

Efek fitoregulator dan daerah asal bibit yang berbeda pada kultur semi-steril rumput laut merah *Gracilaria* sp.

[Effects of different phyto regulators and seed original on semi-sterile cultures of the red seaweed *Gracilaria* sp.]

Siti Fadilah* dan Dhini Arum Pratiwi

Loka Riset Budidaya Rumput Laut, Jalan Pelabuhan Etalase Perikanan, Boalemo, Gorontalo, Indonesia, 96265

*E-mail Korespondensi: siti_fadilah9@ymail.com

ABSTRAK

Pertumbuhan rumput laut merah *Gracilaria* sp dalam media kultur dapat dipengaruhi oleh penambahan fitoregulator dan daerah asal bibit. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pertumbuhan rumput laut *Gracilaria* sp. dengan penambahan fitoregulator (auksin dan sitokinin) dan daerah asal bibit berbeda dalam kultur semi-steril. Talus *Gracilaria* sp dipotong melintang dan dikultur dalam media air laut yang telah ditambah media dasar PES 2%. Fitoregulator ditambahkan dalam media dengan kombinasi auksin dan sitokinin yaitu *6-Benzylaminopurine* (BAP) 1 mg/L dan *Indole Acetic Acid* (IAA) 0,5 mg/L (BI1); BAP 2 mg/L dan IAA 1 mg/L (BI2); Kinetin 1 mg/L dan IAA 0,5 mg/L (KI1); Kinetin 2 mg/L dan IAA 1 mg/L (KI2); serta tanpa fitoregulator (O). Sementara itu, penelitian ini juga membandingkan pertumbuhan bibit dari daerah asal Takalar dan Maros dalam media *Provasoli's Enrichment Solution* (PES). Pengamatan pertumbuhan dilakukan setiap minggu selama tujuh minggu. Hasil riset menunjukkan bahwa kombinasi fitoregulator yang memberikan pertumbuhan tertinggi terjadi pada perlakuan BAP 1 mg/L dan IAA 0,5 mg/L ($p < 0,05$). Bibit yang berasal dari Maros mempunyai pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan Takalar.

Kata Kunci: auksin; fitoregulator; *Gracilaria*; kultur semi-steril; sitokinin

ABSTRACT

The growth of red seaweed *Gracilaria* sp in the culture media can be influenced by the addition of phyto regulator and origin of the seedlings. This study aims to evaluate the growth of *Gracilaria* sp. with the addition of phyto regulators (auxins and cytokinins) and the origin of seedlings in semi-sterile cultures. *Gracilaria* sp. thallus was cut transversely and cultured in seawater media which has been added to Provasoli's Enrichment Solution (PES) base media 2%. Phyto regulator were added in the medium with a combination of auxin and cytokinin namely (BAP) 1 mg/L and Indole Acetic Acid (IAA) 0.5 mg/L (BI1); BAP 2 mg/L and IAA 1 mg/L (BI2); Kinetin 1 mg/L and IAA 0.5 mg/L (KI1); Kinetin 2 mg/L and IAA 1 mg/L (KI2); without phyto regulator (O). Meanwhile, this study also compared the growth of seedlings from Takalar and Maros in PES media. Growth observations are made every week for seven weeks. The results showed the combination of phyto regulator that provide the highest growth occurred in treatment of BAP 1 mg/L and IAA 0.5 mg/L ($p < 0.05$). Seedlings from Maros have better growth than Takalar.

Key words : auxins, phyto regulator, *Gracilaria*; semi-sterile cultures, cytokinins

PENDAHULUAN

Rumput laut merah *Gracilaria* adalah komoditas perikanan yang bernilai ekonomis. *Gracilaria* menghasilkan

fikokoloid berupa agar yang banyak digunakan di berbagai bidang industri. *Gracilaria* telah menyumbang lebih dari 80% dari agar komersial yang sebagian

besar berasal dari hasil budidaya (Saminathan *et al.*, 2015). Untuk mendukung produksi rumput laut setiap tahunnya maka bibit rumput laut untuk budidaya *Gracilaria* harus tersedia secara kontinu. Salah satu cara penyediaan bibit rumput laut secara kontinu adalah dengan cara kultur jaringan.

Kultur jaringan rumput laut menggunakan potongan/fragmen talus yang ditanam dalam media pertumbuhan yang sesuai dengan kondisi bebas kontaminan (aksenik) di dalam laboratorium (Mukti & Ujang, 2019). Sementara itu, di perairan alami dan lokasi budidaya, fragmen talus rumput laut mudah tumbuh. Bahkan fragmen berukuran dua cm dapat ditumbuhkan di bak bersirkulasi (Kraai & Rorrer, 2021).

Perbanyakan bibit rumput laut melalui spora *Gracilaria* yang sebelumnya dilakukan dengan kultur jaringan (Suryati *et al.*, 2009) juga telah dapat dilakukan dalam kondisi yang semi-steril (Lideman, *et al.*, 2014; Pratiwi & Fadilah, 2020). Hal ini mengindikasikan perbanyakan bibit rumput laut tidak selalu membutuhkan kondisi aksenik. Homogenitas media pertumbuhan berbentuk cair dapat diatur menggunakan erator tanpa sterilisasi udara sehingga kultur bersifat semi-steril.

Media pertumbuhan kultur seringkali ditambah dengan fitoregulator untuk mempercepat pertumbuhan. Fitoregulator adalah fitohormon sintetis (eksogen) yang digunakan untuk mempelajari sistem biologis tanaman, sementara fitohormon merupakan molekul dalam tanaman (endogen) yang berperan dalam mengatur pertumbuhan, perkembangan dan respon tanaman terhadap lingkungan (Jiang & Asami, 2018).

Umumnya fitoregulator yang biasa digunakan dalam kultur rumput laut berasal dari golongan auksin dan sitokinin (Fadel *et al.*, 2013; Yokoya *et al.*, 2014; Yeong *et al.*, 2014; Jong *et al.*, 2015; Muhamad *et al.*, 2018; Mo *et al.*, 2020). Rumput laut *Kappaphycus alvarezii* telah diketahui memiliki kandungan fitohormon berupa kinetin sebanyak enam sampai sembilan kali lebih tinggi dibandingkan Indole-3-Acetic Acid (IAA) (Fadilah *et al.*, 2016). Kinetin termasuk dalam golongan sitokinin dan IAA termasuk golongan auksin. Selain fitoregulator, sumber asal bibit juga telah diketahui mempengaruhi pertumbuhan rumput laut. Lokasi rumput laut yang merupakan sumber asal bibit dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perairan (Mudeng *et al.*, 2015; Nur *et al.*, 2016).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pertumbuhan rumput laut *Gracilaria* sp. dengan penambahan fitoregulator (auksin dan sitokinin) dan daerah asal bibit dalam kultur semi-steril.

METODE PENELITIAN

Pengaturan air laut dan ruang kultur untuk kultur semi-steril

Media air laut yang digunakan bersalinitas 35 g/L dan disaring menggunakan filter dengan ukuran pori 0,3 μm . Kemudian, air laut disterilisasi dengan autoclave pada suhu 121°C selama 30 menit. Ruang kultur diatur pada suhu sekitar 22°C, intensitas cahaya sekitar 1500 lux dengan fotoperiodik 12 jam terang dan 12 jam gelap. Pengadukan media pertumbuhan diatur menggunakan aerator.

Efek fitoregulator terhadap pertumbuhan *Gracilaria* sp.

Rancangan lingkungan riset ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan rancangan perlakuan faktor tunggal. Indukan rumput laut *Gracilaria* sp. dikoleksi dari Takalar, Sulawesi Selatan dan diaklimatisasi selama sekitar seminggu. Indukan selanjutnya dipotong melintang menjadi fragmen-fragmen talus sepanjang $\pm 2-3$ cm. Fragmen

disterilkan permukaannya dengan larutan deterjen (1 tetes/100 ml) selama 8 menit dan larutan Povidone Iodine 1% (v/v) selama 4 menit secara berurutan. Fragmen talus dibilas dengan air laut steril di setiap tahapan sterilisasi. Selanjutnya fragmen dikultur dalam media air laut yang telah ditambah media dasar Provasoli's Enrichment Solution (PES) 2% (v/v) dan beberapa kombinasi fitoregulator sebagai perlakuan. Perlakuan terdiri atas 5 taraf yaitu penambahan *6-Benzylaminopurine* (BAP) 1 mg/L dan *Indole Acetic Acid* (IAA) 0,5 mg/L (BI1); BAP 2 mg/L dan IAA 1 mg/L (BI2); Kinetin 1 mg/L dan IAA 0,5 mg/L (KI1); Kinetin 2 mg/L dan IAA 1 mg/L (KI2); serta tanpa fitoregulator (O). Pengamatan dilakukan selama 7 minggu.

Seluruh fragmen *Gracilaria* kemudian disubkultur sehingga diperoleh propagul. Propagul dikultur dalam media pertumbuhan dengan PES 2% yang diperbarui setiap minggu. Pengamatan dilakukan sampai sekitar 50 hari.

Efek daerah asal bibit terhadap pertumbuhan *Gracilaria* sp.

Indukan *Gracilaria* sp. yang dibandingkan berasal dari daerah Takalar dan Maros, Sulawesi Selatan yang dikoleksi sekitar bulan September 2019. Indukan dipotong menjadi fragmen dan

disterilisasi dengan cara yang sama seperti di atas. Fragmen dikultur dalam media air laut bersalinitas 35 g/L yang telah ditambah media dasar PES 2% (v/v). Pengamatan dilakukan selama 7 minggu.

Analisis Data

Pengamatan bobot fragmen per wadah dilakukan tiap minggu, bersamaan dengan pembaruan media pertumbuhan. Pengamatan kecepatan pertumbuhan dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$\text{LPH} = (\ln (W_t - W_0)) / t \times 100\%$$

W_0 adalah bobot basah awal dan W_t adalah bobot basah akhir fragmen setelah t hari pemeliharaan kultur. Data ditabulasi dengan excel dan dianalisis keragamannya dengan Oneway Anova. Jika perlakuan berpengaruh nyata, analisis dilanjutkan dengan uji Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

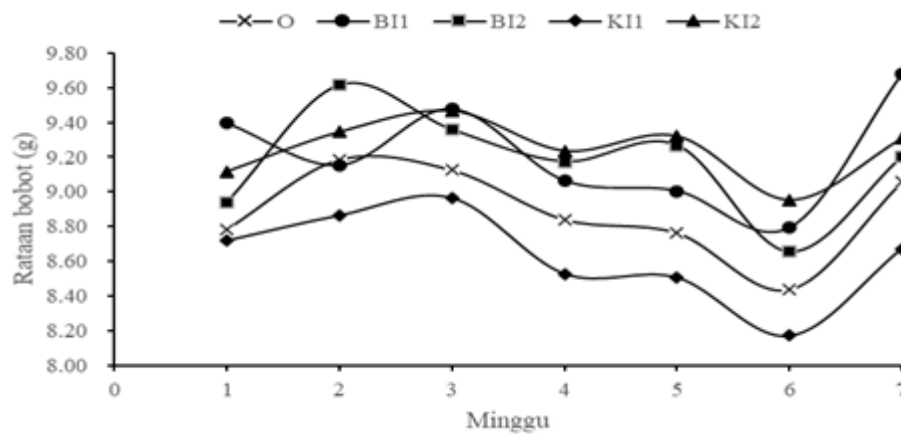
Efek fitoregulator terhadap pertumbuhan fragmen *Gracilaria* sp.

Pertumbuhan fragmen talus *Gracilaria* sp. dalam media pertumbuhan menunjukkan kecenderungan kenaikan sampai minggu ke-3 kemudian cenderung menurun hingga minggu keenam pada semua perlakuan (Gambar 1).

Namun di minggu ketujuh, semua perlakuan mengalami kenaikan pertumbuhan hingga akhir pengamatan. Penurunan pertumbuhan ini diduga disebabkan oleh kondisi indukan rumput laut yang menurun. Performansi rumput laut sangat dipengaruhi oleh kondisi perairan tempat tumbuhnya. Kemungkinan perairan yang menjadi lokasi pengambilan indukan *Gracilaria* mengalami kekurangan nutrisi sehingga jaringan rumput laut mengalami defisiensi nutrisi.

Berdasarkan hasil pengamatan, penurunan pertumbuhan juga disebabkan oleh kontaminasi epifit yang ikut tumbuh dalam media tanam. Epifit ini merupakan sejenis alga berwarna hijau dengan struktur seperti rambut dan pertumbuhannya cepat. Epifit ini diduga awalnya berupa spora yang menempel pada talus *Gracilaria* sehingga tidak terlihat secara visual pada saat tahap pemilihan dan pemotongan talus, sterilisasi dan kultur awal. Kemungkinan setelah minggu ke-3 spora epifit ini mulai tumbuh dengan cepat dan mengganggu fragmen talus.

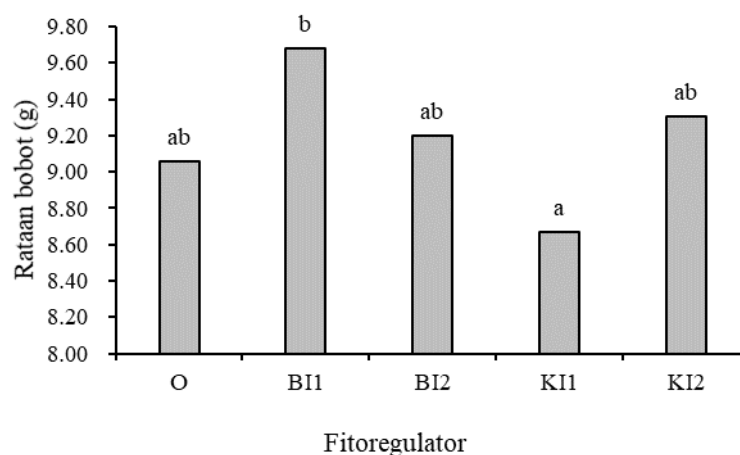
Kenaikan pertumbuhan tertinggi pada minggu ke-7 terjadi pada penambahan kombinasi BAP 1 mg/L dan IAA 0,5 mg/L ($p < 0,05$) (Gambar 2).



Gambar 1. Rataan bobot fragmen *Gracilaria* sp. selama tujuh minggu pemeliharaan kultur

Sementara itu, pertumbuhan terendah terjadi pada penambahan kombinasi kinetin 1 mg/L dan IAA 0,5 mg/L. Kombinasi ini menyebabkan menurunnya pertumbuhan *Gracilaria* sp. Peningkatan konsentrasi kombinasi BAP dan IAA menjadi 2 mg/L dan 1 mg/L berturut-turut (BI2) ternyata tidak lebih meningkatkan pertumbuhan dibandingkan BI1. Sebaliknya

peningkatan konsentrasi kombinasi Kinetin dan IAA (KI2) lebih meningkatkan pertumbuhan dibandingkan KI1. Menariknya, pertumbuhan *Gracilaria* dalam konsentrasi kombinasi fitoregulator antara BI2 dan KI2 mirip dengan pertumbuhan *Gracilaria* dalam media tanpa fitoregulator ($p > 0,05$).



Gambar 2. Rataan bobot fragmen *Gracilaria* sp. di minggu ke-7. Huruf yang berbeda mengindikasikan berbeda signifikan pada level $p < 0,05$

Pembentukan kalus *K. alvarezii* lebih efektif pada penambahan BAP 1 mg/L, sedangkan regenerasi kalus menjadi rumpun filamen terjadi dengan penambahan kombinasi BAP 1 mg/L dan IAA 2,5mg/L (Sulistiani *et al.*, 2012).

Pembentukan kalus *K. alvarezii* mencapai >80% pada kombinasi IAA:BAP = 2,5:1mg/L, sedangkan pembentukan mikropropagul mencapai 31,64% dengan BAP 1 mg/L (Mukti & Ujang, 2019).

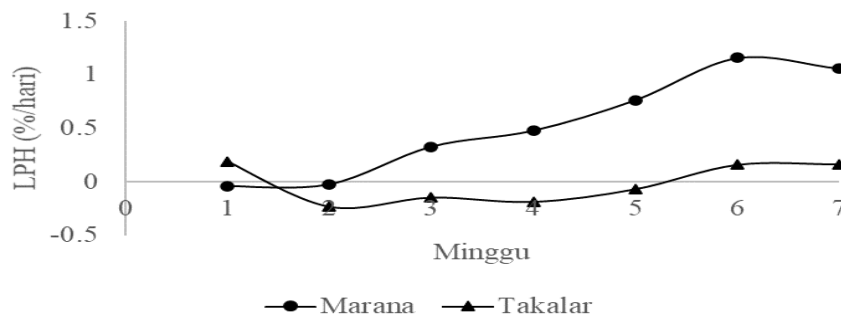


Gambar 3. Pertumbuhan propagul *Gracilaria* sp. A. awal, B. Setelah 25 hari, C. Setelah 53 hari

Sitokinin memediasi respons terhadap faktor eksternal, seperti kondisi cahaya pada tunas dan ketersediaan nutrisi dan air di akar, dan memiliki peran dalam respon terhadap stres biotik dan abiotik (Werner & Schmulling, 2009). Auksin berperan penting dalam pertumbuhan tanaman melalui pembelahan dan diferensiasi sel (Jamil *et al.*, 2021). Auksin menstimulasi pemanjangan sel dengan cara mengatur pelonggaran dinding sel tanaman (Majda & Robert, 2018). Penambahan fitoregulator auksin dan sitokinin dapat menginduksi kandungan fitohormon alga hijau *Acutodesmus obliquus* dalam

menghadapi stres logam berat (Piotrowska-Niczyporuk *et al.*, 2020).

Berdasarkan pengamatan, panjang tunas baru yang tumbuh pada semua perlakuan tidak tampak berbeda. Panjang tunas rata-rata sekitar 2 mm. Setelah 8 minggu perlakuan, fragmen talus *Gracilaria* disubkultur menjadi propagul. Subkultur ini menghasilkan sekitar 460 propagul yang dipelihara kembali secara semi steril hanya dengan menggunakan media PES. Propagul terus mengalami pertumbuhan yang awalnya hanya berdiameter sekitar 0,5 cm (Gambar 3), bertambah diameternya menjadi sekitar 2,5-3 cm selama 53 hari pemeliharaan.



Gambar 4. Laju Pertumbuhan Harian (LPH) rumput laut *Gracilaria* sp. dari daerah asal bibit berbeda

Pertumbuhan rumput laut dalam kultur dipengaruhi oleh nutrisi, fitoregulator, salinitas (Jong *et al.*, 2015), aerasi, intensitas cahaya dan bentuk media (Mo *et al.*, 2020).

Efek daerah asal bibit

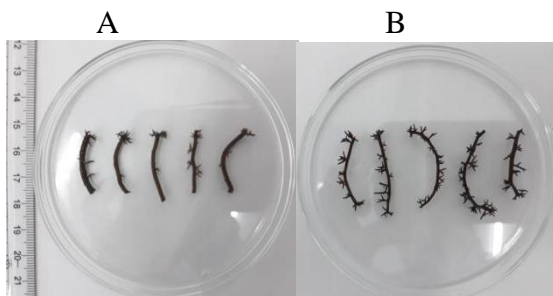
Hasil pengamatan Laju Pertumbuhan Harian rumput laut *Gracilaria* sp. dari daerah asal bibit berbeda (Maros dan Takalar) yang dipelihara selama 7 (tujuh) minggu menunjukkan perbedaan (Gambar 4). LPH rumput laut *Gracilaria* sp. dari Maros mengalami peningkatan setiap minggunya, berbeda dengan asal bibit dari Takalar yang menunjukkan penurunan pertumbuhan hingga minggu ke-4. Minggu ke-6 dan 7 mulai terjadi pertumbuhan stagnan pada kedua asal *Gracilaria* sp. Pada akhir pemeliharaan, LPH *Gracilaria* sp. asal Maros lebih

tinggi (1,06%/hari) daripada Takalar (0,16 %/hari).

Gracilaria sp. asal Maros merupakan bibit yang diambil dari tambak, sedangkan bibit dari Takalar berasal dari laut. Kemungkinan rumput laut tersebut memiliki karakteristik berbeda, baik karakteristik performansi maupun pertumbuhannya. Lideman *et al.*, (2014) menyebutkan bahwa *Gracilaria* sp. yang dibudidayakan di laut memiliki ukuran lebih besar daripada yang di tambak. Selain itu, berdasarkan penelitian Sarira *et al.*, (2015), rumput laut *Eucheuma* yang berasal dari daerah berbeda memiliki ketahanan tingkat adaptif terhadap perairan yang berbeda pula, serta memiliki pola pertumbuhan yang berbeda.

Pengamatan visual selama pemeliharaan memperlihatkan fragmen *Gracilaria* sp. asal Maros memiliki kecenderungan pertumbuhan tunas baru

yang lebih banyak muncul di sepanjang talus. Sementara itu, fragmen *Gracilaria* dari Takalar menunjukkan pertumbuhan tunas baru hanya pada bagian bekas pemotongan (Gambar 5).



Gambar 5. Performa pertumbuhan fragmen *Gracilaria* sp. dari daerah asal A. Takalar dan B. Maros

Pertumbuhan rumput laut dipengaruhi oleh beberapa faktor yang bersifat internal maupun eksternal. Faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan rumput laut antara lain jenis rumput laut (Sarira *et al.*, 2015), sedangkan faktor eksternal yang berpengaruh antara lain kondisi lingkungan perairan (salinitas), iklim (musim kemarau dan hujan) (Radiarta *et al.*, 2016), penanganan bibit, pemeliharaan tanaman dan metode budidaya (Lideman *et al.*, 2014).

KESIMPULAN

Kombinasi fitoregulator yang memberikan pertumbuhan tertinggi terjadi pada BAP 1 mg/L dan IAA 0,5 mg/L. Bibit yang berasal dari Maros mempunyai

pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan Takalar.

DAFTAR PUSTAKA

- Fadel, A. H., Gerung, G. S., Suryati, E., & Rumengan, I. F. (2013). The effects of stimulant growth hormones on tissue culture of seaweed *Kappaphycus alvarezii* in vitro. *Aquatic Science and Management*, 1, 77–84. <https://doi.org/10.35800/jasm.0.0.2013.2282>
- Fadilah, S., Alimuddin, Pong-Masak, P. R., Santoso, J., & Parenrengi, A. (2016). Growth, Morphology and Growth Related Hormone Level in *Kappaphycus alvarezii* Produced by Mass Selection in Gorontalo Waters, Indonesia. *HAYATI Journal of Biosciences*, 23(1), 29–34. <https://doi.org/10.1016/j.hjb.2015.09.004>
- Jamil, M., Saher, A., Javed, S., Farooq, Q., Shakir, M., Zafar, T., Komal, L., Hussain, K., Shabir, A., Javed, A., & Huzafa, M. (2021). A review on potential role of auxins in plants, current applications and future directions. *Journal of biodiversity and environmental sciences*, 18(1), 11-16
- Jiang, K., & Asami, T. (2018). Chemical regulators of plant hormones and their applications in basic research and agriculture. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 82(8), 1265–1300. <https://doi.org/10.1080/09168451.2018.1462693>
- Jong, L. W., Thien, V. Y., Yong, Y. S., Rodrigues, K. F., & Yong, W. T. L. (2015). Micropropagation and protein profile analysis by SDS-PAGE of *Gracilaria changii*

- (Rhodophyta, Solieriaceae). *Aquaculture Reports*, 1, 10–14. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2015.03.002>
- Kraai, J. A., & Rorrer, G. L. (2021). Immobilization and growth of clonal tissue fragments from the macrophytic red alga *Gracilaria vermiculophylla* on porous mesh panels. *Journal of Applied Phycology*, 33(4), 2407–2414
- Lideman, Elman, A., Farida, S., Soetanti, E., Raharjo, S., & Dworjanin, S. (2014). Pengembangan bibit rumput laut (*Gracilaria sp.*) yang dipelihara di laut melalui penempelan spora pada tali Polyethylene (PE). Dalam *Indonesian Aquaculture (Indoaqua) 2014* (pp. 150-158). Bogor, Indonesia: Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Majda, M., & Robert, S. (2018). The Role of auxin in cell wall expansion. *Int. J. Mol. Sci.*, 19(4), 951
- Mo, V. T., Cuong, L. K., Tung, H. T., Van Huynh, T., Nghia, L. T., Khanh, C. M., Lam, N. N., & Nhut, D. T. (2020). Somatic embryogenesis and plantlet regeneration from the seaweed *Kappaphycus striatus*. *Acta Physiologiae Plantarum*, 42(7), 1–11. <https://doi.org/10.1007/s11738-020-03102-3>
- Mudeng, J. D., Kolopita, M. E. F., & Rahman, A. (2015). Kondisi Lingkungan Perairan Pada Lahan Budidaya Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* Di Desa Jayakarsa Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Budidaya Perairan*, 3(1), 172-186.
- Muhamad, S. N. S., Ling, A. P. K., & Wong, C. L. (2018). Effect of plant growth regulators on direct regeneration and callus induction from *Sargassum polycystum* C. Agardh. *Journal of Applied Phycology*, 30(6), 3299–3310. <https://doi.org/10.1007/s10811-018-1649-1>
- Mukti, W., & Ujang, K. (2019). Scalling Up Bibit Rumput Laut, *Kappaphycus alvarezii* dengan Kultur Jaringan. *Jurnal Sains Teknologi Akuakultur*, 3(1), 1-9.
- Nur, A. I., Syam, H., & Patang. (2016). Pengaruh Kualitas Air terhadap Produksi Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*). *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 2, 27-40
- Piotrowska-Niczyporuk, A., Bajguz, A., Kotowska, U., Zambrzycka-Szelewa, E., & Sienkiewicz, A. 2020. Auxins and Cytokinins Regulate Phytohormone Homeostasis and Thiol-Mediated Detoxification in the Green Alga *Acutodesmus obliquus* Exposed to Lead Stress. *Sci Rep* 10, 10193
- Pratiwi, D. A., & Fadilah, S. (2020). pengaruh zat pengatur tumbuh berbeda terhadap pertumbuhan spora *Gracilaria changii*. *Prosiding Seminar Nasional Tahunan XVII Hasil Penelitian Perikanan Dan Kelautan Tahun 2020*, 91–97.
- Radiarta, I. N., Erlania, E., & Rusman, R. (2016). Pengaruh Iklim terhadap Musim Tanam Rumput Laut, *Kappaphycus alvarezii* di Teluk Gerupuk Kabupaten Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Riset Akuakultur*, 8(3), 453. <https://doi.org/10.15578/jra.8.3.2013.453-464>
- Saminathan, K. R., Ashok, K. S., Veeragurunathan, V., & Mantri, V. A. (2015). Seedling production in the industrially important agarophyte *Gracilaria dura* (Gracilariales, Rhodophyta). *Journal of Applied Phycology*, 27(4), 1541–1548. <https://doi.org/10.1007/s10811-014->

- 0450-z
- Sarira, N. H., Pratiwi, D. A., Ratnawati, P., & Adhiyudanto, B. (2015). *Pertumbuhan Kappaphycus alvarezii dan Eucheuma striatum dengan Sumber Bibit yang Berbeda di Perairan Boalemo, Gorontalo*. 653–660.
- Sulistiani, E., Soelistyowati, D. T., Alimuddin, & Yani, S. A. (2012). Callus induction and filaments regeneration from callus of cottonoo seaweed (*Kappaphycus alvarezii* (Doty)) collected from Natuna islands, Riau Islands province. *Biotropia*, 19(2), 103 - 114.
- Suryati, E., Rachmansyah, & Mulyaningrum, S. R. H. (2009). *Pertumbuhan Spora Rumput Laut Gracilaria verrucosa Secara In Vitro dengan Penambahan Hormon Pengatur Pertumbuhan pada Tanaman*. *Jurnal Ris. Akuakultur*, 4(2), 307–312.
- Werner, T., & Schmulling, T. (2009). Cytokinin action in plant development. *Current Opinion in Plant Biology*, 12 (5), 527–538
- Yeong, H. Y., Phang, S. M., Reddy, C. R. K., & Khalid, N. (2014). Production of clonal planting materials from *Gracilaria changii* and *Kappaphycus alvarezii* through tissue culture and culture of *G. changii* explants in airlift photobioreactors. *Journal of Applied Phycology*, 26(2), 729–746. <https://doi.org/10.1007/s10811-013-0122-4>
- Yokoya, N. S., Ávila, M., Piel, M. I., Villanueva, F., & Alcapan, A. (2014). Effects of plant growth regulators on growth and morphogenesis in tissue culture of *Chondracanthus chamissoi* (Gigartinales, Rhodophyta). *Journal of Applied Phycology*, 26(2), 819–823.