

JURNAL
PENGARUH KONSENTRASI HCl BERBEDA TERHADAP KANDUNGAN MINERAL
TEPUNG CANGKANG BULU BABI (*Diadema setosum*)

INDRY SULISTIAWATI



FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN
UNIVERSITAS RIAU
PEKANBARU
2023

PENGARUH KONSENTRASI HCl BERBEDA TERHADAP KANDUNGAN MINERAL TEPUNG CANGKANG BULU BABI (*Diadema setosum*)

Oleh:

**Indry Sulistiawati¹, Mirna Ilza², Rahman Karnila²
Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau
Email: indry.sulistiawati0051@student.unri.ac.id**

ABSTRAK

Bulu babi (*Diadema setosum*) merupakan salah satu biota laut yang penyusun utamanya merupakan kalsium karbonat dan magnesium, sehingga berpotensi sebagai sumber mineral. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan kimia dan pengaruh konsentrasi HCl berbeda terhadap kandungan mineral tepung cangkang bulu babi. Metode penelitian dilakukan secara eksperimental laboratorium secara deskriptif, yaitu analisis kandungan kimia yang ditabulasikan dalam bentuk tabel dan analisis variansi (ANOVA) yaitu data pengaruh konsentrasi HCl berbeda terhadap kandungan mineral tepung cangkang bulu babi. Prosedur penelitian ini terdiri dari: 1) preparasi dan penepungan cangkang bulu babi, 2) analisis kandungan kimia tepung cangkang bulu babi, 3) ekstraksi tepung cangkang bulu babi, 4) analisis kandungan mineral tepung cangkang bulu babi dengan tiga taraf perlakuan yang terdiri dari P₁ (HCl 4%), P₂ (HCl 5%) dan P₃ (HCl 6%) dengan 3 kali ulangan. Hasil penelitian diperoleh: 1) kandungan kimia, kadar air (1,30±0,06%), kadar abu (80,07±0,63%), kadar lemak (1,03±0,06%) dan kadar protein (5,90±0,18), 2) kandungan mineral dengan konsentrasi terbaik P₃ (HCl 6%), yaitu kalsium (64,56±1,82%), magnesium (48,94±0,67%), fosfor (0,16±0,00%), mangan (0,19±0,00%), seng (0,18±0,01%) dan besi (0,037±0,00%).

Kata kunci: Bulu babi, *Diadema setosum*, kandungan kimia, kandungan mineral

¹⁾ Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau

²⁾ Dosen Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau

²⁾ Dosen Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau

THE EFFECT OF DIFFERENT HCl CONCENTRATIONS ON THE MINERAL CONTENT OF SEA URCHIN SHELL (*Diadema setosum*) FLOUR

By:

Indry Sulistiawati¹, Mirna Ilza², Rahman Karnila²
Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau
Email: indry.sulistiawati0051@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Sea urchin (*Diadema setosum*) is a type of marine biota whose main constituents are calcium carbonate and magnesium, so it has the potential to be a source of minerals. This research aims to determine the chemical content and the effect of different HCl concentrations on the mineral content of sea urchin shell meal. The research method was carried out in a descriptive laboratory experimental manner, namely chemical content analysis tabulated in tabular form and analysis of variance (ANOVA), namely data on the influence of different HCl concentrations on the mineral content of sea urchin shell flour. This research procedure consists of: 1) preparation and flouring of sea urchin shells, 2) analysis of the chemical content of sea urchin shell flour, 3) extraction of sea urchin shell flour, 4) analysis of the mineral content of sea urchin shell flour with three treatment levels consisting of P₁ (HCl 4%), P₂ (HCl 5%) and P₃ (HCl 6%) with 3 repetitions. The research results obtained: 1) chemical content, water content (1.30±0.06%), ash content (80.07±0.63%), fat content (1.03±0.06%) and protein content (5.90±0.18), 2) mineral content with the best concentration of P₃ (HCl 6%), namely calcium (64.56±1.82%), magnesium (48.94±0.67%), phosphorus (0.16±0.00%), manganese (0.19±0.00%), zinc (0.18±0.01%) and iron (0.037±0.00%).

Keywords: Sea urchin, *Diadema setosum*, chemical content, mineral content

¹⁾ Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau

²⁾ Dosen Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau

²⁾ Dosen Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau

PENDAHULUAN

Mineral merupakan salah satu komponen yang sangat dibutuhkan oleh manusia, dikenal sebagai zat anorganik atau kadar abu. Berdasarkan jumlahnya mineral terdiri dari dua kelompok, yaitu mineral makro (kalsium, fosfor, kalium, natrium, klorida, sulfur, magnesium) dan mineral mikro (besi, tembaga, seng, mangan, cobalt, iodium, selenium) (Arifin 2008). Mineral memiliki peran penting dalam tubuh manusia, seperti kalsium bersama dengan fosfor memiliki fungsi utama sebagai pembentuk tulang dan gigi, fosfor berperan dalam meningkatkan kinerja proses pencernaan (Kuniano 2015), magnesium berperan sebagai katalisator, seng berfungsi dalam proses pembentukan genetik pada DNA, mangan berfungsi sebagai komponen enzim dan zat besi berperan dalam produksi sel darah merah (Yusuf 2018).

Sumber mineral salah satunya dapat berasal dari biota laut seperti cangkang. Dipaparkan pada penelitian Politi *et al.* (2004) terdapat sumber mineral yang belum banyak dimanfaatkan ialah cangkang bulu babi, yang diketahui penyusun utamanya merupakan kalsium karbonat dan magnesium, sehingga berpotensi untuk dijadikan sumber kalsium alami. Amarowicz *et al.* (2012) juga menambahkan bahwa terdapat kandungan kalsium karbonat dan magnesium yang strukturnya terdiri dari 90,77-93,10% kalsium, magnesium, fosfor, mangan, seng dan besi. Tercatat bahwa kalsium dan magnesium menjadi yang paling signifikan dengan masing-masing 56,23% dan 39,87%.

Bulu babi dengan spesies *Diadema setosum* diketahui memiliki rendemen

cangkang hingga 90% (Afifudin *et al.* 2014), yang memiliki tiga bagian utama, yakni gonad, duri dan cangkang yang memiliki tekstur yang keras dengan bagian dalamnya berisi lima simetris (Ratna 2002). Diketahui proporsi pada bagian tubuh bulu babi berupa cangkang dan gonad bersikar 4,44% (gonad) dan 11,11% (cangkang) (Karnila *et al.* 2022).

BAHAN DAN ALAT

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini yaitu cangkang bulu babi. Bahan kimia yang digunakan terdiri H₂SO₄, HCl, dan NaOH. Bahan habis pakai yang digunakan yaitu aquades, kertas saring Whatman, tisu, kertas label, dan lain sebagainya. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)*, ayakan 60 mesh, *hot plate*, Erlenmeyer, alat analisis protein (Kjeldahl), lemak (Soxhlet), abu dan air (AOAC 2005), tanur pengabuan, cawan porselen, desikator, oven, timbangan, tabung reaksi, pipet tetes, gelas ukur, dan corong.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan ialah eksperimental laboratorium, yaitu dengan melakukan percobaan langsung terhadap pengujian ekstraksi tepung cangkang bulu babi dengan menggunakan konsentrasi pelarut berbeda. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial dengan konsentrasi HCl yang terdiri dari 3 taraf, yaitu P₁ (4%), P₂ (5%) dan P₃ (6%) dengan 3 kali ulangan, sehingga unit percobaan keseluruhan ialah 9. Parameter yang diuji pada penelitian ini

yaitu analisis proksimat dan kandungan mineral.

PROSEDUR PENELITIAN

Preparasi cangkang bulu babi

Cangkang bulu babi dibawa ke laboratorium dengan menggunakan *ice box styrofoam*, kemudian dibersihkan dengan air mengalir. Cangkang bulu babi yang telah dibersihkan kemudian dikeringkan dengan cara dijemur dan diangin-anginkan (tidak di bawah sinar matahari secara langsung) selama 3 hari (72 jam), setelah kering kemudian dihaluskan dengan mesin grinder dan diayak dengan ayakan 60 mesh. Selanjutnya dilakukan perhitungan analisis proksimat.

PENGAMATAN

Ekstraksi tepung cangkang bulu babi (APHA 2005)

Masing-masing Erlenmeyer dimasukkan 1 g sampel, kemudian ditambahkan 10 ml larutan HCl dan H₂O₂ 5% (1:1), setelah itu dipanaskan menggunakan *hot plate stirrer* VELP F20500101 HSC *Heating* pada suhu 120°C selama 30 menit pada lemari asam, larutan hasil destruksi yang telah terjadi perubahan warna dari coklat menjadi kuning muda (bening) yaitu berupa filtrat didinginkan pada suhu ruang, selanjutnya larutan diencerkan dengan aquades sampai konsentrasinya berada dalam kisaran kerja logam yang diinginkan yaitu menjadi 50 ml di dalam labu takar, kemudian larutan tersebut didiamkan selama 24 jam. Setelah 24 jam larutan tersebut disaring dengan menggunakan kertas saring Whatman yang ditampung pada botol penampung.

Analisis kandungan mineral tepung cangkang bulu babi (APHA 2005)

Larutan pada botol penampung dialirkan ke dalam *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) dengan panjang gelombang dari masing-masing jenis mineral. Kadar Ca diukur dengan panjang gelombang 422,7 nm. Kadar Mg diukur dengan panjang gelombang 285,2 nm. Kadar P diukur dengan panjang gelombang 889 nm. Kadar Mn diukur dengan panjang gelombang 279,5 nm. Kadar Zn diukur dengan panjang gelombang 213,9 nm. Kadar Fe diukur dengan panjang gelombang 248,3 nm. Kemudian diukur absorbansi atau tinggi puncak standar dan contoh pada panjang gelombang dan parameter yang sesuai untuk masing-masing mineral.

Setelah diperoleh absorbansi standar, kemudian hubungkan antara konsentrasi standar (sebagai sumbu Y) dengan absorbansi standar (sebagai sumbu X) sehingga diperoleh kurva standar mineral dengan persamaan garis linear $y=ax+b$ yang digunakan untuk perhitungan konsentrasi larutan sampel. Konsentrasi larutan sampel dihitung dengan mengalikan a dengan absorbansi contoh. (keterangan: y =variabel terikat, a =kemiringan/gradient, x =variabel bebas, b =konstanta).

ANALISIS DATA

Data yang diperoleh pada penelitian ini akan dianalisis secara deskriptif dan analisis variansi (ANOVA). Data yang dianalisis secara deskriptif adalah proksimat yang ditabulasikan dalam tabel. Data yang dianalisis secara ANOVA adalah analisis kandungan mineral pada tepung cangkang bulu babi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan baku berupa bulu babi yang digunakan pada penelitian ini sudah berukuran dewasa atau ukuran konsumsi, yaitu dengan diameter 7 cm dan berat rata-rata 80,67 g, yang didapat dari Pantai Padang, Kec. Padang Barat, Kota Padang, Sumatera Barat. Bentuk bulu babi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bulu babi (*Diadema setosum*)

Diketahui proporsi pada bagian tubuh bulu babi yang didapatkan, yaitu berupa cangkang dan gonad yang berkisar 4,44% (gonad) dan 11,11% (cangkang). Cangkang pada bulu babi (endoskeleton) merupakan kerangka yang tersusun dari kalsium karbonat (Tupan dan Silaban 2017). Pemisahan bagian tubuh bulu babi yaitu cangkang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Cangkang bulu babi

Berdasarkan Gambar 2, cangkang bulu babi diketahui terdapat terdapat

tonjolan atau tuberculum yang berfungsi sebagai tempat persendian duri-duri. (Burhanuddin 2012). Diketahui pula bahwa penyusun utama cangkang bulu babi adalah kalsium karbonat dan magnesium yang berpotensi untuk dijadikan sumber kalsium alami dan memiliki nilai tambah (Politi *et al.* 2004). Hal ini dipertegas oleh Amarowicz *et al.* (2012) yang menunjukkan bahwa dalam penelitiannya terdapat kadar mineral cangkang bulu babi hingga mencapai 91,08%.

Cangkang bulu babi tersebut kemudian dihaluskan dengan grinder dan diayak dengan ayakan 60 mesh hingga menjadi tepung. Adapun tepung cangkang bulu babi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Tepung cangkang bulu babi

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa tepung cangkang bulu babi yang dihasilkan berwarna putih keabu-abuan. Menurut Aprilia *et al.* (2012) hal ini dikarenakan cangkang bulu babi dilapisi oleh pigmen cairan hitam yang stabil, sehingga cairan ini dapat digunakan sebagai pewarnaan jala dan kulit. Berat tepung cangkang bulu babi yang telah diayak sebesar 128 g. Persentase rendemen tepung cangkang bulu babi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai rendemen tepung cangkang bulu babi

Ulangan	Hasil pengeringan cangkang bulu babi			Penepungan (g)	Rendemen tepung (%)
	Berat cangkang basah (g)	Berat cangkang kering (g)	Persentase (%)		
1	50	48	97	43	86
2	50	48	97	43	86
3	45	44	97	42	93
Total	145	140	97	128	88,28

Berdasarkan Tabel 1, didapat bahwa rata-rata rendemen tepung cangkang bulu babi yang dihasilkan adalah 88,28%. Rendemen yang semakin tinggi ini menunjukkan bahwa suatu bahan memiliki nilai ekonomis yang tinggi (Elisa 2008). Terdapat hasil penelitian yang mengatakan bahwa rendemen cangkang bulu babi dapat

mencapai lebih dari 85% (Tupan dan Silaban 2017) hingga lebih dari 90% (Afifudin *et al.* 2014).

Kandungan kimia tepung cangkang bulu babi

Berdasarkan hasil penelitian analisis proksimat tepung cangkang bulu babi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran kandungan kimia (%) tepung cangkang bulu babi

Komposisi kimia	Persentase
Kadar air (bb)	1,30±0,06
Kadar abu (bk)	80,07±0,63
Kadar lemak (bk)	1,03±0,06
Kadar protein (bk)	5,90±0,18

Hasil penelitian kadar air tepung cangkang bulu babi adalah sebesar 1,30%. Rendahnya kadar air pada tepung cangkang bulu babi diduga karena cangkang bulu babi memiliki tekstur yang padat dan kompak, sehingga tidak banyak air yang terkandung di dalamnya (Vimono 2007). Rendahnya kadar air juga dapat disebabkan karena sebelumnya dilakukan proses pengeringan pada pembuatan tepung cangkang bulu babi dengan di angin-anginkan selama 3 hari (72 jam) (Humairah *et al.* 2018). Sebagian besar tubuh dari cangkang bulu babi merupakan mineral dan tidak memiliki pori-pori,

sehingga kandungan air menjadi sedikit (Cahyono *et al.* 2019).

Hasil penelitian kadar abu tepung cangkang bulu babi yaitu 80,07%. Kadar abu pada suatu bahan pangan dapat menunjukkan besarnya jumlah mineral yang terkandung (Hidayat dan Insafitri 2021). Seperti yang dipaparkan oleh Idiawati *et al.* (2022) bahwa kadar abu yang tinggi disebabkan oleh masih banyaknya kandungan mineral pada cangkang bulu babi. Lama waktu pengeringan ketika menjemur tepung cangkang bulu babi juga berpengaruh terhadap kadar abu, karena

pada saat pengeringan kadar air dalam tepung cangkang bulu babi akan menurun sehingga yang tersisa hanya mineral (Husna *et al.* 2020).

Hasil penelitian kadar lemak tepung cangkang bulu babi sebesar 1,03%. Rendahnya kadar lemak pada tepung cangkang bulu babi dikarenakan bulu babi tidak menyimpan lemaknya pada cangkang ataupun duri. Selain itu, lemak pada tubuh makhluk hidup sebagian besar 45% disimpan di sekeliling organ dan rongga perut. Lemak di dalam tubuh ini memiliki peran dalam menghasilkan energi yang diperlukan oleh tubuh bulu babi. Selain itu, kadar lemak pada cangkang bulu bergantung pada pakan dan habitat bulu babi itu sendiri (Hafiluddin *et al.* 2011).

Hasil penelitian kadar protein tepung

cangkang bulu babi yaitu 5,90%. Kadar protein yang terkandung pada tepung cangkang bulu babi diduga berasal dari sisa-sisa lendir dan matrik-matrik protein yang terdapat pada cangkang bulu babi (Addina 2016). Hasil kadar protein cangkang bulu babi yang didapatkan pada penelitian Amarowicz *et al.* (2012) yaitu sebesar 4,06% dan pada penelitian Saimima *et al.* (2023) sebesar 7,52%. Adanya kandungan protein yang berbeda dapat disebabkan oleh usia serta habitat bulu babi yang berbeda (Hidayat dan Insafitri 2021).

Nilai kandungan mineral tepung cangkang bulu babi

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada tepung cangkang bulu babi dengan menggunakan konsentrasi pelarut HCl berbeda dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai rata-rata komposisi mineral (%) pada tepung cangkang bulu babi

Mineral	Perlakuan		
	P1	P2	P3
Kalsium	59,01±1,03	62,49±1,21	64,56±1,82
Magnesium	43,04±1,72	45,84±1,42	48,94±0,67
Fosfor	0,14±0,00	0,15±0,00	0,16±0,00
Mangan	0,18±0,00	0,18±0,00	0,19±0,00
Seng	0,12±0,00	0,15±0,01	0,18±0,01
Besi	0,035±0,00	0,036±0,00	0,037±0,00

Keterangan: P₁ (HCl 4%), P₂ (HCl 5%), P₃ (HCl 6%)

Berdasarkan Tabel 3, hasil analisis ragam menunjukkan bahwa konsentrasi HCl memberikan pengaruh sangat nyata terhadap kandungan mineral tepung cangkang bulu babi. Hal ini dikarenakan semakin tinggi konsentrasi yang diberikan maka nilai kandungan mineral juga akan meningkat, ini disebabkan karena konsentrasi HCl yang semakin tinggi menyebabkan semakin

kuatnya disosiasi asam yang menghasilkan ion H⁺, sehingga konsentrasi tersebut berpengaruh pada proses hidrolisis. Dengan demikian semakin tinggi konsentrasi HCl yang diberikan, maka dapat meningkatkan ion H⁺, sehingga kalsium yang terekstrak pada tepung cangkang bulu babi akan lebih optimal (Ismangil dan Hanudin 2005). Diketahui juga, tingginya kandungan

kalsium pada tepung cangkang bulu babi dikarenakan sumber penyusun tubuh bulu babi berupa kerangka kapur (CaCO_3) yang berfungsi sebagai pelindung dari cangkang bulu babi (Wijayanti *et al.* 2018).

Pelarut HCl juga diketahui dapat meningkatkan nilai kandungan mineral pada tepung cangkang bulu babi, dikarenakan pada saat ekstraksi berlangsung, HCl ini mampu membuka pori-pori pada tepung cangkang bulu babi secara optimal, sehingga ruang-ruang yang terbentuk memudahkan dicapai oleh pengeksrak (HCl), sehingga mineral mudah terlepas atau terekstrak dengan maksimal (Suptijah 2009). Selain kandungan kalsium yang tinggi, tepung cangkang bulu babi juga memiliki kandungan magnesium yang tinggi, ini disebabkan karena adanya kalsium karbonat dan magnesium yang merupakan penyusun utama cangkang bulu babi, sehingga mineral kalsium dan magnesium tersebut cukup tinggi. Magnesium dan kalsium ini terdapat pada lapisan primatik dalam bentuk kristal calcite dan aragonit yang terdapat pada cangkang bulu babi (Amarowicz *et al.* 2012).

Tingginya konsentrasi yang diberikan memberikan pengaruh terhadap nilai kandungan mineral yang dihasilkan, karena semakin tinggi konsentrasi yang diberikan, maka semakin mudah larutan HCl melarutkan logam yang terkandung pada suatu bahan/sampel (Mukhtar *et al.* 2022). Hal ini dikarenakan tingginya konsentrasi HCl dapat meningkatkan jumlah ion asam (H^+), sehingga cadangan jumlah ion tersebut menjadi lebih banyak, dengan demikian ikatan hidrogen dalam tropokolagen untuk

saling lepas menjadi lebih banyak (Fatimah 2008).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa tepung cangkang bulu babi memiliki rendemen 88,28% dan komposisi kimia berupa kadar air ($1,30 \pm 0,06\%$), kadar abu ($80,07 \pm 0,63\%$), kadar lemak ($1,03 \pm 0,06\%$) dan kadar protein ($5,90 \pm 0,18$). Sementara itu pada penambahan asam klorida (HCl) dengan konsentrasi berbeda memberikan pengaruh terhadap kandungan mineral pada tepung cangkang bulu babi menunjukkan bahwa konsentrasi HCl terbaik adalah P₃ (6%), dengan kalsium ($64,56 \pm 1,82\%$), magnesium ($48,94 \pm 0,67\%$), fosfor ($0,16 \pm 0,00\%$), mangan ($0,19 \pm 0,00\%$), seng ($0,18 \pm 0,01\%$) dan besi ($0,037 \pm 0,00\%$).

Saran

Adapun saran yang diberikan penulis untuk penelitian berikutnya ialah perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk melakukan pengujian terhadap tepung cangkang bulu babi dengan metode lain agar mendapatkan perbandingan hasil dengan metode yang telah digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2005. *Official Methods of Analysis (18 Edn)*. Association of Official Analytical Chemist Inc. Mayland. USA.
- [APHA] American Public Health Association. 2005. *Standars Methods for the Examination of Water and Wastewater*.

- Washington. American Public Health Association.
- Addina S. 2016. Karakteristik Nanokalsium Cangkang Bulu Babi (*Diadema setosum*) dan Efektivitas Penyerapannya Secara In Vivo. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Afifudin IK, Sugeng HS, dan Agoes MJ. 2014. Profil Asam Lemak dan Asam Amino Gonad Bulu Babi. *JPHPI*, 17(1): 60-70.
- Amarowicz R, Jozef S, Fereidoon S. 2012. Chemical Composition of Shells from Red (*Strongylocentrotus franciscanus*) and Green (*Strongylocentrotus droebachiensis*) Sea Urchin. *Food Chemistry*, 133(3): 822-826.
- Aprilia HA, Delianis P, dan Ervia Y. 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.
- Arifin Z. 2008. Beberapa Unsur Mineral Esensial Mikro dalam Sistem Biologi dan Metode Analisisnya. *Jurnal Litbang Pertanian*, 27(3): 99-105.
- Burhanuddin A. 2012. Kajian Biologi Reproduksi Bulu Babi (*Diadema setosum*) pada Habitat yang Berbeda di Perairan Teluk Kayeli, Kecamatan Namlea, Kabupaten Buru, Maluku. *Tesis*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Cahyono E, Juanita FJ, Bella AL, dan Nurfaida K. 2019. Karakterisasi Kalsium Karbonat (CaCO₃) dari Cangkang Landak Laut (*Diadema setosum*). *Jurnal Fishtech*, 8(1): 27-33.
- Elisa I, Suardi L, dan Rahman K. 2018. Penggunaan Asam Berbeda pada Ekstraksi Mineral Teripang Keling (*Holothuria atra*). *Jurnal Online Mahasiswa*, 1-9.
- Fatimah I. 2008. Pilarisasi Montmorillonit Dengan Sol Silika: Peranan Variabel Rasio Mol Si Terhadap Karakter Fisikokimiawi Material. *Prosiding Seminar Nasional MIPAdan Pendidikan MIPA*, ISBN: 978-979-99314-3-6, diselenggarakan oleh Fakultas MIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
- Hafiluddin, Nurjanah, Nurhayati T. 2011. Kandungan gizi dan karakterisasi senyawa bioaktif lintah laut (*Discodoris* sp.). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 3(1): 1-6.
- Hidayat HN dan Insafitri. 2021. Analisa Kadar Proksimat pada *Thalassia Hemprichi* dan *Galaxaura Rugosa* di Kabupaten Bangkalan. *Juvenil*, 2(4): 307-317.
- Humairah S, Karnila R, dan Loekman S. 2018. Komposisi Kimia (Proksimat) Tepung Cangkang Kepiting Bakau (*Scylla serrata*). *Jurnal Online Mahasiswa*, 5: 1-8.
- Husna A, Handayani L, dan Syahputra F. 2020. Pemanfaatan Tulang Ikan Kambing-kambing (*Abalistes stellaris*) Sebagai Sumber Kalsium pada Produk Tepung Tulang Ikan. *Aquatic Sciences Journal*, 7(1): 13-20.
- Idiawati N, Intan N, Sy. Irwan NS, Sukal M, dan Sepridawati S. 2022.

- Identifikasi Kolagen dari Cangkang Bulu Babi (*Diadema setosum*) Asal Perairan Pulau Lemukutan. *Marinade*, 5(02): 136-141.
- Ismangil dan hanudin E. 2005. Degradasi mineral batuan oleh asam-asam organik. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 5(1):1-17.
- Ismangil dan hanudin E. 2005. Degradasi mineral batuan oleh asam-asam organik. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 5(1):1-17.
- Karnila R, Shaarani SMD, dan Iriani D. 2022. Potensi Asam Amino Kreatin dan Taurin pada Bulu Babi (*Diadema setosum*) untuk Meningkatkan Daya Tahan Tubuh pada Tikus Percobaan. *Laporan Akhir Tahun Anggaran 2022 Penelitian Kolaborasi Internasional*.
- Kuniano D. 2015. Menjaga Kesehatan di Usia Lanjut. *Jurnal Olahraga Prestasi*, 11(2): 19-30.
- Mukhtar M, Arninda A, Diana S. 2022. Pengaruh Konsentrasi HCl Terhadap Persen *Recovery* Nikel Laterit pada Proses Pelindian. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri IX 2022*, 1: 185-188.
- Politi Y, Arad T, Klein E, Weiner S, dan Addadi L. 2004. Sea Urchin Spine Calcite form via a Transient Amorphous Calcium Carbonate Phase. *SCIENCE*, 306: 1161-1163.
- Ratna DF. 2002. Pengaruh Penambahan Gula dan Lama Fermentasi Terhadap Mutu Pasta Gonad Bulu Babi *Diadema setosum* dengan *Lactobacillus plantarum* Sebagai Kultur Starter. [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Suptijah P. 2009. *Nanokalsium Hewani dari Perairan*. Di dalam: Buklet 101 Inovation. Penerbit: BIC Kementerian Ristek.
- Tupan J, dan Silaban B. 2017. Karakteristik Fisik-Kimia Bulu Babi *Diadema setosum* dari Beberapa Perairan Pulau Ambon. *Jurnal TRITON*, 13(2): 71-78
- Vimono IB. 2007. Sekilas Mengenai Landak Laut. *Oseana*, 32(3): 37-46.
- Wijayanti I, Rianingsih L, Amalia U. 2018. Karakteristik Fisikokimia Mikrokalium dari Tulang Nilu (*Oreochromis niloticus*) dengan Perendaman Belimbing Wuluh. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(2): 336-344.
- Yusuf Y. 2018. *Kimia Pangan dan Gizi*. Banten: Edu Center Indonesia.