

**AKTIVITAS ANTIOKSIDAN KULIT, KITIN DAN KITOSAN TERIPANG PASIR**
*(Holothuria scabra)***ANTIOXIDANT ACTIVITY FROM SKIN, CHITIN AND CHITOSAN OF SEA CUCUMBER**
(Holothuria scabra)

Tyarani Dehwie, Sumarto, Dahlia

INFO ARTIKELSubmit: 13-12-2020
Perbaikan: 24-1-2021
Diterima: 12-2-2021**Keywords:**Teripang pasir,
antioksidan, fitokimia,
kulit, kitin, kitosan**ABSTRACT**

Sea cucumber (*Holothuria scabra*) has bioactive compounds that are useful as antioxidant. Antioxidant is chemical compound that can donate one or more electrons to free radical. Free radical is reactive compound that have unpaired electrons in the outer shell so it need antioxidant to stabilize. This study aims to determine the content of bioactive compounds and the antioxidant activity on the skin, chitin and chitosan of sea cucumber. The analysis parameters observed were bioactive compounds and the antioxidant activity. The results showed that the phytochemical components in skin hexane extract were alkaloids, flavonoids, saponins and steroids/triterpenoids. Chitin contained alkaloids, flavonoids, and saponins. Chitosan contained alkaloid compounds, flavonoids and saponins. IC₅₀ of skin hexane extract and chitin were 1445.05 ppm and 620.07 ppm respectively and included in the very low category. IC₅₀ of chitosan was 235.37 ppm and included in the moderate category. Chitosan had the highest antioxidant activity.

1. PENDAHULUAN

Teripang merupakan hewan laut yang menjadi komoditi ekspor bidang perikanan yang cukup penting dan digunakan sebagai sumber biofarmaka. Teripang dapat dimanfaatkan sebagai pangan fungsional dan keperluan industri kosmetik dan kesehatan. Potensi teripang di Indonesia selama periode 2012-2015 menunjukkan tren peningkatan produksi yaitu sebesar 905,2 ton (tahun 2012); 947,6 ton (tahun 2013); 1.153,2 ton (tahun 2014) dan pada tahun 2015 sebesar 1.231,6 ton (KKP, 2016). Potensi teripang di Indonesia cukup besar sehingga dapat dikembangkan menjadi komoditi bernilai tambah.

Menurut hasil penelitian Arlyza (2009), sedikitnya ada 26 jenis teripang yang ditemukan di Indonesia dan merupakan teripang asli

Indonesia termasuk ordo Aspidochirotida. Salah satu spesies teripang dari ordo Aspidochirotida adalah teripang pasir (*Holothuria scabra*).

Hasil penelitian Sumarto *et al.*, (2019) menjelaskan bahwa teripang pasir memiliki beberapa bagian tubuh antara lain bagian daging, kulit, jeroan dan gonad serta bagian kotoran sisa makanan. Selanjutnya pada bagian kulit teripang pasir dapat diproses menjadi tepung kulit, kitin dan kitosan. Kulit teripang pasir diduga memiliki potensi sebagai antioksidan.

Antioksidan merupakan senyawa kimia yang dapat menyumbangkan satu atau lebih elektron kepada radikal bebas, sehingga radikal bebas tersebut dapat diredam. Radikal bebas merupakan salah satu bentuk senyawa reaktif, yang secara umum diketahui sebagai senyawa yang memiliki elektron yang tidak berpasangan dikulit terluarnya (Karnila, 2012). Salah satu hasil penelitian nilai antioksidan adalah ekstrak kitosan kepiting bakau yakni sebesar 528,1745 µg/mL (Widia, 2018).

Tyarani Dehwie, Sumarto, Dahlia
Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Kelautan,
Universitas Riau, Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang
Baru, Pekanbaru, Riau, Indonesia
*E-mail: sumarto1976@yahoo.co.id

Berdasarkan pemikiran di atas bahwa perbedaan kondisi produk yang berasal dari kulit teripang pasir memiliki potensi mengandung senyawa antioksidan sehingga berdasarkan hal ini peneliti perlu melakukan penelitian mengenai aktivitas antioksidan pada kulit teripang pasir.

2. BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit teripang pasir yang berasal dari Pulau Terung, Kepulauan Riau. Bahan-bahan kimia yang digunakan yaitu NaOH, HCl, NaOCl, etanol, metanol, serbuk magnesium, amil alkohol, H₂SO₄, kloroform, anhidra asetat, FeCl₃, dan radikal bebas DPPH. Alat utama yang digunakan adalah Spektrofotometer (Optima SP-300) dengan panjang gelombang 517-520 nm.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen dengan melakukan serangkaian percobaan langsung untuk mengetahui nilai antioksidan dari tepung kulit, kitin dan kitosan teripang pasir. Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan gambar yang selanjutnya dianalisa secara deskriptif sehingga dapat dijelaskan dan ditarik suatu kesimpulan.

Pelaksanaan penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yaitu, 1) preparasi dan pemisahan bagian tubuh teripang pasir 2) pembuatan tepung kulit teripang pasir 3) proses ekstraksi kitin dan kitosan teripang pasir.

Preparasi dan pemisahan bagian tubuh teripang pasir

Sampel teripang pasir dicuci terlebih dahulu untuk menghilangkan pengotor yang ada pada sampel. Teripang pasir yang telah bersih kemudian diukur panjang, lebar, dan bobotnya sebelum preparasi bahan baku. Pengukuran bobot dilakukan dengan menggunakan timbangan digital. Preparasi teripang pasir dilakukan dengan cara memisahkan jeroan, gonad, daging dan kulit. Kemudian, dilakukan penimbangan terhadap jeroan, gonad, daging dan kulit untuk mengetahui proporsinya.

Pembuatan tepung kulit teripang pasir

Bagian kulit teripang pasir yang didapat dikeringkan menggunakan oven selama 48 jam dengan suhu 40-45°C. Hasil proses pengeringan

dilakukan penimbangan dan selanjutnya diblender dan diayak dengan saringan ukuran 80 mesh. Proses penghancuran dengan blender dan pengayakan dilakukan sebanyak dua kali sehingga diperoleh tepung kulit teripang. Tepung kulit teripang kemudian dihitung rendemennya dan dianalisis komponen fitokimia serta aktivitas antioksidannya.

Ekstraksi kitin (Suptijah, 2004) yang dimodifikasi

Tepung kulit teripang dilakukan proses demineralisasi (penghilangan mineral) dengan memasukkan tepung kulit kedalam erlenmeyer. Ditambahkan HCl 1,5 N (1:7 b/v), lalu diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dan dipanaskan di atas *hot plate* pada suhu sekitar 90°C selama 60 menit. Kemudian campuran disaring menggunakan kain halus, endapan yang diperoleh dicuci dengan air mengalir dan bagian akhir pencucian menggunakan akuades hingga pH netral. Tahap selanjutnya adalah proses dekolorisasi (penghilangan warna gelap). Proses dekolorisasi ini dilakukan dengan melarutkan endapan dengan larutan NaOCl 0,5% (1:10 b/v).

Proses deproteinasi (penghilangan protein) dilakukan dengan cara mencampur bahan dengan larutan NaOH 3,5 N (1:10 b/v) sambil diaduk pada pemanasan 90°C selama 60 menit.

Penyaringan campuran larutan dan proses pencucian dengan air mengalir dan bagian akhir pencucian menggunakan akuades sampai pH netral. Endapan kitin dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 50-55°C selama 6 jam, kemudian sampel kitin dihitung rendemennya dan dianalisis komponen fitokimia serta aktivitas antioksidannya.

Rendemen dihitung menggunakan rumus menurut Nurjannah *et al.*, (2016):

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{berat akhir produk (g)}}{\text{berat awal bahan baku (g)}} \times 100\%$$

Ekstraksi kitosan (Suptijah, 2004) yang dimodifikasi

Kitin dimasukkan dalam wadah erlenmeyer dan direndam dengan larutan NaOH 50% (1:10 b/v), campuran larutan diaduk dengan *magnetic stirrer* sambil dipanaskan pada 100°C selama 120 menit. Larutan dilakukan penyaringan dan proses pencucian dengan air mengalir, pada bagian akhir menggunakan akuades sampai diperoleh pH netral. Endapan kitosan dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 45-47°C selama 6 jam. Kitosan yang didapat kemudian dihitung

rendemennya dan dianalisis komponen fitokimia serta aktivitas antioksidannya.

Uji fitokimia (Harborne, 1987)

Identifikasi metabolit sekunder dengan uji fitokimia meliputi pengujian alkaloid, flavonoid, steroid/triterpenoid, saponin, dan fenol hidrokuinon.

Uji aktivitas antioksidan (Molyneux, 2004)

Larutan DPPH konsentrasi 100 ppm yang digunakan dibuat dengan menimbang DPPH sebanyak 6 mg. DPPH dilarutkan dalam pelarut metanol sebanyak 60 mL. Proses pembuatan larutan DPPH 100 ppm dilakukan dalam kondisi suhu rendah dan terlindungi dari cahaya matahari. Larutan blanko dibuat dengan mereaksikan 4,5 mL metanol dengan 0,5 mL DPPH 100 ppm. Setelah itu, larutan diinkubasi selama 30 menit pada ruang gelap. Absorbansi larutan kemudian diukur pada panjang gelombang 517. Senyawa pembanding yang dipakai adalah vitamin C IPI.

Dibuat larutan sampel yaitu sampel ekstrak heksan tepung kulit teripang dilarutkan dalam metanol, kitin dilarutkan dalam HCl 1,5 N dan kitosan dilarutkan dalam CH₃COOH 1% sehingga didapat masing-masing lima konsentrasi yang berbeda yakni 1000, 500, 250, 125 dan 62,5 ppm.. Larutan ekstrak masing-masing diambil 4,5 mL dan direaksikan dengan 0,5 mL larutan DPPH 100 ppm dalam tabung reaksi yang berbeda yang telah diberi label. Campuran tersebut diinkubasi selama 30 menit pada ruangan gelap kemudian dilakukan pengukuran absorbansi. Pengukuran absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang 517-520 nm.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Preparasi dan proporsi teripang pasir (*Holothuria scabra*)

Preparasi teripang pasir dilakukan dengan cara memisahkan jeroan/gonad, daging dan kulit. Perbandingan bagian-bagian tubuh teripang pasir disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Proporsi bagian tubuh teripang pasir (*Holothuria scabra*)

Bagian tubuh	Proporsi (%)
Kulit	39,35±0,91
Daging	44,07±0,24
Jeroan-gonad	16,57±0,67

Bagian terbesar dari teripang pasir (*Holothuria scabra*) adalah daging dengan proporsi 44,07%. Hal ini tidak jauh berbeda dari hasil penelitian

Sumarto (2020) yakni proporsi kulit mencapai 40,10%, daging 43,53% dan jeroan-gonad 16,37%. Perbedaan proporsi utamanya daging dan kulit diduga karena perbedaan bobot tubuh teripang pasir yang digunakan. Sumarto (2020) menggunakan teripang pasir ukuran dewasa (panjang 29±5,8 cm dan bobot 525±83,6 g/ekor), sedangkan teripang pasir yang digunakan dalam penelitian ini belum dikategorikan teripang dewasa dari segi bobot yakni 216±14,14 g/ekor. Wibowo *et al.*, (1997) menyatakan bahwa teripang pasir dewasa memiliki bobot 250-500 g/ekor.

Kulit teripang pasir selanjutnya diolah menjadi tepung kulit, kitin dan kitosan. Rendemen masing-masing disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rendemen

Parameter	Rendemen (%)	Rendemen (%)
Tepung kulit	62,62±0,76	96,60*
Kitin	20,13±0,43	39,08**
Kitosan	71,17±0,02	56,84**

Keterangan: *Sumarto (2020), **Sumarto *et al.*, (2020).

Tabel 2, menunjukkan nilai rendemen yang diperoleh dengan hasil penelitian terdahulu. Tepung kulit dan kitin pada penelitian ini memiliki rendemen yang lebih rendah daripada penelitian sebelumnya dan rendemen kitosan penelitian ini lebih tinggi dari penelitian sebelumnya. Perbedaan nilai rendemen ini disebabkan perbedaan umur teripang yang digunakan. Menurut Mursida *et al.*, (2018) rendemen kitosan dipengaruhi oleh bahan baku dan proses produksinya.

Komponen Fitokimia

Pengujian fitokimia secara kualitatif bertujuan untuk mengetahui senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak heksan tepung kulit, kitin, dan kitosan kulit *H. scabra*. Tepung kulit *H. scabra* diekstrak terlebih dahulu menggunakan pelarut heksan sehingga didapat ekstrak heksan tepung kulit *H. scabra*. Hasil uji fitokimia *H. scabra* disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan kondisi produk dari kulit *H. scabra* memiliki kandungan senyawa fitokimia berbeda. Senyawa fitokimia pada ekstrak heksan tepung kulit *H. scabra* yaitu alkaloid, saponin, steroid/triterpenoid dan flavonoid. Kitosan kulit *H. scabra* terdapat senyawa alkaloid, flavonoid dan saponin. Kitin kulit *H. scabra* terdapat senyawa alkaloid, flavonoid, dan saponin.

Tabel 3. Hasil uji fitokimia *H. scabra*

Senyawa	Jenis sampel		
	Tepung kulit	Kitin	Kitosan
Alkaloid			
- Dragen dorf	++	++	++
- Wegner	++	++	++
- Flavonoid	+	++	+++
- Steroid/triterpenoid	+	-	-
- Saponin	+	+++	++
- Fenol hidrokuinon	-	-	-

Keterangan: (-) tidak ada, (+) lemah, (++) sedang, (+++) kuat.

Uji alkaloid, flavonoid dan saponin menunjukkan hasil positif pada ekstrak heksan tepung, kitin, dan kitosan kulit *H. scabra*. Saponin terdeteksi paling kuat pada kitin kulit *H. scabra*. Hal ini menunjukkan bahwa kitin dapat dimanfaatkan menjadi antibakteri sebagaimana menurut hasil penelitian Prihatman (2001), yang menyatakan bahwa saponin merupakan senyawa bioaktif yang mempunyai aktivitas antibakteri. Flavonoid terdeteksi paling kuat pada kitosan. Menurut Sastrohamidjojo (1996), flavonoid dapat direduksi dengan magnesium dan asam klorida pekat menghasilkan warna merah, kuning atau jingga. Adanya flavonoid pada ekstrak kulit, kitin dan kitosan kulit *H. scabra* juga sesuai dengan hasil penelitian Sumarto (2020), yang menyatakan bahwa terdeteksinya flavonoid tersebut diduga berasal dari proses akumulasi bahan yang mengandung flavonoid dari bahan yang terdapat disekitar habitat teripang pasir sehingga terakumulasi menempel pada kulit luar teripang.

Steroid/triterpenoid terdeteksi pada ekstrak heksan tepung kulit dan fenol hidrokuinon tidak terdeteksi pada ketiga sampel tersebut. Heksan merupakan pelarut non polar sehingga heksan dapat mengekstrak steroid/triterpenoid dalam tepung kulit *H. scabra*, sebagaimana pernyataan Ergina dan Pursitasari (2014), bahwa senyawa terpenoid dan steroid merupakan senyawa yang bersifat non polar. Menurut Purba (2001) senyawa alkaloid merupakan senyawa yang bersifat semi polar. Iffah *et al.* (2018) menyatakan bahwa senyawa alkaloid yang umumnya bersifat semi polar hanya terikat oleh pelarut yang bersifat non polar contohnya heksan. Menurut Harborne (2006), flavonoid merupakan senyawa yang cenderung bersifat polar, sehingga hanya terdeteksi lemah pada ekstrak heksan tepung kulit.

Aktivitas Antioksidan

Pengujian aktivitas antioksidan pada kulit dan produk turunan *H. scabra* dilakukan menggunakan metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrihidrazil) dengan konsentrasi berturut-turut 1000, 500, 250, 125, dan 62,5 ppm. DPPH merupakan metode yang sederhana, mudah dan hanya menggunakan sampel dalam jumlah yang sedikit dengan waktu yang singkat (Hanani *et al.*, 2005). Nilai absorbansi yang didapat digunakan untuk menghitung persen inhibisi (% inhibisi). Nilai IC₅₀ adalah konsentrasi ekstrak yang dapat menyebabkan berkurangnya 50% aktivitas DPPH. Nilai IC₅₀ didapat dari perhitungan persamaan regresi linier yang menyatakan hubungan antara konsentrasi sampel dengan persen inhibisi (Molyneux, 2004).

Nilai konsentrasi sampel dan persen inhibisinya diplot masing-masing pada sumbu x dan y pada persamaan regresi linear. Persamaan regresi linear yang diperoleh dalam bentuk persamaan $y = a + bx$, digunakan untuk mencari nilai IC₅₀ (Inhibitor Concentration 50) dari masing-masing sampel dengan menyatakan nilai y sebesar 50 dan nilai x yang akan diperoleh sebagai IC₅₀.

Hasil pengujian aktivitas antioksidan, masing-masing ekstrak heksan tepung kulit, kitin dan kitosan kulit *H. scabra* dihitung menggunakan persamaan linier, persen inhibisi sebagai sumbu y dan konsentrasi sampel sebagai sumbu x. Nilai rata-rata aktivitas antioksidan dalam menghambat radikal bebas pada persen inhibisi sebesar 50% disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata nilai IC₅₀ kulit *H. scabra*

Jenis ekstrak	IC ₅₀ (ppm)
Tepung kulit	1445,05±2,28
Kitin	620,07±4,07
Kitosan	235,37±6,80

Tabel 4 menunjukkan bahwa kitosan kulit *H. scabra* memiliki nilai IC₅₀ paling rendah dibanding tepung kulit dan kitin. Nilai IC₅₀ dari ketiga jenis produk tersebut menunjukkan bahwa kitosan memiliki aktivitas antioksidan tertinggi, karena menurut Yudiati *et al.*, (2011) semakin kecil nilai IC₅₀ yang diperoleh maka semakin kuat aktivitas antioksidannya dan sebaliknya.

Aktivitas antioksidan tepung kulit dan kitin kulit *H. scabra* masing-masing berbeda, namun keduanya digolongkan ke dalam aktivitas antioksidan sangat lemah karena menurut Molyneux (2004), aktivitas antioksidan digolongkan sangat lemah apabila nilai IC₅₀ > 500 ppm, IC₅₀ 251-500 ppm tergolong lemah, IC₅₀ 101-250 ppm tergolong sedang, IC₅₀ 51-100 ppm

tergolong kuat dan $IC_{50} < 50$ ppm tergolong sangat kuat. Nilai antioksidan kitosan kulit *H. scabra* merupakan yang paling kuat dibandingkan dengan ekstrak heksan tepung kulit dan kitin kulit *H. scabra* dan kitosan tergolong antioksidan kategori sedang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan pembanding dari vitamin C IPI sebesar 14,06 ppm. Aktivitas antioksidan pada vitamin C IPI memiliki aktivitas antioksidan yang tergolong sangat kuat dan aktivitas antioksidan vitamin C IPI lebih tinggi dibandingkan dengan tepung kulit, kitin dan kitosan.

Kitosan dihidrolisis lebih lanjut akan menghasilkan glukosamin. Aktivitas antioksidan glukosamin dengan IC_{50} 28,06-42,60 $\mu\text{g/mL}$ dan termasuk antioksidan sangat kuat (Sumarto, 2020). Dari hasil penelitian aktivitas antioksidan pada tepung kulit, kitin, kitosan dan glukosamin menunjukkan bahwa senyawa yang telah melalui proses ekstraksi dan hidrolisis menjadi suatu senyawa spesifik atau sederhana maka semakin tinggi aktivitas antioksidannya.

Tepung kulit memiliki aktivitas antioksidan paling rendah dibanding kitin dan kitosan kulit *H. scabra*. Rendahnya aktivitas antioksidan ekstrak heksan tepung kulit yang diperoleh diduga karena ekstrak yang digunakan masih ekstrak kasar sebagaimana menurut Husni *et al.* (2014) bahwa ekstrak kasar diduga mengandung senyawa lain seperti mineral, garam dan nutrien-nutrien lain. Hal ini mendukung hasil penelitian ini bahwa kitin dan kitosan memiliki aktivitas antioksidan lebih tinggi karena mineral yang sebelumnya terdapat pada tepung kulit sudah hilang pada proses demineralisasi.

Perbedaan aktivitas antioksidan ketiga sampel juga tersebut dipengaruhi oleh kandungan senyawa bioaktif masing-masing sampel. Flavonoid terdeteksi kuat pada kitosan menyebabkan kitosan memiliki aktivitas antioksidan tertinggi dibanding tepung kulit yang hanya terdeteksi lemah dan kitin yang terdeteksi sedang. Hal ini sejalan dengan penelitian Firdiyani *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa senyawa utama paling kuat yang berperan aktif sebagai antioksidan yaitu senyawa golongan fenol misalnya flavonoid.

Hasil negatif dari senyawa fenol hidrokuinon pada ketiga sampel juga menyebabkan aktivitas antioksidan tepung kulit dan kitin tergolong sangat lemah dan kitosan tergolong sedang, sejalan dengan hasil penelitian Alhunibat *et al.* (2009) yang menyatakan bahwa kadar fenol yang semakin tinggi akan memberikan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi.

Ekstrak heksan tepung kulit hasil penelitian ini yakni IC_{50} 1445,05 lebih kuat aktivitas antioksidannya dibandingkan hasil penelitian Zhafira (2016), pada ekstrak metanol teripang *S. hermanii* segar dengan nilai IC_{50} sebesar 2696,09 ppm. Nilai antioksidan kitosan kulit *H. scabra* yakni 235,37 ppm lebih kuat dibanding dengan nilai antioksidan kitosan endoskeleton cumi-cumi hasil penelitian Nursyamsiah (2017), yakni 484,05 ppm. Perbedaan nilai aktivitas antioksidan juga dipengaruhi oleh jenis pelarut dan bahan baku yang digunakan. Sebagaimana menurut Ismail dan Hong (2002), bahwa penggunaan pelarut akan menentukan tingkat aktivitas antioksidan yang diperoleh dalam suatu ekstraksi karena aktivitas antioksidan akan ditunjukkan berbeda-beda dengan polaritas senyawa yang berbeda.

4. KESIMPULAN

Komponen fitokimia dalam ekstrak heksan tepung kulit *H. scabra* adalah alkaloid, flavonoid, saponin dan steroid/triterpenoid. Kitin kulit *H. scabra* terdapat senyawa alkaloid, flavonoid, dan saponin. Kitosan kulit *H. scabra* terdapat senyawa alkaloid, flavonoid dan saponin. Aktivitas antioksidan ekstrak tepung kulit dan kitin kulit *H. scabra* memiliki nilai IC_{50} masing-masing 1445,05 ppm dan 620,07 termasuk kedalam kategori sangat lemah. Kitosan memiliki nilai IC_{50} 235,37 ppm dan tergolong kategori sedang. Kitosan kulit *H. scabra* memiliki aktivitas antioksidan tertinggi. Penggunaan produk yang tujuannya untuk pemanfaatan antioksidan digunakan senyawa yang lebih spesifik atau sederhana.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Riau melalui program Proyek AKSI ADB Tahun Anggaran 2020 yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arlyza, I. S. 2009. Teripang dan Bahan Aktifnya. *Oseana* 34 (4): 9-17.
- Alhunibat, O. Y., Ridzwan B. H., Taher, M., Jamaludin, M. D., Ikeda, M. A., Zali, B. I. 2009. In Vitro Antioxidant and Antiproliferative Activities of Three Malaysian Sea Cucumber Species. *European Journal of Scientific Research* 37(3): 376–387.
- Bordbar, S., Anwar F., dan Saari N. 2011. High-Value Components and Bioactives from Sea Cucumbers for Functional Foods-A Review. *Mar Drugs* 9(10): 1761–1805.
- Ergina, S. N., Pursitasari, I. D. 2014. Uji Kualitatif Senyawa Metabolit Sekunder pada Daun Palado (*Agave angustifolia*) yang Diekstraksi dengan Pelarut Air dan Etanol. *Jurnal Akademika Kimia* 3(3): 165-172.
- Firdiyani, F., Agustini, T. W., Ma'ruf, W. F. 2015. Ekstraksi

- Senyawa Bioaktif sebagai Antioksidan Alami *Spirulina platensis* Segar dengan Pelarut yang Berbeda. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 18(1): 28-37.
- Hanani, E., Abdul, M., Ryany, S. 2005. Identifikasi Senyawa Antioksidan dalam Spons *Callyspongia* sp. dari Kepulauan Seribu. *Majalah Ilmu Kefarmasian* 21(1): 127-133.
- Harborne, J. B. 1987. *Metode Fitokimia*. Edisi kedua. Penerjemah Padmawinata, K., Soediro, I. ITB Press. Bandung.
- Harbone, J. B. 2006. *Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Edisi Kedua. ITB Press. Bandung.
- Husni, A., Deffy, R. P., Iwan, Y. B. L. 2014. Aktivitas Antioksidan *Padina* sp pada Berbagai Suhu dan Lama Pengeringan. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan* 9(2): 165-173.
- Iffah, A. A. Z., Rani, C., Samawi, M. F. 2018. Skrining Metabolit Sekunder pada Sirip Ekor Hiu *Carcharhinus melanopterus*. *Prosiding Simposium Nasional Kelautan dan Perikanan V, Makassar*, 5 Mei 2018: 65-71.
- Ismail, A., Hong, T. S. 2002. Antioxidant Activity of Selected Commercial Seaweed. *Malaysia Journal of Nutrition* 8(2): 167-177.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2016. Rencana Aksi Nasional (RAN) Konservasi Teripang. Jakarta (ID): Direktorat Konservasi dan Keanekaragaman Hayati Laut Kementerian Kelautan Perikanan Republik Indonesia.
- Karnila, Rahman. 2012. Daya Hipoglikemik Hidrolisat, Konsentrat, dan Isolat Protein Teripang Pasir (*Holothuria scabra*) pada Tikus Percobaan. Disertasi. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor:
- Molyneux P. 2004. The Use of The Stable Free Radical Diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity. *Songklanakarin Journal Science and Technology* 26: 211-219.
- Mursida., Tasir., Sahriawati. 2018. Efektifitas Larutan Alkali pada Proses Deasetilasi dari Berbagai Bahan Baku Kitosan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 21(2): 356-366.
- Nurjannah, A., Darmanto, I., Wijayanti. 2016. Optimasi Pembuatan Glukosamin Hidroklorida (GLcN HCl) dari Limbah Cangkang Rajungan Melalui Hidrolisis Kimiawi. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 19(1): 26-35.
- Nursyamsiah, D. 2017. Aktivitas Antioksidan Kitosan yang Diproduksi dari Endoskeleton Cumi-Cumi (*Loligo* sp.) Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Pranoto, E. N., Ma'ruf, W.F., Pringgenies, D. 2012. Kajian Aktivitas Bioaktif Ekstrak Teripang Pasir (*Holothuria scabra*) Terhadap Jamur *Candida albicans*. *Jurnal Perikanan* 1(2) 1-8.
- Prihatman, K. 2001. Saponin untuk Pembasmi Hama Udang. *Laporan Hasil Penelitian*. Pusat Penelitian Perkebunan GAMBUNG. Bandung.
- Purba, R. D 2001. Analisis Komposisi Alkaloid Daun Handeuleum (*Graptophyllum pictum* (Linn), Griff) yang Dibudidayakan dengan Taraf Nitrogen yang Berbeda Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sastrohamidjojo, H. 1996. *Sintesis Bahan Alam*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Setiyanto, R. N. 2012. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Air Teripang Pasir (*Holothuria scabra*) dengan Metode 1,1-Difenil-2-Pikrilhidrazil (DPPH) dan Analisis Kandungan Kimianya. Skripsi Fakultas Farmasi. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sumarto. 2020. Karakteristik Teripang Pasir (*Holothuria scabra* J.) dan Potensi Ekstrak Glukosamin untuk Produksi Cairan pada Tikus Percobaan. Disertasi. Sekolah Pascasarjana. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Sumarto, S., B. Hasan, R., Karnila, M., Sukmiwati. 2019. Characteristics of Chitosan Nanoparticles Extracted from Sea Cucumber (*Holothuria scabra*) as Source Materials for Glucosamine. *Journal Pertanian of Science and Technology* 27(4): 2409-2425.
- Suptijah, P. 2004. Tingkat Kualitas Kitosan Hasil Modifikasi Proses Produksi. *Jurnal Buletin Teknologi Hasil Perikanan* 7(1): 56-67.
- Widia, 2018. Potensi Antioksidan pada Kitosan Cangkang Kepiting Bakau (*Scylla Serrata*) dengan Penambahan NaOH Berbeda. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Wibowo, S., Yunizal, E., Setiabudi, M. D., Erlina., Tazwir. 1997. *Teknologi Penanganan dan Pengolahan Teripang (Holothuridea)*. IPPL Slipi. Jakarta.
- Yudiati, E., Sejati, S., Sunarsih, S., Agustian, R. 2011. Aktivitas Antioksidan dan Toksisitas Ekstrak Metanol dan Pigmen Kasar *Spirulina* sp. *Jurnal Ilmu Kelautan* 16(4): 187-192.
- Zhafira, G. Z. 2016. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Teripang Emas (*Stichopus hermannii*) dan *Spirulina platensis* Menggunakan Metode DPPH. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.