

KANDUNGAN LOGAM BERAT ARSEN PADA ALGA *Kappaphycus alvarezii* SERTA SEDIMEN DI PERAIRAN DESA BUKU KECAMATAN BELANG KABUPATEN MINAHASA TENGGARA

(ARSENIC HEAVY METAL CONTENT IN *Kappaphycus alvarezii* ALGAE AND SEDIMENTS IN THE WATERS OF BUKU VILLAGE, BELANG DISTRICT, MINAHASA TENGGARA)

Laurenzy Tampongangoy¹, Desy M. H. Mantiri^{1*}, Darus S. J. Paransa¹, Rizald M. Rompas¹, James J. H. Paulus, Suzanne L. Undap²

1. Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, UNSRAT.
 2. Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, UNSRAT.
- Corresponding author: dmh_mantiri@unsrat.ac.id

Abstract

Kappaphycus alvarezii is one species algae that is very widely developed in the tropical waters, especially in Indonesia. The potential in these waters may decrease due to heavy metal pollution that accumulates in algae and sediments. Analyzing the content of heavy metal arsenic (As), using the SNI 01-2896-1998 test method, namely the metal contamination test method in food. The results obtained from this study were samples of brown and green *Kappaphycus alvarezii* taken from week I-V detected containing heavy metal arsenic (As) ranging from 0.17 - 0.42 ppm for green algae and 0.12 - 0.37 ppm for brown algae. This As concentration does not exceed the maximum heavy metal limit, which is 1.0 ppm for the maximum limit for heavy metal contamination in food. The concentration of heavy metal in sediments is 1.12 ppm, not exceeding the quality standard in the Environmental Protection Agency (EPA), the maximum heavy metal limit for arsenic in sediment is below 10 mg/kg.

Keywords: *Kappaphycus alvarezii*, arsenic metal, sediment, Buku village waters

Abstrak

Alga *Kappaphycus alvarezii* merupakan salah satu jenis alga yang sangat banyak dikembangkan di daerah tropis khususnya di Indonesia. Potensi di perairan ini dapat saja mengalami penurunan yang diakibatkan oleh pencemaran logam berat yang terakumulasi pada alga dan sedimen. Menganalisis kandungan logam berat arsen (As), menggunakan metode uji SNI 01-2896-1998 yaitu metode uji cemaran logam dalam makanan. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini yaitu sampel alga *Kappaphycus alvarezii* warna coklat dan hijau yang diambil dari minggu I-V terdeteksi mengandung logam berat arsen (As) berkisar 0.17 - 0.42 ppm untuk alga hijau dan 0.12 - 0.37 ppm untuk alga coklat. Konsentrasi As ini tidak melebihi batas maksimum logam berat yaitu 1.0 ppm untuk batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan. Untuk kandungan logam berat pada sedimen konsentrasinya sebesar 1.12 ppm, tidak melebihi standar baku mutu pada Environmental Protection Agency (EPA) batas logam berat arsen pada sedimen maksimum <10 mg/kg.

Kata kunci: *Kappaphycus alvarezii*, logam arsen, sedimen, Perairan Desa Buku

PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara kepulauan terbesar di dunia, dengan potensi sumber daya laut dan pesisir yang sangat menjanjikan baik potensi perikanan, potensi hutan mangrove serta potensi alga. Pemanfaatan sumber daya perairan di Indonesia ini menunjang pembangunan kehidupan, baik sosial, ekonomi dan budaya (Baransano & Mangimbulude, 2010).

Salah satu potensi sumber daya laut yang penting untuk dikaji adalah alga. Alga merupakan salah satu sumberdaya kelautan yang bernilai ekonomis yang di manfaatkan sebagai bahan industri farmasi, makanan, nutrasetika dan industri tekstil. Alga juga kaya akan senyawa ensensial untuk kehidupan berbagai makhluk hidup, beberapa jenis alga memiliki kandungan bioaktif yang masuk ke dalam beberapa kelompok yaitu lemak, protein, polisakarida dan metabolit sekunder seperti pigmen, alkaloid, fenol dan lektin (Istifida & Saptarini, 2018).

Alga *Kappaphycus alvarezii* adalah alga merah dari kelas Rhodophyceae, mempunyai dua warna yaitu hijau dan coklat serta merupakan alga penghasil karagenan (Dawes, 1998). Alga ini juga dimakan sebagai sayuran atau dibuat manisan oleh masyarakat.



Gambar 1. Alga *K. alvarezii* hijau (a) dan coklat (b) (Dokumentasi Pribadi, 2021).

Potensi keanekaragaman laut Indonesia ini dapat mengalami penurunan yang disebabkan oleh pengaruh faktor pencemaran. Pencemaran dapat merusak tatanan lingkungan hidup, biasanya dapat

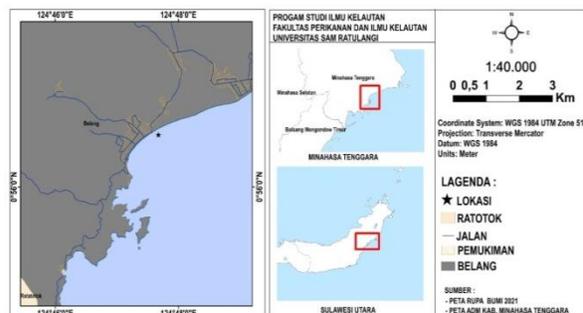
berasal dari limbah-limbah yang sangat berbahaya dalam arti memiliki daya racun (toksisitas) yang tinggi. Maraknya pembuangan limbah ke sungai yang bermuara ke laut dari limbah industri, limbah cair pemukiman, limbah cair pertokoan, perkapalan dan pertanian menimbulkan dampak negatif bagi perairan serta menyebabkan kerusakan ekosistem bagi perairan sungai maupun laut (Santosa, 2013).

Dampak logam berat terhadap makro alga adalah menghambat pertumbuhan, karena logam berat dapat merusak kloroplas yang merupakan organ yang paling sensitif terhadap logam berat (Kepel dkk, 2018; Mantiri dkk, 2019), pada sedimen keberadaan logam berat arsen terdistribusi sebagai mineral.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

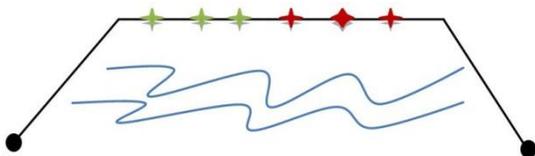
Tempat penelitian dilakukan di Desa Buku Kecamatan Belang Kabupaten Minahasa Tenggara. Lokasi tersebut merupakan tempat budidaya alga yang dilakukan oleh masyarakat setempat, jarak lokasi budidaya alga dan pesisir berkisar 244 meter. Lokasi budidaya ini juga tidak jauh dari muara sungai dan persawahan serta berdekatan dengan tempat pembuatan kapal kayu milik masyarakat setempat.



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian

Budidaya Alga

Bibit alga merah berwarna coklat dan hijau diambil dari masyarakat pembudidaya alga di Desa Buku Kecamatan Belang. Proses budidaya alga menggunakan metode apung (*floating method*)/*longline* yaitu posisi alga ditanam terapung di permukaan perairan mengikuti gerakan pasang surut. Bibit alga diambil dari 1 rumpun yang sama, kemudian dipisahkan menjadi ukuran kecil untuk dibudidayakan lebih lanjut pada satu tali ris ukuran 5 cm dengan panjang 20 m. Waktu untuk budidaya alga selama 6 (enam) minggu.



Gambar 3. Budidaya Alga

Pengambilan sampel sedimen dilakukan di lokasi tempat alga dibudidayakan. Proses pengambilan sedimen menggunakan pipa PVC berdiameter 12 cm. Air laut tidak dianalisis karena telah dilaporkan dalam hasil penelitian Nasprianto *dkk*, (2019); Mantiri *dkk* (2019), bahwa air laut tidak terdeteksi adanya kandungan logam karena dipengaruhi oleh pola arus dan gelombang. Metcalf dan Edy (1978) menyebutkan karena kondisi hidrodinamika yang berbeda-beda menyebabkan tingkat pencemaran yang masuk ke dalam perairan berbeda-beda.

Teknik Pengambilan Sampel Alga

Pengambilan sampel alga *K. alvarezii* dilakukan pada minggu ke-1, minggu ke-3 dan minggu ke-5. Sampel diambil di satu tali ris tempat alga dibudidayakan, sebanyak 100 g. Kemudian sampel alga dimasukkan ke dalam plastik sampel yang sudah ditandai dan diletakkan di dalam *coolbox*. Selanjutnya sampel disimpan dalam lemari pendingin pada suhu -8°C .

Pengambilan sampel untuk sedimen diambil di titik tempat alga dibudidayakan pada minggu ketiga. Pengambilan sedimen dilakukan dengan proses penyelaman dan menggunakan pipa PVC diameter 12 cm, sebanyak 100 g. Setelah selesai pengambilan sampel secara keseluruhan, selanjutnya sampel dibawa di Laboratorium Balai Riset dan Standardisasi Industri Manado untuk dianalisis kandungan logam beratnya.

Dilakukan juga pengukuran kualitas air secara *in-situ* dengan beberapa parameter, antara lain salinitas diukur menggunakan refraktometer, temperatur diukur menggunakan termometer, untuk pengukuran salinitas dan temperatur dilakukan pengukuran setiap pengambilan sampel. Kecerahan air diukur menggunakan *secchi disk* dengan meletakkan *secchi disk* di permukaan air hingga tenggelam sampai piringan *secchi disk* tidak terlihat lagi. Kecepatan arus diukur dengan menggunakan metode *Float tracking*/Langrangian yaitu mengukur dengan menggunakan benda apung ke laut. Pengukuran menggunakan jarak dan perpindahannya benda apung. Benda apung yang digunakan adalah gabus.

Prosedur Analisis Logam

Analisis kandungan logam berat arsen pada alga dan sedimen dilakukan di Laboratorium Balai Riset dan Standardisasi Industri Manado, prosedur Analisis data menggunakan metode uji cemaran logam dalam makanan (SNI 01-1896-1998), yaitu:

Menggunakan proses destruksi basah sistem tertutup :

- 1 Sampel alga merah berwarna coklat dan hijau di potong menjadi kecil-kecil.
- 2 Selanjutnya sampel alga warna coklat dan hijau dan sedimen dimasukan dalam tabung vessel dan ditimbang menggunakan neraca antara 0.5-1 g.
- 3 Setelah itu tambahkan asam nitrat sebanyak 10 ml kemudian di diamkan beberapa menit sampai sampel tercampur.

- 4 Selanjutnya pindahkan sampel ke dalam microwave digester pada suhu 210°C, selama 5 jam hingga sampel berubah menjadi larutan jernih.
- 5 Siapkan labu ukuran 50 ml kemudian saring sampel menggunakan kertas saring dan tambahkan aquades sampai pada tanda garis kemudian kocok.

Analisis sampel menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)* grafit furnace.

- 1 Larutan induk 1 ppm dilarutkan menjadi 1000 ppb.
- 2 Membuat larutan standart siapkan labu ukur 100 ml kemudian masing-masing di masukkan 2,5 ppb, 5 ppb, 10 ppb, 15 ppb dan 20 ppb.
- 3 Kemudian dibaca menggunakan AAS membentuk kurva kalibrasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di Desa Buku Kecamatan Belang Kabupaten Minahasa Tenggara. Lokasi budidaya alga ini berdekatan dengan daerah pemukiman masyarakat yang berjarak 244 meter dari pesisir pantai dan berdekatan juga tempat pembuatan kapal kayu milik masyarakat. Hal ini menurut Risna (2013), galangan kapal dapat berdampak negatif bagi kualitas perairan yang diakibatkan karena bahan penggunaan material pada pembuatan kapal yang memiliki konsentrasi logam yang tinggi seperti pengecatan lambung kapal dan bahan kimia B₃ (Bahan Berbahaya beracun). Menurut Rompas (2010), zat kimia B₃ dapat berupa senyawa logam (anorganik) dan senyawa organik.

Lokasi pengambilan sampel juga berdekatan dengan muara sungai, dari segi visual muara sungai Perairan Belang nampak relatif bersih dibandingkan, lokasi penelitian Hosea *dkk* (2019) yaitu di muara sungai totok yang memiliki sedimentasi tinggi (kecerahan air 26 cm), dikarenakan aktifitas pertambangan emas skala kecil.

Lokasi budidaya alga ini juga berjarak 441 meter dari area persawahan, para petani memanfaatkan muara sungai sebagai tempat pembuangan akhir dari daerah persawahan.

Analisis Parameter Kualitas Air Secara *In-Situ*

Hasil pengukuran kualitas air dilakukan secara *in-situ* di lapangan adalah suhu/temperatur, salinitas, kecerahan dan kecepatan arus dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air secara *In-situ*.

No	Parameter Kualitas Air	Perairan Desa Buku	Standar Baku Mutu*
1.	Suhu	29,6°C	Alami
1.	Salinitas	34 ‰	Alami
3.	Kecerahan	3,28 m	>5 Meter
4.	Kecepatan arus	0,413 m/s	-

*Kepmen LH No. 51 Tahun 2004

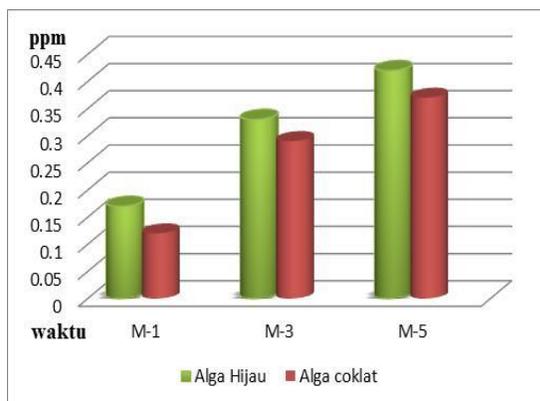
Menurut Wenno *dkk* (2014), alga memerlukan salinitas penuh untuk memperoleh pertumbuhan optimal, namun jika salinitas lebih rendah akan menimbulkan penyakit ice-ice, sebaliknya jika lebih tinggi menyebabkan layu permanen. Salinitas rata-rata di Perairan Desa Buku berkisar 34‰, berdasarkan Kepmen LH No. 51 Tahun 2004 salinitas di Perairan Buku Belang alami dengan tingkat kecerahan 3,28 m, menurut Zainuddin dan Rusdani (2018), kecerahan berpengaruh pada pertumbuhan alga, rendahnya kecerahan menyebabkan matahari yang masuk kedalam perairan akan mempengaruhi proses fotosintesis.

Arus mempengaruhi alga, karena melalui pergerakan air nutrien-nutrien yang sangat dibutuhkan untuk perkembangan alga dapat tersuplai, terdistribusi dan kemudian diserap melalui thallus (Burdames dan Ngangi, 2014). Pengukuran kecepatan arus sebesar 0,413 m/s, arus pada pengukuran ini, arus tidak terlalu kuat sehingga tidak berpengaruh terjadinya penumpukan sampah di daerah budidaya

alga. Lokasi budidaya alga berdekatan dengan pemukiman apabila terjadi arus kuat dan gelombang tinggi mengakibatkan sampah masyarakat berserakan di lokasi budidaya alga.

Analisis Kandungan Logam Berat Arsen (As) Pada Alga *K.alvarezii* Warna Coklat Dan Hijau Serta Sedimen.

Alga *K.alvarezii* yang merupakan sampel uji diambil dari lokasi budidaya alga di Perairan Desa Buku Kecamatan Belang Kabupaten Minahasa Tenggara. Hasil pengamatan logam berat arsen (As) yang terkandung pada alga *K.alvarezii* warna coklat dan hijau dan sedimen yang diperoleh seperti pada gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Grafik Konsentrasi Kandungan Logam Berat Arsen (As) Pada Alga Hijau dan Coklat.

Terjadi tren kenaikan konsentrasi logam berat arsen pada alga yang dibudidayakan di Perairan Belang dari minggu 1 sampai minggu ke 5 dimana alga hijau mengandung logam berat arsen lebih tinggi dari alga coklat yaitu sebesar 0.17-0.42 ppm untuk alga hijau dan 0.12-0.37 ppm untuk alga coklat. Proses naiknya konsentrasi logam berat arsen pada alga hijau dikarenakan alga hijau mengandung senyawa bioaktif lebih banyak dan kemungkinan alga hijau lebih resisten terhadap logam berat. Dari pengamatan ini logam berat arsen pada thallus tidak

melebihi batas baku mutu Standart Nasional Indonesia (SNI) No. 7387 – 2009 untuk batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan yaitu 1.0 ppm, namun sudah harus berhati-hati dalam mengelolah alga untuk dikonsumsi yang sudah terkontaminasi arsen karena dapat terakumulasi dalam rantai makanan. Penelitian Mantiri *dkk* (2019), alga memiliki kemampuan yang tinggi menyerap logam berat karena gugus fungsi pada dinding sel sitoplasma alga yang mampu mengikat logam ion.

Menurut Rompas (2010), senyawa logam arsen (As) dapat berupa organik dan anorganik yang dimanfaatkan dalam dunia medis. Toksikitas senyawa arsen umumnya terikat di alam dalam bentuk *trivalent* arsen (AS^{3+}) lebih beracun dari pada bentuk *pentavalent* (AS^{5+}) yang dimana *trivalent* arsen berperan menghambat kerja enzim. disisi lain arsenat tidak merupakan inhibitor terhadap enzim dan dapat masuk ke dalam fosfat. Sedangkan dalam penelitian ini senyawa arsen berbentuk *pentavalent* (AS^{5+}) sebab lebih banyak berikatan pada kalsium yang ada pada alga tersebut.

Pengamatan analisis kandungan logam berat arsen (As) pada sedimen di lokasi budidaya, mengandung konsentrasi logam sebesar 1,12 ppm lebih tinggi dari alga, namun tidak melebihi batas baku mutu Environmental Protection Agency (EPA) batas logam berat arsen pada sedimen maksimum <10 mg/kg. Tingginya kandungan logam berat di sedimen diduga menjadi salah satu penyebab tingginya konsentrasi logam berat arsen pada alga yang dibudidayakan di Perairan Desa Buku Kecamatan Belang. Menurut Kepel *dkk* (2018), logam berat memiliki berat molekul yang tinggi maka lebih mudah mengendap di sedimen. Susantoro *dkk* (2015) menyatakan bahwa logam berat memiliki sifat mengikat partikel lain dan bahan organik kemudian mengendap di dasar perairan dan bersatu dengan sedimen lainnya. Hal ini menyebabkan konsentrasi logam berat di dalam sedimen biasanya lebih tinggi dari pada perairan. Berdasarkan

penelitian Hosea *dkk*, (2019); Kepel *dkk*, (2018); Siahaan *dkk*, (2017) telah terdeteksi beberapa jenis logam berat termasuk arsen di teluk totok. Jarak antara Teluk Totok dan Perairan Belang hanya sekitar 20 km. Diduga banyak dipengaruhi oleh pengaruh aktifitas pertambangan di Ratatotok dengan kontribusi melalui sungai Totok, kehadiran logam arsen di sedimen di Desa Buku secara alamiah seperti dari beberapa sungai, dan abrasi pantai sekitar Desa Buku, sehingga keberadaan logam toksik ini dapat dikategorikan sebagai *Non Point Source* (Paulus *dkk*, 2020).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa.

- 1 Kandungan logam berat arsen (As) pada alga *Kappaphycus alvarezii* warna coklat dan hijau telah terdeteksi namun tidak melebihi batas baku mutu SNI No. 7387 – 2009.
- 2 Konsentrasi logam berat arsen (As) mempunyai tren meningkat selama proses budidaya baik alga hijau maupun alga coklat.
- 3 Kadar As tertinggi pada minggu kelima (M-5) sebesar 0,41 ppm untuk alga hijau dan 0,37 ppm untuk alga coklat, menunjukkan telah terjadi penyerapan logam berat arsen (As) pada thalus alga yang dibudidaya.
- 4 Analisis kandungan logam berat arsen (As) pada sedimen telah terdeteksi dengan konsentrasi sebesar 1,12 ppm. Masih lebih kecil dari standar baku mutu.

DAFTAR PUSTAKA

Baransano, H., & Mangimbulude, J. (2010). Eksploitasi Konservasi Sumber Daya Hayati Laut dan Pesisir di Indonesia. *Jurnal Biologi Papua*, 3(1).

Hosea, F., Mantiri, D. M., Paulus, J., Rompas, R., Lumoindong, F., & Mudeng, J. (2019). Analisis Logam Timbal (Pb) pada *Kappaphycus*

alvarezii (Doty) Alga Merah yang di Budidaya di Teluk Totok Minahasa Tenggara, Sulawesi Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 7(3).

- Istifida, D., & Saptarini, N. M. (2018). Aktivitas Senyawa Bioaktif Alga Merah (Rhodophyta) sebagai Antimikroba. *Jurnal Farmasi Universitas Padjadjaran*, 16(1).
- Kepel, R. C., Mantiri, D. M., Paransa, D., Paulus, J., Nasprianto, & Wagey, B. (2018). Arsenic Content, Cell Structure, and Pigment of *Ulva* sp. from Totok Bay and Blongko Waters, North Sulawesi Indonesia. *Jurnal AACL Bioflux*, 11(3), 765-771.
- Mantiri, D. M., Kepel, R. C., Manoppo, H., Paulus, J., Paransa, D., & Nasprianto. (2019). Metals in Seawater, Sediment and *Padina australis*, (Hauck 1887) Algae in the Waters of North Sulawesi. *Jurnal AACL Bioflux*, 11(3), 840-851.
- Paulus, J. J., Mantiri, D. M., Kepel, R. C., Rumampuk, N. D., Rori, F., Pandey, E. V., et al. (2020). Study of Non Point Source Heavy Metal Cadmium Level In Mangrove lant Sediment At Likupang: Addressed To The Conservation Of The Bunaken National Park. *Jurnal Ilmiah Platax*, 8(1).
- Arisandi A., Farid A., Rokhmaniati S., 2013. Pertumbuhan *Kappaphycus alvarezii* yang terkontaminasi epifit di Perairan sumenep. *Jurnal Kelautan*. Vol 6, No 1 ISSN : 1907-9931
- Burdames Y., dan Ngangi E., 2014. Kondisi lingkungan perairan budidaya rumput laut di Desa Arakan, Kabupaten Minahasa Selatan. *Budidaya Perairan FPIK Unsrat Manado*. Vol. 1 No.3.
- Dawes, C.J. 1998. *Marine Botany*. Second Edition, John wiley and Sons, inc. University of South Florida. 480 hal.
- Dawes J.C., Luisma A.O., Trono G.C., 1994. Laboratory and field growth studies of *Euclima denticulatum* and

- Kappaphycus alvarezii* in the Philippines. Journal Kluwer Academic Publisher. Philippines. Hal 21-24.
- Risna, 2013. Strategi pengelolaan lingkungan PT. Industri Kapal Indonesia Makassar dalam mengendalikan pencemaran air dan udara. Universtas Hasanuddin Makasar.
- Rompas R., 2010. Toksikologi Kelautan. PT. Walau Bengkulu. 338 halaman.
- Santosa R., 2013. Dampak pencemaran lingkungan laut oleh perusahaan pertambangan terhadap nelayan tradisional. Lex Administratum, Vol. I/No. 1/Apr-Jun/2013.
- Siahaan B., Mantiri D.M.H., Rimper J., 2017. Analisis logam timbal (Pb) dan Kosentrasi Klorofil Pada Alga *Padina australis* Hauck Dari Perairan Teluk Totok dan Perairan Blongko, Provinsi Sulawesi Utara. Jurnal Pesisir dan Laut Tropis Vol.1 No 1
- Susantoro T., Sunarjanto D., Andayani A., 2015. Distribusi logam berat pada sedimen di perairan muara dan laut Propinsi Jambi. Jurnal Kelautan Nasional, Vol 10 No 1 Hal 1-11.
- Wenno., Syamsuddin., Latuihamallo., 2014. Beberapa parameter kimia yang mempengaruhi pertumbuhan rumput laut merah *Kappaphycus alvarezii* (Doty) di Perairan lebih dalam. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Pattimurah, Ambon.
- Zainuddin F., Rusdani M., 2018. Performa rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dari Maumere dan Tambelang pada budidaya sistem longline. Jurnal of aquaculture Science Vol 3 (3): 116-117.