

Komponen *Sargassum aquifolium* sebagai hormon pemicu tumbuh untuk *Eucheuma cottonii*

Nunik Cokrowati^{1*}, Nanda Diniarti²

^{1,2} Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

Article history

Received : 26 Maret 2019

Revised : 27 September 2019

Accepted : 26 Desember 2019

Published : 31 Desember 2019

*Corresponding Author:

Nunik Cokrowati,

Program Studi Budidaya

Perairan/Universitas

Mataram/Mataram, Indonesia;

Email:

nunikcokrowati@unram.ac.id

Abstrak: *Sargassum aquifolium* merupakan alga coklat dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku kertas pembungkus makanan, bahan baku makanan, farmasi serta kosmetik. Tujuan artikel ini adalah untuk mengkaji komponen yang dimiliki *Sargassum aquifolium* dan berpotensi sebagai hormon pemicu tumbuh untuk *Eucheuma cottonii*. Metode yang digunakan pada penulisan artikel ini adalah studi pustaka yang berasal dari google scholar, Elsevier dan academia. Informasi yang diperoleh selanjutnya disintesis dan dibuat formulasi rumusan kesimpulan. Data kualitatif yang digunakan pada artikel ini adalah hasil analisis berbagai referensi terkait dengan review yang disusun. Hasil sintesis yang diperoleh menerangkan bahwa *Sargassum aquifolium* mengandung karbohidrat (59,51%), lemak (8,41%), Ca (3,34%), Fe (0,12%), P (0,18%) Fe (0,12%), Ca (3,34%), air (12,79%), abu (12,79%), N (7,22%). Komponen yang ada pada *Sargassum aquifolium* tersebut, berpotensi sebagai fitohormon yang dapat digunakan sebagai pemicu tumbuh pada *Eucheuma cottonii*.

Kata kunci: ekstrak, alga coklat, fitohormon, pertumbuhan, rumput laut.

Abstract: *Sargassum aquifolium* is brown algae and can be used as raw material for food wrapping paper, food raw materials, pharmaceuticals, and cosmetics. The objective of this study is to review articles that study the components possessed by *Sargassum aquifolium* and potentially as a growth trigger hormone for *Eucheuma cottonii*. The method used in writing this article is a descriptive literature study from google scholar, Elsevier, and Academia. The qualitative data used in this article is the result of the analysis of various references related to the reviews prepared. Based on the synthesis of the article study, it was explained that *Sargassum aquifolium* contained carbohydrates (59.51%), fat (8.41%), Ca (3.34%), Fe (0.12%), P (0.18%) Fe (0.12%), Ca (3.34%), water (12.79%), ash (12.79%), N (7.22%). The components in *Sargassum aquifolium* have the potential as a phytohormone which can be used as a growth trigger for *Eucheuma cottonii*.

Keywords: extract, brown algae, phytohormone, growth, seaweed.

Pendahuluan

Sargassum aquifolium merupakan alga coklat yang termasuk kelas Phaeophyceae. *Sargassum aquifolium* hidup di daerah perairan tropis, subtropis serta perairan di daerah bermusim dingin. Habitat *Sargassum aquifolium* di Indonesia dapat hidup pada perairan dengan kedalaman 0,5-10 m dan ada ombak. *Sargassum aquifolium* hidup melekat pada substrat perairan. Pada daerah tubir tumbuh membentuk rumpun besar, panjang

thalli utama mencapai 0,5-3 m dan terdapat kantong udara atau bladder (Kadi, 2005).

Sargassum aquifolium dapat dijumpai di perairan Pulau Lombok Nusa Tenggara Barat yaitu di perairan Ekas Lombok Timur, Batunampar Lombok Timur, Sekotong Lombok Barat, Senggigi Lombok Barat, dan Perairan Gerupuk Lombok Tengah. *Sargassum aquifolium* tumbuh liar pada perairan tersebut dan belum dimanfaatkan oleh masyarakat. *Sargassum aquifolium* dapat dijumpai sepanjang musim dan ketersediaannya ada di keseluruhan perairan tersebut. Secara ekologi

Sargassum aquifolium merupakan tempat berlindung bagi telur dan anak ikan, udang, cumi dan benur. *Sargassum aquifolium* juga sebagai makanan alami bagi ikan herbivora serta biota laut lainnya yang bersifat herbivora.

Sargassum aquifolium dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku kertas pembungkus makanan, bahan baku makanan, farmasi dan kosmetik. Komponen yang pada umumnya dimanfaatkan dari *Sargassum aquifolium* adalah alginat dan iodin. (Kaadi, 2005). Cokrowati (2017) menjelaskan bahwa ekstrak *Sargassum aquifolium* dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan produksi *Eucheuma cottonii*. Komponen lainnya belum dikaji pemanfaatannya sehingga perlu dikaji komponen yang terkandung pada *Sargassum aquifolium*. Sehingga dapat diketahui komponen yang dapat dimanfaatkan untuk memicu pertumbuhan *Eucheuma cottonii*. Tujuan review artikel ini adalah untuk mengkaji komponen yang dimiliki *Sargassum aquifolium* dan perpotensi sebagai hormon pemicu tumbuh untuk *Eucheuma cottonii*.

Bahan dan Metode

Metode yang digunakan pada penulisan artikel ini adalah studi pustaka dengan deskriptif dari sumber google scholar, Elsevier dan Academia. Nazir (2003) menjelaskan bahwa metode deskriptif adalah metode dalam meneliti status suatu obyek, suatu kondisi, suatu sistem pemikiran, atau suatu peristiwa masa sekarang. Tujuan penelitian deskriptif adalah untuk membuat gambaran secara sistematis, faktual dan akurat mengenai fakta, sifat serta hubungan antar fenomena yang diteliti.

Data kualitatif yang digunakan pada artikel ini adalah hasil analisis berbagai referensi terkait dengan review yang disusun. Studi pustaka dengan cara mempelajari literatur dan sumber pustaka tertulis maupun online yang terkait dengan artikel ini. Data yang digunakan merupakan data sekunder dari berbagai pustaka dan hasil penelitian yang telah dipublikasi. Data sekunder adalah sumber data tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data. Data diperoleh dari pencarian di media online Google scholar yang kemudian dapat terhubung dengan situs publikasi jurnal seperti MPDI, Springer, Researchgate, dan pubmed. Tahapan analisis yang digunakan adalah pengelompokan informasi yang sejenis selanjutnya disintesis dan dibuat formulasi rumusan kesimpulan.

Hasil dan Pembahasan

Komponen *Sargassum aquifolium*

Berdasarkan referensi penelitian yang digunakan untuk menyusun review artikel ini, diperoleh hasil sebagaimana tabel berikut. Hasil review artikel menerangkan bahwa senyawa-senyawa yang terkandung

dalam *Sargassum aquifolium* berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan hormon pemicu tumbuh *Eucheuma cottonii*.

Tabel 1. Kandungan senyawa dalam *Sargassum aquifolium*

No.	Senyawa	Kegunaan
1.	Protein (Handayani, 2004), (Cokrowati, 2017)	Komponen penyusun hormon pertumbuhan.
2.	Karbohidrat (Cokrowati, 2017)	Komponen penyusun hormon pertumbuhan.
3.	Lemak (Cokrowati, 2017)	Komponen penyusun hormon pertumbuhan.
4.	Ca (Handayani, 2004), (Cokrowati, 2017)	Komponen penyusun hormon pertumbuhan.
5.	Fe (Handayani, 2004), (Cokrowati, 2017)	Komponen penyusun hormon pertumbuhan.
6.	P (Handayani, 2004), (Mageswaran dan Sivasubramanian, 1984), (Cokrowati, 2017)	Komponen penyusun hormon pertumbuhan.
7.	Vitamin A (Handayani, 2004)	Antioksidan
8.	Vitamin C (Handayani, 2004)	Antioksidan
9.	Fukosantin (Heo, 2008)	antioksidan
10.	Asam amino (Handayani, 2004)	Komponen penyusun hormon pertumbuhan.
11.	Asam lemak (Handayani, 2004)	Komponen penyusun hormon pertumbuhan.
12.	N (Mageswaran dan Sivasubramanian, 1984)	Komponen penyusun hormon pertumbuhan.
13.	Kalium (Mageswaran dan Sivasubramanian, 1984), (Cokrowati, 2017).	Komponen penyusun hormon pertumbuhan.
14.	Mg (Mageswaran dan Sivasubramanian, 1984)	Komponen penyusun hormon pertumbuhan.
15.	Lemak (Cokrowati, 2017)	Komponen penyusun hormon pertumbuhan.

Berdasarkan hasil review dari penelitian-penelitian yang dijadikan referensi, *Sargassum aquifolium* memiliki kandungan senyawa-senyawa yang dapat dimanfaatkan untuk memicu pertumbuhan *Eucheuma cottonii*. Cokrowati (2017) menjelaskan dari hasil penelitiannya bahwa kandungan *Sargassum aquifolium* yaitu rata – rata kadar zat N, P dan K dari sampel kering *Sargassum aquifolium* yang diambil teluk ekas adalah 7.22; 0.18 dan 6.70 %. Hasil penelitian tersebut juga menunjukkan kadar air, abu, mineral Fe dan Ca dari sampel kering *Sargassum aquifolium* yang diambil teluk ekas adalah rata-rata yaitu 12.79; 28.89; 0.12 dan 3.34 %. Kadar lemak dan karbohidrat dari sampel kering *Sargassum aquifolium* yang diambil teluk ekas pada penelitian ini adalah rata-rata 8.41 dan 59.51 %. Ekstrak kasar *Sargassum aquifolium* yang diaplikasikan dengan metode perendaman pada *Eucheuma cottonii* terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan.

Fitohormon

Komponen yang ada pada *Sargassum aquifolium* yang tersebut diatas, berpotensi sebagai fitohormon. Abidin (1986) menjelaskan bahwa fitohormon adalah senyawa organik bukan hara yang dihasilkan oleh tanaman yang dalam konsentrasi tertentu dapat mendukung atau menghambat pembelahan sel serta berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Heddy (1986) menjelaskan bahwa hormon tumbuh terdiri dari tiga golongan yaitu auxin, giberilin dan sitokinin. Auxin merupakan hormon tanaman yang dapat meregulasi proses fisiologi seperti pertumbuhan, pembelahan dan diferensiasi sel serta sintesa protein. Auxin di biosintesis dari asam amino prekursor tripton. Gardner *et al.*, (1991) menjelaskan bahwa giberilin terdapat pada semua organ tanaman terutama pada buah dan biji yang belum masak, tunas, daun dan akar. Sitokinin merupakan substansi pertumbuhan yang merangsang pembelahan sel. Giberilin berperan dalam pembelahan sel dan mendukung pembentukan RNA sehingga terjadi sintesa protein. Sitokinin terbentuk dengan cara fiksasi suatu rantai berat C-5 ke suatu molekul adenin. Sitokinin merupakan hormon tumbuh yang memengaruhi pembelahan sel. Sitokinin bereaksi bersama dengan auxin dengan kuat merangsang mitosis dalam jaringan meristematis. Kusumo (1989) menjelaskan bahwa giberilin berperan dalam pembelahan sel dan mendukung pembentukan RNA sehingga terjadi sintesa protein. Pembelahan sel distimulasi oleh aktifnya amylase menghidrolisis pati menjadi gula tereduksi sehingga konsentrasi gula meningkat akibatnya tekanan osmotik juga meningkat. Peningkatan tekanan osmotik di dalam sel menyebabkan air mudah masuk ke dalam sel sehingga dapat memicu segala proses fisiologis dalam sel tanaman.

Sezgin *et al.*, (2018) menjelaskan zat pemicu tumbuh pada tanaman memberikan peranan aktif dalam setiap siklus hidup tanaman. Zat tersebut adalah auksin, sitokinin, giberelin, asam absisat, dan hormon etilen. Selain itu juga ditemukan brassinosteroid, asam salisilat, strigolakton, dan asam jasmonat. Hormon mempengaruhi pertumbuhan vegetatif tanaman dalam bentuk pemanjangan tanaman, percabangan dan pembentukan organ.

Zat pengatur tumbuh tanaman atau disebut fitohormon adalah senyawa organik yang dimiliki oleh tumbuhan yang berfungsi untuk memicu pertumbuhan pada tumbuhan. Zat pengatur tumbuh ini ada lima golongan yaitu auksin, giberilin, sitokinin, etilen dan asam absisik (Zeevaart *et al.*, 1990.). Zat pengatur tumbuh merupakan zat kimia yang dihasilkan oleh bagian tertentu dari tumbuhan tetapi berfungsi bagi bagian lain dari tumbuhan tersebut (Krishnamoorthy, 1981). Davis (1987) menjelaskan bahwa hormon tumbuhan merupakan kelompok zat organik alami yang mempengaruhi proses fisiologis pada konsentrasi rendah. Proses-proses yang dikembangkan terutama berasal dari pertumbuhan, diferensiasi dan perkembangan, proses lainnya seperti gerakan stomatal, juga terpengaruh.

Zat pengatur tumbuh pada tanaman memenuhi beberapa kriteria yaitu merupakan senyawa organik yang dihasilkan oleh tumbuhan itu sendiri, dapat difungsikan pada bagian lain tumbuhan, tempat diproduksi dan tempat bekerjanya pada bagian yang berbeda di tumbuhan dan aktif bekerja pada konsentrasi rendah (Zein, 2016). Srivastava (2002) menjelaskan bahwa karakteristik zat pengatur tumbuh pada tanaman yang pertama adalah bahwa setiap hormon menghasilkan berbagai respons pertumbuhan dan morfogenetik, dan masing-masing bersifat pleiotropik dalam pengaruhnya. Sebagai contoh, auksin terlibat dalam regulasi pembelahan sel, pertumbuhan sel, dominasi apikal, respons terhadap rangsangan terarah (respons organik) dan pengaturan buah, respons bersifat stimulator. Auksin meningkatkan pertumbuhan tunas, tetapi pada konsentrasi yang sama dapat menghambat pertumbuhan akar. Kedua, beberapa hormon dapat mempengaruhi respons yang sama; misalnya, perpanjangan sel dipengaruhi oleh auksin, giberilin, dan brassinosteroid; pembelahan sel dipengaruhi oleh auksin, sitokinin, dan giberilin.

Fadilah *et al.*, (2016) menjelaskan hasil penelitiannya bahwa kadar kinetin yang lebih tinggi dan rasio kinetin terhadap IAA pada rumput laut menunjukkan bahwa kedua hormon tersebut berperan penting pertumbuhan rumput laut. Kinetin adalah jenis sitokinin, sedangkan IAA adalah jenis auksin. Pengembangan akar dan pucuk pada tanaman tingkat tinggi tergantung pada rasio sitokinin: auksin. Bagian utama tumbuhan didukung oleh konsentrasi tinggi sitokinin, sedangkan perakaran dipromosikan oleh

konsentrasi auksin yang tinggi. Suryati, E. *et al.*, 2015. Menjelaskan kehadiran hormon endogen seperti auksin, sitokinin, dan asam absisat pada 11 spesies ganggang merah dari pantai Brazil. Auksin dan sitokinin memiliki peran regulasi dalam pertumbuhan dan morfogenesis in vitro pada beberapa spesies alga merah, seperti *Gracilaria tenuistipitata*, *Gracilaria perplexa*, dan *Solieria filiformis*.

Secara fisiologis, sitokinin mengendalikan sitokinesis (pembelahan sel) dan pengembangan tunas, sedangkan auksin menginduksi pertumbuhan elongasi dan dominasi apikal. Sitokinin memainkan peran dalam respons terhadap faktor ekstrinsik dan respons terhadap tekanan biotik dan abiotik. Peran ini bersama - sama berkontribusi pada pertumbuhan kuantitatif pada tanaman. Transportasi auksin dalam tunas secara aktif menghambat tunas pengembangan. Sebaliknya, transportasi acropetal dari sitokinin adalah terlibat dalam pertumbuhan tunas (Ongaro dan Leyser 2008).

Pertumbuhan Rumput Laut

Pertumbuhan tanaman merupakan pertambahan ukuran sel atau organisme yang berlangsung secara kuantitatif atau terukur. Pertumbuhan juga dapat diartikan sebagai perubahan ukuran suatu organisme yang dapat berupa berat atau panjang dalam waktu tertentu (Hasnunidah, 2018). Pertumbuhan sel di dorong oleh masuknya air dan di ikat oleh dinding sel. Sel-sel tumbuhan pertumbuhannya terjadi sangat pesat, karena air cenderung mengalir ke dalam sel melalui osmosis. Lapisan-lapisan fibril di dinding sel menahan pembengkakan sel dan menghentikan masuknya air. Pertumbuhan sel terjadi dengan adanya pelonggaran kovalen dan atau ikatan hidrogen, yang dikendalikan secara lokal yang menahan jaringan fibrilar. Mekanisme aksi dalam ganggang tidak diketahui. Mekanisme yang jelas adalah pada tanaman tingkat tinggi. Auxin merangsang fluks proton, yang pada gilirannya memutus ikatan antara mikrofibril. Pertumbuhan sel umumnya seragam di seluruh dinding sel. Pertumbuhan sel dapat mengikuti atau diikuti oleh sel divisi. Sel merismatik membelah dan tumbuh berulang kali. Sel-sel lain dapat menghentikan pertumbuhan dan memasuki tahap diferensiasi (Lobban, C.S. and Paul, L.H., 1997).

Pertumbuhan rumput laut terjadi karena rumput laut melakukan proses respirasi dan fotosintesis. Pertumbuhan rumput laut dipengaruhi oleh (1) Faktor internal yang berpengaruh antara lain jenis, galur/strain, bagian thallus dan umur bibit; (2) Faktor eksternal yang berpengaruh antara lain cahaya, suhu, salinitas, pergerakan air dan ketersediaan nutrisi. (Balai Budidaya Laut Lombok, 2012). Lobban, C.S. and Paul, L.H. (1997) menjelaskan bahwa parameter biologi yang mempengaruhi pertumbuhan adalah usia, fenotipe,

genotipe, kondisi reproduksi, status nutrisi (simpanan N,P,C) dan riwayat masa lalu (dampak kondisi lingkungan masa lalu dengan perkembangan tanaman). Keterbatasan nitrogen dapat menyebabkan alga merah mengkatalis beberapa phycobiliprotein, sehingga akan mengurangi kemampuan menangkap cahaya. Unsur pertumbuhan yang diproduksi oleh jaringan khusus adalah rhodomorfin dan sex attractants. Sedangkan komponen kimia eksternal yang diperlukan untuk pertumbuhan adalah vitamin, senyawa yang diperlukan untuk adhesi sel, nutrien, cahaya.

Kondisi lingkungan dan musim mempengaruhi pertumbuhan rumput laut (Fadilah *et al.*, 2016). Rumput laut membutuhkan curah hujan rendah dan kualitas air yang mendukung pertumbuhannya. Kualitas air yang tidak mendukung dapat memicu tumbuhnya *biofouling* dan talus memutih. Pemutihan talus menjadi kuning pucat diindikasikan sebagai awal terjadinya penyakit ice-ice. Mizuta *et al.*, (2002) menjelaskan hasil penelitiannya bahwa perubahan musiman mempengaruhi komposisi pigmen warna dari *Gloiopeltis furcata* dan *Porphyra yezoensis*. Tingkat klorofil-a dan phycoerythrin tinggi selama musim dingin, tetapi menurun pada akhir musim semi atau musim panas. Perubahan ini disertai dengan perubahan warna dari merah tua ke hijau atau kuning, terkait erat dengan fluktuasi konten phycoerythrin. Phycoerythrin secara signifikan berkorelasi dengan kandungan nitrogen pada kedua spesies. Pong-Masak *et al.*, (2009) musim produktif rumput laut *K. alvarezii* di Perairan Gorontalo Utara adalah November hingga April, sedangkan di Mei hingga Oktober, mereka kurang produktif. Karena penurunan kualitas air, perlekatan *biofouling* dan infeksi penyakit ice-ice. Laju pertumbuhan rumput laut pada bulan tersebut adalah <3%. Budidaya rumput laut tidak boleh dilakukan selama masa transisi dari musim hujan ke musim kemarau dan di musim kemarau. Pada periode itu, kualitas air menurun terutama nitrat yang lebih tinggi dan fosfat yang lebih rendah pada bulan Agustus dan September. Fried *et al.*, (2003) menyimpulkan bahwa jika hanya satu nutrisi meningkat secara substansial nutrisi lain akan membatasi pertumbuhan. Jika nitrogen hadir dalam konsentrasi sangat tinggi dan kadar fosfor rendah, fosfor akan menjadi faktor pembatas dalam pertumbuhan alga. Fosfor sangat penting untuk pembentukan komponen asam nukleat dan komponen metabolit perantara, seperti gula fosfat dan adenosin fosfat, yang merupakan bagian integral dari metabolisme semua bentuk kehidupan. Orbita (2013) menjelaskan bahwa pertumbuhan dan kandungan karaginan pada talus *K. alvarezii* berkorelasi positif dengan aliran air, fosfat dan nitrat. Aliran air selama musim hujan meningkatkan hidrodinamik sehingga meningkatkan pertumbuhan dan karaginan. Selain itu, fosfor dan nitrogen adalah nutrisi yang memainkan peran penting dalam pertumbuhan alga dan karaginan.

Karagenan maksimum diperoleh selama periode pasokan nutrisi tertinggi.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa *Sargassum aquifolium* memiliki kandungan senyawa-senyawa yang dapat dimanfaatkan untuk memicu pertumbuhan *Eucheuma cottonii*. Komponen yang ada pada *Sargassum aquifolium* adalah karbohidrat (59,51%), lemak (8,41%), Ca (3,34%), Fe (0,12%), P (0,18%), Fe (0,12%), Ca (3,34%), air (12,79%), abu (12,79%), N (7,22%). Komponen tersebut berpotensi sebagai fitohormon yang dapat digunakan sebagai pemicu tumbuh pada *Eucheuma cottonii*.

Ucapan terima kasih

Terima kasih kami ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu baik moril maupun materil sehingga tulisan ini bisa kami selesaikan.

Daftar Pustaka

- Abidin (1989). Dasar-Dasar Pengetahuan Tentang Zat Pengatur Tumbuh. Angkasa. Bandung.
- Cokrowati, N., Dewi, N.S. & Rina K. (2017). Growth Performance of *Eucheuma cottonii* by Immersing in Several Macroalgae Extract. *Aquacultura Indonesiana*. 18 (1): 26-29.
- Cokrowati, Nunik (2017). Identifikasi Hasil Ekstraksi *Sargassum sp.* Dari Teluk Ekas, Pemicu Peningkatan Produksi Rumput Laut, Lombok Timur Nusa Tenggara Barat. Laporan Penelitian. Universitas Mataram. Mataram. Nusa Tenggara Barat.
- Davis, J. (1987). Plant Hormones and Their Role in Plant Growth and Development. Boston: Martin Nijhoff Publishers.
- Fried S, Mackie B, Nothwehr E. (2003). Nitrate and Phosphate Levels Positively Affect the Growth of Algae Species Found in Perry Pond. *Tillers* 4: 4-21.
- Fadilah *et al.*, (2016). Growth, Morphology and Growth Related Hormone Level in *Kappaphycus alvarezii* Produced by Mass Selection in Gorontalo Waters, Indonesia. *HAYATI Journal of Biosciences*. 23 (2016) 29-34. Doi.10.1016/j.hjb.2015.09.004.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce & Roger L.Mitchell. (1991). Fisiologi Tanaman Budidaya. Penerjemah Herawati Susilo dan Pendamping Subiyanto. Cetakan Pertama. Penerbit Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Heddy (1986). Hormon Tumbuhan. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang. Rajawali. Jakarta.
- Handayani, T., Sutarno & Ahmad D.S. (2004). Analisis Komposisi Nutrisi Rumput Laut *Sargassum crassifolium* J. Agardh. *Biofarmasi* 2 (2); 45-52.
- Heo SJ, Ko SC, Kang S.M., Kang H.S., King J.P, Kim S.H., Cho M.G... .. Jeon Y.J. (2008). Cytoprotective effect of fucosantin isolated from brown algae *Sargassum siliquastrum* against H₂O₂ induced cell damage. *European food research and technology*. Nov 1; 228 (1):145-51.
- Hasnunidah, N. (2018). Struktur dan Perkembangan Tumbuhan. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Krisnamoorthy, H.N. (1981). Plant Growth Substances. New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited.
- Kusumo, S. (1989). Zat Pengatur Tumbuh Tanaman. Yasaguna. Jakarta.
- Kadi, A. (2005). Beberapa catatan kehadiran marga *Sargassum* di perairan Indonesia. *Oseana*, xxx no.4, 19–29. Retrieved from www.oseanografi.lipi.go.id.
- Lobban, C.S. & Paul, L.H. (1997). Seaweed Ecology and Physiology. Cambridge University Press. UK.
- Nazir, Moh. (2003). Metode Penelitian. Ghalia Indonesia. Jakarta.
- Mageswaran, R. & Sivasubramanian, S. (1984). Mineral and Protein Content of Some Marine Algae from Coastal Areas of Northern Sri Lanka. *Journal of the National Science Foundation*, 12, 179-187.
- Mizuta H, Shirakura Y. & Yasui H. (2002). Relationship Between Phycoerythrin and Nitrogen Content in *Gloiopeltis furcata* and *Porphyra yezoensis*. *Algae* 17:89-93.
- Ongaro V. & Leyser O. (2008). Hormonal Control of Shoot Branching. *J Exp Bot* 59:67e74.

- Orbita, M.L.S. (2013). Growth Rate and Carrageenan Yield of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Gigartinales) cultivated in Kolambugan, Lanao del Norte, Mindanao, Philippines. *AAB Bioflux* 5: 39-128.
- Pong-Masak PR, Pantjara B. & Rachmansyah. (2009). Seaweed Planting Season in Anggrek Waters, North Gorontalo. Yogyakarta (ID): Gajahmada University. pp. 110. Annual National Seminar.
- Srivastava, L.M. (2002). Plant Growth and Development Hormones and Environment. Academic Press. Sandiago, California, USA.
- Suryati, E. *et al.*, (2015). In Vitro Growth Rate of *Kappaphycus alvarezii* Micropropagule and Embryo by Enrichment Medium With Seaweed Extract. *Indonesian Aquaculture Journal*, (10) 1.
- Sezgin, M. *et al.*, (2018). Phytohormones. *Journal of Science and Technology*. 8 (1) 2018): 35-39. Bitles Eren University.
- Zeevaart, J.A.D., Gage, and R.A. Creelman., 1990. Recent Study of the Metabolism of Abscisic Acid. In: *Plant Growth Substances 1988*. Springer-Verleg.