

**PENGEMBANGAN TEKNOLOGI PROSES UNTUK
PRODUKSI *PRECIPITATED CALCIUM CARBONATE*
BERBASIS INDUSTRI DENGAN METODE KARBONASI**

DISERTASI

ELLYTA SARI

2030412001



PROMOTOR : Prof. Dr. Syukri Arief, M.Eng

CO-PROMOTOR 1 : Prof. Dr. Eng. Ir. Reni Desmiarti, ST, MT

CO-PROMOTOR 2 : Prof. Dr. Zulhadjri, M.Eng

**PROGRAM STUDI S3 ILMU KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2025**

PENGEMBANGAN TEKNOLOGI PROSES UNTUK PRODUKSI *PRECIPITATED CALCIUM CARBONATE* BERBASIS INDUSTRI DENGAN METODE KARBONASI

RINGKASAN

Precipitated Calcium Carbonate (PCC) merupakan senyawa kimia dengan rumus CaCO_3 . Proses produksi PCC yang saat ini berkembang yaitu metode karbonasi. Metode karbonasi yaitu proses sintesis PCC dengan memanfaatkan gas CO_2 murni ataupun pemanfaatan gas CO_2 dari limbah industri yang sudah di murnikan bereaksi dengan larutan CaO . Proses sintesis PCC diawali dengan pelarutan CaO dengan pelarut NH_4Cl . Hasil larutan CaO direaksikan dengan CO_2 terbentuk produk PCC. Faktor yang mempengaruhi kualitas dan kuantitas PCC yaitu dari segi proses dan teknologi prosesnya antara lain jenis pelarut, konsentrasi pelarut, suhu proses, peralatan terutama reaktor. Pelarut NH_4Cl dan aditif ekstrak lidah buaya serta asam stearat serta teknologi proses yang akan dikembangkan dalam penelitian ini untuk mendapatkan kualitas PCC yang memenuhi standar industri kertas. Tujuan dari penelitian ini yaitu pertama, mempelajari kondisi operasi proses yaitu suhu dan konsentrasi larutan NH_4Cl pada reaktor CSTR dan PFBR dalam menghasilkan PCC yang berkualitas dari kemurnian dan bentuk morfologinya. Kedua, mempelajari pengaruh konsentrasi ekstrak lidah buaya dan suhu pada proses sintesis PCC dengan penambahan bahan aditif ekstrak lidah buaya dengan menggunakan reaktor CSTR dan PFBR dan meminimalisasi kandungan klorida sebagai zat toksik pada produk PCC. Ketiga, mempelajari kondisi operasi pada pengembangan teknologi proses pada reaktor yang dimodifikasi dari 2 reaktor menjadi satu reaktor (CSBR) untuk menghasilkan PCC yang berkualitas tinggi sesuai standar mutu untuk industri kertas dengan peralatan yang efisien. Hasil penelitian yang diperoleh dalam penentuan kondisi operasi pada proses sintesis di 2 reaktor CSTR dan PFBR yaitu PCC berfase kalsit dan aragonit, yang dapat diproduksi pada suhu 30°C dan 55°C dan konsentrasi NH_4Cl 12,5 g/L, 50 g/L dan 75 gr/L, dengan laju alir gas CO_2 10 L/menit. Hasil analisis spektroskopi XRD, SEM dan FTIR mengkonfirmasi terbentuknya PCC fase aragonit pada suhu rendah 55°C dan konsentrasi NH_4Cl 75 gr/L, berhasil meningkatkan kualitas PCC. Pengembangan proses sintesis PCC selanjutnya yaitu dengan penambahan ekstrak lidah buaya diperoleh morfologi PCC yang berbeda. Morfologi partikel tergantung pada jumlah ekstrak dan suhu yang digunakan. Kristal kalsit terbentuk pada penambahan ekstrak lidah buaya sebesar 3,5,8% v/v pada suhu 30 dan 50°C . Kristal aragonit mulai meningkat pada suhu 100°C untuk semua penambahan ekstrak lidah buaya dari 0-10% v/v. Kemurnian tertinggi (93%) dicapai ketika sampel yang ditambahkan 10% v/v ekstrak lidah buaya pada suhu 100°C . Penelitian dilanjutkan dengan pengembangan teknologi proses pada alat reaktor CSBR, hasil dari pengembangan teknologi produksi PCC dengan menggunakan reaktor CSBR yang dimodifikasi dari hasil rancangan yaitu menyatukan reaktor CSTR dan PFBR, menunjukkan hasil kemurnian tertinggi didapatkan pada model reaktor dengan distributor gas CO_2 berbentuk melingkar dan dari bawah yaitu sebesar 99,06 %. Produk sintesis PCC dengan penambahan asam stearat 2,5% w/v dapat meningkatkan kemurnian sebesar 98,77% dan dengan penambahan ekstrak lidah buaya 10 % v/v diperoleh kemurnian sebesar 98,39% , sedangkan dengan penambahan NH_4Cl

dan ekstrak lidah buaya diperoleh kemurnian sebesar 99,06%. Proses pengurangan kandungan klorida dapat dilakukan dengan pencucian di reaktor CSBR dan hasil yang diperoleh dapat menurunkan kandungan klorida. Kemurnian produk PCC yang tercapai pada alat CSBR setelah dilakukan pencucian yaitu sebesar 99,22% dengan kandungan Cl terendah 0,013% dengan menggunakan larutan NH_4Cl dan 0% pada sampel yang menggunakan aditif asam stearat dan ekstrak lidah buaya.

Kata Kunci : *Precipitated Calcium Carbonate*, Reaktor CSBR, Lidah Buaya, Asam stearat, Karbonasi.



SUMMARY

Precipitated Calcium Carbonate (PCC) is a chemical compound with the formula CaCO_3 . The currently developed production process for PCC is the carbonation method. The carbonation method is the synthesis process of PCC by utilizing pure CO_2 gas or CO_2 gas from industrial waste that has been purified to react with a CaO solution. The synthesis process of PCC begins with the dissolution of CaO using an NH_4Cl solvent. The resulting CaO solution is reacted with CO_2 to form PCC. Factors that affect the quality and quantity of PCC include the process and the technology of the process, such as the type of solvent, solvent concentration, process temperature, and equipment, especially the reactor. NH_4Cl solution, aloe vera extract additives, stearic acid, and process technology will be developed in this research to obtain PCC quality that meets paper industry standards. The objectives of this study are: first, to study the operating conditions of the process, namely the temperature and concentration of NH_4Cl solvent in the CSTR and PFBR reactors, in producing high-quality PCC in terms of purity and morphology. Second, to study the effect of aloe vera extract concentration and temperature on the PCC synthesis process by adding aloe vera extract additives using CSTR and PFBR reactors and minimizing the chlorine content as a toxic substance in the PCC product. Third, to study the operating conditions in the development of process technology in a reactor modified from two reactors into one reactor (CSBR) to produce high-quality PCC according to the quality standards for the paper or paint industry with efficient equipment. The research results in determining the operating conditions for the synthesis process in two reactors (CSTR and PFBR) show that calcite aragonite-phase PCC can be produced at temperatures of 30°C and 55°C and NH_4Cl concentrations of 12.5 g/L, 50 g/L and 75 g/L, while maintaining a CO_2 gas flow rate of 10 L/min. XRD, SEM, and FTIR spectroscopic analysis confirmed the formation of aragonite-phase PCC at the low temperature of 55°C and NH_4Cl concentration of 75 g/L, successfully improving the quality of PCC. The next development of the PCC synthesis process is the addition of aloe vera extract, which results in a different PCC morphology. The particle morphology depends on the amount of extract and the temperature used. Calcite crystals formed at the addition of 3.5% and 8% v/v aloe vera extract at 30°C and 50°C . Aragonite crystals began to increase at 100°C for all aloe vera extract additions from 0-10% v/v. The highest purity (93%) was achieved when 10% v/v aloe vera extract was added at 100°C . The research continued with the development of process technology in the CSBR reactor. The results of the PCC production process development using the CSBR reactor, modified from the design by combining CSTR and PFBR reactors, showed that the highest purity was obtained in the reactor model with a circular CO_2 gas distributor from the bottom, which was 99.06%. The PCC synthesis product with the addition of 2.5% w/v stearic acid increased the purity to 98.77%, and with the addition of 10% v/v aloe vera extract, a purity of 98.39% was obtained, while with the addition of NH_4Cl and aloe vera extract, the purity reached 99.06%. The process of reducing chlorine impurities can be done by washing in the CSBR reactor, and the results show that washing can reduce the chlorine content. The purity of the PCC product achieved in the CSBR reactor after washing is 99.22%, with the lowest chlorine content of 0.013%, using NH_4Cl solution, and 0% in the sample that used stearic acid and aloe vera extract additive.