that, CO₂ gas was
63 contacted into the PFBR reactor for 1 hour. in the PFBR reactor produces CaCO₃ which is a product of
64 PCC.

65 In the PFBR reactor, the reaction is:



67 **2.4 Separation process**

68 The slurry which has been reacted with CO₂ gas for 1 hour in the PFBR reactor will undergo a separation
69 process using a vacuum pump to separate CaCO₃ from the liquid.

70 Furthermore, the solid (CaCO₃) is dried in an oven. The purpose of the drying stage is to remove the
71 water content contained in the CaCO₃. The temperature used in this drying process is 60 °C-100 °C, so
72 that the water content contained in the product becomes <1%.

73 **2.5 PCC product analysis test**

74 After the PCC solid (CaCO₃) was dried, a characteristic test was performed using an X-ray Fluorescence
75 (XRF) to analyze the chemical contained in the PCC product. Then Scanning Electron Microscope
76 (SEM) analysis was also carried out to determine the morphology/particle structure of PCC products.

77 **3 Result**

78 **3.1 Analysis of Calcium Content in CaO Padang Panjang**

79 The raw material used in the synthesis of Precipitated Calcium Carbonate (PCC) is CaO from Padang
80 Panjang. Tests using XRF (Xray-Fluoresence) on CaO, in this study showed that the raw material
81 contains 50% calcium. These results are potential to be used as raw materials in PCC synthesis. The
82 results of XRF analysis of CaO can be seen in Table 1.

83 **Table 1** Calcium Content in CaO padang panjang

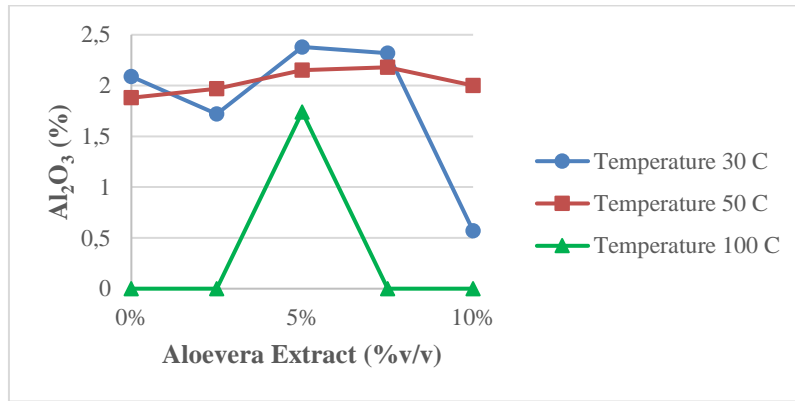
Component	%
CaO	50
Al ₂ O ₃	1,73



Fe ₂ O ₃	0,56
MgO	7,68
SiO ₂	2,68
SrO	0,03

84 **3.2 Impurity Content Analysis on PCC**

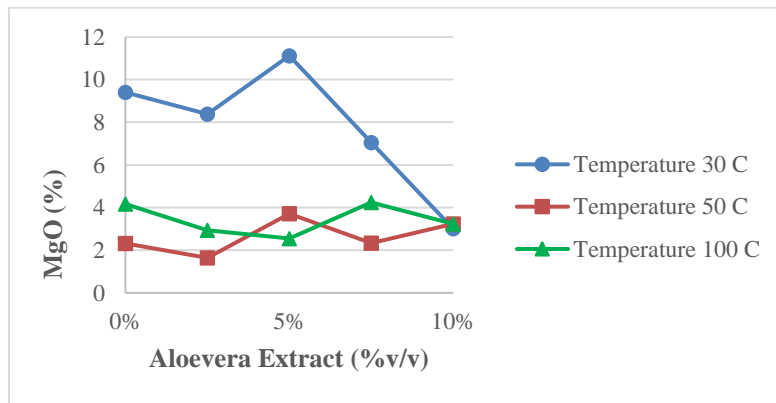
85 Testing using XRF (Xray-Fluorescence) on PCC products.



86

(a)

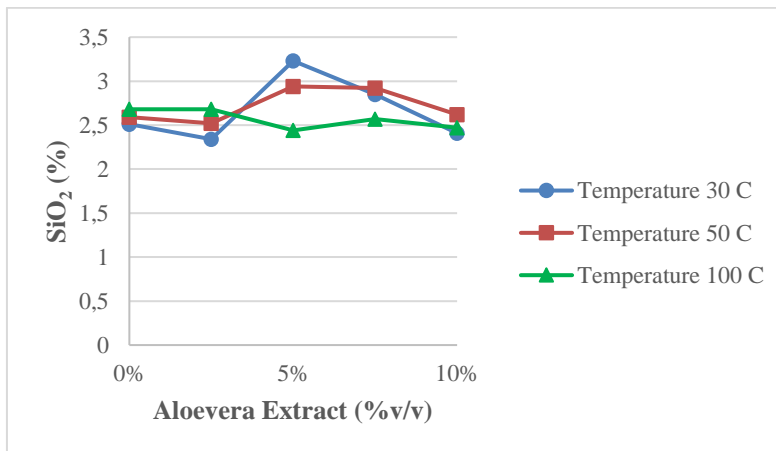
87



88

(b)

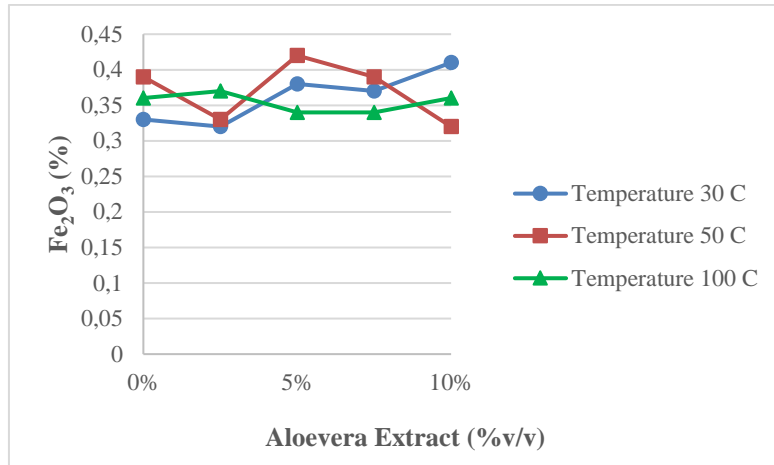
89



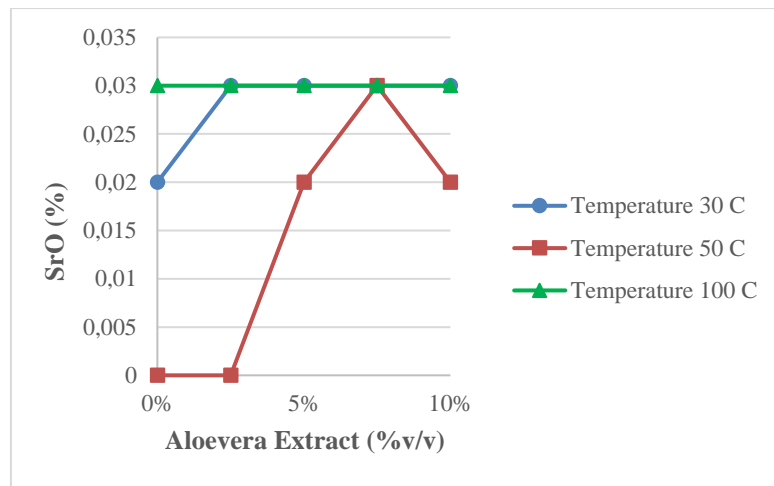
90

(c)

91



(d)



(e)

Fig 2 X-ray fluorescence on PCC (a) Al₂O₃ content (b) MgO content (c) SiO₂ content (d) Fe₂O₃ content (e) SrO content.

Figure 2 can be seen the content of components Al₂O₃, MgO, SiO₂, Fe₂O₃, and SrO in XRF results on PCC products with aloe vera extract in a ratio of 0, 3, 8, 10 % v/v at temperatures of 30 °C, 50 °C and 100 °C.

Based on the research, it shows that the higher the temperature, the lower the Al₂O₃ and SiO₂ content in PCC, while the MgO, Fe₂O₃, and SrO content increases with increasing temperature.

3.3 Effect of Addition Aloe Vera Extract on PCC Purity

In the process of making PCC with aloe vera extract concentrations of 0, 3, 8, 10 % v/v which is reacted with CO₂ with a flow rate of 1 L/minute using a PFBR reactor for 1 hour at temperatures of 30 °C, 50 °C, and 100 °C can be seen in Fig.3.

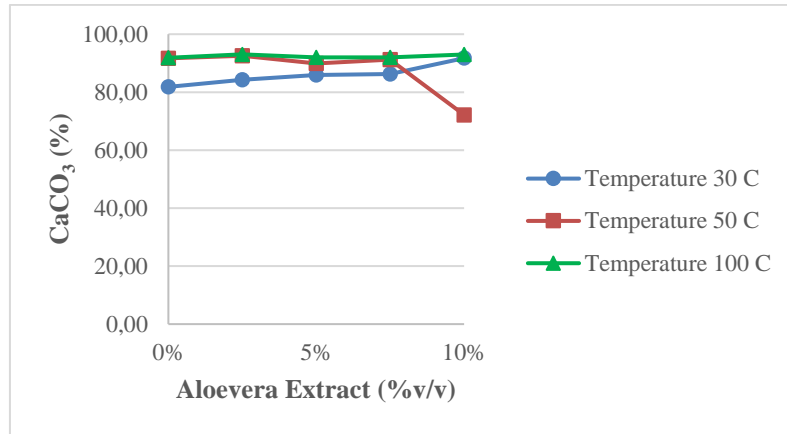


Fig 3 Effect of addition aloe vera extract on PCC purity

107

108

109 Based on Figure 3, it can be seen that aloe vera extract with concentrations of 0, 3, 8, 10 %v/v PCC
110 purity produced at temperatures of 30 and 100 °C increased with increasing concentrations of aloe vera,
111 while at a temperature of 50 °C the purity of the PCC produced decreased. with increasing
112 concentrations of aloe vera.

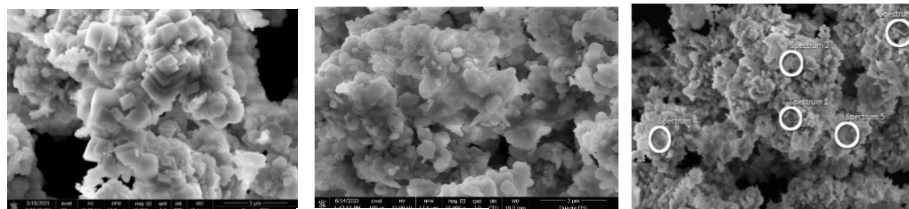
113 The results showed that the more aloe vera extract was added, the higher the purity of the PCC produced.
114 This is due to the addition of aloe vera. Aloe vera extract can increase the solubility of calcium ions in
115 Ca(OH)₂ and aloe vera which contains amino acids is a strong acid that can react with metal oxides
116 such as calcium oxide to form dissolved salts. So that if the solubility of CaO increases, the resulting
117 filtrate is large [9].

118 Based on the research, it was shown that the higher the concentration of aloe vera extract, the higher
119 the PCC produced, because the more Ca²⁺ dissolved, the more reacted with CO₂ [10]. These symptoms
120 began to be observed during the reaction between aloe vera extract and CaO. At a concentration of 0 %
121 aloe vera extract, the slurry when filtered leaves a large residue. Meanwhile, at concentrations of aloe
122 vera extract 3, 8, 10 % v/v the slurry when filtered leaves a little residue.

123 The smaller the PCC particle size, the greater the contact between the particles so that they are easily
124 dissolved completely. In addition, the amount of CO₂ gas that is flowed can make more PCC settle
125 [11]. because the flow of CO₂ gas into the solution will affect the PCC obtained.

126 3.4 Morphological Analysis of Synthesized PCC

127 The results of the SEM analysis on PCC with aloe vera extract can be seen in Figure 4.



30°C

50°C

100°C

(a)

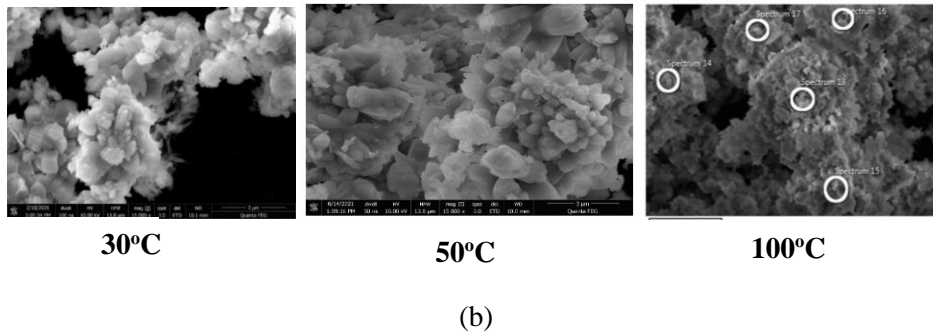
128

129

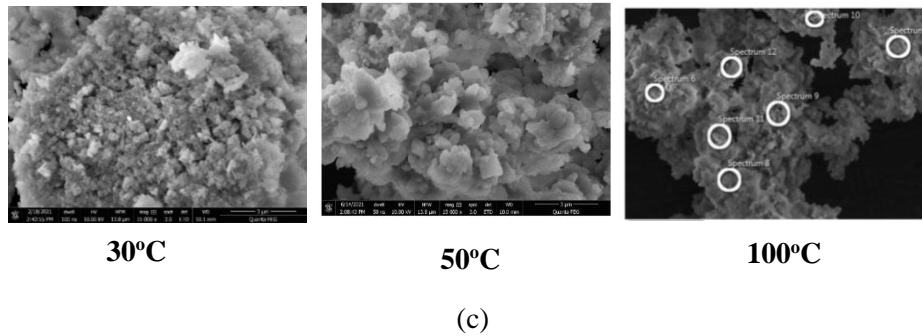
130



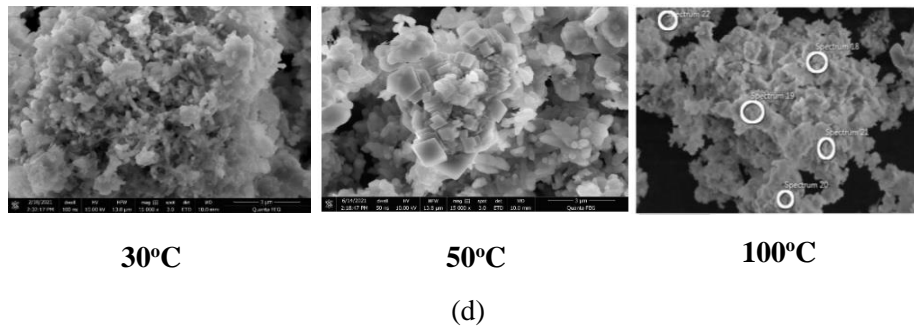
131
132
133



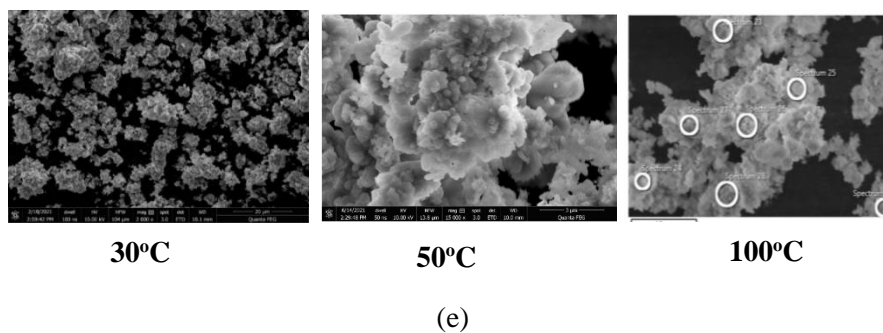
134
135
136



137
138
139



140
141
142



143

Fig 4 SEM analysis of PCC with aloe vera extract (a. 0, b. 3, c. 5, d. 8, e. 10 %v/v)

144 Based on Figure 4, the SEM results of PCC were synthesized with the addition of aloe vera extract at
145 different concentrations. In 0 % aloe vera extract (Fig 4.2 a), the PCC morphology observed was
146 rhombohedral calcite. Then with an increase in the concentration of aloe vera extract up to 3 %, the
147 morphology of the rhombohedral calcite group was shown, as shown in Fig 4.2 b. With increasing the
148 extract concentration to 5, 8, 10 % PCC aragonite particles were formed with a needle-like structure.
149 The crystal particles with 10 % aloe extract had similar dimensions to the particles with 8 % aloe extract.
150 Several studies have stated that the use of extracts from plants will result in various morphological
151 forms and stability of the synthesized PCC products [12]. The evolution of the morphological formation
152 of PCC shows that aloe vera extract has an effect on the crystal structure of PCC.



153 PCC production with aragonite crystals requires a higher temperature, which is above the ambient
154 temperature, so it requires high energy. Aragonite is formed at high temperatures and low saturation
155 states. This is due to thermal vibrations where Ca^{2+} ions will get energy to bind O atoms [13]. The
156 higher the temperature, the more O atoms bonded, the greater the atomic radius [14]. In addition, the
157 presence of thermal vibrations affects the increase in surface energy and the stronger the Brown motion
158 (movement caused by liquid or gas particles that spread continuously). High surface energy conditions
159 make aragonite type crystals form. This is because aragonite has a CaO_9 structure that binds 9 atoms O
160 so that it requires higher energy to form it. Production with high temperatures or energy is not profitable
161 in industry.

162 In addition, the particle size of the PCC produced is getting smaller as the concentration of aloe vera
163 increases. PCC products with small particle size can be used as osteoporosis treatment to increase bone
164 density. Because the small particle size will increase the absorption of calcium in the body [15]. The
165 manufacture of PCC from natural materials can produce aragonite crystal types so that it is more
166 attractive than the use of toxic chemicals which are usually used as additives to develop new shapes
167 and polymorphs.

168 **4 Conclusion**

169 From this research, it can be concluded that aloe vera can be used as an additive in PCC manufacturing
170 because it is a natural material that is more attractive than the use of toxic chemicals which are usually
171 used as additives to develop new forms and polymorphs. At a concentration of 10% aloe vera, PCC was
172 formed, a type of aragonite crystal with a needle-like structure was formed.

173 **References**

- 174 1. Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2017
- 175 2. Pertamina Sustainability Report, 2019
- 176 3. Donata konopacka-lyskawa, Natalia czaplicka, Barbara koscielska, Marcin Lapinski and jacek
177 gebicki., 2019. Influence of Selected Saccharides on The Precipitation of Calcium–Veterite
178 Mixtures by The CO_2 Bubbling Method. *Crystals*, 9(2), 117. <https://doi.org/10.3390/cryst9020117>
- 179 4. El-Sheikh, S.M., El-Sherbiny, S., Barhoum, A., Deng, Y., 2013. Effects of cationic surfactant
180 during the precipitation of calcium carbonate nano-particles on their size, morphology, and other
181 characteristics. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 422, 44–49.
182 <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2013.01.020>
- 183 5. Adams, R.D., 2005. *Adhesive Bonding: Science, Technology and Applications*. Elsevier Science,
184 381 Cambridge England pp.123-142.
- 185 6. Kitamura, M., Konno, H., Yasui, A., Masuoka, H., 2002. Controlling factors and mechanism of
186 reactive crystallization of calcium carbonate polymorphs from calcium hydroxide suspensions.
187 *Journal of Crystal Growth* 236, 323–332.
- 188 7. Z, Amjad., 2006. Influence of Natural and Synthetic Additives on Calcium Carbonate Precipitation
189 and Crystal Morphology. *Tenside surfactants detergents*, 43(4), 184-
190 191. <https://doi.org/10.3139/113.100306>
- 191 8. Jimoh, Onimisi. A, Patrick U. Okoye, Tunmise A. Otitoju, & Kamar Shah Ariffin., 2019. Calcium
192 extraction and synthesis of precipitated calcium carbonate from Mg-rich dolomite. *Materials*
193 *today: PROCEEDINGS*, 17 (3), 1093-1099. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.06.522>
- 194 9. Jimoh, Onimisi. A., Patrick U. Okoye, Kamar S. Ariffin, Hashim B. Hussin, & NorliaBaharun.,
195 2017. Continuous Synthesis of precipitated calcium carbonate using a tubular reactor with the aid
196 of aloe vera (*Aloe barbadensis Miller*) extract as a green morphological modifier. *Journal of*
197 *Cleaner Production*, 150, 104-111. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.200>
- 198 10. M.R. Abeywardena, R.M.G. Rajapakse, R.K.W.H.M.K. Elkaduwe, A. Manipura, D.G.G.P.
199 Karunarathne, M.M.M.G.P.G. Mantilaka, H.M.T.G.A. Pitawala. 2019. Surfactant Assisted
200 Synthesis Of Precipitated Calcium Carbonate Nanoparticles Using Dolomite: Effect Of Ph On
201 Morphology And Particle Size. *Advanced Powder Technology*.



- 202 11. Jamarun, N, Yulfitrin, Arief Syukri, 2007. Pembuatan Precipitated Calcium Carbonate (PCC) Dari
203 Batu Kapur Dengan Metode Kaustik Soda. *Kimia Andalas* Vol.1, No.1.
- 204 12. Mantilaka, 2104. Nanocrystalline magnesium oxide from dolomite via poly(acrylate)stabilized
205 magnesium hydroxide colloids. *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects* 443, 201–
206 208.
- 207 13. Chen, A., Ma, P., Fu, Z., Wu, Y., & Kong, W, 2013. Crystallization and assembling behavior of
208 calcium carbonate controlled by Ca-organic fibers. *Journal of crystal growth*, 377, 136-142.
- 209 14. Lailiyah Qudsiyyatul, Baqiya Malik Anjelh, Darminto, 2012. Pengaruh Temperatur dan Laju
210 Aliran Gas CO₂ pada Sintesis Kalsium Karbonat Presipitat dengan Metode Bubbling. *Jurnal Sains*
211 *Dan Seni ITS* Vol. 1, No.1
- 212 15. Elble, A. E., Hill, K. M., Park, C. Y., Martin, B. R., Peacock, M., & Weaver, C. M. (2011). Effect
213 of Calcium Carbonate Particle Size on Calcium Absorption and Retention in Adolescent Girls.
214 *Journal of the American College of Nutrition*, 30(3), 171–177.
215 <https://doi.org/10.1080/07315724.2011.10719957>.