

ISOLASI DAN KARAKTERISASI NANOKALSIUM DARI CANGKANG TIRAM (*Crassostrea gigas*)

Lia Handayani^{1*}, Faisal Syahputra²

¹Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan, Universitas Abulyatama

²Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan, Universitas Abulyatama, Jalan Blang Bintang Lama Km. 8,5 Telepon. (0651) 23699, 34488 Lempoh Keudee, Aceh Besar 23372

*Korespondensi: liahdyn@gmail.com

Diterima: 28 September 2017/ Disetujui: 13 November 2017

Cara sitasi: Handayani L dan Syahputra F. 2017. Isolasi dan karakterisasi nanokalsium dari cangkang tiram (*Crassostrea gigas*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(3): 515-523.

Abstrak

Cangkang tiram merupakan salah satu limbah padat yang sangat berpotensi sebagai salah satu sumber kalsium karena tersusun lebih dari 60% senyawa CaCO_3 . Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan cangkang tiram menjadi nanokalsium dengan metode kalsinasi dan menentukan karakteristik nanokalsium yang dihasilkan. Kalsinasi cangkang tiram 200 mesh dilakukan pada suhu 900°C selama 4 jam. Rendemen nanokalsium yang dihasilkan sebesar 57,06%. Serbuk nanokalsium yang dihasilkan dianalisis kadar kalsium dan timbal, masing-masing diperoleh hasil 56,77%/100 g kadar Ca dan 15,9 ppm kadar Pb. Uji morfologi kalsium menggunakan SEM menunjukkan bentuk dan ukuran partikel yang homogen dengan bentuk kristal jenis vaterit dan sedikit aragonit.

Kata kunci: cangkang tiram, molting, nanokalsium, SEM

Isolation and Identification Nanocalcium from Oyster Shell

Abstract

Oyster shell is one of the most potential solid waste as a source of natural calcium because it contains more than 60% of CaCO_3 . The purposes of this research were to utilize oyster shell into nanocalcium by calcinations method and to characterize the nanocalcium. The oyster shells were milled in planetary ball mill to fine a powder to uniform size of the sifted flour using a sieve of 200 mesh then calcinated in furnace with 900°C for 4 hours. The resulted nanocalcium was then analyzed for its calcium and lead contents. The yield of nanocalcium obtained was 57.06%. Based on the analysis, nanocalcium contained calcium mineral (56.77%/100 g) and lead (15.9 ppm). The morphology of the nanocalcium surface was homogenous in shape and size of particles with crystal form as vaterite and some aragonite.

Keywords: nanocalcium, oyster shell, SEM

PENDAHULUAN

Limbah pengolahan perikanan pada saat ini banyak dimanfaatkan sebagai upaya mengurangi cemaran pada lingkungan dan meningkatkan nilai tambah. Berbagai macam penelitian tentang pemanfaatan cangkang sebagai sumber kalsium dan kitin masih terus dikembangkan, di antaranya kitin dan kitosan dari limbah rajungan (Rochima 2007), pemanfaatan kitin sebagai pakan ikan dan terbukti dapat memacu pertumbuhan ikan (Hariati 2000), kitosan dapat menghambat

pertumbuhan bakteri sehingga dapat digunakan sebagai pengawet alami pada ikan (Swastawati 2008), penamabahan kitosan sebagai penambahan bakto agar (Abdullah *et al.* 2008), kitosan cangkang udang windu sebagai pengawet *fillet* ikan gabus (*Channa striata*) (Wahyuni *et al.* 2013), sebagai bahan pembuatan beras analog (Hidayat *et al.* 2013), serta alternatif antibakteri alami dalam *mouthwash* (Ibrahim 2012). Keberadaan kalsium dalam limbah cangkang rajungan

menjadi salah satu alternatif pemanfaatan yang luas di bidang farmasi dan kesehatan yaitu sebagai penguat gigi dan tulang (Arbia 2013). Komariah (2015) melaporkan dengan judul pengaruh pemberian nanokalsium dari eksoskeleton kepiting bakau (*Scylla* sp.) selama masa kebuntingan dan laktasi terhadap kekerasan gigi tikus.

Cangkang tiram merupakan salah satu limbah perikanan yang belum dimanfaatkan secara maksimal sehingga penumpukannya menyebabkan pencemaran lingkungan yang berdampak terhadap kualitas tanah, air dan estetika lingkungan. Cangkang tiram memiliki kandungan mineral berupa komponen kalsium yang tinggi sebagai penyusun dasar dari pelindung tubuhnya yang keras. Rohanah *et al.* (2009) melaporkan bahwa kandungan kalsium yang terdapat pada cangkang kerang (bivalvia) adalah 39,38%. Wardhani (2009) menyatakan bahwa kandungan kalsium karbonat pada cangkang kijing lokal ukuran <90 mm sebesar 39,55%.

Beberapa penelitian menunjukkan keberadaan kalsium sangat dibutuhkan oleh manusia maupun hewan-hewan lainnya, manusia membutuhkan kalsium untuk pertumbuhan tulang dan gigi, sedangkan hewan misalnya lobster membutuhkan kalsium untuk proses molting. Kalsium yang umumnya tersedia terdapat dalam bentuk mikro kalsium. Ukuran partikel kalsium sangat terkait dengan besarnya penyerapan kedalam tubuh. Akibat ukuran partikel kalsium yang cukup besar, para peneliti melakukan inovasi baru yaitu dengan memodifikasi bentuk fisik kalsium menjadi bentuk nanokalsium yang diharapkan dapat mempermudah proses penyerapan dan membantu mencukupi kebutuhan sehari-hari. Kalsium dalam bentuk nano partikel menyebabkan reseptor cepat masuk, sehingga dapat dimanfaatkan oleh tubuh dengan sempurna (Suptijah *et al.* 2011). Dua metode yang digunakan untuk pembuatan nanopartikel, yaitu *top down* dan *bottom up*. Metode *top down* yaitu pembuatan partikel berukuran nano secara langsung atau mekanik, sedangkan *bottom up* adalah menyusun atom-atom atau molekul-molekul hingga membentuk partikel berukuran nanometer dari larutan (Ghrair *et al.* 2009).

Penelitian mengenai pembuatan material berukuran nano menggunakan metode *top down* (fisika) di antaranya pembuatan nano CaO dari limbah cangkang telur sebagai katalis (Badrul *et al.* 2014; Mosaddegh 2014), sintesis dan karakterisasi nanokristal CaCO₃ aragonit dari cangkang kerang darah (Kamba *et al.* 2013). Agusetiiani *et al.* (2013) menyatakan metode *top down* dengan alat high energy *milling* (HEM) sangat efektif untuk pembuatan nanozeolit. Nanozeolit yang dibuat dengan alat HEM selama 6 jam morfologinya 75-100 nm. Islam *et al.* (2013) menyatakan bahwa pendekatan *top down* merupakan metode pembuatan nanopartikel kalsium karbonat (aragonit) yang sederhana, ramah lingkungan dan berpotensi besar untuk dikembangkan dalam skala industri. Menurut penelitian (Mohamed 2012; Navarro 2009; Zuhra 2015; Mosaddegh 2014) Kalsium karbonat dapat dikonversi menjadi kalsium oksida melalui metode *thermal decomposition* atau biasa disebut kalsinasi. Cangkang tiram mengandung 80-95% CaCO₃, sehingga cangkang tiram dapat dikonversi menjadi mineral kalsium berukuran nano.

Penelitian ini penting dilakukan karena tiram merupakan salah satu komoditas perikanan yang banyak digemari masyarakat, namun cangkangnya belum dimanfaatkan secara optimal sehingga menjadi limbah padat. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi nanokalsium dari cangkang tiram menggunakan metode *top down* dan kalsinasi serta mempelajari karakteristik tepung cangkang tiram dan nanokalsium yang dihasilkan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan adalah cangkang tiram yang diperoleh dari perairan Gampong Tibang dan Alue naga Kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh. Alat-alat yang digunakan adalah *furnace* Ersa Nugraha Bandung, Indonesia, *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) Shimadzu, Spektrofotometer DR-2010 HACH, *Scanning Electron Microscopy* (SEM) merek JEOL-6510 LA.

Metode Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi 3 tahap yaitu: (1) preparasi bahan baku; (2) kalsinasi tepung cangkang tiram menjadi nanokalsium; (3) karakterisasi bahan baku dan nanokalsium. Pengujian kadar proksimat serbuk halus cangkang tiram dan jumlah rendemen nanokalsium dilakukan ulangan sebanyak 3 kali. Sedangkan untuk pengujian kadar Ca dan Pb dilakukan 2 kali ulangan.

Pembuatan mineral nanokalsium dilakukan dengan metode *top down* dan *thermal decomposition*. Metode *top down* dilakukan dengan memperkecil ukuran material yang besar menjadi ukuran nano, yaitu penggerusan dengan alat *milling* dan *thermal decomposition* agar kalsium karbonat yang terkandung dalam cangkang tiram terdekomposisi menjadi kalsium oksida yaitu dengan cara pemberian panas (kalsinasi).

Persiapan bahan baku (serbuk cangkang tiram) dilakukan dengan proses mencuci dan menyikat permukaan luar cangkang tiram hingga bersih, pengeringan dengan penjemuran selama 7 hari, pengecilan ukuran dengan cara ditumbuk dan dilanjutkan dengan penghalusan hingga ukuran 200 mesh menggunakan *planetary ball-mill* selama 25 jam, kemudian dikalsinasi menggunakan *furnace* pada suhu 900°C selama 4 jam. Material yang dihasilkan merupakan nano-CaO (Mosaddegh 2014).

Sampel yang telah dikalsinasi, dihitung rendemennya, dan dilanjutkan dengan analisis kadar kalsium (Ca) dan timbal (Pb) menggunakan AAS dan spektrofotometer. Nanokalsium dianalisis morfologi permukaannya menggunakan SEM. Sedangkan serbuk cangkang tiram dengan ukuran 200 mesh yang belum dikalsinasi dianalisa kadar air, abu, lemak dan proteinnya (AOAC 2005).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Kimia Serbuk Cangkang Tiram

Cangkang tiram dihaluskan menggunakan *ball mill* dengan ukuran 200 mesh. Tepung cangkang tiram tersebut dianalisis komposisi kimianya. Parameter uji proksimat yang dilakukan pada penelitian ini meliputi kadar air, kadar abu, kadar N-total dan kadar lemak. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 1.

Kadar abu yang dihasilkan dari tepung cangkang tiram adalah sebesar 94,78%. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Abdullah (2010) yang menyatakan kadar abu cangkang kijing lokal sebesar 93,34%. Permana (2006) juga melakukan penelitian dengan hasil kadar abu pada cangkang kerang hijau yang tinggi yaitu sebesar 77,13%. Perbedaan nilai kadar abu diduga dapat disebabkan oleh perbedaan habitat, lingkungan hidup maupun jenis spesiesnya. Menurut Khoerunnisa (2011) kadar abu yang tinggi diduga disebabkan oleh cangkang kijing mengandung bahan anorganik yang tinggi yaitu berupa kalsium karbonat. Halipah (2016) juga menyebutkan kadar abu yang tinggi mengindikasikan kadar mineral yang tinggi. Pernyataan tersebut sesuai dengan yang diungkapkan oleh Acevedo *et al.* (2010) cangkang moluska terdiri dari 95% kalsium karbonat dan 5% matriks organik. Barros *et al.* (2009) dan Nakatani *et al.* (2009) melaporkan bahwa kerang mengandung 95-99% CaCO₃. Hal ini terlihat dari tingkat kekerasan cangkang kerang, semakin tinggi kadar kalsium yang terkandung didalamnya, maka akan semakin keras pula cangkang tersebut.

Kadar air yang dihasilkan dari tepung cangkang tiram adalah 0,11%. Hasil tersebut sebanding dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Khoerunnisa (2011) cangkang

Tabel 1 Komposisi kimia tepung cangkang tiram

| Parameter | Nilai ± stdev (%) |
|---------------|-------------------|
| Kadar Abu | 94,78 ± 0,07 |
| Kadar Air | 0,11 ± 0,03 |
| Kadar N-total | 1,69 ± 0,40 |
| Kadar Lemak | 1,43 ± 0,26 |

Keterangan: n = 3 (tiga kali ulangan)

kijing lokal memiliki kadar air sebesar 0,54%, sedangkan hasil penelitian yang dilakukan Permana (2006) kadar air tepung cangkang kerang hijau sebesar 0,85%. Kadar air yang diperoleh sangat rendah dikarenakan oleh penjemuran yang cukup lama yaitu 7 hari. Proses penghalusan menggunakan *ball mill*, tepung cangkang juga di keringkan dengan oven pada suhu 80°C kembali karena masih adanya kandungan air dalam sampel membuat proses *milling* terganggu yaitu menggumpalnya tepung cangkang pada bola-bola besi dan dinding *ball mill* sehingga mengganggu proses penghalusan. Oleh karena itu, proses *milling* juga ikut mengurangi sisa kadar air dari penjemuran. Kadar air juga ikut menurun dengan adanya proses pengayakan, hal tersebut terjadi karena udara ikut menguapkan kadar air yang tersisa. Proses penguapan terjadi lebih cepat karena ukuran partikel tepung cangkang yang sangat kecil yaitu 200 mesh atau setara dengan 75 μm . Salah satu faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi adalah luas permukaan.

Kadar N-total (protein kasar) tepung cangkang tiram sebesar 1,69%. Menurut Abdullah (2010) kadar protein tepung cangkang kijing adalah sebesar 1,85%. Hal ini didukung oleh pernyataan Yao *et al.* (2014) bahwa pada lapisan nacre cangkang bivalvia mengandung matriks organik sebesar 1-5%, beberapa makromolekul, termasuk polisakarida, protein, dan glikoprotein. Cangkang tiap spesies memiliki kadar protein yang berbeda-beda, hal ini dipengaruhi oleh habitat hidup dan jenis spesies tersebut. Suptijah (2012) telah melaporkan kadar protein cangkang udang vannamei adalah 47,18%. Kadar protein yang tinggi pada cangkang udang vannamei dapat dipengaruhi oleh pakan yang diberikan karena komposisi utama pakan udang adalah protein. Cangkang

tiram yang digunakan pada penelitian ini berasal dari tiram yang hidup liar diperairan dan memperoleh pakan secara alami dari lingkungan.

Kadar lemak yang dihasilkan dari tepung cangkang tiram sebesar 1,43%. Menurut Suptijah (2012) kadar lemak pada cangkang udang vannamei sebesar 1,25%. Hasil tersebut juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Abdullah (2010) yang menyatakan kadar lemak dalam cangkang kijing lokal sebesar 0,72%. Lekahena (2014) juga melaporkan kadar lemak pada bahan baku pembuatan nanokalsium dari tulang ikan nila sebesar 2,85%.

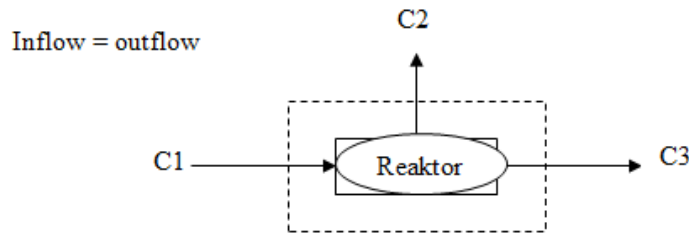
Kalsinasi Cangkang Tiram

Kalsinasi dilakukan sebagai upaya untuk menghilangkan air, CO_2 , gas-gas lainnya termasuk senyawa organik yang terikat dengan CaCO_3 dalam serbuk cangkang tiram. Kalsinasi juga disebut *thermal decomposition* atau penguraian dengan temperatur. Sebelum dilakukan kalsinasi, kalsium dalam cangkang tiram berbentuk CaCO_3 . Setelah dikalsinasi pada suhu 900°C selama 4 jam, kalsium karbonat (CaCO_3) dikonversi menjadi kalsium oksida (CaO). Produk akhir yang dihasilkan adalah nanokalsium oksida (nano CaO). Stanmore (2005) menulis, kalsinasi merupakan proses yang endotermik (dapat dilihat dari ΔH° yang positif). Panas yang diberikan memutuskan ikatan kimia dari air kristal karena atom-atom yang berikatan dengan kalsium karbonat akan bergerak sangat aktif dan bebas sehingga menyebabkan terputusnya ikatan-ikatan kimia yang ada di dalamnya. Disamping itu panas yang diberikan juga mengoksidasi serbuk cangkang tiram menjadi oksidanya. Reaksi pembentukan CaO melalui proses kalsinasi dapat dilihat pada reaksi berikut:

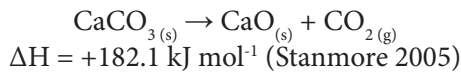
Tabel 2 Efisiensi massa hasil kalsinasi

| Massa sebelum kalsinasi (gr) | Massa setelah kalsinasi (gr) | Efisiensi (%) |
|------------------------------|------------------------------|------------------|
| 36,67 | 20,92 | 57,05 |
| 34,15 | 19,78 | 57,92 |
| 36,33 | 20,42 | 56,21 |
| Rata-rata \pm stdev | | 57,06 \pm 0,86 |

Keterangan: n = 3 (tiga kali ulangan)



Gambar 1 Skema alur reaktor



Efisiensi massa hasil kalsinasi dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, massa sebelum kalsinasi dan massa setelah kalsinasi mengalami pengurangan massa dengan persentase rata-rata efisiensi kalsinasi sebesar 57,06%. Hal tersebut terjadi karena saat proses kalsinasi yang dilakukan pada suhu tinggi yaitu 900°C selama 4 jam mampu menguraikan CaCO_3 yang terkandung dalam cangkang tiram menjadi oksidanya (CaO) dan gas karbon dioksida. Penguraian tersebut menyebabkan massa serbuk cangkang tiram menjadi berkurang. Berdasarkan hukum kekekalan massa “massa tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan”, artinya massa yang dimasukkan kedalam reaktor (*furnace*) sama besarnya dengan massa yang meninggalkan reaktor (*furnace*).

Cangkang tiram (CaCO_3) yang dimasukkan kedalam reaktor disimbolkan dengan C1, (C2) gas-gas yang menguap dan meninggalkan reaktor sedangkan (C3) CaO yang dihasilkan sebagai produk akhir, sehingga persamaan kesetimbangan massanya adalah $C1 = C2 + C3$ pada kondisi *steady state*, sesuai dengan hukum kekekalan massa bahwa massa yang masuk sama dengan massa yang keluar. Jika massa serbuk cangkang tiram yang dikalsinasi sebesar 36,67 g menghasilkan CaO sebanyak 20,92 g maka sebanyak 15,75 g serbuk cangkang tiram menguap menjadi gas CO_2 .

Komposisi mineral Ca dan logam berat Pb

Tepung cangkang tiram dalam ukuran 200 mesh yang telah dikalsinasi selama 4 jam memiliki warna yang putih, hal ini

menunjukkan bahwa kalsium oksida telah terbentuk. Hal ini sesuai dengan pernyataan Singh *et al.* (2011) bahwa perubahan warna cangkang telur menjadi putih saat kalsinasi mengindikasikan bahwa kalsium oksida telah terbentuk.

Kadar Ca^{2+} dihitung menggunakan AAS, dan diperoleh hasil sebesar 56,77%. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Siregar (2009) bahwa komposisi kimia serbuk cangkang kerang mengandung CaO sebesar 66,70%. Sama halnya dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Minarty (2012) bahwa kadar Ca^{2+} pada cangkang rajungan dalam bentuk nano adalah sebesar 51,27%. Besarnya komposisi kalsium karbonat yang terkandung dalam cangkang tiram akan mengakibatkan besar pula CaO yang dapat terkonversi. Kalsium yang diperoleh dari cangkang tiram dapat berasal dari lingkungan perairan baik yang absorpsi maupun yang terdifusi secara langsung oleh cangkang dari perairan. Oleh karena itu secara fisik cangkang tiram sangat keras.

Kadar timbal (Pb) dalam serbuk nanokalsium yang dihasilkan sebesar $15,904 \pm 0,22$ ppm. Berbeda jauh dengan kadar Pb pada serbuk nanokalsium dari cangkang kijang lokal yang diteliti oleh Khoerunnisa (2012) yaitu hanya sebesar 0,95 ppm. Hal ini mengindikasikan bahwa perairan Alue naga dan Tibang sudah tercemar. Karena kadar Pb pada nanokalsium cangkang tiram yang dihasilkan sudah berada di atas ambang batas yang sudah ditetapkan oleh *National Academy of Sciences, Food Chemical Codex* dan *United States Pharmacopoeia* (USP) yaitu 3 ppm. Namun masih layak untuk dikonsumsi karena kadar logam Pb pada daging tiram 0,12 ppm, berdasarkan SNI 7387:2009 tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam

pangan, untuk kategori kekerangan (bivalvia) moluska dan teripang batas maksimum kadar Pb adalah sebesar 1,5 ppm.

Kadar logam berat yang terakumulasi pada cangkang lebih tinggi dibandingkan pada daging tiram, hal ini sesuai dengan pernyataan Azhar (2012). Rendahnya konsentrasi logam berat didalam daging ada kaitannya dengan peran fisiologis dalam metabolisme (Khaled 2004). Semakin besar ukuran cangkang maka semakin tinggi pula umur spesies tersebut sehingga waktu mengakumulasi logam berat juga semakin lama.

Timbal (Pb) merupakan salah satu logam berat pencemar. Timbal yang masuk keperairan dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil dari kapal yang digunakan untuk memancing dan kegiatan lainnya yang dilakukan di perairan (Kanakaraju 2008). Menurut Jakimska (2011) kontaminan dapat memasuki organisme melalui beberapa jalur seperti asupan makanan, jalur pernafasan, penetrasi melalui kulit, dan lain-lain. Proses penyerapan bahan kimia oleh organisme baik melalui paparan media secara langsung maupun melalui konsumsi makanan (UNEP 2010). Bioakumulasi merupakan proses normal bagi pertumbuhan organisme (Perera 2015). Pb pada umumnya diabsorpsi oleh organisme air dalam bentuk ion melalui beberapa jalan yaitu saluran pernapasan, pencernaan dan penetrasi melalui kulit.

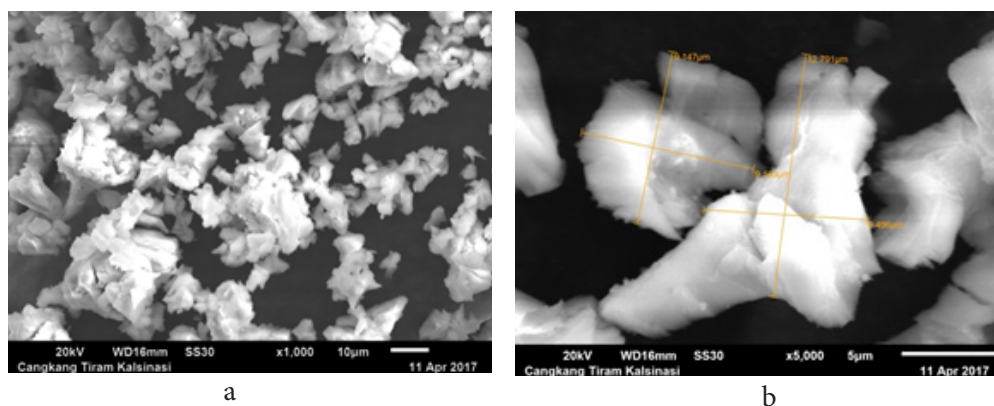
Morfologi

Morfologi sampel nano CaO dikarakterisasi menggunakan *Scanning*

Electron Microscopy (SEM). Uji morfologi serbuk nanokalsium dilakukan pada perbesaran 1000x dan 5000x sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 2.

Berdasarkan gambar hasil uji SEM, limbah cangkang tiram yang dikalsinasi terlihat sangat khas terdiri dari bentuk dan ukuran partikel yang homogen dengan bentuk kristal jenis vaterit dan sedikit aragonit. Kristal kalsium memiliki jenis fase yang berbeda-beda yaitu kalsit, aragonit dan vaterit. Kalsit memiliki bentuk kubus padat, aragonite seperti kumpulan jarum dan vaterit seperti bunga (Halipah 2016). Jamarun (2007) menyatakan bahwa kalsit mempunyai bentuk kristal rombohedral, kubus scalenohedral, dan prisma. Aragonit berbentuk *cluster* dan *discrete needle-like*, sedangkan vaterit berbentuk bulat (*sphere*). Morfologi nanokalsium yang dihasilkan berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Khoerunnisa (2011) yaitu morfologi nanokalsium dari cangkang kijing lokal yang diperoleh mempunyai bentuk seperti kumpulan jarum yang lebih teratur atau jenis aragonit. Nuarisma (2014) melaporkan morfologi nanokalsium dari cangkang rajungan seperti bunga atau jenis kristal vaterit. Perbedaan ini disebabkan oleh metode pembuatan nanokalsium yang berbeda. Menurut Saksono *et al.* (2006) kristal kalsit bersifat menempel kuat pada permukaan (paling stabil), aragonite bersifat mudah terlepas dari dinding, sedangkan vaterit bersifat tidak stabil dan dapat berubah menjadi kalsit dengan mediasi pelarut.

Metode pembuatan nanokalsium yang



Gambar 2 Morfologi serbuk nano kalsium pembesaran 1.000x (a), 5.000x (b).

serupa yaitu serbuk yang dihaluskan 200 mesh lalu dikalsinasi selama 4 jam juga telah dilakukan oleh beberapa peneliti, di antaranya: hasil uji partikel size yang diperoleh adalah 66,44 nm (Badrul *et al.* 2014), ukuran partikel nanozeolit bervariasi yang berkisar antara 75-100 nm (Agusetiani *et al.* 2013). Mineral kalsium yang dihasilkan pada penelitian ini juga berukuran nano mengingat diameter partikel yang dihasilkan <100 nm nanokalsium dari cangkang tiram dapat diperoleh dari cangkang tiram yang digiling dan dilanjutkan dengan kalsinasi pada suhu 900°C, yang menghasilkan kalsium dengan ukuran 200 mesh (setara dengan 75 nm). Ghrair *et al.* (2009) menyatakan bahwa nanopartikel didefinisikan sebagai partikel dengan dimensi karakteristik rata-rata <100 nm.

KESIMPULAN

Cangkang tiram dapat di konversi menjadi CaO sebagai sumber kalsium hayati menggunakan metode kalsinasi dengan rendemen sebesar 57,06% sedangkan untuk memperoleh material dengan ukuran nano dapat digunakan metode *top down*. Bahan baku berupa tepung cangkang tiram mengandung kadar abu 94,78%; kadar N-total 1,69%; kadar lemak 1,43% dan kadar air 0,11%. Kadar kalsium (Ca²⁺) dari nanokalsium yang diperoleh adalah sebesar 56,77% sedangkan untuk logam berat Pb yang terkandung dalam nanokalsium sebesar 15,9 ppm. Morfologi nanokalsium yang diperoleh terdiri dari bentuk dan ukuran partikel yang homogen dengan bentuk kristal jenis vaterit dan sedikit aragonit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Kemenristekdikti yang telah sepenuhnya mendanai penelitian ini pada skema Penelitian Dosen Pemula pada tahun pelaksanaan 2017. Nomor kontrak: 10/PDP/LPPM/IV/2017.

DAFTAR PUSTAKA

[AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International. 18th ed. Association of Official Analytical Chemist, Arlington.

- Abdullah A, Nurjanah, Wardhani YK. 2010. Karakteristik fisik dan kimia tepung cangkang kijing lokal (*Pilsbryconcha exilis*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 13(1): 48-57.
- Abdullah A, Suptijah P, Suwandi R. 2008. Karakteristik fisik dan kimia agar bakto dengan penambahan kitosan. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan*. 11(1): 28-39.
- Acevedo R, Bubert AS, Guevara MJ, Belmar M. 2010. Microstructure of Calcite and Aragonite in some Chilean Gastropods and Bivalves Molluscs. Chili: Facultad de Ingenieria, Universidad Mayor.
- Agusetiani L, Pardoyo, Agus S. 2013. Pembuatan nanozeolit dari zeolit alam secara *top down* menggunakan high energy *milling* dan aplikasinya untuk penyerapan ion Fe³⁺. *Chemistry Info Journal* 1(1). <http://ejournal.s1.undip.ac.id/index.php/kimia/articleview/1870>.
- Arbia W, Leila A, Lydia A, Abdeltif A. 2013. Chitin extraction from crustacean shell by biological methods – a review. *Food Technology and Biotechnology*. 51(1):12-25.
- Badrul HM, Nuryanto R, Suhandono S, Fadhillah S. 2014. Synthesis and characterization of nano calcium oxide from eggshell to be catalyst of biodiesel waste oil. *Proceeding of the 3rd Applied Science for Technology Innovation, ASTECHNOVA*. 401-405.
- Barros MC, PM. Bello, M. BaO, JJ. Torrado. 2009. From waste to commodity: transforming shells into high purity calcium carbonate. *Journal of Cleaner Production*. 17(3):400-407.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2009. Batas Maksimum Cemar Logam Berat dalam Makanan. SNI 7387:2009. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional.
- Ghrair AM, Joachim I, Thilo S. 2009. Nanoparticulate Zeolitic Tuff for Immobilizing Heavy Metals in Soil: *Preparation and Characterization*. *Water Air Soil Pollution*. 203: 155-168.
- Halipah S. 2016. Pembuatan nanokalsium dengan metode presipitasi dari limbah cangkang kerang hijau (*Perna* sp.) dan aplikasinya sebagai sediaan

- antihipersensitivitas dentin [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Hariati AM, Hartati K, Dewa GRW, Yanti S, Subagyo S. 2000. Pengaruh kadar kitin dalam pakan terhadap laju pertumbuhan dan konsumsi pakan ikan gurame (*Osphronemus gouramy*) LAC. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 6(1): 8-12
- Hidayat T, Suptijah P, Nurjanah. 2013. Karakterisasi tepung buah lindur (*Brugeira gymnorhiza*) sebagai beras analog dengan penambahan sagu dan kitosan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 16(3): 268-277.
- Ibrahim, Suptijah P, Zahid A. 2012. Efektivitas kitosan mikrokristalin sebagai alternatif antibakteri alami dalam mouthwash. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 15(2): 119-126.
- Islam KN, Zuki BAB, Eaqub A, Mohd ZBH, Mustapha MN, Loqman MY, Gous M, Hanif W, Uda H. 2013. A novel method for the synthesis of calcium carbonate (aragonite) nanoparticles from cockle shells. *Powder Technology* 235: 70-75
- Jakimska A, Piotr K, Krzysztof S, Jacek N. 2011. Bioaccumulation of Metal in Tissues of Marine Animals, Part I: the Role and Impact of Heavy Metals on Organisms. *Polish Journal Environmental Studies*. 20(5): 1117-1125.
- Jamarun NI, Putri E, Alif A. 2007. Pengaruh ukuran partikel bahan baku kapur terhadap karakterisasi PCC melalui metoda karbonisasi. *Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (Jumpa)* 14 (1). Padang (ID): Universitas Andalas.
- Kamba AS, Maznah I, Tengku ATI, Zuki ABZ. 2013. Sythesis and characterisation of calcium carbonate aragonite nanocrystals from cockle shell powder (*Anadara granosa*). *Journal of Nanomaterials*. 1-9.
- Kanakaraju D, Connie J, Shabdin ML. 2008. Heavy metal concentrations in the razor clams (*Solen Spp.*) from Muara Tebas, Sarawak. *The Malaysian Journal of Analytical Science*. 12(1): 53-58.
- Khoerunnisa. 2011. Isolasi dan Karakterisasi nanokalsium dari Cangkang Kijing Lokal (*Pilobryconcha exilis*) dengan metode presipitasi [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor
- Komaridah A, Alamsyah N. 2015. Pengaruh pemberian Nanokalsium dari eksoskeleton kepiting bakau (*Scylla sp.*) selama masa kebuntingan dan laktasi terhadap kekerasan gigi tikus (F1). Solo (ID) Universitas Sebelas Maret. Prosiding Seminar Nasional Biologi 12(1): 948-953
- Lekahena V, Didah NF, Rizal S, Paranginangin R. 2014. Karakterisasi fisikokimia nanokalsium hasil ekstraksi tulang ikan nila menggunakan larutan basa dan asam. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 25(1). 57-64.
- Minarty IS, 2012. Aplikasi nanokalsium dari cangkang rajungan (*Portunus sp.*) pada effervescent. [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Mohamed M, Suzana Y, Saikat M. 2012. Decomposition study of calcium carbonate in cockle shell. *Journal of Engineering Science and Technology*. 7(1): 1-10.
- Mosaddegh E, Asadollah H. 2014. Preparation and characterization of nano-CaO based on eggshell waste: novel and green catalytic approach to highly efficient synthesis of pyrano[4,3-b]pyrans. *Chinese Journal of Catalysis*. 35: 351-356.
- Nakatani N, Takamori H, Tahkeda K, Sakugawa H. 2009. Transesterification of soybean oil using combusted oyster shell waste as a catalyst. *Bioresource Technology*. 100(3): 1510-1513.
- Navarro CR, Encarnacion RA, Ana L, Alejandro BRN, Miguel OH. 2009. *Thermal decomposition* of calcite: mechanisms of formation and textural evolution of CaO nanocrystals. *American Mineralogist*. 94: 578-593.
- Nuarisma F. 2014. Pemanfaatan nanokalsium dan nanokitosan dari limbah cangkang kepiting (*Scylla sp.*) sebagai obat kumur [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Perera PACT, Suranga P, Sundarabarathy, Edirisinghe. 2015. Bioaccumulation of Cadmium in Freshwater Fish: An Environmental Perspective. Review Article Ecology. Insight Knowledge UK: 1-12

- Permana H. 2006. Optimalisasi pemanfaatan cangkang kerang hijau (*Perna viridis* L) dalam pembuatan kerupuk. [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Rohanah S, Anton, Kosasih Y, Aristaking W. 2009. Pemanfaatan Tepung Limbah Kulit Kerang sebagai Bahan Paduan Semen Portland. Karya Ilmiah PKMP 2009. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Rochima E. 2007. Karakterisasi kitin dan kitosan asal limbah rajungan Cirebon Jawa Barat. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan*. 10(1): 9-22.
- Saksono N, Bismo S, Krisanti E, Manaf A, Widaningrum R. 2006. Pengaruh medan magnet terhadap proses presipitasi CaCO_3 dalam air sadah. *Jurnal Makara Teknologi*. 10 (2): 96-101.
- Singh B, Sharma Y.C, Faizal B. 2010. Comparison of homogeneous and heterogeneous catalysis for synthesis of biodiesel from M. Indica oil. *Scientific Paper Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly*. 17(2): 117-124.
- Siregar SM. 2009. Pemanfaatan kulit kerang dan resin epoksi terhadap karakteristik beton polimer, [tesis] Medan (ID): Pascasarjana Universitas Sumatera Utara.
- Stanmore BR, Gilot P. 2005. Review: Calcination and carbonation of limestone during thermal cycling for CO_2 sequestration. *Fuel Processing Technology*. 86: 1707-1743.
- Suptijah P, Agoes M, Jacob, Rachmania D. 2011. Karakterisasi nano kitosan cangkang udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) dengan Metode Gelasi Ionik. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 15(2): 78-84.
- Suptijah P. 2012. Karakterisasi dan bioavailabilitas nanokalsium cangkang udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Akuatika*. 3(1): 63-73.
- Swastawati F, Ima W, Eko S. 2008. Pemanfaatan limbah kulit udang menjadi *edible coating* untuk mengurangi pencemaran lingkungan. *Jurnal Teknologi Lingkungan* 4(4): 101-106.
- [UNEP] United Nations Environment Programme. 2010. Final review of scientific information on cadmium. Chemicals Branch, DTIE.
- Wahyuni S, Khaeruni A, Hartini. 2013. Kitosan cangkang udang windu sebagai pengawet fillet ikan gabus (*Channa striata*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 16(3): 233-241.
- Yao Z, Meisheng X, Haiyan L, Tao C. 2014. Bivalve Shell: Not an Abundant Useless Waster but a Functional and versatile Biomaterial. *Article in Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. 44: 2502-2530.
- Zuhra, Husni H, Fikri H, Wahyu R. 2015. Preparasi katalis abu kulit kerang untuk transesterifikasi minyak nyamplung menjadi biodiesel. *Jurnal AGRITECH*. 35(1): 69-77.