

## ISOLASI SENYAWA STEROID DARI TERIPANG GAMA (*Stichopus variegatus*) DENGAN BERBAGAI JENIS PELARUT

### *Isolation Of Compounds Of Steroids Teripang Gamat (Stichopus variegatus) With Various Types Of Solvents*

Meydia<sup>1\*</sup>, Ruddy Suwandi<sup>1,2</sup>, Pipih Suptijah<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan - Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Baranangsiang, Jalan Raya Pajajaran No. 1 Bogor 16127 Jawa Barat

<sup>2</sup>Departemen Teknologi Hasil Perairan – Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Kampus IPB Darmaga, Jalan Agatis, Bogor 16680 Jawa Barat

\*Korespondensi: [meydia@pksplipb.or.id](mailto:meydia@pksplipb.or.id)

Diterima: 14 Oktober 2016/ Review: 25 November 2016/ Disetujui: 27 Desember 2016

**Cara sitasi:** Meydia, Suwandi R, Suptijah P. 2016. Isolasi senyawa steroid dari teripang gama (*Stichopus variegatus*) dengan berbagai jenis pelarut. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 19(3): 362-369.

#### Abstrak

Teripang merupakan salah satu komoditas perikanan yang mempunyai nilai ekonomis penting. Umumnya diperdagangkan dalam bentuk kering (beche-de-mer). Salah satu zat bioaktif yang terkandung dalam teripang adalah senyawa steroid yang berfungsi sebagai aprodisiaka dan *sex reversal*. Penelitian ini bertujuan mendapatkan ekstrak steroid teripang gama dengan menggunakan tiga jenis pelarut (metanol, etil asetat, dan heksana) dan mendapatkan pelarut terbaik dengan menghasilkan rendemen steroid terbanyak. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa steroid teripang gama (*Stichopus variegatus*) larut sempurna pada pelarut etil asetat (pelarut semi polar) pada ekstraksi tahap pertama, ekstraksi tahap kedua dan ekstraksi tahap ketiga. Pada pelarut metanol (pelarut polar) steroid hanya larut pada ekstraksi tahap pertama, sedangkan dengan pelarut heksana (pelarut non polar) steroid tidak terdeteksi. Fraksinasi dengan kromatografi lapis tipis diperoleh dua fraksi yang diidentifikasi sebagai kolesterol (Rf = 0,96) dan testosteron (Rf = 0,91).

Kata kunci: aprodisiaka, ekstraksi, steroid, teripang

#### Abstract

Sea cucumber is one of the fisheries commodity that has an important economic value. Generally is traded in dried form (beche-de-mer). One of the bioactive substances contained in sea cucumber is steroid compounds that serves as an aphrodisiac and sex reversal. The purpose of this study was to extract the steroid of the gamma sea cucumber by using three types of solvents (methanol, ethyl acetate and hexane) and get the best solvent in producing the highest yield of the steroids. The study revealed that steroid of gamma sea cucumber (*Stichopus variegatus*) dissolved completely ethyl acetate (semi-polar solvent) during the first phase, second phase and the third phase of extraction. In the methanol (polar solvent) steroids only dissolved in the first extraction phase, while using the hexane (non polar solvent) steroid was undetectable. Fractionation by thin layer chromatography was obtained two fractions that identified as cholesterol (Rf = 0.96) and testosterone (Rf = 0.91).

Keywords : aphrodisiac, extraction, sea cucumber, steroids

#### PENDAHULUAN

Teripang adalah salah satu jenis komoditas perikanan yang telah lama dikonsumsi oleh masyarakat pesisir Indonesia baik dalam bentuk basah maupun kering. Kadar protein yang cukup besar memberikan nilai gizi yang

baik. Kandungan lemaknya mengandung asam lemak tidak jenuh yang juga sangat diperlukan bagi kesehatan jantung dan otak (Fredalina *et al.* 1999).

Teripang diketahui bermanfaat sebagai bahan obat karena banyak mengandung

senyawa bioaktif. Beberapa senyawa yang telah berhasil diekstrak adalah saponin, triterpen glikosida, chondroitin sulphate, neuritogenic gangliosides, 12-methyltetradecanoic acid (12-MTA) dan lektin (Matranga 2005, Mayer and Gustafson 2008). Senyawa triterpen glikosida merupakan senyawa metabolit yang dominan dihasilkan oleh teripang. Salah satu triterpen glikosida pada teripang adalah holothurin. Menurut Zhang *et al.* (2006), senyawa triterpen glikosida memiliki aktivitas biologi seperti anti-jamur, sitotoksik melawan sel tumor, hemolitik, dan meningkatkan kekebalan tubuh. Studi di Cina menunjukkan bahwa senyawa saponin pada teripang mempunyai suatu struktur yang serupa dengan komponen ginseng yang aktif sebagai anti-kanker.

Selain berpotensi sebagai anti-kanker dan anti-tumor, Senyawa bioaktif pada teripang juga digunakan untuk menghambat pertumbuhan bakteri dan jamur (Kumar *et al.* 2007). Fredalina *et al.* (1999) menyatakan bahwa selain mengandung anti bakteri, teripang juga mengandung berbagai asam lemak tak jenuh seperti linoleat, oleat, eikosa, pentaenoat (EPA) dan dokosaheksaenoat (DHA).

Salah satu senyawa bioaktif yang terkandung dalam teripang adalah senyawa steroid alami yang sangat potensial. Kandungan steroid dalam jaringan tubuh dan pembuluh darah dapat berupa hormon steroid, asam lemak bebas, trigliserida maupun kolesterol (Kustiariyah 2006; Nurjanah 2008).

Hasil uji fitokimia menunjukkan bahwa pada semua ekstrak positif terdeteksi adanya senyawa golongan steroid. Penelitian yang dilakukan oleh Kustiariyah (2006) menunjukkan bahwa steroid dapat dimanfaatkan sebagai sumber apodisiaka alami. Steroid merupakan salah satu jenis hormon yang memiliki nilai ekonomis cukup penting dalam industri farmasi sebagai apodisiaka dan, penambah vitalitas. Selama ini yang banyak digunakan di industri adalah hormon steroid sintetik, seperti metiltestosteron dimana senyawa sintetik ini mempunyai beberapa kelemahan yaitu tidak mudah diuraikan dalam tubuh dan dapat menimbulkan efek samping yang tidak dikehendaki, sedangkan senyawa alami

mempunyai kelebihan mudah diserap oleh tubuh dan efek samping yang ditimbulkan sedikit (Wirjowidagdo 2005).

Untuk mendapatkan senyawa steroid alami dari teripang atau sumberdaya alam lainnya diperlukan sebuah langkah ekstraksi atau pemisahan dari senyawa-senyawa lainnya. Salah satu teknik yang umum digunakan untuk pemisahan senyawa bioaktif adalah ekstraksi dengan pelarut yang paling sesuai.

Penelitian ini bertujuan mencari jenis pelarut yang paling sesuai untuk mengekstraksi steroid dari teripang. Indikator kesesuaiannya adalah rendemen perolehan steroid yang paling tinggi.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah teripang gama (*Stichopus variegatus*) yang didapat dari perairan Pulau Panggang Kepulauan Seribu. Bahan kimia yang digunakan antara lain methanol, etil asetat, heksana, dietil eter, asam asetat anhidrat, kloroform, asam sulfat pekat, dan etanol (E. Merck). Alat yang digunakan adalah timbangan, blender, *sentrifuge* (Chimac CR 21 G), *rotary vacuum evaporator* (HAHN SHIN), labu Erlenmeyer, *beaker glass*, gelas ukur, tisu, pipet, kromatografi lapis tipis (KLT, Silica gel F254 Merck) dan spektrofotometer jenis UV-Visible 1601, PC Shimadzu.

### Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam dua tahap yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian tahap pertama dilakukan seleksi jenis pelarut dan ekstraksi steroid dari teripang gama dengan menggunakan pelarut metanol, etil asetat atau heksana pada ekstraksi tingkat pertama. Ekstrak yang didapat diuji keberadaan steroidnya dengan uji Liebermann – Burchard (Cook 1958). penelitian tahap kedua dilakukan analisis proksimat (kadar air, kadar abu, kadar lemak, dan kadar protein) (AOAC 1995) pada bahan baku dan ekstraksi steroid dengan larutan metanol, etil asetat, atau heksana secara berkesinambungan atau bertingkat dari teripang gama dengan 3 kali ulangan.

Tabel 1 Karakteristik teripang gama (*S. variegatus*) dari perairan Pulau Panggang Kepulauan Seribu

Morfologi	Deskripsi
Bentuk tubuh	Bulat panjang dengan permukaan tubuh kasar
Warna	Warna coklat mulus dan pada badannya banyak terlihat bercak-bercak yang tidak teratur serta duri yang sebagian berwarna coklat tua dan sebagian lagi berwarna coklat muda.
Bobot rata-rata (g)	(573,73 ± 2,07)
Panjang rata-rata (cm)	27,72 ± 1,2

Kemudian dilanjutkan dengan identifikasi keberadaan steroid dengan melakukan uji Liebermann-Burchard, KLT (Cook 1958), dan spektrofotometer UV-visual (Nurjanah 1996).

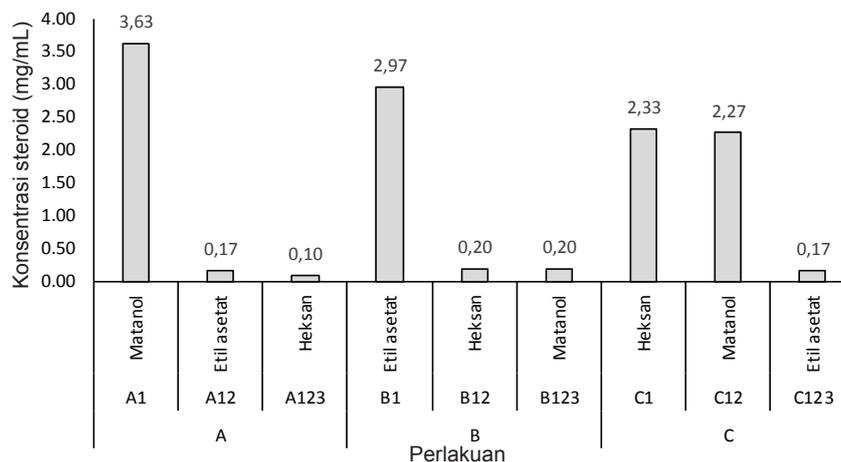
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Bahan Baku dan Analisis Proksimat

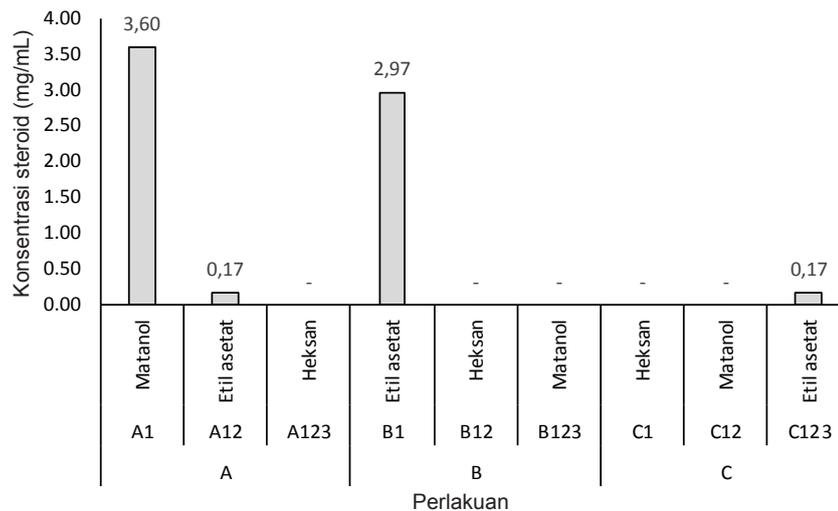
Hasil analisis proksimat daging teripang gama adalah kadar protein 46,23%, lemak yaitu 2,44% dan kadar abu yang tinggi yaitu 51,30% dari bobot kering. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar penyusun daging teripang gama adalah protein. Daging teripang gama digolongkan kedalam ikan berlemak rendah, karena memiliki kandungan lemak di bawah 2,5% (Hadiwiyoto 1993 dalam Yulisti 2000).

### Ekstraksi Steroid

Ekstraksi steroid dilakukan menurut Touchstone dan Kasparow (1970) yang dikutip Riris (1994) secara berkesinambungan. Pada perlakuan A rendemen tertinggi pada perlakuan A1 dengan menggunakan pelarut metanol sebesar 3,63 g; pada perlakuan B rendemen tertinggi pada perlakuan B1 dengan menggunakan pelarut etil asetat sebesar 2,97 g; dan pada perlakuan C rendemen tertinggi pada perlakuan C1 sebesar 2,33 g. Gambar 1 menunjukkan bahwa jenis pelarut yang digunakan berpengaruh terhadap ekstrak kasar yang dihasilkan. Daging teripang gama pada setiap perlakuan ekstraksi tahap pertama menunjukkan bahwa ekstraksi menggunakan pelarut metanol menghasilkan ekstrak terbesar, sedangkan ekstraksi menggunakan



Gambar 1 Rataan rendemen ekstrak kasar teripang gama. A1= Maserasi dengan metanol; A12 = Residu setelah ekstraksi metanol, dimaserasi dengan etil asetat; A123 = Residu setelah ekstraksi metanol dan etil asetat, dimaserasi dengan heksana; B1 = Maserasi dengan etil asetat; B12 = Residu setelah ekstraksi etil asetat, dimaserasi dengan heksana; B123 = Residu setelah ekstraksi etil asetat dan heksana, dimaserasi dengan metanol; C1 = Maserasi dengan heksana; C12 = Residu setelah ekstraksi heksana, dimaserasi dengan metanol; C123 = Residu setelah ekstraksi heksana dan metanol, dimaserasi dengan etil asetat



Gambar 2 Rataan ekstrak kasar teripang gama yang positif mengandung steroid. A1= Maserasi dengan metanol; A12 = Residu setelah ekstraksi metanol, dimaserasi dengan etil asetat; A123 = Residu setelah ekstraksi metanol dan etil asetat, dimaserasi dengan heksana; B1 = Maserasi dengan etil asetat; B12 = Residu setelah ekstraksi etil asetat, dimaserasi dengan heksana; B123 = Residu setelah ekstraksi etil asetat dan heksana, dimaserasi dengan metanol; C1 = Maserasi dengan heksana; C12 = Residu setelah ekstraksi heksana, dimaserasi dengan metanol; C123 = Residu setelah ekstraksi heksana dan metanol, dimaserasi dengan etil asetat

pelarut heksana menghasilkan ekstrak terkecil.

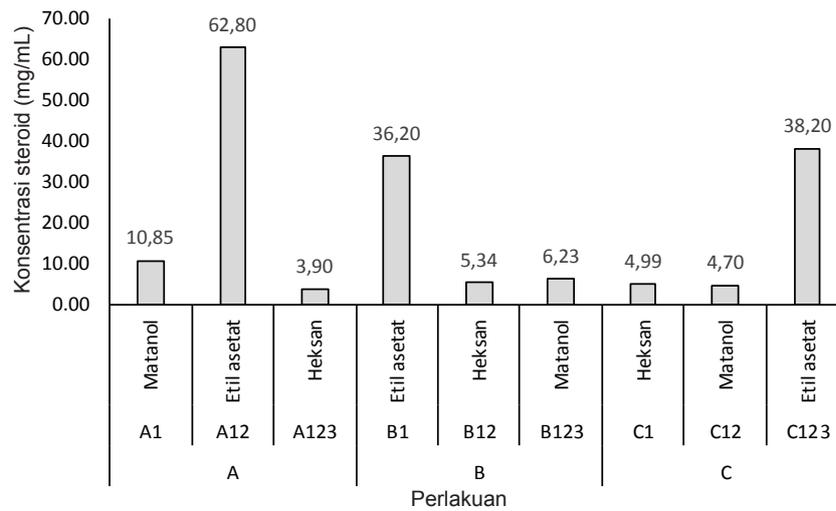
Daging teripang gama mengandung senyawa-senyawa polar yang larut dalam metanol, selain itu metanol memiliki kemampuan mengambil molekul-molekul air yang terikat dengan hidrogen, yang mengakibatkan terbentuknya ikatan hidrogen antara molekul-molekul senyawa di dalam teripang gama dengan molekul-molekul metanol yang menggantikan kedudukan molekul-molekul air. Saat ekstraksi, ikatan hidrogen yang mengikat komponen aktif dalam jaringan teripang gama akan terekstrak dan larut di dalam pelarut metanol. Heksana merupakan pelarut yang relatif tidak reaktif yang kebanyakan bereaksi dengan asam-asam, basa, dan pereduksi (Heart 1983 yang dikutip Hayati 1999). Hasil proses ekstraksi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kondisi alamiah bahan alam, metode ekstraksi yang digunakan, ukuran partikel sampel serta kondisi dan lama penyimpanan (Shahidi dan Naczki 1995).

Ekstrak kasar yang didapat, dilakukan uji warna dengan uji Liebermann-Burchard untuk menentukan keberadaan steroid

pada ekstrak kasar. Hasil uji Liebermann-Burchard diperoleh hasil ekstrak yang positif mengandung steroid dengan terbentuknya warna hijau pada saat titrasi dengan asam sulfat pekat. Diagram batang dari hasil ekstrak kasar dicantumkan dalam Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan bahwa steroid hasil ekstraksi dengan pelarut metanol, hanya terdeteksi pada ekstraksi tahap pertama (perlakuan A1) pada ulangan satu dan ulangan dua sedangkan pada ulangan ketiga steroid tidak terdeteksi. Tidak terdeteksinya pada ulangan ketiga dimungkinkan karena konsentrasi steroidnya yang sangat kecil dan uji yang dilakukan secara kualitatif bukan kuantitatif. Ekstraksi tahap kedua (perlakuan C12) steroid tidak terdeteksi, hal ini diduga karena pada tahap pertama digunakan pelarut heksana. Heksana merupakan pelarut yang relatif tidak reaktif yang kebanyakan bereaksi dengan asam-asam, basa, dan pereduksi. Pada ekstraksi tahap ketiga (perlakuan B123) steroid tidak terdeteksi juga, hal ini terjadi karena senyawa yang terkandung pada daging teripang gama sudah terlarut sempurna pada pelarut etil asetat.

Ekstraksi dengan menggunakan pelarut



Gambar 3 Rataan konsentrasi testosteron teripang gama dalam etanol pada panjang gelombang 240 nm. A1= Maserasi dengan metanol; A12 = Residu setelah ekstraksi metanol, dimaserasi dengan etil asetat; A123 = Residu setelah ekstraksi metanol dan etil asetat, dimaserasi dengan heksana; B1 = Maserasi dengan etil asetat; B12 = Residu setelah ekstraksi etil asetat, dimaserasi dengan heksana; B123 = Residu setelah ekstraksi etil asetat dan heksana, dimaserasi dengan metanol; C1 = Maserasi dengan heksana; C12 = Residu setelah ekstraksi heksana, dimaserasi dengan metanol; C123 = Residu setelah ekstraksi heksana dan metanol, dimaserasi dengan etil asetat

etil asetat, steroid terdeteksi baik pada ekstraksi tahap pertama (perlakuan B1), ekstraksi tahap kedua (perlakuan A12), dan ekstraksi tahap ketiga (perlakuan C123). Teripang gama banyak mengandung senyawa-senyawa yang bersifat semi polar sehingga dapat larut dengan sempurna di dalam pelarut etil asetat. Ekstraksi dengan menggunakan pelarut heksan, steroid tidak terdeteksi, baik pada ekstraksi tahap pertama (perlakuan C1), ekstraksi tahap kedua (perlakuan B12), dan ekstraksi tahap ketiga (perlakuan A123), karena heksana merupakan pelarut yang

relatif tidak reaktif yang kebanyakan bereaksi dengan asam-asam, basa, dan pereduksi.

### Identifikasi Kualitatif Ekstraksi Steroid

Hasil pemilihan jenis pelarut tersebut menunjukkan bahwa secara kualitatif (*visual*) warna hijau yang dihasilkan oleh ekstrak etil asetat (tahap pertama, tahap kedua, dan tahap ketiga) lebih pekat dibandingkan dengan ekstrak metanol (tahap pertama). Hasil ini menunjukkan bahwa senyawa steroid yang terdapat pada teripang gama merupakan

Tabel 2 Hasil identifikasi kualitatif keberadaan steroid dalam teripang gama

Perlakuan	Pelarut	Kualitatif
A1	Metanol	+
A12	Etil asetat	+++
A123	Heksana	-
B1	Etil asetat	++
B12	Heksana	-
B123	Metanol	-
C1	Heksana	-
C12	Metanol	-
C123	Etil asetat	++

Keterangan: Jumlah tanda (+) menunjukkan intensitas warna hijau

Tabel 3 Nilai Rf dari ekstrak daging teripang gama dan fraksi standar

Sampel	Rf
A1 (Ekstrak metanol)	0,91
A12 (Ekstrak etil asetat)	0,83; 0,88; 0,91; 0,96
B1 (Ekstrak etil asetat)	0,88
C123 (Ekstrak etil asetat)	0,64; 0,83; 0,88; 0,93
Metil testosteron	0,91
Kolesterol	0,96*

Keterangan: \*Alwir (2001)

senyawa semi polar dan mampu larut dengan baik dalam pelarut etil asetat (pelarut semi polar), sedangkan dengan pelarut metanol (pelarut polar) pada tahap pertama juga larut, tapi lebih sempurna lagi larutnya pada pelarut etil asetat (tahap kedua). Hasil Identifikasi kualitatif keberadaan sterodi pada teripang gama dapat dilihat pada Tabel 2.

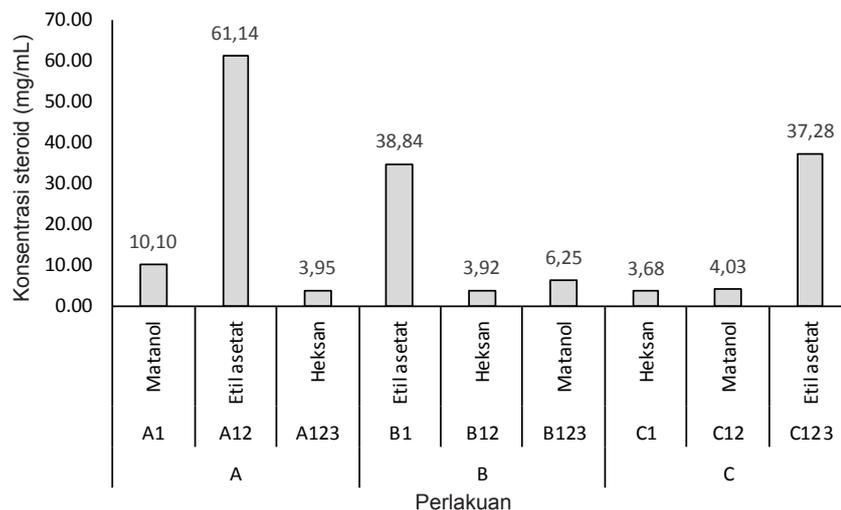
Perubahan warna menjadi warna hijau menunjukkan keberadaan golongan sterol yaitu stigma sterol dan ergosterol. Warna dalam komponen organik mengindikasikan keberadaan dua atau lebih karbon-karbon rantai ganda terkonjugasi (Dence 1980). Warna steroid yang didapat dari daging teripang gama berwarna putih kehijauan

dengan pH ekstrak cenderung netral, yaitu pada kisaran 7,3-7,6.

### Kromatografi Lapis Tipis (KLT)

Pelarut yang digunakan untuk mengelusi disesuaikan dengan senyawa yang dianalisis. Pada penelitian ini pelarut yang digunakan merupakan campuran etanol dan kloroform dengan perbandingan 3:7 (Alwir 2001 dan Kustiariyah 2006).

Fraksinasi dengan KLT menghasilkan enam fraksi dengan nilai Rf (Retardation factor) 0,64; 0,83; 0,88; 0,91; 0,93; dan 0,96. Nilai-nilai Rf tersebut menunjukkan bahwa ekstrak teripang diantaranya mengandung testosteron dan kolesterol dengan Rf secara



Gambar 4 Rataan hasil konsentrasi steroid dari uji warna (kualitatif) teripang gama pada panjang gelombang 550nm. A1=Maserasi dengan metanol; A12=Residu setelah ekstraksi metanol, dimaserasi dengan etil asetat; A123 = Residu setelah ekstraksi metanol dan etil asetat, dimaserasi dengan heksana; B1 = Maserasi dengan etil asetat; B12 = Residu setelah ekstraksi etil asetat, dimaserasi dengan heksana; B123 = Residu setelah ekstraksi etil asetat dan heksana, dimaserasi dengan metanol; C1 = Maserasi dengan heksana; C12 = Residu setelah ekstraksi heksana, dimaserasi dengan metanol; C123 = Residu setelah ekstraksi heksana dan metanol, dimaserasi dengan etil asetat

berurutan 0,91 dan 0,96 (Alwir 2001). Nilai Rf dari ekstrak daging teripang gama dan fraksi standar dapat dilihat pada Tabel 3.

### Penetapan Kadar Steroid dengan Spektrofotometri UV-VIS

Pelarut yang digunakan pada pengukuran steroid ini adalah etanol karena mengacu pada metode yang digunakan Nurjanah (1996). Persamaan yang didapat dari kurva hubungan antara konsentrasi dan absorbansi yaitu  $y = 0,2273x - 0,2199$  dengan faktor regresi,  $r^2 = 0,9986$ . Berdasarkan persamaan tersebut dapat dihitung konsentrasi testosteron dari teripang gama yaitu ditampilkan pada Gambar 3. Gambar 3 menunjukkan hasil konsentrasi steroid tertinggi pada uji warna adalah perlakuan A12 (ekstrak etil asetat) sebesar 62,80 mg/mL, konsentrasi tertinggi kedua pada perlakuan C123 (ekstrak etil asetat) sebesar 38,20 mg/mL dan konsentrasi tertinggi ketiga pada perlakuan B12 (ekstrak etil asetat) sebesar 36,20 mg/mL.

Data konsentrasi steroid dilakukan juga analisis kadar steroid pada hasil uji warna (kualitatif). Panjang gelombang yang digunakan adalah 550 nm (Adijuwana dan Nur 1989). Standar metil testosteron diukur absorbansinya dan dibuat kurva standarnya. Kurva standar metil testosteron berupa garis lurus dengan persamaan  $y = 0,0132x - 0,0068$  dengan faktor regresi,  $r^2 = 0,9896$ . Berdasarkan persamaan tersebut konsentrasi steroid yang terdapat pada ekstrak daging teripang gama dapat dilihat pada Gambar 4.

Hasil konsentrasi steroid tertinggi pada uji warna adalah perlakuan A12 (ekstrak etil asetat) sebesar 61,14 mg/mL dan tanpa pewarnaan adalah sebesar 62,80 mg/mL. Dengan demikian kedua uji steroid tersebut menunjukkan hasil yang sama. Meskipun demikian, tampaknya uji spektroskopi ultraviolet tanpa pewarnaan lebih efektif jika dibandingkan dengan uji warna.

Hasil analisis steroid menunjukkan bahwa steroid yang terkandung dalam teripang gama bersifat semi polar sehingga dapat larut dengan baik pada pelarut etil asetat (tahap pertama, tahap kedua, dan tahap ketiga), dan sedikit larut dengan pelarut metanol (pelarut polar) pada tahap pertama.

Penelitian yang dilakukan oleh Kustiariyah (2006) menunjukkan bahwa senyawa steroid pada teripang pasir lebih larut dalam pelarut bipolar (aseton) dibanding pada pelarut polar (air dan metanol) dan pelarut non polar (diklorometan/DCM). Hasil proses ekstraksi steroid dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kondisi alamiah bahan alam, metode ekstraksi yang digunakan, ukuran partikel sampel serta kondisi dan lama penyimpanan (Shahidi dan Nacz 1995).

### KESIMPULAN

Daging teripang gama (*Stichopus variegatus*) dapat dimanfaatkan sebagai sumber makanan sehat (*healthy food*). Konsentrasi steroid tertinggi terdapat pada ekstrak etil asetat daging teripang gama (*Stichopus variegatus*) yaitu sebesar 62,80 mg/mL. Fraksinasi dengan KLT menghasilkan enam fraksi steroid.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adijuwana HA, Nur MA. 1989. Teknik Spektroskopi dalam Analisis Biologi. Bogor: PAU Ilmu Hayati IPB.
- Alhana, Supitjah P, Tarman K. 2015. Extraction and characterization of collagen from sea cucumber flesh. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 18(2):150-161.
- Alwir Y. 2001. Isolasi, penentuan komposisi kimia dan uji biologi steroid dari cacing laut, *Eunice sicilensis*. Program studi Bioteknologi [Tesis]. Bogor: Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis the Association of Official Analytical Chemist. Washington: Academic Press.
- Bakus, G.J. 1970. The Biology and Ecology of Tropical Holothurians. New York: Academic Press.
- Cook RP. 1958. Cholesterol (Chemistry, Biochemistry, and Pathology). New York: Academic Press Inc. Publishers.
- Dence JB. 1980. Steroids and Peptides. New York: John Wiley and Sons. Inc.
- Fredalina BD, Ridzwan BH, Abidin AAZ, Kaswandi MA, Zaiton H, Zali I, Kittakoop P, and Mat Jais AM. 1999. Fatty acid composition in local sea cucumber (*Stichopus chloronotus*) for

- wound healing. *General Pharmacology* 33(4):337-340.
- Matranga, V. (2005). Echinodermata: Progress in Molecular and Subcellular Biology. Berlin: Springer.
- Mayer, A.M.S., and Gustafson, K.R. (2006). Marine pharmacology in 2005-2006: Antitumor and cytotoxic compounds. *European Journal of Cancer* 44: 2357-2387.
- Hayati AP. 1999. Sintesis dan uji aktivitas biologi senyawa antibiotika 3 Hidroksi pikolinil oktil ester dan turunannya [Tesis]. Depok: Program studi Magister Ilmu Kimia, Program Pascasarjana UI.
- Kustiariyah. 2006. Isolasi, karakterisasi dan uji aktivitas biologis senyawa steroid dari teripang sebagai aprodisiaka alami [Tesis]. Bogor: Program studi Bioteknologi, Tesis Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Kustiariyah. 2007. Teripang sebagai sumber pangan dan bioaktif. *Buletin Teknologi Hasil Perairan* 10(1): 1-8.
- Matranga, V. (2005). Echinodermata: Progress in Molecular and Subcellular Biology. Berlin: Springer.
- Mayer AMS and Gustafson KR. 2006. Marine pharmacology in 2005-2006: Antitumor and cytotoxic compounds. *European Journal of Cancer* 44: 2357-2387.
- Martoyo J, Aji N, Winanto TJ. 2000. Budidaya Teripang. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Nurjanah S. 1996. Determination of ergosterol as an indicator of fungal growth in paddy rice [Thesis]. Wales: The University of New South Wales.
- Nurjanah S. 2008. Identifikasi Steroid Teripang Pasir (*Holothuria scabra*) dan Pemanfaatannya Sebagai Sumber Steroid Alami [Disertasi]. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor
- Omran NEE. Nutritional value of some Egyptian sea cucumbers. *African Journal of Biotechnology* 12(35): 5466-5472.
- Patar A, Jamalulail SMSS, Jaafar H, Abdullah JM. 2012. The effect of water extract of sea cucumber *Stichopus variegatus* on rat spinal astrocytes cell lines. *Current Neurobiology* 3(1):11-16.
- Riris ID. 1994. Steroid Dalam Kerang Hijau. [Tesis]. Bogor: Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Shahidi F, Naczki M. 1995. Food Phenolic. Lancaster-Basel. Technomic Publishing Co. Inc.
- Shahrulazua A, Samsudin Ar, Iskandar MA, Amran AS. The invitro effects of sea cucumber (*Stichopus* sp.) extract on human osteoblast cell line. *Malaysian Orthopaedic Journal* 7(1): 41-48.
- Wiryowidagdo S. 2005. Khasiat dan Keamanan Obat Alami. Seminar Obat Alami vs Obat Sintetik: Sudah Aman dan Efektifkah Obat yang Kita Konsumsi? (8 Juni 2005). Depok: FMIPA UI.
- Yulisti M. 2000. Pengaruh konsentrasi garam dan lama penjemuran terhadap mutu produk fermentasi usus teripang pasir *Holothuria scabra* [Skripsi]. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Zhang S, Yang-Hua Y, and Hai-Feng T. 2006. Bioactive triterpene glycosides from the sea cucumber *Holothuria fuscocinera*. *Jur. Nat.Prod* 69: 1492-1495.