

## Karakterisasi Kalsium Karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) Dari Cangkang Landak Laut (*Diadema setosum*)

*Characterization of Calcium Carbonate ( $\text{CaCO}_3$ )  
From Sea Urchin (*Diadema setosum*) Exoskeleton*

**Eko Cahyono\***, Juanita Fani Jonas, Bella Anjelika Lalenoh, Nurfaida Kota

Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Laut, Politeknik Negeri Nusa Utara Tahuna  
Jl. Kesehatan No 1 Tahuna Kabupaten Kepulauan Sangihe, Sulawesi Utara

<sup>\*)</sup>Penulis untuk korespondensi: ekocahyono878@gmail.com

### ABSTRACT

Sea urchin is an aquatic animal that contains calcium carbonate. Calcium carbonate usually extracted from solid limestone suspension but in this case, calcium carbonate is extracted from sea urchin exoskeleton. The aim of this research is to characterize the calcium carbonate preparation from sea urchin exoskeleton. All steps in this research included destruction, extraction, and precipitation. All characteristic of calcium carbonate preparation from sea urchin exoskeleton is water content  $12.83 \pm 1.33\%$ , ash  $37.10 \pm 1.02\%$ , fat content  $0.93 \pm 0.06\%$ , protein content  $2.01 \pm 0.67\%$  and carbohydrate *by-Difference*  $47.12 \pm 4.12$ . For characterization of calcium carbonate are rendement  $64.29 \pm 0.60\%$ , water content  $0.69 \pm 0.30\%$ , ash  $57.23 \pm 0.25\%$ , calcium content  $25.53 \pm 2.50\%$ , and FTIR spectroscopic identified  $\text{OH}^-$  dan  $\text{CO}_3$ . Absorbent bend of OH group appears in  $3420.57 \text{ cm}^{-1}$  and  $\text{CO}_3$  group in  $872.89 - 1416.66 \text{ cm}^{-1}$ .

Keywords: calcium carbonate, exoskeleton, sea urchin

### ABSTRAK

Landak laut merupakan biota perairan yang mengandung kalsium karbonat. Kalsium karbonat pada umumnya diekstrak dari suspensi kapur padatan. Namun dalam hal ini kalsium karbonat diekstrak dari limbah landak laut. Tujuan penelitian ini untuk melakukan karakterisasi sediaan kalsium karbonat dari limbah landak laut. Tahap penelitian meliputi destruksi, ekstraksi dan precipitasi. Hasil penelitian karakteristik limbah landak laut meliputi kadar air  $12.83 \pm 1.33\%$ , kadar abu  $37.10 \pm 1.02\%$ , kadar lemak  $0.93 \pm 0.06\%$ , kadar protein  $2.01 \pm 0.67\%$  dan Karbohidrat *by-Difference*  $47.12 \pm 4.12\%$ . Untuk karakterisasi kalsium karbonat meliputi rendemen  $64.29 \pm 0.60\%$ , kadar air  $0.69 \pm 0.30\%$ , kadar abu  $57.23 \pm 0.25\%$ , kadar kalsium  $25.53 \pm 2.50\%$ , dan FTIR teridentifikasi spektroskopi  $\text{OH}^-$  dan  $\text{CO}_3$ . Pita serapan gugus OH muncul pada bilangan sekitar  $3420.57 \text{ cm}^{-1}$  dan gugus  $\text{CO}_3$  pada bilangan  $872.89 - 1416.66 \text{ cm}^{-1}$ .

Kata kunci: cangkang, kalsium karbonat, landak laut.

### PENDAHULUAN

Landak laut merupakan biota perairan yang berasal dari filum ekinodermata yang tersebar hampir diseluruh perairan. *Diadema setosum* merupakan salah satunya yang tersebar di perairan terumbu meliputi zona berpasir dan zona pertumbuhan alga (Zakaria 2013). Populasi landak laut di Kabupaten

Kepulauan Sangihe Propinsi Sulawesi Utara sangat melimpah sehingga masyarakat lokal memafaatkan gonat landak laut sebagai bahan makanan. Disisi lain cangkang landak laut belum dimanfaatkan secara luas. Shankarlal *et al.* (2011) dan Aprilia *et al.* (2012) menyatakan bahwa cangkang landak laut diketahui mengandung berbagai pigmen polihidrosilat

naptokuinon dan spinokrom yang memiliki fungsi mirip dengan echinokrom A. Bagian tubuh dari landak laut 95% terdiri dari duri yang sangat rapuh dan beracun. Dahl *et al.* (2010) menyatakan racun pada landak laut berasal dari serotonin, glikosida, steroid, cholinergic, dan bradykinin-like substances. Menurut Abubakar *et al.* (2012) toksin landak laut dapat dimanfaatkan dalam bidang pengobatan yang berpotensi sebagai antibiotik. Landak laut juga dikenal sebagai biota penghasil kalsium karbonat alami yang tinggi.

Kalsium karbonat umumnya diperoleh dari suspensi kapur padat dalam air dan gas karbon dioksida. Menurut Kirboga dan Oner (2013) bentuk morfologi dan fase kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) terkait dengan kondisi sintesis seperti, konsentrasi reaktan, suhu, waktu aging dan zat adiktif alam. Namun dalam hal ini kalsium karbonat diekstrak dari limbah landak laut yang dapat digunakan dalam bidang farmaceutika khususnya untuk mencegah osteoporosis. Tujuan penelitian melakukan karakterisasi kalsium karbonat dari limbah landak laut.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah cangkang landak laut, larutan HCl 3 N dan amonium karbonat 98%. Alat yang digunakan tanur listrik (Yamato AAF 11/3 PID 301, Jepang), desikator (Pyrex Duran, Jerman), cawan porselin, gegep, gelas piala 200 mL (Pyrex, Jerman), labu takar (Pyrex, Jerman), erlenmeyer 125 mL (Pyrex, Jerman), labu takar (Pyrex, Jerman), dan seperangkat alat Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) (Shimadzu IRPrestige 21, Jepang).

### Prosedur kerja

#### Ekstraksi $\text{CaCO}_3$ (Yonata 2017)

Tahap ekstraksi kalsium karbonat meliputi proses Destruksi : Sampel dipanaskan dalam tanur listrik selama 2 jam pada suhu 600 °C. Ekstraksi : Sampel selanjutnya ditambahkan larutan HCl 3 N hingga homogen. Sampel diendapkan dan selanjutnya disaring dan diperoleh supernatan

atau masrat. Precipitasi: Ditambahkan larutan amonium karbonat 1,2 N. Sampel kalsium yang berbentuk kalsium karbonat disaring dan dikeringkan.

### Parameter Pengamatan

Pengujian kalsium karbonat meliputi Rendemen (AOAC 2005), Kadar Air (SNI 2006), Kadar Abu (AOAC 2005), Kadar Lemak (SNI 2006), Total Nitrogen (AOAC 2005), Kadar Kalsium (Apriyantono 1989), Derajat Deasetilasi (Swann dan Patwardhan 2011).

### Analisa Data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kualitatif. Metode deskriptif kualitatif bertujuan memperoleh pemaparan yang objektif khususnya mengenai hasil karakterisasi kalsium karbonat dari landak laut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah cangkang landak laut (*Diadema setosum*) yang diperoleh dari perairan Teluk Tahuna Kabupaten Kepulauan Sangehe. Sampel cangkang landak laut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Landak laut (*Diadema setosum*)

Cangkang landak laut (*Diadema setosum*) dianalisis proksimat untuk mengetahui kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein dan karbohidrat (by Difference). Hasil karakteristik landak laut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik limbah landak laut (basis basah)

Kamposisi Kimia	Basis Basah (%)
Kadar Air	12,83±1,33
Kadar Abu	37,10±1,02
Kadar Lemak	0,93±0,06
Kadar Protein	2,01±0,67
Kadar Karbohidrat (*)	47,12±4,12

Ket : (\*) By Difference

Secara umum hewan laut yang termasuk kelas Echinodermata memiliki kandungan mineral yang tinggi, selain itu beberapa kandungan lain yang terdapat pada landak laut seperti, pigmen, protein, sebagian lemak, dan kalsium karbonat.

Berdasarkan hasil karakteristik kadar air landak laut (12,83±1,33%). Rendahnya kadar air pada duri landak laut dikarenakan sebagian besar tubuhnya merupakan mineral dan tidak memiliki pori-pori, sehingga kandungan air menjadi sedikit. Ratna (2002) menjelaskan bahwa permukaan cangkang landak laut dilengkapi dengan duri panjang, padat tak berpori serta dapat digerakan.

Sebagian besar bahan (96%) terdiri dari bahan organik dan air, sisanya terdiri dari unsur mineral. Mineral yang diketahui sebagai zat anorganik atau kadar abu. Dalam pembakaran, bahan organik terbakar tetapi bahan anorganik tidak terbakar karena itulah disebut abu (Winarno 2002). Kadar abu landak laut (37,10±1,02%). Tingginya kadar abu dikarenakan landak laut termasuk kelas echinodermata memiliki kandungan mineral yang tinggi.

Lemak didefinisikan sebagai bahan larut dalam eter, kloroform dan tidak dapat larut dalam air. Kadar lemak landak laut (0,93±0,06%). Rendahnya kadar lemak dikarenakan landak laut tidak menyimpan lemaknya pada cangkang ataupun duri. Menurut Yuliani (2010) lemak pada tubuh makhluk hidup disimpan sebesar 45% disekililing organ dan rongga perut. Lemak di dalam tubuh berperan menghasilkan energi yang diperlukan tubuh. Selain itu, lemak juga berperan membentuk struktur tubuh, penghasil asam lemak esensial dan pembawa vitamin yang larut dalam lemak.

Protein merupakan suatu zat yang penting bagi tubuh, karena berfungsi sebagai zat pembangun dan pengatur jaringan baru

yang selalu terjadi di dalam jaringan tubuh (Cahyono et al 2018). Kadar protein landak laut (2,01±0,67%). Menurut Winarno (2008) protein digunakan sebagai bahan bakar apabila keperluan energi yang mengandung N tidak dimiliki oleh lemak dan karbohidrat.

Karbohidrat memegang peranan penting dalam alam karena karbohidrat merupakan sumber energi utama bagi hewan dan manusia (Cahyono 2018; Lalenoh dan Cahyono 2018). Selain itu, karbohidrat juga memegang peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan seperti penampakan, warna dan tekstur. Karbohidrat landak laut yang dihitung secara by difference (47,12±4,12%).

### Rendemen Kalsium Karbonat

Rendemen kalsium karbonat ditentukan berdasarkan persentase berat Kalsium karbonat yang dihasilkan terhadap bahan baku kulit landak laut dengan waktu perendaman HCl. Menurut Cahyono (2015) rendemen merupakan suatu parameter penting untuk mengetahui efektivitas dan efisien suatu proses produksi. Rendemen kalsium karbonat pada penelitian ini (64,29±0,60%). Rendahnya rendemen dalam penelitian ini diduga dikarenakan duri landak laut memiliki pori-pori yang sangat kecil atau bahkan tidak berpori sehingga, penetrasi larutan HCl tidak dapat bereaksi secara maksimal.

Menurut Suptijah *et al.* (1992) penetrasi larutan HCl dalam proses perendaman dapat membuka pori-pori pada bahan sehingga menghasilkan rendemen yang tinggi. Cahyono *et al.* (2016) menambahkan bahwa tahap netralisasi yang dilakukan secara manual dapat menurunkan rendemen dikarenakan sempel yang telah diperoleh akan ikut terbuang pada proses penetralan. Menurut Murtiningrum (1997) rendemen yang tertinggi belum tentu akan menghasilkan kadar kalsium tertinggi, tetapi ditentukan juga oleh faktor-faktor lain seperti rendahnya kandungan lainnya (protein, lemak, dan mineral non kalsium) dalam bahan tersebut.

### Karakteristik Kalsium Karbonat

Kalsium karbonat hasil penelitian ini diperoleh dari cangkang landak laut (*Diadema setosum*). Kalsium karbonat yang dihasilkan berbentuk serbuk putih. Kalsium karbonat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kalsium Karbonat

### Warna dan Bau

Kalsium karbonat yang diperoleh berbentuk serbuk halus, berwarna putih tepung, dan tidak berbau. Menurut Cahyono (2018) produk dengan hasil akhir tepung, jika diekstraksi dengan cara kimia akan menghasilkan kenampakan yang lebih putih dibandingkan dengan produk yang diekstrak dengan cara biologis ataupun kombinasi keduanya.

### Kadar Air

Air merupakan komponen yang penting dalam suatu bahan. Kandungan air kalsium karbonat cukup kecil sehingga dapat dijadikan sediaan farmaceutika karena kemungkinan tumbuh mikroba dan jamur sangat kecil. Kadar air kalsium karbonat hasil penelitian ( $0,69 \pm 0,30\%$ ). Kadar air kalsium karbonat masih memenuhi standar yang ditetapkan BPOM (2007) sebesar ( $1,00\%$ ), sedangkan untuk sediaan obat tradisional BPOM (2014) mensyaratkan kadar air  $\leq 10\%$ .

Gadri dan Priani (2012) menyebutkan bahwa stabilitas kadar air untuk sediaan farmaceutika berkisar antara  $0,91-2,30\%$ . Kadar air yang rendah sangat membantu pada saat penyimpanan. Hal ini erat kaitannya dengan hukum kesetimbangan yang menjelaskan bahwa setiap bahan, apabila berada ditempat terbuka akan mengikuti kelembaban disekitarnya.

### Kadar Abu

Kadar abu merupakan residu anorganik dari proses pembakaran atau oksidasi komponen organik suatu bahan. Kadar abu kalsium karbonat hasil penelitian ( $57,23 \pm 0,25\%$ ). Berdasarkan KEMENKES (1994) menyebutkan bahwa syarat kadar abu dalam sediaan adalah ( $\leq 10,00\%$ ). Sediaan yang mengandung mineral tinggi tidak dapat dijadikan obat tablet. Hal ini dikarenakan mineral yang tinggi dapat tidak dapat disalut oleh polimer lainnya. Menurut Ghosh (2006) bahan penylut yang umum digunakan mengandung karbohidrat, protein dan polimer alami maupun sintetis.

### Kadar Kalsium

Kalsium merupakan mineral terbanyak dalam tubuh, sekitar  $99\%$  total kalsium dalam tubuh ditemukan dalam jaringan keras yaitu tulang dan gigi terutama dalam bentuk hidroksiapatit, hanya sebagian kecil dalam plasma cairan ekstrasvaskuler (Syafiq 2007). Kalsium karbonat ialah senyawa kimia dengan formula  $\text{CaCO}_3$ . Senyawa ini merupakan bahan yang umum dijumpai pada batu disemua bagian dunia, dan merupakan komponen utama cangkang organisme laut, siput, landak laut, mutiara, dan kulit telur. Berdasarkan hasil penelitian kadar kalsium dari limbah landak laut ( $25,53 \pm 2,50\%$ ).

Menurut Risnojatiningih (2009) ekstraksi  $\text{CaCO}_3$  dengan metode karbonatasi dapat meningkatkan konsentrasi  $\text{Ca(OH)}_2$ . Hal ini dikarenakan semua  $\text{Ca(OH)}_2$  telah berubah menjadi  $\text{CaCO}_3$ . Proses karbonatasi ini memperlihatkan kondisi terbaik pada konsentrasi  $\text{Ca(OH)}_2$  35 gram/500 mL waktu reaksi 120 menit dan suhu reaksi  $30^\circ\text{C}$  sehingga didapatkan konversi sebesar  $96,44438\%$ .

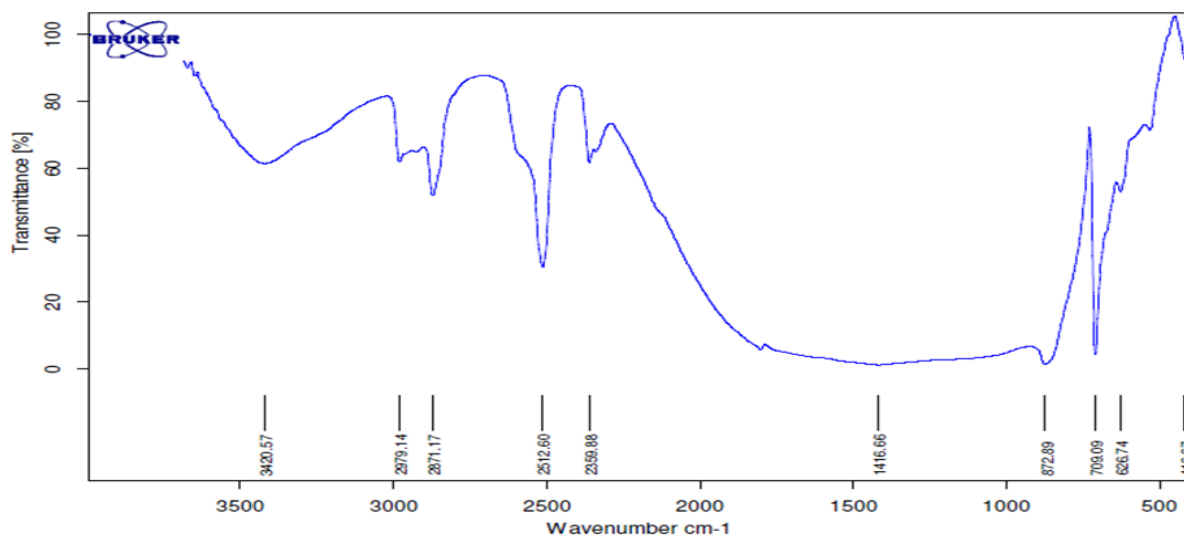
Menurut Cahyono et al. (2016) proses pembuatan kalsium dengan metode precipitasi menghasilkan unsur mineral relatif stabil dengan adanya proses pemanasan. Menurut Noviyati et al. (2014) sampel yang dipanaskan dengan suhu tinggi akan mengalami penurunan persentase kalsit. Hal ini dikarenakan sampel  $\text{Ca(CO}_3)$  mengalami dekomposisi akibat energi panas dan membentuk  $\text{CaO}$ . Menurut Kirboga dan

Oner (2013) kalsium  $\text{Ca}^{+2}$  dapat meningkatkan fraksi vaterit dalam darah. Penambahan  $\text{CO}_3$  dalam darah meningkatkan laju aliran dan menjadi stabil dengan biopolimer alami dari  $\text{Ca}(\text{CO}_3)$ .

### Identifikasi $\text{CaCO}_3$ dengan FTIR

Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) adalah alat dengan prinsip spektroskopi. Spektroskopi

merupakan spektroskopi inframerah dilengkapi dengan transformasi fourier untuk mendeteksi hasil spektrumnya (Anam. 2007). Pengukuran FTIR bertujuan untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terdapat dalam suatu senyawa. Analisis FTIR dilakukan pada bilangan gelombang 400-3500  $\text{cm}^{-1}$ . Spektra FTIR kalsium karbonat dari limbah landak laut dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Fourier Transform Infrared Spectroscopy Kalsium Karbonat

Berdasarkan spektrum FTIR menunjukkan pita serapan pada panjang gelombang 400-3500  $\text{cm}^{-1}$  terlihat lebar, kuat, tegas, dan bersih. Cahyono *et al.* (2014) menjelaskan bahwa pita serapan yang kurang bersih dikarenakan sampel masih mengandung zat pewarna dan bahan pengotor lainnya sehingga serapan pita yang dihasilkan cenderung tidak bersih. Berdasarkan hasil penelitian spektra FTIR (Gambar 3) mengidentifikasi hadirnya gugus  $\text{OH}^-$  dan  $\text{CO}_3$ . Secara umum sampel menunjukkan serapan yang diidentifikasi spektroskopi  $\text{OH}^-$  dan  $\text{CO}_3$ . Pita serapan gugus  $\text{OH}^-$  muncul pada bilangan sekitar 3420,57  $\text{cm}^{-1}$  dan gugus  $\text{CO}_3$  pada bilangan 872,89 – 1416,66  $\text{cm}^{-1}$ . Hasil penelitian Zulti (2008) menyebutkan bahwa gugus  $\text{OH}^-$  dan  $\text{CO}_3$  pada cangkang telur teridentifikasi pita serapan 3445-3644  $\text{cm}^{-1}$  dan 875,63 – 1458,09  $\text{cm}^{-1}$ .

### KESIMPULAN

Dari hasil disimpulkan bahwa limbah hasil landak laut dimanfaatkan menjadi Kalsium Karbonat yang dapat digunakan sebagai sediaan farmaceutika dengan rendemen  $64,29 \pm 0,60\%$ , kadar air  $0,69 \pm 0,30\%$ , kadar abu  $57,23 \pm 0,25\%$ , kadar kalsium  $25,53 \pm 2,50\%$ , dan FTIR teridentifikasi spektroskopi  $\text{OH}^-$  dan  $\text{CO}_3$ . Pita serapan gugus  $\text{OH}^-$  muncul pada bilangan sekitar 3420,57  $\text{cm}^{-1}$  dan gugus  $\text{CO}_3$  pada bilangan 872,89 – 1416,66  $\text{cm}^{-1}$ .

### DAFTAR PUSTAKA

[AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 2005. Official Methods of Analysis. 18th ed. Maryland: Association of Official Analytical Chemists Inc.

- Anam C. 2007. Analisis gugus fungsi pada sampel uji, bensin dan spiritus menggunakan metode spektroskopi FT-IR. *Jurnal Berkala Fisika*. 10(1):79–85
- Aprilia HA, Pringgenies D, Yudiati E. 2012. Uji toksisitas ekstrak kloroform cangkang dan duri landak laut (*Diadema setosum*) terhadap mortalitas *Nauplius artemia* sp. *Journal of Marine Research*. 1(1):75-83.
- Arafa S, Chouaibi M, Sadok S, El Abed A. 2012. The influence of season on the gonad and biochemical composition of the sea urchin *Paracentrotus lividus* from the Gulf of Tunis. *The Scientific World Journal*. 1-9.
- Aziz A. 1987. Makanan dan cara makan berbagai jenis bulu babi. *Journal of Oseana*. 29(4):91-100.
- Abubakar L, Wangi C, Uku J, Ndirangu S. 2012. Antimicrobial activity of various extracts of the sea urchin *Tripneustes gratilla* (Echinoidea). *African J. of Pharmacology and Therapeutics*. 1(1):19-23.
- [BPOM] Badan Pengawasan Obat dan Makanan. 2007. Pengawasan Keamanan Pangan. Badan Pengawasan Obat dan Makanan. Jakarta (ID) Indonesia
- [BPOM] Badan Pengawasan Obat dan Makanan. 2014. Persyaratan Mutu Obat Tradisional. Badan Pengawasan Obat dan Makanan. Jakarta (ID) Indonesia
- Cahyono E. 2018. Karakterisasi Kitosan dari limbah cangkang udang (*Panaeus monodon*). *Jurnal Akuatika Indonesia*. 3(2):96-102.
- Cahyono E, Rahmatu R, Ndobe S, Mantung A. 2018. Ekstraksi dan karakterisasi gelatin tulang ikan tuna pada berbagai konsentrasi enzim papain. *Jurnal Fishtech*. 7(2):148-153.
- Cahyono E, Suptijah P, Wientarsih I. 2014. Development of a pressurized hydrolysis method for producing glucosamine. *Asian Journal of Agriculture and Food Sciences*. 2(5):390-396.
- Cahyono E, Wodi SIM, Palawe JFP. 2016. Ekstraksi dan karakterisasi kalsium dari limbah demineralisasi kitin. *Jurnal Ilmiah Tindarung*. 2(1):47-53.
- Dahl WJ, Jebson P, Louis DS. 2010. Sea urchin injuries to the hand: A case report and review of the literature. *The Iowa Orthopaedic Journal*. 30:153-156.
- Gardi A, Priani SE. 2012. Stabilitas Kadar Air dan Laju Disolusi dalam Sediaan Kapsul Gelatin dan HPMC-Karagenan. *Prosiding Sains, Teknologi dan Kesehatan*.
- Ghosh S. 2006. Microencapsulation : A General perspective. Weinheim
- Hagen NT. 1996. Echinoculture: from fishery enhancement to closed cycle cultivation. *J. World Aquaculture Society*. 27:6-22.
- [KEMENKES] Keputusan Menteri Kesehatan. 1994. Tentang Obat Tradisional. Keputusan Menteri Kesehatan No 661/MenKes/SK/VII/1994. Jakarta (ID) Indonesia
- Lalenoh BA, Cahyono E. 2018. Karakteristik Kitosan dari Limbah Rajungan (*Portunus pelagicus*). *Jurnal Ilmiah Tindalung*. 4(1):30-33.
- Noviyanti, Jasruddin, Sujiono EH. 2014. Karakterisasi kalsium karbonat (Ca(Co3)) dari batu kapur kelurahan tellu limpoe kecamatan suppa. [skripsi]. Universitas Negeri Makassar.
- Ria. 2007. Dengan kalsium tertawa pun begitu Menyenangkan. [www.indomedia.com](http://www.indomedia.com)
- Risnijatningsih S. 2009. Pemanfaatan Limbah Padat Pupuk Za Sebagai Bahan Baku Pembuatan Kalsium Karbonat (CaCO<sub>3</sub>). *Jurnal Penelitian Ilmu Teknik*. 9(1):38-47.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2004. Air dan air limbah bagian 11: Cara uji derajat keasaman pH dengan menggunakan alat pH meter. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional.
- Shankarlal S, Prabu K, Natarajan E. 2011. Antimicrobial and antioxidant activity of purple sea urchin shell (*Salmaris virgulata* L. Agassiz and Desor 1984). *American-Eurasian Journal of Scientific Research*. 6(3):178-181.

- Shreve R.N. 1967. "The Chemical Process Industries", 2<sup>nd</sup> edition, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York.
- Sophanodora P, Benjakula S. 1993. Conversion and utilization of prawn shell. Ole BL, Buchanan A, Fardiaz D, editor. Development of food science and technology in Southeast Asia. *Proceeding at The 8th Asia Good Conference*. Hal:17-21.
- Suwignyo S, Widigdo B, Wardiatno Y, Krisanti M. 2005. *Avertebrata Air*. Depok (ID): Penebar Swadaya.
- Suptijah P, Salamah E, Sumaryanto H, Purwaningsih S, Santoso J. 1992. Pengaruh berbagai isolasi khitin kulit udang terhadap mutunya. *Laporan Penelitian*. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Swann GEA, Patwardhan SV. 2011. Application of Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) for assessing biogenic silica sample purity in geochemical analyses and palaeoenvironmental research. *Journal Climate of the Past*. 10(7):65-74.
- Syafiq A. 2007. Gizi dan Kesehatan Masyarakat. Rajawali Pers. Jakarta (ID) Indonesia
- Zakaria IJ. 2013. Komunitas bulu babi (Echinoidea) di Pulau Cingkuak, Pulau Sikuai dan Pulau Setan Sumatera Barat. *Prosiding SEMIRATA*. Universitas Lampung 10-12 Mei 2013. 1(1)381-387.
- Zulti F. 2008. Spektri Infrared, Serapan Atomik, Serapan Sinar Tampak, dan Ultraviolet Hidroksipati dari Cangkang Telur. [skripsi]. Departemen Fisika. Institut Pertanian Bogor.