

PENGARUH WAKTU EKSTRAKSI DAN KECEPATAN PENGADUKAN TERHADAP PEMBUATAN NANOKALSIUM OKSIDA CANGKANG KERANG DARAH

Noorma Kurnyawaty^{1)*}, Monica Putri Adhyasta²⁾, Kusyanto³⁾, Arief Adhiksana⁴⁾

Program Studi Petro dan Oleo Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Samarinda
Jl. Dr. Ciptomangunkusumo, Kampus Gunung Panjang, Samarinda, Kalimantan Timur 75131, Indonesia

*Penulis Korespondensi : noormakurnyawaty@polnes.ac.id

Abstrak

Teknologi nano adalah suatu desain, karakterisasi, produksi dan penerapan struktur, perangkat dan sistem dengan mengontrol bentuk dan ukuran pada skala nanometer. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh waktu ekstraksi serta kecepatan pengadukan terhadap pembuatan nanokalsium oksida dari cangkang kerang darah yang meliputi analisa kadar air, *yield*, analisa kalsium serta analisa ukuran partikel. Proses pembuatan nanokalsium oksida ini dilakukan dengan menggunakan metode presipitasi dengan mereaksikan bubuk cangkang kerang darah dengan HCl konsentrasi 1 N selama waktu ekstraksi 1 jam, 1,5 jam, 2 jam, 2,5 jam dan 3 jam. Hasil reaksi kemudian di presipitasi menggunakan NaOH 3 N sebanyak 40 ml lalu diaduk dengan kecepatan 125 rpm dan 250 rpm. Hasil analisa FTIR menunjukkan bahwa CaO terbentuk pada kedua produk dengan bilangan gelombang 520 cm^{-1} . Waktu ekstraksi dan kecepatan pengadukan optimal pada penelitian ini yaitu 1 jam dan 250 rpm dengan nilai *yield* yang dihasilkan sebesar 13,1691 % serta ukuran partikel analisa SEM yang dihasilkan sebesar 313,25 nm.

Kata kunci : cangkang kerang darah, FTIR , nanokalsium oksida, presipitasi, SEM

THE EFFECT OF EXTRACTION TIME AND STEAMING SPEED ON THE MANUFACTURE OF NANOCALCIUM OXIDE FROM BLOOD CLAM SHELLS

Abstract

The design, development, production, and application of systems, devices, and structures by changing size and form at the nanoscale is known as nanotechnology. The aim of this research is to determine the effect of extraction time and stirring speed on the results of the manufacture of nanocalcium oxide from blood clam shells which includes analysis of water content, yield, calcium analysis and particle size analysis. The process of making nanocalcium oxide is carried out using the precipitation method by reacting blood clam shell powder with HCl with a concentration of 1 N for an extraction time of 1 hour, 1.5 hours, 2 hours, 2.5 hours and 3 hours. The reaction results were then precipitated using 40 ml of 3 N NaOH and then stirred at speeds of 125 rpm and 250 rpm. The results of FTIR analysis show that CaO was formed in both samples with a wave number of 520 cm^{-1} . The optimal extraction time and stirring speed in this study were 1 hour and 250 rpm with a yield value of 13.1691% and a particle size for SEM analysis produced of 313.25 nm.

Keywords : blood clam shells, FTIR, nanocalcium oxide, precipitation, SEM

PENDAHULUAN

Kerang merupakan komoditas perikanan yang banyak dikonsumsi dan memiliki nilai ekonomis tinggi. Produksi kerang di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun. Berdasarkan data statistik Kementerian Kelautan dan Perikanan, produksi perikanan tangkap laut kerang menunjukkan peningkatan produksi sebesar 46.467 ton dari tahun 2017 hingga 2021 (KKP, 2021). Konsumsi kerang hanya memanfaatkan sebagian kecil dari total berat kerang karena bagian yang diambil adalah produk daging kerang, sisanya merupakan bagian kerang yang tidak bisa diolah yaitu cangkang kerang. Cangkang kerang ada yang hanya dimanfaatkan sebagai kerajinan, sebagian besar dibuang dan menjadi limbah serta bahan (Purba dkk, 2015).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa jika dipanaskan hingga suhu di bawah 500°C, cangkang kerang tersusun atas kalsium karbonat (CaCO₃) dalam fase aragonit dengan struktur kristal ortorombik. Sebaliknya, pada suhu di atas 500°C, menjadi fase kalsit dengan struktur kristal heksagonal. Salah satu jenis kerang yang kaya akan mineral kalsium sebagai agen osteogenik dan mineral (Cu, Fe, Zn, Si) yang berperan sebagai antioksidan dan proksimat dari kerang darah (Hafisko dkk, 2014).

Kandungan CaCO₃ pada cangkang kerang dapat diubah menjadi kalsium dengan ukuran berskala nano. Kalsium dalam ukuran nano memungkinkan untuk dimanfaatkan dalam berbagai bidang (Pungut and Widyastuti, 2019). Kandungan kalsium oksida (CaO) pada cangkang kerang darah sebesar 61,23% dari total berat cangkang kering (Tasari dkk, 2023). Menurut penelitian yang dilakukan Herlina dkk (2021) kalsium yang memiliki ukuran mikro melepaskan ion kalsium dalam waktu yang lama, sehingga diperlukan kalsium dalam ukuran nano dengan proses nanoteknologi untuk mempercepat pelepasan ion kalsium. Menurut standar SNI ISO/TS 27687:2008, ukuran nanopartikel berkisar antara 1 hingga 100 nm (Adji dkk, 2023).

Nanoteknologi merupakan suatu desain, karakterisasi, fabrikasi, dan pengaturan struktur dalam sistem melalui pengendalian bentuk dan ukuran pada skala nanometer. Nanopartikel dapat disintesis menggunakan metode *top-down* dan *bottom-up*. Metode *top-down* membantu mengubah partikel besar menjadi partikel berukuran nanometer dengan cara memecah atau menghancurkannya menggunakan alat penggiling. Penelitian dengan menggunakan metode *milling* atau *top-down* menghasilkan nanopartikel dengan ukuran yang lebih seragam, namun memerlukan peralatan dan biaya yang cukup mahal (Mursal 2018). Oleh karena itu, metode *bottom-up* menjadi alternatif pilihan pada pembuatan ukuran nano dengan menggunakan bahan kimia dan melibatkan suatu reaksi kimia. Metode *bottom-up* dapat dilakukan dengan menggunakan presipitasi, sol-

gel, kopresipitasi, hidrotermal dan spray pirolisis (Ratnawulan dkk, 2022).

Penelitian yang dilakukan oleh Adji dkk (2023) tentang pembuatan nanokalsium dari cangkang kerang hijau menggunakan metode presipitasi menunjukkan bahwa ukuran partikel nanokalsium yang didapatkan berkisar antara 314 hingga 500 nm. Selanjutnya menurut Malahayati dkk (2021) ukuran partikel nanokalsium dari cangkang telur ayam yang didapatkan dari hasil penelitian sebesar 41,54 nm dan nanokalsium dari cangkang telur bebek sebesar 24,90 nm. Hal ini dipengaruhi oleh waktu ekstraksi. Waktu ekstraksi berpengaruh terhadap sifat fisikokimia serbuk nanokalsium cangkang telur. Selain itu, kelebihan dari metode pengendapan adalah metode ini mudah dilakukan dan lebih sederhana (Adji dkk, 2023).

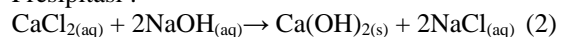
Metode presipitasi (pengendapan) merupakan metode pendekatan *bottom-up*. Dalam proses pengendapan, bahan aktif dilarutkan dalam suatu pelarut kemudian ditambahkan kedalamnya larutan lain yang bukan pelarut. Larutan akan menjadi jenuh dan menyebabkan nukleasi yang cepat untuk membentuk nanopartikel. Metode presipitasi memiliki keuntungan karena penggunaan biaya yang rendah, namun memiliki kelemahan dalam menstabilkan nanopartikel yang terbentuk untuk mencegah munculnya kristal berukuran mikro (Widyastuti dkk, 2019).

Sintesis nanokalsium oksida dilakukan dengan metode presipitasi yang melewati beberapa proses, yaitu proses demineralisasi, pengendapan, dan kalsinasi. Langkah langkah reaksinya adalah sebagai berikut :

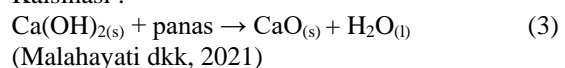
Demineralisasi :



Presipitasi :



Kalsinasi :



Berdasarkan uraian pada paragraf sebelumnya, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui pengaruh waktu ekstraksi dan kecepatan pengadukan terhadap karakteristik nanokalsium oksida dari cangkang kerang darah yang meliputi analisa ukuran partikel, analisa kadar air, analisa *yield*, analisa kandungan CaO. Penelitian ini mengacu pada metodologi dan pengetahuan terbaru mengenai pembuatan nanokalsium yang telah dilakukan oleh penelitian-penelitian sebelumnya

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan bahan baku utama yaitu cangkang kerang darah. Bahan lain yang digunakan dalam proses presipitasi adalah asam klorida (HCl) dan natrium hidroksida (NaOH). Peralatan yang digunakan yaitu gelas kimia, pipet ukur,

cawan, batang pengaduk, kertas saring, corong kaca, *stirrer*, termometer, *hotplate*, *furnace*, Instrumen FTIR dan SEM.

Persiapan bahan baku

Persiapan bahan baku cangkang kerang darah dilakukan dengan proses preparasi. Cangkang dikeringkan dengan pemanasan menggunakan oven selama 2 jam pada suhu 60°C. Selanjutnya menghancurkan cangkang kerang dan mengayak menggunakan ayakan 100 *mesh* hingga menjadi bubuk.

Proses pembuatan nanokalsium oksida

Bubuk cangkang kerang direndam dengan rasio 1:5 menggunakan larutan HCl 1N selama 48 jam, kemudian diekstraksi pada suhu 90°C dengan melakukan variasi waktu ekstraksi selama 1 jam, 1,5 jam, 2 jam, 2,5 jam dan 3 jam. Kemudian hasil proses ekstraksi disaring menggunakan kertas saring agar diperoleh cairan/filtrat. Filtrat yang diperoleh dicampurkan dengan larutan NaOH 3N sebanyak 40ml dan diaduk dengan kecepatan pengaduk sebesar 125 *rpm* dan 250 *rpm*. Lalu didiamkan hingga tidak terbentuk lagi endapan.

Endapan yang dihasilkan kemudian dipisahkan dengan cara disaring sehingga diperoleh endapannya. Selanjutnya dilakukan proses pencucian endapan menggunakan *aquadest* hingga diperoleh pH netral. Lalu endapan dikeringkan selama 3 jam dalam oven bersuhu 105°C dan dilanjutkan dengan pemanasan didalam *furnace* selama 5 jam pada suhu 600°C. Tahap terakhir, serbuk nanokalsium dihaluskan dengan menggunakan mortar dan nanokalsium siap dianalisa. Kemudian produk nanokalsium dapat dilakukan uji FTIR dan uji SEM. Rumus perhitungan *yield* sebagai berikut:

$$Yield (\%) = \frac{\text{berat nanokalsium oksida (gr)}}{\text{berat bubuk cangkang kerang (gr)}} \times 100\% \quad (4)$$

Analisa Kadar Air

Uji kadar air dilakukan dengan menimbang sebanyak 0,1 gram produk nanokalsium. Proses pengeringan dalam cawan petri menggunakan oven bersuhu 105°C selama 10 jam. Selanjutnya sampel dipindahkan ke dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang cawan yang berisi sampel kering hingga berat menjadi konstan. Persamaan dalam menentukan kadar air adalah sebagai berikut :

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{(\text{berat sampel sebelum dikeringkan (gr)} - \text{berat sampel setelah dikeringkan (gr)})}{\text{berat sampel setelah dikeringkan (gr)}} \times 100 \quad (5)$$

Analisa ukuran partikel

Ukuran partikel dianalisa menggunakan SEM.

Analisa gugus fungsi nanokalsium

Analisa gugus fungsi nanokalsium dilakukan menggunakan FTIR.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengaruh waktu ekstraksi dan kecepatan pengadukan terhadap karakteristik nanokalsium oksida dari cangkang kerang darah didapatkan hasil pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Data Hasil Analisa Produk Nanokalsium Kecepatan Pengadukan 125 rpm

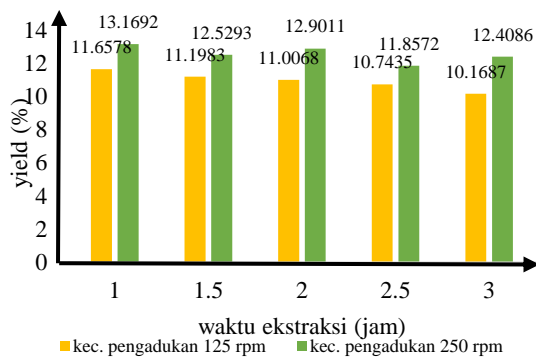
Waktu Ekstraksi	Massa Nanokalsium (gr)	Yield (%)	Kadar Air (%)
1 jam	2,3403	11,66	1,1
1,5 jam	2,244	11,21	0,8
2 jam	2,204	11,00	0,8
2,5 jam	2,153	10,74	0,5
3 jam	2,037	10,17	0,2

Tabel 2. Data Hasil Analisa Produk Nanokalsium Kecepatan Pengadukan 250 rpm

Waktu Ekstraksi	Massa Nanokalsium (gr)	Yield (%)	Kadar Air (%)
1 jam	2,6372	13,17	1,4
1,5 jam	2,5105	12,53	1,4
2 jam	2,5816	12,90	1,2
2,5 jam	2,3753	11,86	0,7
3 jam	2,4949	12,41	0,5

Analisa nilai *yield*

Rata-rata nilai *yield* nanokalsium berkisar antara 10,17% hingga 13,17%. *Yield* yang dihasilkan pada penelitian ini terus menurun hingga pada waktu ekstraksi 3 jam yang ditampilkan pada Gambar 1. *Yield* nanokalsium adalah persentase produk akhir nanokalsium terhadap bahan baku cangkang kerang darah. Nilai *yield* tertinggi terdapat pada perlakuan nanokalsium pada kecepatan pengadukan 250 *rpm* dengan waktu ekstraksi selama 1 jam yaitu 13,17%. Faktor penentu ukuran nanokalsium salah satunya adalah waktu ekstraksi. Waktu ekstraksi akan memengaruhi kontak antara pelarut dan bahan dalam proses pemecahan bahan untuk menghasilkan nanokalsium (Anggraeni dkk, 2024).



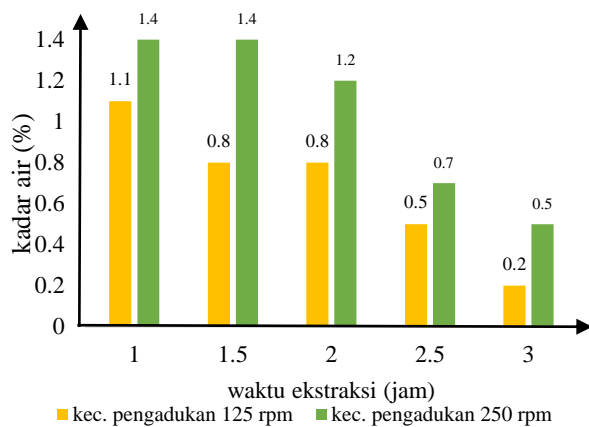
Gambar 1. Diagram perbandingan *yield* nanokalsium oksida

Gambar 1. menunjukkan bahwa waktu ekstraksi tidak berpengaruh nyata terhadap nilai *yield* nanokalsium. Faktor lain seperti metode ekstraksi yang digunakan, tekanan, suhu, jenis pelarut yang digunakan, dan karakteristik dari bahan baku juga mempengaruhi proses ekstraksi.

Waktu ekstraksi yang terlalu lama akan menyebabkan larutan mencapai titik jenuh/optimal sehingga menurunkan *yield* nanokalsium. Penyebab penurunan nilai *yield* adalah seiring bertambahnya waktu ekstraksi, massa zat yang terlarut semakin bertambah hingga mencapai waktu optimum. Jika telah melebihi waktu optimum maka tidak akan meningkatkan hasil produk nanokalsium. Penelitian ini juga telah sejalan dengan penelitian yang dilakukan Rahayu dkk. (2018), yang menyebutkan bahwa pembentukan nanokalsium dioptimalkan pada kecepatan pengadukan yang lebih cepat.

Analisa kadar air

Kadar air bubuk nanokalsium oksida berkisar antara 1,4% hingga 0,2%. Berdasarkan hasil analisa kadar air bubuk nanokalsium oksida didapatkan hasil kadar air terendah yaitu 0,2% pada waktu ekstraksi 3 jam.



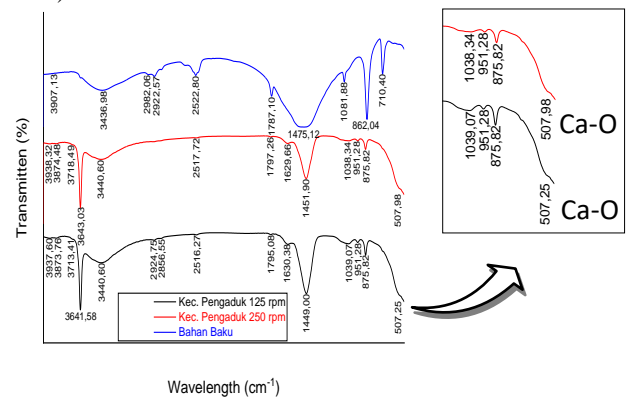
Gambar 2. Diagram perbandingan kadar air nanokalsium oksida

Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin lama waktu ekstraksi nanokalsium maka kadar air akan semakin rendah. Menurunnya kadar air juga dapat disebabkan oleh kandungan protein pada cangkang yang terhidrolisis melalui pencampuran dengan asam klorida dan proses pemanasan sehingga mengakibatkan berkurangnya pengikatan air. Penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Herlina dkk, (2021) yang menyatakan bahwa rendahnya kadar air disebabkan oleh penguapan air pada filtrat, sehingga kandungan air pada bubuk nanokalsium oksida menjadi air bebas.

Analisa gugus fungsi nanokalsium oksida

Analisis FTIR merupakan suatu analisa gugus fungsi molekul yang didasarkan pada analisis dari bilangan gelombang puncak-puncak karakteristik dari suatu sampel.

Bilangan gelombang pada puncak tersebut menunjukkan adanya gugus fungsi tertentu yang ada pada sampel, hal ini disebabkan gugus fungsi memiliki puncak karakteristik yang spesifik. Bubuk cangkang kerang darah yang dianalisis dengan menggunakan FTIR akan mendeteksi gugus-gugus fungsi CO₃, Ca-O, C-H dan O-H pada bilangan gelombang tertentu (Resaldi dkk, 2020).

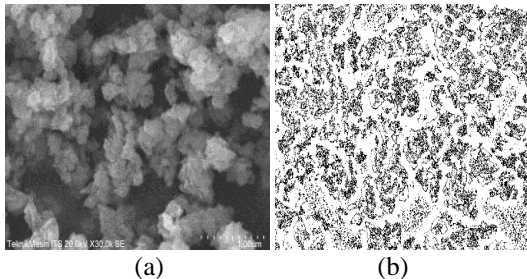


Gambar 3. Spektrum FTIR bubuk cangkang kerang darah dan nanokalsium variasi kecepatan pengadukan 125 rpm (garis hitam) dan 250 rpm (garis merah)

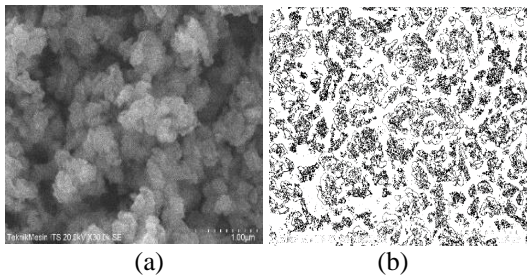
Gambar 3 menunjukkan spektrum FTIR dari CaO nano partikel oksida. Ikatan Ca-O diidentifikasi dengan puncak pada bilangan gelombang 507 cm⁻¹, sedangkan pada bahan baku cangkang kerang darah tidak teridentifikasi puncak Ca-O. Spektrum FTIR nanokalsium oksida ini memiliki kemiripan dengan penelitian Sunardi dan Krismawati (2021) tentang karakteristik nanokalsium oksida dari cangkang telur dengan puncak pada bilangan gelombang 512 cm⁻¹ yang mengidentifikasi getaran pita Ca-O.

Analisa ukuran partikel

Analisa menggunakan instrumen SEM dilakukan untuk mengetahui morfologi permukaan dan ukuran partikel dari sampel padat. Hasil morfologi produk nanokalsium oksida hasil SEM ditampilkan pada **Gambar 4** dan **Gambar 5**.



Gambar 4. Hasil pengolahan gambar SEM perbesaran 30.000x (a) menggunakan *ImageJ* melalui proses *thresholding* (b) untuk **kec. pengadukan 125 rpm**



Gambar 5. Hasil pengolahan gambar SEM perbesaran 30.000x (a) menggunakan *ImageJ* melalui proses *thresholding* (b) untuk **kec. pengadukan 250 rpm**

Berdasarkan hasil morfologi gambar SEM terlihat kumpulan partikel yang tidak homogen dan berbentuk bulat tidak beraturan saling melekat satu sama lain. Nanokalsium yang terbentuk memiliki ukuran partikel dengan skala nanometer yaitu 313-366 nm. Hal ini juga dibuktikan dengan partikel nanokalsium hasil sintesis yang terlihat saling menempel. Penelitian Sunardi (2020) menyatakan penggumpalan polikristalin nanopartikel CaO ini menunjukkan karakteristik nanokalsium. Hal ini juga telah sejalan dengan penelitian Adji dkk (2023) bahwa hasil produk nanokalsium yang diperoleh saling menempel.

Hasil dari analisa SEM juga digunakan untuk analisa diameter partikel produk yang ditampilkan pada Tabel 3. Setelah melalui proses *Threshold* pada aplikasi *ImageJ*, maka analisis partikel dilakukan untuk mendapatkan nilai luas area dan diameter.

Tabel 3. Data Hasil perhitungan ukuran partikel rata-rata produk nanokalsium oksida dari cangkang kerang darah

No.	Produk Nanokalsium	Diameter partikel rata-rata (nm)
1.	Kec. Pengadukan 125 rpm	366,36
2.	Kec. Pengadukan 250 rpm	313,25

Berdasarkan hasil produk nanokalsium yang diperoleh diketahui bahwa kecepatan pengadukan 125 rpm dan 250 rpm tidak berpengaruh secara signifikan terhadap diameter produk yang didapatkan. Nanokalsium oksida dari cangkang kerang darah yang didapatkan pada penelitian belum dikatakan nanopartikel dikarenakan ukuran yang dihasilkan belum memenuhi ISO/TS 80004-1:2023 dimana ukuran nanopartikel yaitu antara 1-100 nm. Produk nanokalsium ini dapat digunakan dalam pembuatan porselen, semen, mortar, dan kaca, serta digunakan untuk katalis pada beberapa reaksi kimia.

Pengaruh kecepatan pengadukan yang semakin meningkat berbanding lurus dengan peningkatan kekuatan molekul pelarut dalam kontak dengan bahan. Semakin tinggi intensitas kecepatan putaran pada pengaduk magnet maka partikel yang dihasilkan akan juga akan semakin kecil (Chang, 2005). Merujuk pada penelitian Paramitha (2023) yang menunjukkan bahwa pada kecepatan pengadukan 1150 rpm akan memperkecil ukuran produk nanokalsium yang dihasilkan yaitu sebesar 56,81 nm.

SIMPULAN

Hasil analisa nilai *yield* didapatkan % *yield* tertinggi sebesar 13,17 % pada waktu ekstraksi 1 jam dengan kecepatan pengaduk 250 rpm. Nilai kadar air terendah sebesar 0,2% pada waktu ekstraksi 3 jam dengan kecepatan pengadukkan 125 rpm. Waktu ekstraksi dan kecepatan pengadukan terbaik dalam pembuatan nanokalsium oksida dari cangkang kerang darah yaitu selama 1 jam 250 rpm. dengan ukuran partikel terkecil yang diperoleh yaitu sebesar 313,25 nm.

SARAN

Penelitian berikutnya perlu dilakukan analisa lebih lanjut terhadap pengaruh kecepatan pengadukan diatas 250 rpm dan pengaruh konsentrasi pelarut sehingga didapatkan ukuran partikel yang sesuai dengan standar ISO/TS 80004-1:2023 yaitu di bawah 100 nm.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Politeknik Negeri Samarinda melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat yang telah membantu dalam pendanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Adji, N. T. L., Lucytasari, S. D. Suprihatin, 2023. "Sintesis Dan Karakterisasi Nanokalsium Oksida Dari Cangkang Kerang Hijau Dengan Metode Presipitasi", *Jurnal Teknik Kimia* 18(1): 65–69.
- Anggraeni, N., Dewi, E. N., Susanto, A.B., Riyadi, P. H., 2024 Karakterisasi Nanokalsium Tulang Ikan Kakap Merah (*Lutjanus malabaricus*) Dengan Variasi Waktu Ekstraksi, *JPHPI* 2024, 27(3) : 197-207
- Chang, R. 2005. *Kimia Dasar : Konsep-konsep Inti* Jilid 2. Erlangga, Jakarta.
- Hafisko, H., Ardiyanto, Trixi, M., Dahlan, K. 2014., "Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa Linn.) Dalam Sintesis Nanohidroksiapatit Sebagai *Bone Implan* Untuk Kerusakan Tulang." *Program Kreatifitas Mahasiswa* 17(3): 1–26.
- Herlina, D. S., Sulmartiwi, L., Masithah, E. D., 2021. "Effect of Soaking Time of Blood Cockle (*Anadara Sp.*) Shells Powder with Hydrochloric Acid on the Characteristics of Nano Calcium." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 679(1).
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2021. "Laporan Perbandingan Produksi Ikan Kalimantan Timur."
- Malahayati, N., Widowati, T. W., Alsoyuna, N. S., 2021. "the effect of extraction time on the physicochemical characteristics of nanocalcium powder from chicken and duck eggshells" *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences* vol. 15: 712-722.
- Paramitha, L., Pratama, R. A., Kurniati, E., 2023, Sintesis Nano-Precipitated Calcium Carbonate Dari Cangkang Bekicot Dengan Penambahan Polimer PEG 400, *ChemPro* 4(1): 8-14
- Pungut, Widyastuti, S., 2019. "Kadar Kalsium Kerupuk Samiler Fortifikasi Nano Kalsium Dari Cangkang Kerang Darah (*Anadara Granosa Liin*)." *Seminar Nasional Hasil Riset dan Pengabdian, Ke-II, 2019* 2(2): 589–596.
- Putama, M, Iin., 2018. "Karakterisasi XRD dan SEM Pada Material Nanopartikel Serta Peran Material Nanopartikel Dalam Drug Delivery System." *Pharma Xplore : Jurnal Ilmiah Farmasi* 3(2): 214–221.
- Purba, Paul D., Amri, A., "Sintesa Precipitated Calcium Carbonate (PCC) dari Cangkang Kerang Darah (*Anadara Granosa*) dengan Variasi Suhu Kalsinasi dan Variasi Rasio CaO/HNO₃." *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau*, 2(2): 1-7.
- Rahayu, L. B. H., Wulandari, I. O, Santjojo, D. H., and Sabarudin, A., 2018. "Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Karakteristik Nanopartikel Fe₃O₄ Dengan Pelapisan Permukaan Berbasis Polivinil Alkohol Dan Glutaraldehid Sebagai Agen Crosslinker." *Natural B* 4(3): 127–34.
- Ratnawulan, R., Putri, S., R. Septiana, D. 2022. "The Effect of Acid, Salt and Base Immersion on Hydrophobic Properties of SiMn/PS Nanocomposite." *Journal of Physics: Conference Series* 2309(1).
- Resaldi, M. F., Prananingrum, W., Cevanti, T. A., 2020. "Karakteristik Senyawa Kalsium (Ca) Dari Hasil Sintesis Cangkang Kerang Darah (*Anadara Granosa*) Compound from Synthesized Blood Cockle Shells (*Anadara Granosa*) with Various Calcination Temperatures)." : 1–11.
- Sunardi, Kismawati. E. D., 2021. "Pengaruh Waktu Ekstraksi Dan Konsentrasi HCl Terhadap Rendemen Dan Kadar Kalsium Pada Sintesis Nanokalsium Oksida Dari Cangkang Telur Ayam." *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (SNPPKM 2021)*: 605–612.
- Sunardi, Krismawati, E. D., Mahayana, A., 2020. "Sintesis Dan Karakterisasi Nanokalsium Oksida Dari Cangkang Telur." *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia* 16(2): 250-259.
- Tasari, F. T. 2023. "Analisis Cangkang Kerang Darah (*Anadara Granosa*) Sebagai Sumber CaCO₃ Pada Pembuatan Ubin Keramik Dinding." *Prisma Fisika* 10(3): 352.
- Widyastuti, S., and D. Evawati. 2019. "Proximate Characteristics of Nano Calcium in Blood Cockle (*Anadara Granosa Liin*) Shell from Four Different Locations." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 245(1)