

Karakteristik Ekstrak Alga Coklat (*Sargassum polycystum*) sebagai Antioksidan pada Perlakuan Perbandingan Pelarut Aseton dan Etilasetat

Characteristics of Chocolate Algae Extract (Sargassum polycystum) as Antioxidant in Comparative Treatment Acetone and Ethyl Acetic Solvents

I Komang Wiria Santiyoga, Lutfi Suhendra*, Ni Made Wartini

PS Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Kode pos : 80361; Telp/Fax : (0361) 701801.

Diterima 08 Oktober 2019 / Disetujui 07 Nopember 2019

ABSTRACT

Sargassum polycystum is one type of brown algae from Indonesia that is potentially a natural dye and antioxidants. The purpose of this study was to determine the effect of the comparison of acetone and ethyl acetate solvents on the characteristics of *Sargassum polycystum* extract as an antioxidant and determine the best ratio of acetone and ethyl acetate to produce the characteristics of *Sargassum polycystum* extract as an antioxidant. This experiment was designed using a simple randomized block design with a comparative treatment of acetone and ethyl acetate. The treatment comprised of eight levels: 1 : 0; 0.81 : 0.19; 0.67 : 0.33; 0.52 : 0.48; 0.38 : 0.62; 0.24 : 0.76; 0.1 : 0.9 and 0 : 1. The treatment is grouped into 2 groups based on the time of implementation. The data were analyzed by analysis of variance using minitab software 17 and be continued using the method of significantly different honest. The results of the showed that the comparison of the acetone and ethyl acetate solvents has a very significant effect on yield, fukosantin compounds, antioxidant activity, brightness level (*L* *), redness level (*a* *) and yellowish level (*b* *) in brown algae extract (*Sargassum polycystum*). Comparative treatment of acetone and ethyl acetate (1: 0) with dielectric constant 20.70 is the best treatment to produce brown algae extract (*Sargassum polycystum*) with a yield characteristic of 2.83 ± 0.42 percent, the content of the compound fukosantin 0.031 ± 0.005 g fukosantin/g, IC_{50} 163.43 ± 3.26 ppm, brightness level (*L* *) 19.60 ± 0.00 , redness level (*a* *) 11.84 ± 0.01 , yellowish level (*b* *) 8.83 ± 0.02 .

Keywords: *Sargassum polycystum*, fukosantin, antioxidant, acetone and ethyl acetate.

ABSTRAK

Sargassum polycystum merupakan salah satu jenis alga coklat dari Indonesia yang berpotensi sebagai pewarna alami dan antioksidan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh perbandingan pelarut aseton dan etil asetat terhadap karakteristik ekstrak *Sargassum polycystum* sebagai antioksidan dan menentukan perbandingan pelarut aseton dan etil asetat terbaik untuk menghasilkan karakteristik ekstrak *Sargassum polycystum* sebagai antioksidan. Percobaan ini dirancang menggunakan Rancangan Acak Kelompok sederhana dengan perlakuan perbandingan aseton dan etil asetat. Perlakuan terdiri dari atas delapan taraf yaitu: 1 : 0; 0,81 : 0,19; 0,67 : 0,33; 0,52 : 0,48; 0,38 : 0,62; 0,24 : 0,76; 0,1 : 0,9 and 0 : 1. Perlakuan dikelompokkan menjadi 2 kelompok berdasarkan waktu pelaksanaan. Data dianalisis dengan analisis variansi dengan menggunakan *software* minitab 17 dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur.

*Korespondensi Penulis:
Email : lutfi_s@unud.ac.id

. Hasil penelitian bahwa perlakuan perbandingan pelarut aseton dan etil asetat berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen, senyawa fukosantin, aktivitas antioksidan, tingkat kecerahan (L^*), tingkat kemerahan (a^*) dan tingkat kekuningan (b^*) pada ekstrak alga coklat (*Sargassum polycystum*). Perlakuan perbandingan pelarut aseton dan etil asetat (1 : 0) dengan konstanta dielektrik 20,70 merupakan perlakuan terbaik untuk menghasilkan ekstrak alga coklat (*Sargassum polycystum*) dengan karakteristik rendemen $2,83 \pm 0,42$ persen, kandungan senyawa fukosantin $0,031 \pm 0,005$ g fukosantin/g, IC50 $163,43 \pm 3,26$ ppm, tingkat kecerahan (L^*) $19,60 \pm 0,00$, tingkat kemerahan (a^*) $11,84 \pm 0,01$, tingkat kekuningan (b^*) $8,83 \pm 0,02$.

Kata kunci : *Sargassum polycystum*, fukosantin, aktivitas antioksidan, aseton dan etil asetat.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan suatu negara tropis yang kaya akan potensi sumber daya alam yang berlimpah. Indonesia juga mempunyai potensi yang baik untuk mengembangkan dan memanfaatkan kekayaan lautnya termasuk rumput laut (Sulistiyowati, 2003). Pengembangan aplikasi alga coklat *Sargassum* sp. tidak hanya dapat dikembangkan pada bidang pangan seperti alginat, makanan ternak serta pupuk, akan tetapi sebagai antioksidan yang mampu menghambat kerusakan yang ditimbulkan oleh radikal bebas (Patra *et al.*, 2008).

Sargassum sp. selama ini diabaikan oleh masyarakat dan dianggap sebagai ganggang yang tumbuh liar di laut, menjadi sarang ikan dan belum dibudidayakan karena masyarakat belum banyak yang mengetahui potensi serta manfaat alga coklat (Yunizal, 1999). *Sargassum* sp. yang dikenal di Indonesia ada sekitar 12 spesies, yaitu *Sargassum duplicatum*, *S. histrix*, *S. echinocarpum*, *S. gracilimum*, *S. obtusifolium*, *S. binderi*, *S. polycystum*, *S. crassifolium*, *S. microphyllum*, *S. aquofillum*, *S. vulgare*, dan *S. polyceratium* (Kadi dan Atmadja, 1988). Salah satu *Sargassum* yang ada di Bali yaitu *Sargassum polycystum*. *Sargassum polycystum* merupakan salah satu jenis rumput laut coklat dari Indonesia yang berpotensi sebagai sumber antioksidan alami (Cahyaningrum *et al.*, 2016).

Aseton merupakan senyawa keton yang paling sederhana, digunakan sebagai pelarut dalam kebanyakan reaksi organik.

Fukosantin merupakan senyawa yang bersifat cenderung polar sehingga pelarut organik polar umum digunakan dalam proses ekstraksi fukosantin dari rumput laut coklat (Ishida *et al.*, 2001). Pelarut yang bersifat polar diantaranya adalah aseton, etanol, methanol dan air (Sudarmadji *et al.*, 1997). Penelitian tentang optimasi proses ekstraksi fukosantin rumput laut coklat *Padina australis* Hauck menggunakan pelarut organik polar dilakukan oleh Limantara dan Heriyanto. (2011) dengan menggunakan pelarut tunggal yaitu aseton, asetonitril, dimetil sulfoksida, etanol dan methanol mendapatkan hasil bahwa aseton asetat merupakan pelarut terbaik untuk menghasilkan ekstrak *Padina australis*.

Etil asetat merupakan senyawa semi organik dari ester, ethanol dan asam asetat. Penelitian tentang ekstrak fukosantin dan total karotenoid dari *Sargassum polycystum* dilakukan oleh Savitri *et al.* (2017) dengan menggunakan pelarut tunggal yaitu metanol, etanol, aseton, isoprofill alkohol dan etil asetat mendapatkan hasil bahwa pelarut etil asetat merupakan pelarut terbaik untuk menghasilkan ekstrak *Sargassum polycystum*. Oleh karena itu perlu dilakukan ekstraksi menggunakan pelarut aseton dan etil asetat untuk mengetahui tingkat perbandingan konstanta dielektrik terbaik agar mendapatkan ekstrak *Sargassum polycystum*.

Fukosantin merupakan zat warna coklat dan karotenoid paling dominan yang terdapat dalam *Sargassum* sp. (Matsuno, 2001). Menurut Mantri dan Kapel (1999),

senyawa fukosantin yang mengandung pigmen karotenoid berperan sebagai pewarna alami, provitamin A, pencegah kanker dan sebagai antioksidan. Senyawa fukosantin memiliki potensi sebagai pewarna dan dimanfaatkan dalam bidang farmalogi salah satunya sebagai antioksidan (Suparmi dan Achmad, 2009). Oleh karena itu perlu dilakukan uji aktivitas antioksidan dan senyawa fukosantin dari alga coklat *Sargassum polycystum*.

Pewarna sintetis sering digunakan khususnya pada tekstil dan dapat ditemukan di beberapa makanan. Sebagian besar masyarakat telah mempunyai kesadaran terhadap efek penggunaan pewarna makanan yang berlebihan khususnya penggunaan pewarna makanan sintetis. Oleh karena itu perlu dicari alternatif sumber pewarna alami yang aman untuk digunakan ataupun dikonsumsi, diantaranya pewarna alami dari *Sargassum polycystum*, *Sargassum polycystum* memiliki warna coklat yang ditimbulkan oleh adanya pigmen fukosantin, fukosantin yang terdapat pada alga coklat dapat dimanfaatkan sebagai pewarna alami untuk meningkatkan kualitas produk pangan maupun non pangan (Pratista, 2017). Penggunaan pewarna alami telah banyak digunakan oleh masyarakat antara lain ekstrak daun pandan, warna kuning dari kunyit, warna hijau dari daun suji dan ekstrak buah-buahan (Effendi, 2009).

Maserasi adalah teknik yang digunakan untuk menarik atau mengambil senyawa yang diinginkan dari suatu larutan atau padatan dengan teknik perendaman terhadap bahan yang akan diekstraksi (Ibrahim dan Marham, 2013). Sari *et al.* (2015) menyatakan bahwa konsentrasi pelarut yang digunakan dalam proses ekstrak sangat berpengaruh terhadap ekstrak yang dihasilkan. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses ekstraksi yaitu suhu, waktu ekstraksi, ukuran partikel, jenis pelarut dan rasio bahan dengan volume pelarut

(Distantina *et al.*, 2007).

Penelitian sebelumnya yang menggunakan bahan pelarut aseton dan etil asetat sebagai pelarut dalam proses ekstraksi oleh Noviantari *et al.* (2017) menunjukkan bahwa konsentrasi pelarut aseton 95 persen merupakan perlakuan terbaik untuk menghasilkan ekstrak warna coklat *Sargassum polycystum* dengan rendemen sebesar 1,41 persen; total karotenoid 0,19 persen; total fenolik 16,02 mg GAE/ 100g; tingkat kecerahan (L^*) 4,41; tingkat kemerahan (a^*) -2,73 dan tingkat kekuningan (b^*) 38,66. Hidayati *et al.* (2017) menyatakan bahwa aktivitas antioksidan ekstrak rumput laut *Padina* sp. dengan menggunakan pelarut tunggal yaitu n-heksana, metanol dan etil asetat, mendapatkan hasil bahwa etil asetat merupakan pelarut terbaik dengan nilai IC_{50} 137,02 ppm dan tergolong antioksidan kategori sedang/menengah.

Berdasarkan penelitian tersebut, maka penelitian tentang ekstraksi senyawa fukosantin dan aktivitas antioksidan dari *Sargassum polycystum*. Perlu dilakukan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh perbandingan pelarut aseton dan etil asetat terhadap karakteristik ekstrak *Sargassum polycystum* sebagai antioksidan dan menentukan perbandingan pelarut aseton dan etil asetat terbaik untuk menghasilkan ekstrak *Sargassum polycystum* sebagai antioksidan.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Rekayasa Proses dan Pengendalian Mutu, Laboratorium Analisis Pangan, Laboratorium Pengolahan Pangan, Laboratorium Bioindustri dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana. Waktu penelitian dilaksanakan pada April – Juni 2019.

Alat dan Bahan

Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: *color reader* (Accuprobe HH-06), *rotary evaporator vacum* (Janke & Kunkel RV 06 – ML), Spektrofotometer (Genesys 10S UV-VI S), centrifuge (Yenaco YC-1180T), kuvet, ayakan 60 mesh (Retsch), timbangan analitik, aluminium foil, tisu, botol sampel, pisau, kertas saring kasar, kertas saring Whatman No.1, pipet mikro (Transferpette), pipet tetes, (Shimadzu), baskom dan loyang, vortex (Barnstead Thernnolyne Maxi Mix II), gelas ukur (Iwaki), oven (Blue M), blender (Philips), tabung reaksi (Iwaki), labu takar (Iwaki), corong plastik, tip 100 µl, tip 1000 µl dan kertas label.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari bahan baku dan bahan kimia. Bahan baku yang digunakan adalah rumput laut coklat jenis *Sargassum polycystum* yang diperoleh dari Pantai Tanjung Benoa, Nusa Dua-Bali (S 8°47'10.7484" E 115°13'46.254") pada kedalaman 1-2 meter yang memiliki panjang

25 cm - 35 cm serta berwarna coklat gelap dan diambil pada Oktober – November 2018. Bahan-bahan kimia yang digunakan diantaranya, pelarut untuk ekstraksi yaitu aseton 90 persen (Bratachem) dan etil asetat (Bratachem) yang bersifat teknis dan bahan kimia untuk analisis yang pro analisis (Merk) yaitu larutan DPPH, aseton, dan metanol.

Rancangan Percobaan

Percobaan ini dirancang menggunakan Rancangan Acak Kelompok sederhana (RAK) dengan perlakuan perbandingan aseton dan etil asetat. Perlakuan terdiri dari atas 8 taraf konstanta dielektrikum pelarut yang sudah ditetapkan dengan rumus:

$$\left(\frac{F1. P1 + F2. P2}{P1 + P2} \right)$$

Jika:

F1 = konstanta dielektril aseton (20,70),

F2 = konstanta dielektril etil asetat (6,68),

P1 = jumlah pelarut aseton

P2 = jumlah pelarut etil asetat.

Perbandingan pelarut aseton dan etil asetat, dan konstanta dielektrik disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Perbandingan pelarut aseton dan etil asetat dan konstanta dielektrik.

Perbandingan aseton dan etil asetat (ml)	Konstanta Dielektrik
1 : 0	20,70
0,81 : 0,19	18,04
0,67 : 0,33	16,07
0,52 : 0,48	14,01
0,38 : 0,62	12,01
0,24 : 0,76	10,04
0,1 : 0,9	8,08
0 : 1	6,68

Masing-masing perlakuan tersebut dikelompokkan menjadi 2 berdasarkan waktu pelaksanaan penelitian, sehingga diperoleh 16 unit percobaan. Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis variansi (ANOVA) menggunakan *software* minitab 17. Apabila perlakuan berpengaruh terhadap variabel yang diamati, maka dilanjutkan dengan uji

Beda Nyata Jujur (BNJ) (Harsojuwono *et al.*, 2011). Penentuan perlakuan terbaik dilihat berdasarkan nilai tertinggi dari hasil uji indeks efektivitas (De Garmo *et al.*, 1984).

Pelaksanaan Penelitian Persiapan pelarut

Pelarut aseton dan etil asetat dicampur sesuai dengan volume hasil perhitungan konstanta dielektrik, pelarut aseton memiliki konstanta dielektrik 20,70 dan pelarut etil asetat memiliki konstanta dielektrik 6,68.

Pembuatan bubuk *Sargassum polycystum*

Rumput laut *Sargassum polycystum* segar yang diperoleh dari pantai Tanjung Benoa, dicuci dengan air laut kemudian dicuci bersih kembali dengan air tawar untuk menghilangkan sisa kotoran dan benda asing yang menempel. Rumput laut *Sargassum polycystum* dipotong-potong dengan ukuran ± 1 cm x 1 cm, kemudian ditiriskan dan dikeringkan dengan oven pada suhu $45 \pm 3^\circ\text{C}$ tanpa terpapar cahaya matahari (Masduqi *et al.*, 2014) selama 24 jam hingga mudah dipatahkan (kadar air 12 ± 1 persen). Rumput laut *Sargassum polycystum* yang telah kering selanjutnya dihancurkan dan diayak menggunakan ayakan 60 mesh (Noviantari *et al.*, 2017).

Pembuatan ekstrak *Sargassum polycystum*

Bubuk *Sargassum polycystum* ditimbang seberat 50 gram kemudian ditambahkan pelarut aseton dan etil asetat dengan perbandingan 1:5 (b/v) sesuai perbandingan pelarut (Savitri *et al.*, 2017). Proses maserasi dilakukan selama 24 jam pada suhu kamar $28 \pm 2^\circ\text{C}$, campuran tersebut digojog secara manual setiap 6 jam sekali selama 10 menit untuk kontak antara bahan

dengan pelarut. Selanjutnya ekstrak disaring menggunakan kertas saring kasar yang menghasilkan filtrat I dan ampas. Ampas ditambahkan pelarut sesuai perlakuan sebanyak 50 ml, kemudian disaring dengan kertas saring kasar sehingga menghasilkan Filtrat II. Filtrat I dan II dicampur dan disaring dengan kertas saring Whatman No. 1. Filtrat selanjutnya dievaporasi dengan *rotary evaporator* pada suhu 55°C dengan tekanan 100 mBar untuk menghilangkan pelarut yang terdapat dalam ekstrak sampai semua pelarut habis menguap yang ditandai dengan pelarut tidak menetes lagi (Antari *et al.*, 2015). Ekstrak kental yang diperoleh dimasukkan ke dalam botol sampel.

Variabel yang Diamati

Variabel yang diamati pada ekstrak rumput laut *Sargassum polycystum* adalah rendemen (Sudarmadji *et al.*, 1997), kandungan fukosantin (Kartini dan Kartikaningsih, 2014), aktivitas antioksidan (Juniarti *et al.*, 2009; Putranti, 2013; Hanani *et al.*, 2005), intensitas warna sistem L^*, a^*, b^* (Weaver, 1996).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan aseton dan etil asetat berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap rendemen ekstrak *Sargassum polycystum*. Nilai rata-rata rendemen dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai rata-rata rendemen (%) ekstrak *Sargassum polycystum*.

Perlakuan aseton dan etil asetat	Rata-rata rendemen (%)
1 : 0	$2,83 \pm 0,42^a$
0,81 : 0,19	$2,27 \pm 0,07^{ab}$
0,67 : 0,33	$2,16 \pm 0,20^{abc}$
0,52 : 0,48	$1,95 \pm 0,07^{bcd}$
0,38 : 0,62	$1,69 \pm 0,14^{bcd}$
0,24 : 0,76	$1,51 \pm 0,08^{cd}$
0,1 : 0,9	$1,36 \pm 0,06^d$
0 : 1	$1,31 \pm 0,06^d$

Keterangan: Huruf yang sama di belakang nilai rata-rata menunjukkan tidak berbeda nyata ($P < 0,05$).

Tabel 2 menunjukkan bahwa rendemen ekstrak *Sargassum polycystum* tertinggi pada perlakuan perbandingan aseton dan etil asetat (1 : 0) sebanyak $2,83 \pm 0,42$ persen namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan perbandingan aseton dan etil asetat (0,81:0,19) dan (0,67 : 0,33), sedangkan rendemen ekstrak terendah yaitu pada perlakuan aseton dan etil asetat (0 : 1) sebanyak $1,31 \pm 0,06$ persen namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan perbandingan seton dan etil asetat (0,1 : 0,9) ; (0,24 : 0,76) ; (0,38 : 0,62) dan (0,52 : 0,48). Semakin tinggi konstanta dielektrik pelarut yang digunakan, kemampuan pelarut dalam mengekstrak juga semakin besar. Hal ini dikarenakan fukosantin dari *Sargassum polycystum* merupakan senyawa campuran polar.

Semakin tinggi konstanta dielektrik pelarut maka semakin polar pelarut tersebut sehingga menyebabkan rendemen yang diperoleh semakin besar. Yulianthi *et al.* (2017) menyatakan bahwa pada perlakuan

perbandingan jenis pelarut (v/v) EA (0 : 10) dengan konstanta dielektrik 20,70 menghasilkan rendemen ekstrak *Sargassum polycystum* yang paling tinggi, yaitu 2,76 persen. Sesuai pernyataan Anam *et al.* (2014) tentang ekstraksi *Spirulina platensis* serbuk menunjukkan rendemen yang didapatkan dari ekstrak aseton (4,11 persen) lebih tinggi dibandingkan dengan pelarut etil asetatnya (3,46 persen).

Kandungan Fukosantin

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan aseton dan etil asetat berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kandungan fukosantin dari ekstrak *Sargassum polycystum*. Hasil dari Tabel 3 menunjukkan bahwa perbandingan aseton dan etil asetat (1 : 0) dengan tingkat kepolaran pelarut (konstanta dielektrik 20,70) mendekati tingkat polaritas senyawa fukosantin yang terkandung didalam ekstrak alga coklat *Sargassum polycystum*. Nilai rata-rata kandungan fukosantin dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan fukosantin (g fukosantin/g) ekstrak *Sargassum polycystum*.

Perlakuan aseton dan etil asetat	Rata-rata kandungan fukosantin (g/g)
1 : 0	$0,031 \pm 0,005^a$
0,81 : 0,19	$0,024 \pm 0,001^{ab}$
0,67 : 0,33	$0,022 \pm 0,002^{bc}$
0,52 : 0,48	$0,018 \pm 0,001^{bcd}$
0,38 : 0,62	$0,015 \pm 0,001^{cde}$
0,24 : 0,76	$0,012 \pm 0,000^{de}$
0,1 : 0,9	$0,010 \pm 0,001^e$
0 : 1	$0,008 \pm 0,000^e$

Keterangan: Huruf yang sama di belakang nilai rata-rata menunjukkan tidak berbeda nyata ($P < 0,05$).

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai rata-rata kandungan fukosantin tertinggi *Sargassum polycystum* yaitu pada perlakuan perbandingan aseton dan etil asetat (1 : 0) dengan hasil $0,031 \pm 0,005$ g fukosantin/g, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan

perbandingan aseton dan etil asetat (0,81:0,19), sedangkan kandungan fukosantin terendah yaitu pada perlakuan perbandingan aseton dan etil asetat (0 : 1) sebanyak $0,008 \pm 0,000$ g fukosantin/g, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan

perbandingan pelarut aseton dan etil asetat (0,1 : 0,9) ; (0,24 : 0,76) dan (0,38 : 0,62). Tabel 3 menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat polaritas pelarut yang digunakan hasil kandungan fukosantin yang dihasilkan semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ishida *et al.* (2001) menyatakan bahwa fukosantin merupakan senyawa yang bersifat polar sehingga pelarut organik polar umum digunakan dalam proses ekstraksi rumput laut coklat.

Menurut penelitian Nursid *et al.* (2015) hasil identifikasi fukosantin pada ekstrak aseton *Sargassum* sp. dengan kromatografi cair kinerja tinggi menunjukkan bahwa kandungan fukosantin pada *Sargassum polycystum* lebih besar dari *Sargassum cinerum* masing-masing sebesar 0,318 mg/g ekstrak dan 0,179 mg/g ekstrak. Zaelanie dan Sukoso (2014) menyatakan bahwa kandungan fukosantin *Sargassum pilifenduladengan* ekstrak pelarut aseton yang diambil dari perairan Madura, Indonesia sebesar 0,1957 mg/g ekstrak. Kandungan

fukosantin pada rumput laut coklat sangat dipengaruhi oleh jenis rumput laut, umur, musim, dan kondisi oseanografi yang melingkupinya sehingga kadarnya sangat bervariasi (Terasaki *et al.*, 2009; Peng *et al.*, 2011).

Aktivitas Antioksidan

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan aseton dan etil asetat berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap aktivitas antioksidan ekstrak *Sargassum polycystum*. Aktivitas antioksidan terbaik dari ekstrak kental alga coklat (*Sargassum polycystum*) dapat dilihat dari nilai IC_{50} . IC_{50} merupakan konsentrasi sampel yang mampu meredam 50 persen radikal bebas DPPH (Herliani *et al.*, 2006). Semakin tinggi kandungan antioksidan yang terdapat dalam sampel untuk meredam radikal bebas DPPH akan menghasilkan nilai IC_{50} semakin rendah. Nilai rata-rata aktivitas antioksidan IC_{50} dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai rata-rata aktivitas antioksidan (ppm) ekstrak *Sargassum polycystum*.

Perlakuan aseton dan etil asetat	IC_{50} (ppm)
1 : 0	163,43±3,26 ^h
0,81 : 0,19	179,45±2,93 ^g
0,67 : 0,33	207,57±2,12 ^f
0,52 : 0,48	229,71±1,40 ^e
0,38 : 0,62	268,78±1,98 ^d
0,24 : 0,76	319,91±2,61 ^c
0,1 : 0,9	364,05±3,17 ^b
0 : 1	389,80±2,57 ^a

Keterangan: Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$).

Tabel 4 juga menunjukkan nilai IC_{50} terendah yang diperoleh dari hasil ekstrak *Sargassum polycystum* pada perlakuan perbandingan aseton dan etil asetat (1 : 0) sebesar 163,43±3,26 ppm. Tabel 3 dan Tabel 4 menunjukkan bahwa kandungan fukosantin pada alga coklat mempengaruhi IC_{50} ekstrak *Sargassum polycystum*. Semakin tinggi

kandungan fukosantin yang diperoleh maka semakin tinggi pula aktivitas antioksidannya (IC_{50} semakin rendah), begitu pula sebaliknya semakin rendah konstanta dielektrik pelarut yang digunakan pada proses ekstraksi semakin kecil aktivitas antioksidan yang dihasilkan.

Tabel 4 juga menunjukkan aktivitas antioksidan yang dihasilkan pada saat proses

ekstraksi dipengaruhi oleh tingkat polaritas (konstanta dielektrik) pelarut yang digunakan. Aktivitas antioksidan dari perlakuan 1 sampai perlakuan 8 menunjukkan bahwa semakin tinggi polaritas (konstanta dielektrik) pelarut yang digunakan semakin tinggi pula aktivitas antioksidannya (IC_{50} semakin rendah). Nilai IC_{50} yang rendah menunjukkan kemampuan yang kuat dari ekstrak untuk berperan sebagai pendonor atom hidrogen. Perbedaan hasil IC_{50} dari ekstrak pada uji DPPH dipengaruhi oleh jenis sampel, pelarut, dan metode ekstraksi. Hlila

et al. (2017) menyatakan bahwa perbandingan pelarut aseton dengan pelarut lain yang digunakan pada proses ekstraksi mempengaruhi aktivitas antioksidan dengan metode DPPH pada sampel *Sargassum* sp, *Padina pavonica* dan *Enteromorpha* sp.

Tingkat Kecerahan (L^*)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan aseton dan etil asetat berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kecerahan (L^*) ekstrak *Sargassum polycystum*, dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai rata-rata kecerahan (L^*) ekstrak *Sargassum polycystum*.

Perlakuan aseton dan etil asetat	Rata-rata kecerahan (L^*)
1 : 0	$19,60 \pm 0,00^f$
0,81 : 0,19	$19,73 \pm 0,02^f$
0,67 : 0,33	$20,68 \pm 0,03^e$
0,52 : 0,48	$21,54 \pm 0,04^d$
0,38 : 0,62	$21,92 \pm 0,02^c$
0,24 : 0,76	$22,28 \pm 0,08^b$
0,1 : 0,9	$22,42 \pm 0,00^b$
0 : 1	$22,93 \pm 0,07^a$

Keterangan: Huruf yang sama di belakang nilai rata-rata menunjukkan tidak berbeda nyata ($P < 0,05$).

Nilai rata-rata kecerahan (L^*). Nilai rata-rata kecerahan (L^*) yang berkisar antara $19,60 \pm 0,00$ hingga $22,93 \pm 0,07$. Nilai L^* menunjukkan kecenderungan warna terang dari gelap sampai terang. Semakin besar nilai L^* menunjukkan warna yang semakin terang. Nilai kecerahan L^* tertinggi diperoleh pada perlakuan perbandingan aseton dan etil asetat (0 : 1) sebesar $22,93 \pm 0,07$ (L^*), sedangkan nilai terendah di perlakuan perbandingan aseton dan etil asetat (1 : 0) sebesar $19,60 \pm 0,00$ (L^*) namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan perbandingan aseton dan etil asetat (0,81 : 0,19). Semakin tinggi kandungan fukosantin, nilai kecerahan (L^*) akan semakin rendah begitu juga sebaliknya. Maka, semakin rendah nilai kecerahan (L^*) menunjukkan senyawa fukosantin yang semakin tinggi. Senyawa fukosantin merupakan zat warna coklat dan merupakan

karotenoid paling dominan yang terdapat dalam *Sargassum* sp. (Matsuno, 2001).

Hasil penelitian Manasika dan Widjanarko. (2015) menunjukkan semakin banyak pigmen yang terekstrak menyebabkan warna ekstrak akan semakin gelap dan pekat, sehingga nilai kecerahan menurun. Hasil penelitian Hernes *et al.* (2018) menyatakan bahwa senyawa bioaktif yang terkandung pada ekstrak *Sargassum polycystum* dengan perlakuan perbandingan bahan dengan pelarut aseton (b/v) P4 (1:15) terekstrak lebih banyak sehingga tingkat kecerahan yang dihasilkan semakin rendah (gelap).

Tingkat Kemerahan (a^*)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan aseton dan etil asetat berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$)

terhadap kemerahan (a^*) ekstrak *Sargassum polycystum*. Nilai rata-rata kemerahan (a^*). Nilai rata-rata a^* (tingkat kemerahan) yang berkisar antara $11,84 \pm 0,01$ (a^*) hingga $9,84 \pm 0,01$ (a^*). Nilai a^* menunjukkan

kecenderungan warna hijau sampai merah. Semakin kecil nilai a^* menunjukkan warna yang dihasilkan semakin hijau, dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai rata-rata kemerahan (a^*) ekstrak *Sargassum polycystum*.

Perlakuan aseton dan etil asetat	Rata-rata kemerahan (a^*)
1 : 0	$11,84 \pm 0,01$ ^a
0,81 : 0,19	$11,76 \pm 0,01$ ^a
0,67 : 0,33	$11,12 \pm 0,05$ ^b
0,52 : 0,48	$10,68 \pm 0,01$ ^c
0,38 : 0,62	$10,61 \pm 0,01$ ^c
0,24 : 0,76	$10,17 \pm 0,04$ ^d
0,1 : 0,9	$9,93 \pm 0,01$ ^e
0 : 1	$9,84 \pm 0,01$ ^e

Keterangan: Huruf yang sama di belakang nilai rata-rata menunjukkan tidak berbeda nyata ($P < 0,05$).

Nilai kemerahan tertinggi diperoleh dari perlakuan perbandingan aseton dan etil asetat (1 : 0) sebesar $11,84 \pm 0,01$ (a^*) namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan perbandingan aseton dan etil asetat (0,81 : 0,19), sedangkan nilai terendah pada perlakuan perbandingan aseton dan etil asetat (0 : 1) sebesar $9,84 \pm 0,01$ (a^*) namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan perbandingan aseton dan etil asetat (0,1 : 0,9). Semakin tinggi kandungan fukosantin pada ekstrak maka nilai kemerahan (a^*) akan semakin tinggi, begitu juga sebaliknya. Semakin tinggi nilai kemerahan (a^*) menunjukkan kandungan senyawa fukosantin yang semakin tinggi. Nilai tingkat kemerahan dan tingkat kekuningan berkaitan dengan kadar total karotenoid, dan juga pigmen-pigmen lain yang terkandung dalam ekstrak *Sargassum polycystum*. Semakin pekat warna yang dihasilkan berarti semakin banyak pigmen-pigmen yang terkandung dalam ekstrak. Semakin tinggi kadar total karotenoid maka warna yang dihasilkan akan semakin kuning maupun merah (Satriyanto *et al.*, 2012).

Semakin besar nilai tingkat kemerahan (a^*) menunjukkan kecenderungan

warna yang semakin merah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Limantara dan Heriyanto. (2011) juga menyatakan bahwa pigmen penyusun pada alga coklat laut coklat *Sargassum* sp. berasal dari golongan klorofil dan turunannya serta golongan karotenoid polar (xantofil) dan non polar (karoten). Meningkatkan atau menurunnya intensitas warna merah diakibatkan pengaruh banyak sedikitnya kadar pigmen yang terekstrak pada bahan (Khuluq *et al.*, 2007). Hal ini sesuai dengan pernyataan Nurcahyati dan Timotius, (2008) menyebutkan bahwa senyawa fukosantin berwarna oranye atau merah oranye yang termasuk kelompok xantofil dari karotenoid.

Tingkat Kekuningan (b^*)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan aseton dan etil asetat berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kekuningan (b^*) ekstrak *Sargassum polycystum*. Nilai rata-rata kekuningan (b^*). Nilai rata-rata b^* (tingkat kekuningan) yang berkisar antara $6,47 \pm 0,21$ b^* hingga $8,83 \pm 0,02$ b^* . Nilai b^* menunjukkan kecenderungan warna dari biru sampai kuning. semakin besar nilai b^* menunjukkan

warna yang semakin kuning, dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai rata-rata kekuningan (b*) ekstrak *Sargassum polycystum*.

Perlakuan aseton dan etil asetat	Rata-rata kekuningan (b*)
1 : 0	8,83±0,02 ^a
0,81 : 0,19	8,80±0,02 ^a
0,67 : 0,33	8,53±0,02 ^{ab}
0,52 : 0,48	8,29±0,09 ^b
0,38 : 0,62	7,31±0,13 ^c
0,24 : 0,76	7,26±0,06 ^c
0,1 : 0,9	6,57±0,12 ^d
0 : 1	6,47±0,21 ^d

Keterangan: Huruf yang sama dibelakang nilai rata-rata menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($P < 0,05$).

Nilai kekuningan tertinggi diperoleh dari perlakuan perbandingan aseton dan etil asetat (1 : 0) sebesar $8,83 \pm 0,02$ (b*) namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan perbandingan aseton dan etil asetat (0,81 : 0,19), sedangkan nilai terendah pada perlakuan perbandingan aseton dan etil asetat (0 : 1) sebesar $6,47 \pm 0,21$ (b*) namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan perbandingan aseton dan etil asetat (0,1 : 0,9). Nurcahyati dan Timotius, (2008) menyebutkan bahwa senyawa fukosantin berwarna oranye atau merah oranye yang termasuk kelompok xantofil dari karotenoid.

Nilai kekuningan (b*) semakin tinggi jika kandungan fukosantin semakin tinggi, begitu juga sebaliknya, karena fukosantin merupakan zat warna coklat dan karotenoid utama paling dominan yang menghasilkan pigmen berwarna oranye dan dapat dimanfaatkan sebagai pewarna alami (Matsuno, 2001). Rodriguez-Amaya, (2001) menyatakan bahwa karakteristik karotenoid adalah adanya ikatan ganda terkonyugasi yang menghasilkan serapan warna kuning, oranye dan merah pada fukosantin.

Hasil Uji Indeks Efektivitas Ekstrak *Sargassum polycystum*.

Uji indeks efektivitas bertujuan untuk menentukan perlakuan terbaik dalam

menghasilkan kandungan senyawa fukosantin dan aktivitas antioksidan dari alga coklat *Sargassum polycystum*. Nilai variabel yang diamati dalam uji indeks efektivitas yaitu rendemen, senyawa fukosantin, aktivitas antioksidan, tingkat kecerahan (L*), tingkat kemerahan (a*) dan tingkat kekuningan (b*), dapat dilihat pada Tabel 8.

Perlakuan terbaik ditunjukkan dengan jumlah nilai hasil (Nh) tertinggi, seperti terlihat pada Tabel 8. Tabel 8 menunjukkan bahwa perlakuan konstanta dielektrik 20,70 mempunyai nilai tertinggi yaitu 1,00. Hal tersebut menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan pelarut aseton dan etil asetat pada konstanta dielektrik 20,70 merupakan perlakuan terbaik untuk menghasilkan ekstrak *Sargassum polycystum*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Perlakuan perbandingan pelarut aseton dan etil asetat berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen, senyawa fukosantin, aktivitas antioksidan, tingkat kecerahan (L*), tingkat kemerahan (a*) dan tingkat kekuningan (b*) pada ekstrak alga coklat (*Sargassum polycystum*).

Tabel 8. Hasil uji indeks efektivitas

Perlakuan seton dan etil asetat	Variabel							Σ
	V	Rendemen	Senyawa Fukosantin	aktivitas Antioksidan	Tingkat Kecerahan (L*)	Tingkat Kemerahan (a*)	Tingkat kekuningan (b*)	
	BV	3	5,6	5,2	3,6	2,8	2,4	22,6
	BN	0,13	0,25	0,23	0,16	0,12	0,11	1,00
1 : 0	Ne	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
	Nh	0,13	0,25	0,23	0,16	0,12	0,11	1,00
0,81 : 0,19	Ne	0,63	0,94	0,93	0,96	0,96	0,99	
	Nh	0,08	0,23	0,21	0,15	0,12	0,10	0,91
0,67 : 0,33	Ne	0,56	0,85	0,80	0,68	0,64	0,87	
	Nh	0,07	0,21	0,18	0,11	0,08	0,09	0,75
0,52 : 0,48	Ne	0,42	0,69	0,70	0,42	0,42	0,77	
	Nh	0,06	0,17	0,16	0,07	0,05	0,08	0,59
0,38 : 0,62	Ne	0,25	0,61	0,53	0,30	0,39	0,36	
	Nh	0,03	0,15	0,12	0,05	0,05	0,04	0,44
0,24 : 0,76	Ne	0,13	0,37	0,31	0,20	0,17	0,33	
	Nh	0,02	0,09	0,07	0,03	0,02	0,04	0,27
0,1 : 0,9	Ne	0,03	0,17	0,11	0,15	0,04	0,04	
	Nh	0,00	0,04	0,03	0,02	0,01	0,00	0,11
0 : 1	Ne	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Nh	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

2. Perlakuan perbandingan pelarut aseton dan etil asetat (1 : 0) dengan konstanta dielektrik 20,70 merupakan perlakuan terbaik untuk menghasilkan ekstrak alga coklat (*Sargassum polycystum*) dengan karakteristik rendemen $2,83 \pm 0,42$ persen, kandungan senyawa fukosantin $0,031 \pm 0,005$ g fukosantin/g, aktivitas antioksidan $163,43 \pm 3,26$ ppm, tingkat kecerahan (L*) $19,60 \pm 0,00$, tingkat kemerahan (a*) $11,84 \pm 0,01$, tingkat kekuningan (b*) $8,83 \pm 0,02$.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan jenis pelarut yang konstanta dielektrikunya mendekati dengan pelarut aseton yaitu 20,70 untuk melakukan proses ekstraksi *Sargassum polycystum*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anam, C., T. W. Agustini, dan Romadhon. 2014. Pengaruh pelarut yang berbeda pada ekstraksi *Spirulina platensis* serbuk sebagai antioksidan dengan metode soxhletasi. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*. 3(4): 106-112.
- Antari, N.M.R.O., N.M. Wartini dan S. Mulyani. 2015. Pengaruh ukuran partikel dan lama ekstraksi terhadap karakteristik ekstrak warna alami buah pandan (*Pandanus tectorius*). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 3(4):1-11.
- De Garmo, E.P., W. G. Sullivan, and C.R. Canada. 1984. *Engineering Economy*. 7th Edition. Mac. Millan Publ Co. New York.
- Distantina, S., E.R. Fadilah, Dyartanti dan E.K. Artati. 2007. Pengaruh rasio berat rumput laut-pelarut terhadap ekstraksi agar-agar. *Ekuilibrium*. 6(2):53-58.

- Hanani, E., Abdul, M., dan Ryany, S. 2005. Identifikasi senyawa antioksidan dalam spons *Callyspongia Sp* dari kepulauan seribu. *Majalah Ilmu Kefarmasian*. II(3):127-130.
- Herliani, L., I. Slamet., I.A. Ketut, dan Y. Elin. 2006. Aktivitas antioksidan daging buah salak varietas Bangkok (*salca edulis reinvw*). *Acta Pharmaceutica Indonesia*. 31(1): 25.
- Hernes, I.P.F., L. Suhendra, dan L.P. Wrsiati. 2018. Pengaruh perbandingan bahan dengan pelarut aseton terhadap total fenolik, warna dan klorofil ekstrak *Sargassum polycystum*. *Jurnal Reakayasa dan Manajemen Agroindustri*. 6(2):103-114.
- Hidayati, J.R., A. Ridlo, dan R. Pramesti. 2017. Aktivitas antioksidan ekstrak rumput laut *Padina sp.* dari perairan bandengan jepara dengan metode transfer electron. *Buletin Oseanografi Marina*. 6(1): 46-52.
- Hlila M.B., A.O. Hichri, M.A. Mahjoub, Z. Mighri, dan M. Mastouri. 2017. Antioxidant and antimicrobial activities of *Sargassum sp.*, *Padina pavonica* and *Enteromorpha sp.* from the Tunisian Mediterranean coast. *Journal of Coastal Life Medicine*. 5(8) : 336-342.
- Ibrahim, S dan S. Marham. 2013. *Teknik Laboratorium Kimia Organik*. Graha Ilmu Yogyakarta.
- Ishida, B.K., J.C. Ma., B.G. Chan., G.E. Bartley, and J.N. Grossman. 2001. Modified method for simple, rapid HPLC analysis of lycopene isomers. *Acta Horti*. 542(30): 235-242.
- Juniarti, D., Osmeli dan Yuhernita. 2009. Kandungan senyawa kimia, uji toksisitas (*Brine Shrimp Lethality Test*) dan antioksidan (1,1-diphenyl- 2-pikrilhydrazyl) dari ekstrak daun saga (*Abrus precatorius* L.). *Jurnal Makara Sains*, 13 (1) : 50-54.
- Kadi, A. dan Atmadja, S. 1988. Rumput Laut (Algae) Jenis, Reproduksi, Produksi, Budidaya dan Pasca Panen. *Proyek Studi Potensi Sumber Daya Alam Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta.
- Kartini, Z, dan H. Kartikaningsih. 2014. Studi indentifikasi crude fukosantin dan fukosantin hasil isolasi dari alga coklat (*Padina australis*) dengan pengujian spektroskopi FTIR. *Jurnal Sains Technology*. 3(3):140-143.
- Khatun, M., S. Egucgi, T., T. Yamaguchi., H. Takamura, dan T. Matabosa. 2006. Effect thermal treatment of radical scavenging activity of some species. *Journal Food. Sci. Thecnol Res*. 12(3): 178-322.
- Khuluq, A.D., S.B. Widjanarko, dan E.S. Murtini. 2007. Ekstraksi dan stabilitas batasianin daun darag (Alternatif dentati) kajian perbandingan pelarut air:etanol dan suhu ekstraksi. *Jurnal Teknologi Pangan*. 8(3): 162-178.
- Limantara, L dan Heriyanto. 2011. Studi komposisi pigmen dan kandungan fukosantin rumput laut cokelat dari perairan madura dengan kromatografi cair kinerja tinggi. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 15(1):23-32.
- Manasika, A., dan S.B. Widjanarko. 2015. Ekstraksi pigmen karotenoid labu kabocha menggunakan metode ultrasonik (kajian rasio bahan: pelarut dan lama ekstraksi). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3 (3):928-938.
- Masduqi, A.F., I. Munifatul, dan P. Erma. 2014. Efek metode pengeringan

- terhadap kandungan bahan kimia dalam rumput laut *Sargassumpolycystum*. Buletin Anatomi dan Fisiologi. 22(1):1-9.
- Mantri, D.M.H., dan B.J. Kapel. 1999. Beberapa peranan pigmen karotenoid. Jurnal Fakultas Perikanan Unsrat.1(3): 90-96.
- Matsuno, T. 2001. Aquatic animal carotenoids. Article Fisheries Science. 67: 771-783.
- Noviantari, N.P., L. Suhendra, dan N.M. Wartini. 2017. Pengaruh ukuran partikel bubuk dan konsesntrasi pelarut aseton terhadap karakteristik ekstrak warna *Sargassum polycystum*. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri. 5(3): 102-112.
- Nurchayati, A.D.R., dan K.H. Timotius. 2008. Fukosantin sebagai antiobisitas. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. 18(2): 134-141.
- Nursid, M., S.A.D, Tantri, dan L. Rahayu. 2015. Sitotoksitas ekstrak aseton dan kandungan fukosantin rumput laut *Sargassu*. Jurnal Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan. 10(2):91-99.
- Patra, J.K., S.K. Rath, and K. Jena. 2008. Evaluation of antioxidant and antimicrobial activity of seaweed (*Sargassum* sp.) extract: a study on inhibition of glutathione-s-transferase activity. Turkish Journal of Biology. 32: 119-125.
- Peng, J., J.P. Yuan., C.F. Wu, dan J.H. Wang. (2011). Fucoxanthin, a marine carotenoid present in brown seaweeds and diatoms: metabolism and bioactivities relevant to human health. Marine Drugs, 9(2): 1806–1828.
- Rodriguez-Amaya, D.B. 2001. A guide to carotenoid analysis in food. ILSI press. International Life Sciences Institute. Washington. AS.
- Satriyanto, B., S.B. Widjanarko, dan Yunianta. 2012. Stabilitas warna ekstrak buah merah (*Pandanus conoideus*) terhadap pemanasan sebagai sumber potensial pigmen alami. J. Teknol Pertanian. 13 (3):157-168.
- Sari, N.G.A.K.R.P., N.M. Wartini, dan I.W.G.S. Yoga. 2015. Pengaruh jenis pelarut terhadap rendemen dan karakteristik ekstrak pewarna dari buah pandan (*Pandanus tectorius*). Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri. 3(4):103-112
- Savitri, I., L Suhendra, dan N.M. Wartini. 2017. Pengaruh jenis pelarut pada metode maserasi terhadap karakteristik ekstrak *Sargassum polycystum*. Reakayasa dan Menajemen Agroinduntri. 5(3):93-101.
- Sudarmadji, S., B. Haryono, dan Suhardi. 1997. Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty, Yogyakarta.
- Sulistyowati, H. 2003. Struktur komunitas seaweed (rumput laut) di Pantai Pasir Putih kabupaten Situbondo. Jurnal Ilmu Dasar. 4 (1): 58-61.
- Suparmi, dan S. Achmad. 2009. Mengenal potensi rumput laut: kajian pemanfaatan sumberdaya rumput laut dari aspek industri dan kesehatan. Majalah Ilmiah Sultan agung. 44(118):95-116.
- Terasaki, M., Hirose, A., Narayan, B., Baba, Y., Kawagoe, C., Yasui, H., & Miyashita, K. (2009). Evaluation of recoverable functional lipid components of several brown seaweeds (Phaeophyta) from Japan with special reference to fucoxanthin and fucosterol

- contents. *Journal of Phycology*, 45(4): 974–980.
- Gross Weaver, C. 1996. *The Food Chemistry Laboratory*. CRC Press, Boca Raton, New York, London, Tokyo.
- Yulianthi, N.N.S., L. Suhendra, dan L.P. Wrsiati. 2017. Pengaruh perbandingan jenis pelarut terhadap kandungan senyawa total fenol, α -tokoferol, dan total karotenoid ekstrak *Sargassum polycystum*. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 5(4): 1-10
- Yunizal. 1999. Teknologi Ekstraksi Alginat dari Rumput Laut Coklat (*Phaeophyceae*). Instalasi Penelitian Perikanan Laut Slipi, Balai Penelitian Perikanan Laut, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Jakarta.
- Zaelanie, K. & Sukoso. (2014). Study on of fucoxanthin content and its identification in brown algae from Padike Vilage Talango District, Madura Islands. *Journal of Life Sciences and Biomedicine*, 4(1), 01–03.