

Skreening Alga Hijau *Halimeda opuntia* (Linnaeus) sebagai Antioksidan dari Pesisir Aceh Barat

(The Screening of Green Algae *Halimeda opuntia* (Linnaeus) as an Antioxidant from the Coast of West Aceh)

Mohamad Gazali¹, Nurjanah², Neviaty Putri Zamani³

(Diterima Oktober 2018/Disetujui Mei 2019)

ABSTRAK

Halimeda opuntia merupakan salah satu jenis alga hijau yang distribusinya cukup dominan di pesisir Barat Aceh. Penelitian ini bertujuan untuk menapis jenis alga hijau *H. opuntia* yang berpotensi sebagai agen antioksidan. Metode ekstraksi yang digunakan adalah maserasi tunggal. Pelarut yang digunakan ialah etanol (polar), etil asetat (semi polar), dan n-heksana (non-polar). Dengan ketiga pelarut tersebut diperoleh tiga ekstrak kasar, yaitu ekstrak etanol, ekstrak etil asetat, dan ekstrak n-heksana. Selanjutnya, ketiga ekstrak kasar tersebut digunakan untuk pengujian yang meliputi uji fitokimia dan aktivitas antioksidan dengan metode DPPH (*2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl*). Hasil uji fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak kasar etanol *H. opuntia* terdeteksi mengandung senyawa aktif berupa flavonoid, alkaloid, fenol, tanin, dan steroid. Sementara itu, ekstrak kasar etil asetat *H. opuntia* terdeteksi mengandung senyawa fenol. Kandungan total fenol ekstrak etanol *H. opuntia* = 2460,25 mg GAE/g dan ekstrak etil asetat = 972,68 mg GAE/g. Aktivitas antioksidan ekstrak etanol mempunyai nilai IC_{50} = 143,63 mg/L, sedangkan ekstrak etil asetat mempunyai nilai IC_{50} = 75,51 mg/L dengan Vitamin C sebagai kontrol positif. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak *H. opuntia* memiliki potensi vital sebagai agen antioksidan yang memberikan nilai tambah dalam industri farmasi.

Kata kunci: Aceh Barat, alga Hijau, antioksidan, *Halimeda opuntia*

ABSTRACT

H. opuntia is one of the green algae that distributes sufficiently dominant at the coastal of West Aceh. This research aims to screen the green algae *H. opuntia* that is potentia as an antioxidant agent. Extraction method in this research used mono maceration. The solvents that are used including ethanol (polar), ethyl acetate (semi-polar), and n-hexane (non-polar). With those three solvents it was obtained three crude extracts including ethanol crude extract, ethyl acetate crude extract, and n-hexane crude extract. Subsequently, the crude extracts were used to conduct the assay including phytochemical assay and the antioxidant activity with DPPH method. The results of phytochemical assay showed that ethanol crude extract of *H. opuntia* was detected to have active compounds including alkaloids, flavonoid, phenol, tannin, and steroids whereas ethyl acetate extract of *H. opuntia* was detected to contain phenol compound. Total phenol content of ethanolic extract of *H. opuntia* = 2460.25 mg GAE/g and ethyl acetate extract = 972.68 mg GAE/g. Antioxidant activity of ethanolic extract has IC_{50} value = 143.63 mg/L whereas ethyl acetate extract has IC_{50} value = 75.51 mg/L with Vitamin C as a positive control. This results show that extract of *H. opuntia* possesses a vital potency as an antioxidant agent that give value added in pharmacy industries.

Keywords: antioxidant, green algae, *Halimeda opuntia*, West Aceh

PENDAHULUAN

Makroalga laut adalah tumbuhan thalusa (Thallophyta) yang sering disebut dengan istilah rumput laut. Organ-organ morfologi makroalga berupa akar, batang, dan daunnya belum dibedakan secara

jelas. Pada umumnya, makroalga memiliki nilai ekonomis tinggi sebagai sumber pangan dan obat-obatan yang dimanfaatkan oleh masyarakat pesisir. Makroalga yang menjadi konsumsi rutin masyarakat lokal contohnya adalah Chlorophyta (*Caulerpa racemosa*, *Caulerpa lentillifera*, dan *Ulva lactuca*) dan Rhodophyta (*Euclima cottonii*, *Euclima spinosum*, dan *Gracilaria gigas*). Makroalga secara tradisional juga telah digunakan dalam bidang pertanian sebagai pupuk untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman dan sebagai pakan ternak untuk meningkatkan kesehatan dan produktivitas ternak (Craigie 2011; Michalak & Chojnacka 2013; Evans & Critchley 2014).

Spesi oksigen reaktif dihasilkan dalam kehidupan organisme selama metabolisme (Aruoma & Cuppette 1997; Cavas & Yurdakoc 2005). Spesi oksigen reaktif

¹ Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Teuku Umar, Jl. Alue Peunyareng, Ujong Tanoh Darat, Meureubo, Aceh Barat 23681

² Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

³ Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

* Penulis Korespondensi:

Email: mohamadgazali@utu.ac.id

diproduksi dalam bentuk anion superoksida (O_2^-), radikal hidroksil ($\cdot OH$), hidrogen peroksida (H_2O_2), dan Nitrat oksida (NO). Kelebihan jumlah spesi oksigen reaktif dapat berbahaya karena mereka bisa menginisiasi oksidasi biomolekular yang mengarah pada kerusakan sel dan kematian, menciptakan stres oksidatif yang menghasilkan banyak penyakit, dan kelainan seperti kanker, stroke, *myocardial infarction*, diabetes, septik, dan penyakit Alzheimer' serta Parkinson. Selain itu, stres oksidatif menyebabkan kelalaian aktivasi enzim dan kerusakan oksidatif pada sistem seluler (Ames 1983; Stadtman 1992; Wiseman & Halliwell 1996). Pengaruh negatif stres oksidatif dapat ditanggulangi oleh antoksidan (Larson 1995; Pryor 1991).

Beberapa spesies makroalga sudah menunjukkan sifat antioksidan yang kuat seperti alga cokelat *Papenfussiella kuromo*, *Scytosiphon lomentaria*, dan *Nemacystus decipiens*. Alga merah *Porphyra* sp (Kuda *et al.* 2005; Yuan & Walsh 2006) mempunyai efek protektif melawan kerusakan liver yang disebabkan oleh karbon tetraklorida (Wong *et al.* 2000), aktivitas antiproliferatif yang mengarah ke sel HeLa (Yuan & Walsh 2006), aktivitas antimikrob (Valdebenito *et al.* 1982), dan sifat antivirus (Chatterji *et al.* 2004). Masyarakat pesisir sudah memanfaatkan beberapa jenis makro-alga untuk pengobatan sejak zaman dahulu. Akan tetapi, hal ini belum dipublikasikan secara ilmiah. Studi etnofarmakologi di beberapa daerah di Indonesia melaporkan bahwa 21 jenis dari 12 marga makroalga sudah terbiasa digunakan sebagai obat tradisional, yang meliputi 11 jenis dari 7 marga alga merah, 7 jenis dari 4 marga alga hijau, dan 3 jenis dari 1 marga alga cokelat (Anggadireja *et al.* 1997). Makroalga mengandung berbagai senyawa bioaktif yang meliputi lektin atau fikobiliprotein, senyawa polifenol, florotanin, dan polisakarida tertentu. Senyawa tersebut memiliki sifat meningkatkan kesehatan dan berperan dalam modulasi penyakit kronis (Brown *et al.* 2014). Alga hijau mempunyai kelimpahan yang sangat tinggi di Indonesia, terutama jenis *Caulerpa* sp., *Halimeda* sp., dan *Ulva* sp. Penelitian yang mengkaji potensi se-nyawa bioaktif makroalga dari suku Halimedaceae di antaranya adalah antimikrob dari *Halimeda macroloba* (Dzaha *et al.* 2003) dan *Halimeda opuntia* (Mishra *et al.* 2016). Ekstrak pigmen karotenoid *H. discoidea* mempunyai nilai $IC_{50} = 99,65$ ppm yang menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan yang kuat (Agusti 2015). Aktivitas antioksidan makroalga tersebut telah banyak diaplikasikan, di antaranya untuk bahan kosmetik berupa tabir surya (Luthfana *et al.* 2017; Maharany *et al.* 2017; Yanuarti *et al.* 2017).

Kajian ini bertujuan untuk melakukan eksplorasi sumber antioksidan alami yang saat ini terus dikembangkan sebagai pengganti antioksidan sintetis yang memiliki efek samping. Supardy *et al.* (2011) dan Taheri (2016) menyatakan bahwa terdapat potensi makroalga genus *Halimeda* sebagai antioksidan. Mayakun *et al.* (2012) menyatakan bahwa *Halimeda* spp. banyak dijumpai di perairan tropis. Angka produksi rumput laut dari genus *Halimeda* di Indonesia maupun

negara Asia Tenggara lainnya belum diketahui secara pasti. Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan eksplorasi alga hijau *H. opuntia* asal pesisir Aceh Barat sebagai sumber antioksidan yang memiliki prospek pasar. Informasi mengenai potensi alga hijau *H. opuntia* sebagai antioksidan dari pesisir Aceh Barat belum banyak dikaji sehingga perlu dilakukan kajian lebih lanjut.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Bahan dalam penelitian ini adalah alga hijau *H. opuntia*, etanol (Merck), kloroform (Merck), larutan DPPH 1 mM (Sigma-Aldrich), Vitamin C (Merck), HCl pekat (Merck), Na_2CO_3 5% (Merck), aseton, 10% (Merck), $FeCl_3$ (Merck), asam asetat anhidrat (Merck), dan etil asetat (Merck), Dragendorf (Sigma Aldrich), mayer (Sigma Aldrich), dan wagner (Sigma Aldrich). Instrumen yang digunakan adalah neraca analitik, penggilingan, batang pengaduk, tabung reaksi, sudip, gelas piala, erlenmeyer, kertas aluminium foil, corong, pipet volumetrik, pipet mikro, cawan porselin, oven, eksikator, vacuum evaporator, corong pisah, shaker, labu ukur, dan spektrofotometer UV-VIS (Shimadzu 1240).

Pengambilan, Preparasi, dan Ekstraksi

Pengambilan sampel *H. opuntia* dilakukan pada bulan April 2017 kemudian dikeringkan. Sampel *H. opuntia* ini diambil secara langsung dari substratnya secara manual. *H. opuntia* dibersihkan dari kotoran dan substrat yang menempel dengan menggunakan air tawar dan sampel tersebut diangin-anginkan. Pengujian senyawa fitokimia dan aktivitas antioksidan dilaksanakan di Laboratorium Bahan Baku Hasil Perairan, Departemen Teknologi Hasil Perairan, Institut Pertanian Bogor. Sampel kering tersebut terlebih dahulu dibersihkan dari komponen-komponen yang menempel kemudian diekstraksi dengan menggunakan maserasi tunggal yang mengacu pada metode Yenie & Elystia (2013). Pelarut yang digunakan dalam penelitian ini ialah pelarut metanol, etil asetat dan n-heksana. Sampel yang telah dihancurkan ditimbang sebanyak 50 g dan dimaserasi menggunakan metanol, etil asetat, dan n-heksana sebanyak 250 mL selama 24 jam. Hasil maserasi yang berupa larutan kemudian disaring dengan kertas saring Whatman ukuran diameter 125 mm untuk memperoleh filtrat. Filtrat yang diperoleh dievaporasi hingga pelarut memisah dari ekstrak menggunakan *rotary vacuum evaporator* pada suhu kurang dari $50^\circ C$.

Uji Fitokimia

Uji fitokimia bertujuan untuk menyelidiki senyawa aktif yang meliputi alkaloid, triterpenoid, steroid, saponin, flavonoid, hidrokuinon, tanin, dan fenol secara kualitatif. Kandungan terpenoid/steroid diukur menggunakan metode Liebermann-Bucchard dan uji busa digunakan untuk mengukur saponin (Harborne 1984).

Uji Antioksidan

Pengujian antioksidan dilakukan berdasarkan metode Ebrahimzadeh *et al.* (2010) yang dimodifikasi. Ekstrak kasar yang terdiri atas ekstrak metanol, ekstrak etil asetat, dan ekstrak n-heksan dilarutkan dalam etanol dengan konsentrasi yang berbeda (50, 75, 100, 150, dan 200 ppm) dengan Vitamin C sebagai kontrol positif. Vitamin C dilarutkan ke dalam pelarut etanol dengan konsentrasi 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 8 ppm. Proses pembuatan larutan DPPH 1 mM dilakukan dalam kondisi suhu rendah dan terlindung dari cahaya matahari. Larutan DPPH dibuat dengan melarutkan kristal DPPH dalam pelarut etanol dengan konsentrasi 1 mM. Uji antioksidan dilakukan berdasarkan kemampuan sampel mereduksi radikal bebas stabil DPPH. Sebanyak 1 mg ekstrak kasar dan vitamin C ditimbang dan kemudian ditambahkan dengan etanol dengan perbandingan 1 : 1000. Selanjutnya, 1.3 mg DPPH diencerkan dengan 25 mL etanol. Sebanyak 1 μ L etanol diisikan ke dalam tabung reaksi. Setelah itu, dilakukan pengisian ekstrak dengan beberapa konsentrasi dan penambahan DPPH. Campuran dihomogenkan dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 30 menit. Serapan yang dihasilkan diukur dengan menggunakan spektrofotometer *UV-Vis* dengan panjang gelombang 517 nm. Persentase penghambat aktivitas radikal bebas diperoleh dari nilai adsorben sampel. Persamaan regresi diperoleh dari hubungan antara konsentrasi sampel dan persentase penghambat aktivitas radikal bebas sebanyak 50% (IC_{50}) yang dihitung dengan menggunakan persamaan regresi. Nilai IC_{50} diperoleh dengan memasukkan $Y = 50$ serta nilai A dan B yang telah diketahui.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi alga hijau *H. opuntia*

Berdasarkan hasil identifikasi menunjukkan bahwa makroalga yang digunakan dalam penelitian ini adalah *H. opuntia*. Spesies ini merupakan kelas chlorophyta yang termasuk ke dalam genus halimeda. *H. opuntia* yang ditemukan di pesisir Aceh Barat dan memiliki

sebaran yang cukup luas (Gambar 1). Identifikasi morfologi *H. opuntia* mengacu pada laporan Kadi (1987) dengan cara melihat morfologi sampel alga hijau kemudian dibandingkan dengan laporan identifikasi marga *Halimeda*. Hasil identifikasi sampel alga hijau bahwa *H. opuntia* memiliki panjang 3–8 mm, lebar 4–10 mm, dan tebal 0,5–0,7 mm. Warna ruas *H. opuntia* yang menyerupai daun berwarna hijau terdiri atas bagian pucuk dan ruas tengah berbentuk ginjal yang bercabang, berlekuk tiga atau tumpang tindih, dan tidak teratur. *H. opuntia* memiliki talus yang berbentuk rumpun yang berkelompok. Alga hijau tersebut mengandung kapur dan warnanya berubah menjadi putih apabila terpapar oleh sinar matahari. Selain itu, spesies alga ini hidup di perairan dangkal dengan substrat berpasir dan karang mati.

Komponen Aktif Ekstrak Kasar *H. opuntia*

Hasil uji fitokimia menunjukkan bahwa alga hijau *H. opuntia* mengandung alkaloid, steroid, saponin, flavonoid, fenol, dan tanin. Senyawa aktif ini diduga berperan memberikan aktivitas antioksidan pada *H. opuntia*. Hasil uji fitokimia dapat dilihat pada Tabel 1.

Komponen aktif tersebut diduga mempunyai aktivitas antioksidan dalam mencegah terjadinya stres oksidatif. Menurut Shahidi & Naczki (1995) bahwa golongan senyawa flavonoid, asam fenolik, tanin, dan lignan termasuk golongan antioksidan alami. Flavonoid dapat bersifat sebagai antioksidan dengan cara menangkap radikal bebas. Aktivitas sebagai antioksidan yang dimiliki oleh sebagian besar flavonoid disumbangkan oleh gugus hidroksil fenolik dalam struktur molekulnya dan juga melalui daya tangkapnya terhadap radikal bebas serta aktivitasnya sebagai pengkelat logam).

Gazali *et al.* (2018) melaporkan bahwa senyawa fenol memberikan kontribusi aktivitas antioksidan pada ekstrak *Sargassum* sp., namun beberapa hasil penelitian juga melaporkan bahwa steroid memiliki aktivitas antioksidan. Pramana & Saleh (2013) berhasil mengisolasi senyawa steroid golongan sterol dari tanaman kukang yang memiliki potensi sebagai sumber antioksidan. Doshi *et al.* (2011) melaporkan



Gambar 1 Morfologi *H. opuntia* Linnaeus yang dikoleksi dari pesisir Aceh Barat.

bahwa komponen bioaktif fenol pada alga merah dan alga coklat memiliki peran sebagai antibiotik, di antaranya brominated fenol dan sesquiterpen fenol. Farasat *et al.* (2014) menyatakan bahwa senyawa bioaktif yang berperan sebagai antioksidan pada rumput laut merupakan senyawa dari golongan fenol dan flavonoid seperti yang banyak ditemukan pada tumbuhan tingkat tinggi.

Aktivitas Antioksidan Ekstrak *H. opuntia*

Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan pada ekstrak kasar alga hijau *H. opuntia* menggunakan radikal DPPH. Aktivitas antioksidan ekstrak metanol *H. opuntia* dan ekstrak etil asetat disajikan pada Tabel 2. Molyneux (2004) menyatakan bahwa suatu senyawa masuk ke dalam kategori sangat kuat apabila nilai $IC_{50} < 50$ ppm, kuat 50–100 ppm, sedang 101–150 ppm, dan lemah > 150 ppm. Ekstrak *H. opuntia* pada metanol dan fraksi etil asetat masing-masing memiliki nilai IC_{50} 143,63 mg/L dan 75,51 mg/L sehingga berdasarkan kategori tersebut aktivitas antioksidan ekstrak etil asetat alga hijau *H. Opuntia* adalah masuk ke dalam kategori kuat. Sementara, pada ekstrak etanol alga hijau *H. opuntia* memiliki aktivitas antioksidan yang sedang. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak *H. opuntia* memiliki senyawa yang lebih banyak bersifat semi polar dibandingkan dengan senyawa polar dan non-polar. Etil asetat adalah senyawa semipolar yang bersifat aromatik dengan rumus $CH_3CH_2OC(O)CH_3$ dan dapat menarik senyawa-senyawa yang bersifat polar dan nonpolar (Snyder *et al.* 1997). Hal ini berarti bahwa pelarut etil asetat mampu menarik komponen senyawa kimia yang terkandung di dalam ekstrak *H. opuntia*.

Penelitian terdahulu (Zubia *et al.* 2007) melaporkan bahwa *H. tuna* menunjukkan aktivitas antioksidan yang tinggi dengan nilai IC_{50} sebesar $6,17 \pm 0,10$ mg mL⁻¹. Pada alga hijau *Chaetomorpha crassa* asal Pesisir

Aceh Barat mengandung senyawa fenol yang memainkan peranan penting dalam aktivitas antioksidan (Gazali *et al.* 2019). Selain itu, Fallarero *et al.* (2003) juga melaporkan bahwa *H. incrassate* mengindikasikan adanya potensi antioksidan yang tinggi.

KESIMPULAN

Ekstrak *H. opuntia* menunjukkan bahwa makroalga tersebut memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi. Hasil pengukuran aktivitas antioksidan dengan metode DPPH menunjukkan kategori kuat pada ekstrak etil asetat dan kategori sedang pada ekstrak etanol.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Mahasiswa FPIK-UTU yang banyak membantu dalam proses pengambilan sampel makroalga laut di pesisir perairan Aceh Barat. Peneliti juga mengucapkan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM) Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi yang telah membantu dalam pendanaan penelitian ini, dengan skim Penelitian Kerja Sama Antar-Penguruan Tinggi (PKPT) atas nama Mohamad Gazali dengan nomor: 026/E3.2/LT/2017.

DAFTAR PUSTAKA

Agusti N. 2015. Uji aktivitas antioksidan dan toksisitas ekstrak pigmen karotenoid yang diisolasi dari makroalga hijau *Halimeda discoidea*. Repository UNHAS. 8: 5–6.

Tabel 1 Senyawa fitokimia ekstrak *H. opuntia*

Senyawa	Ekstrak etanol	Ekstrak etil asetat	Ekstrak n-heksana
Alkaloid			
a. Mayer	-	-	-
b. Wagner	+	-	-
c. Dragendorff	+	-	-
Flavonoid	+	-	-
Fenol	+	+	-
Saponin	-	-	-
Tannin	+	-	-
Steroid	+	-	-
Triterpenoid	-	-	-

Keterangan: + = Terdeteksi dan - = Tidak terdeteksi.

Tabel 2 Aktivitas antioksidan ekstrak *H. opuntia* dengan metode DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl)

Ekstrak	Aktivitas antioksidan (IC_{50}) (mg/L) \pm SD	Kandungan total fenol (mg Gallic. Acid Equivalent (GAE)/g) \pm SD
Etanol	143,63 \pm 7,03	2460,25 \pm 94,50
Etil asetat	75,51 \pm 13,74	972,68 \pm 5,20
n-Heksana	Tidak terekstrak	Tidak terekstrak
Vitamin C	1,30	

- Anggadiredja JT, Zatinika A, Purwoto H, Istini S. 2006. Rumput Laut. Cetakan I. Jakarta (ID): Penerbit Swadaya.
- Ames BN. 1983. Dietary carcinogens and anticarcinogens: oxygen radicals and degenerative diseases. *Science*. 221: 1256–1264. <https://doi.org/10.1126/science.6351251>
- Aruoma IO, Cuppette SL. 1997. Antioxidant methodology: in vivo and in vitro concepts. IL: Champaign, Illinois (US): AOCS press.
- Brown ES, Allsopp PJ, Magee CI, Gill S, Nitecki CR, Strain EM. 2014. Seaweed and human health. *Nutrition Reviews*. 72: 205–216. <https://doi.org/10.1111/nure.12091>
- Cavas L, Yurdakoc K. 2005. An investigation on the antioxidant status of the invasive alga *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Sonder) Verlaque, Huisman, et Boudoresque (*Caulerpa*, *Chlorophyta*). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 325: 189–200. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2005.05.002>
- Chatterji A, Dhargalkar VK, Sreekumar, Parameswaran PKPS, Rodrigues R, Kotnala S. 2004. *Anti-influenza activity in the Indian Seaweeds-A preliminary investigation*. Goa (IN). National Institute of Oceanography.
- Craigie J. 2011. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *Journal of Applied Phycology*. (23): 371–393. <https://doi.org/10.1007/s10811-010-9560-4>
- Dzaha T, Jaspars M, Tabudravu J. 2003. Clionasterol, a Triterpenoid from the Kenyan Marine Green Macroalga *Halimeda macroloba*. *Journal of Marine Science*. 2: 157–161. <https://doi.org/10.4314/wiojms.v2i2.28436>
- Doshi GM, Anggarwal GV, Martis EA, Shanbhag PP. 2011. Novel antibiotics from marine source-a review. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Nanotechnology*. 4(3): 1446–1461.
- Ebrahimzadeh MA, Seyed MN, Seyed FN, Fatemeh B, Ahmad FB. 2010. Antioxidant and free radical scavenging activity of *H. officinalis* L. var. *angustifolius*, *V. odorata*, *B. hyrcana* and *C. Specosum*. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*. 23(1): 29–34.
- Evans FD, Critchley AT. 2014. Seaweeds for animal production use. *Journal of Applied Phycology*. 26: 891–899. <https://doi.org/10.1007/s10811-013-0162-9>
- Farasat M, Nejad RAK, Nabavi SMB, Namjooyan F. 2014. Antioxidant activity, total phenolics and flavonoid contents of some edible green seaweed from northern coasts of the Persian Gulf. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*. 13(1): 163–170. <https://doi.org/10.5812/jjnpp.7736>
- Fallarero A, Loikkanen JJ, Mansito PT, Castañeda O, Vidal A. 2003. Effects of aqueous extracts of *Halimeda incrassata* (Ellis) Lamouroux and *Bryothamnion triquetrum* (S.G. Gmelin) Howe on hydrogen peroxide and methyl mercury-induced oxidative stress in GT1-7 mouse hypothalamic immortalized cells. *Phytomedicine*. 10: 39–47. <https://doi.org/10.1078/094471103321648647>
- Gazali M, Nurjannah, Zamani NP. 2018. Eksplorasi senyawa bioaktif alga cokelat *sargassum* sp. Agardh sebagai antioksidan dari pesisir barat Aceh. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 21(1): 167–178. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i1.21543>
- Gazali M, Zamani NP, Nurjanah. 2019 The potency of green algae *Chaetomorpha crassa* Agardh as antioxidant agent from the coastal of Lhok Bubon, West Aceh. *IOP Conference. Series: Earth Environmental Science*. (278) 012029. (2019) 012029. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/278/1/012029>
- Harborne JB. 1984. *Phytochemical methods. A guide to modern techniques of plant analysis*. 2nd Edition. New York (US): Chapman and Hall Ltd.
- Kadi A. 1987. Cara Mengenal Jenis-Jenis dari Marga *Halimeda*. *Oseana*. 12(1): 1–12.
- Kuda T, Tsunekawaa M, Goto H, Araki Y. 2005. Antioxidant properties of four edible algae harvested in the Noto Peninsula, Japan. *Journal of Food Composition and Analysis*. 18: 625–633. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2004.06.015>
- Larson RA. 1995. Plant defenses against oxidative stress. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*. 29: 175–186. <https://doi.org/10.1002/arch.940290207>
- Luthfana N, Nurjanah, Mala N, Efonora A, Taufk H. 2017. Karakterisasi sediaan krim tabir surya dari bubur rumput laut *Euclima cottonii* dan *Sargassum* sp. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 19(3): 183–195. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v19i3.14476>
- Mayakun J, Kim JH, Lapointe BE, Parthep A. 2012. Gametangial characteristic in the sexual reproduction of *Halimeda macroloba* Decaisne (*Chlorophyta: Halimedaceae*). *Songklanakarin Journal Science Technology*. 34(2): 211–216.
- Maharany P, Nurjanah, Ruddy S, Efonora A, Taufk H. 2017. Kandungan senyawa bioaktif rumput laut *Padina australis* dan *Euclima cottonii* sebagai bahan baku krim tabir surya. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(1): 10–17. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v20i1.16553>
- Michalak I, Chojnacka K. 2013. Algal compost toward sustainable fertilization. *Reviews Inorganic Chemistry*. 33(4): 161–180. <https://doi.org/10.1515/revic-2013-0006>

- Mishra JK, Srinivas T, Madhusudan T, Sawhney S. 2016. Antibacterial activity of seaweed *Halimeda opuntia* from the coasts of South Andaman. *Global Journal of Bio-science and Biotechnology*. 5(3): 345–348.
- Molyneux P. 2004. The Use of Stable Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*. 26: 211–219.
- Pryor WA. 1991. The antioxidant nutrients and disease prevention-What do we know and what do we need to find out. *American Journal of Clinical Nutrition*. 53: S391–S393. <https://doi.org/10.1093/ajcn/53.1.391S>
- Pramana MRA, Saleh C. 2013. Isolasi dan karakterisasi senyawa steroid pada fraksi n-heksana dari daun kukang (*Lepisanthes amoena*). *Jurnal Kimia Mulawarman*. 10(2): 85–89.
- Shahidi F, Naczki M. 1995. *Food Phenolics*. Basel (CH): Lancaster.
- Snyder CR, Kirkland JJ, Glajch JL. 1997. *Practical HPLC Method Development*. Second Edition. New York (US): John Wiley dan Sons, Lnc. Pp 722–723. <https://doi.org/10.1002/9781118592014>
- Stadtman ER. 1992. Protein oxidation and aging. *Science*. 257: 1220–1224. <https://doi.org/10.1126/science.1355616>
- Supardy NA, Ibrahim D, Sulaiman SF, Zakaria NA. 2011. Free radical scavenging activity, total phenolic content and toxicity level of *Halimeda discoidea* extract (Malaysia's green macroalgae). *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 3(5): 397–402.
- Taheri A. 2016. Antioxidant activity in some Iranian seaweed species from Chabahar. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*. 15(2): 802–817.
- Valdebenito H, Bittner M, Sammes PG, Silva M, Watson WH. 1982. A compound with antimicrobial activity isolated from the red seaweed *Laurencia chilensis*. *Phytochemistry*. 21: 1456–1457. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(82\)80170-2](https://doi.org/10.1016/0031-9422(82)80170-2)
- Wiseman H, Halliwell B. 1996. Damage to DNA by reactive oxygen and nitrogen species: Role of inflammatory disease and progression to cancer. *Biochemistry Journal*. 313: 17–29. <https://doi.org/10.1042/bj3130017>
- Wong CK, Ooi VEC, Ang PO. 2000. Protective effects of seaweeds against liver injury caused by carbon tetrachloride in rats. *Chemosphere*. 41: 173–176. [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(99\)00407-5](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(99)00407-5)
- Yanuarti R, Nurjanah N, Anwar E, Hidayat T. 2017. Profil fenolik dan aktivitas antioksidan dari ekstrak rumput laut *Turbinaria conoides* dan *Eucheuma cottonii*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(2): 230–237. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v20i2.17503>
- Yenie E, Elystia S. 2013. Pembuatan Pestisida Organik Menggunakan Metode Ekstraksi dari Sampah Daun Pepaya dan Umbi Bawang Putih. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 10(1): 46–59. <https://doi.org/10.25077/dampak.10.1.46-59.2013>
- Yuan YV, Walsh NA. 2006. Antioxidant and antiproliferative activities of extracts from a variety of edible seaweeds. *Food and Chemical Toxicology*. 44: 1144–1150. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2006.02.002>
- Zubia, Mayalen R, Daniel, Freile-Pelegrin Y. 2007. Antioxidant activities in tropical marine macroalgae from the Yucatan Peninsula, Mexico. *Journal of Applied Phycology*. 19: 449–458. <https://doi.org/10.1007/s10811-006-9152-5>