

Pengaruh Kombinasi Pengkayaan Nitrogen dan Fosfat terhadap Perkembangan Spora Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*)

The Effect of Combination of Nitrogen and Phosphate Enrichment on the Development of Seaweed Spores (*Kappaphycus alvarezii*)

Muhammad Sahir^{1✉}, Rustam², Gunarto Latama², Herliyanti¹, Nur Ulfa Damayanti¹

1) Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan Institut Teknologi Pertanian, Kampus Campagaya Desa Tamasaju, Kecamatan Galesong Utara, Kabupaten Takalar, 92255.

2) Program Studi Budidaya Perairan Departemen Perikanan, Universitas Hasanuddin, Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea

✉Correspondent author: muhammadsahir@itp-takalar.ac.id

Abstrak

Rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*) merupakan salah satu komoditi perairan yang sangat berpotensi dikembangkan karena permintaan sampai di pasar internasional (Ari, SP dan Risna Yusuf, 2018). Penyediaan bibit masih dilakukan dengan cara vegetatif (stek) (Runtuboy N dan Slamet Abadi, 2018). Namun, terjadi masalah terutama penyediaan bibit yang berkualitas, skala besar, serta tidak tergantung pada musim. Penyediaan bibit juga dapat dilakukan secara generatif. *K. alvarezii* dapat dikembangkan dengan memanfaatkan sifat reproduksi generatif melalui perkembangan spora yang ditandai dengan adanya sistokarp di permukaan talus (Juniarta I, 2016). Namun, sistokarp dalam pertumbuhannya sangat membutuhkan nutrisi agar dapat menghasilkan spora yang berkualitas dan kuantitas baik. Nutrisi yang dibutuhkan berupa nitrogen dan fosfat. Hal ini disebabkan karena peran dari nitrogen sebagai penyusun protein dan fosfat sebagai penyedia akan energi (Pauwah A, et al., 2020). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan dosis perbandingan pengkayaan nitrogen dan fosfat terhadap perkembangan sistokarp. Penelitian dilaksanakan Bulan Nopember 2018 sampai Februari 2019, di Laboratorium Rumput Laut Balai Perikanan Budidaya Air Payau Takalar (BPBAPT). Penelitian terdapat 6 perlakuan dengan ulangan sebanyak 3 kali, yaitu Perlakuan A = Tanpa pengkayaan (SW), Perlakuan B = 0,5 ppm N : 0,5 ppm P, Perlakuan C = 1 ppm N : 0,5 ppm P, Perlakuan D = 1,5 ppm N : 0,5 ppm P, Perlakuan E = 0,5 ppm N : 1 ppm P, dan Perlakuan F = 0,5 ppm N : 1,5 ppm P. Hasil penelitian menunjukkan germinasi tertinggi pada perlakuan D dengan rata-rata 56,95%. Namun, penitilian tidak berbeda nyata antar perlakuan ($p>0,05$).

Kata kunci: *Kappaphycus alvarezii*, Spora, nitrogen, fosfat.

Abstract

Seaweed (*Kappaphycus alvarezii*) is one of the aquatic commodities that has the potential to be developed due to demand reaching the international market (Ari, SP and Risna Yusuf, 2018). Provision of seeds is still carried out by vegetative means (cuttings) (Runtuboy N and Slamet Abadi, 2018). However, there are problems, especially the provision of quality seeds, large scale, and does not depend on the season. Provision of seeds can also be done generatively. *K. alvarezii* can be developed by exploiting the nature of sexual reproduction through the development of spores which are characterized by the presence of cystocarp on the surface of the thallus (Juniarta I, 2016). However, the cystocarp in its growth really needs nutrition in order to produce spores of good quality and quantity. The nutrients needed are nitrogen and phosphate. This is due to the role of nitrogen as a constituent of protein and phosphate as a provider of energy (Pauwah A, et al., 2020). The purpose of this study was to determine the dose ratio of nitrogen and phosphate enrichment on cystocarp development. The research was carried out from November 2018 to February 2019, at the Seaweed Laboratory of the Takalar Brackish Water Aquaculture Fishery Center (BPBAPT). The study contained 6 treatments with 3 repetitions, namely Treatment A = Without enrichment (SW), Treatment B = 0.5 ppm N: 0.5 ppm P, Treatment C = 1 ppm N: 0.5 ppm P, Treatment D = 1.5 ppm N: 0.5 ppm P, Treatment E = 0.5 ppm N: 1 ppm P, and Treatment F = 0.5 ppm N: 1.5 ppm P. The results showed that the highest germination was in treatment D with an average of 56.95%. However, the research was not significantly different between treatments ($p>0.05$).

Keywords: *Kappaphycus alvarezii*, spores, nitrogen, phosphate.

Pendahuluan

Rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*) adalah tumbuhan ganggang multiseluler yang hidup di perairan dan tergolong ke dalam divisi *Thallophyta*. Divisi ini meliputi tumbuhan yang memiliki ciri utama tubuh yang berbentuk talus. Tumbuhan talus merupakan tumbuhan yang struktur tubuhnya masih belum bisa dibedakan antara akar, batang dan daun. Seluruh bagian tumbuhan disebut talus, sehingga rumput laut tergolong tumbuhan tingkat rendah (Khasanah N, et al., 2021). Rumput laut merupakan salah satu komoditi perairan Indonesia yang sangat berpotensi untuk dikembangkan karena permintaan terhadap rumput laut serta menjanjikan dengan pangsa pasar yang cukup tinggi (Ari, SP dan Risna Yusuf, 2018).

Permintaan yang tinggi tentu menjadi peluang bagi masyarakat pembudidaya rumput laut untuk ikut dalam meningkatkan produksi demi memenuhi kebutuhan pasar. Budidaya secara intensif tentu bukan tanpa kendala, ketersediaan bibit berkualitas, tepat jumlah dan tepat waktu merupakan kendala yang paling sering dialami oleh para pembudidaya. Menurut Runtuboy N dan Slamet Abadi, (2018), selama ini penyediaan bibit *K. alvarezii* dalam usaha budidaya di Indonesia, dilakukan dengan cara vegetatif yaitu pemotongan bagian talus (stek) yang kemudian dibudidayakan sampai siap untuk dipanen. Namun metode seperti itu tentunya akan mengalami masalah terutama dalam penyediaan bibit dalam skala besar. Solusi lain yang dapat dilakukan dengan metode penyediaan bibit secara generatif. Pada *K. alvarezii* dapat dikembangkan untuk budidaya dengan memanfaatkan sifat reproduksi generatif melalui perkembangan karpospora yang ditandai dengan adanya sistokarp di permukaan talus (Juniarta I, 2016).

Rumput laut (*K. Alvarezii*) sebagai alga yang hidup di perairan, selain dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang baik, juga membutuhkan beberapa nutrisi penting dengan jumlah yang tepat dan seimbang agar produksi mencapai tingkat yang optimal. Untuk memenuhi kebutuhan nutrisi bagi *K. alvarezii* dapat dilakukan penambahan nutrisi dalam menunjang perkembangan sistokarp sampai melepaskan spora. *K. alvarezii* dalam pertumbuhannya sangat membutuhkan Nitrogen dan Fosfat. Manfaat nitrogen dan fosfat bagi pertumbuhan rumput laut tidak dapat digantikan dengan unsur yang lain. Hal ini disebabkan karena peran dari nitrogen sebagai penyusun protein dan fosfat sebagai penyedia akan energi (Pauwah A, et al., 2020).

Kedua unsur tersebut sangat terbatas jumlahnya dan dikatakan sebagai faktor pembatas (limiting faktor) (Pauwah A, et al., 2020). Hal tersebut yang mendasari perlunya dilakukan penelitian pengkayaan nutrisi dalam jumlah tepat dan seimbang. Keseimbangan unsur hara

(N dan P) dalam jumlah yang tepat diharapkan dapat memberikan pengaruh positif terhadap perkembangan sistokarp *K. alvarezii*.

Berdasarkan latar belakang tersebut penelitian ini maka dirancang penelitian ini bertujuan menentukan dosis pengkayaan nitrogen dan fosfat terhadap perkembangan sistokarp. Hasil penelitian diharapkan dapat bermanfaat sebagai sumber informasi tentang dosis N dan P optimum dalam proses perkembangannya sistokarp rumput Laut (*K. alvarezii*) sampai dapat melepaskan spora.

Metode Penelitian

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Nopember 2018 sampai Februari 2019, di Laboratorium Rumput Laut Balai Perikanan Budidaya Air Payau Takalar (BPBAPT). Lokasi penelitian terdapat di Desa Mappakalombo, Kecamatan Galesong, Kabupaten Takalar, Provinsi Sulawesi Selatan. Untuk analisis kandungan N dan P pada media di analisis di Laboratorium kualitas air Universitas Hasanuddin.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan selama penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan kegunaan

No	Nama Alat	Kegunaan
1	Microskop	Untuk mengamati sampel penelitian
2	Hot plate	Memanaskan media stok
3	Magnetic stirrer	Pengaduk saat pemanasan
4	Tali rafia	Substrat spora
5	Botol kapasitas 100 ml	Wadah penelitian
6	Erlenmeyer 500 ml	Wadah mencuci potongan talus
7	Lampu <i>fluorescent</i> (TL)	Sumber pencahayaan
8	Ember	Menampung air
9	Silet	Memotong talus
10	Pinset	Menjepit talus saat memotong
11	Mikrometer pipet 1 ml	Mengambil larutan uji
12	Gelas ukur 100 ml	Penakar air media
13	Timbangan analitik	Menimbang bahan yang digunakan
14	Lux Meter	Mengukur intensitas cahaya
15	Handrefractometer	Mengukur salinitas
16	Spektrofotometer	Mengukur nitrat dan fosfat
17	Autoclove	Memanaskan/mensterilkan bahan penelitian
18	Timer	Mengatur waktu pada lampu untuk aktif
19	Karet gelang	Mengikat penutup plastik pada wadah botol

Bahan yang digunakan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Bahan dan kegunaannya

No	Nama Bahan	Kegunaan
1	<i>K. alvarezii</i>	Organisme / Alga uji
2	Air laut 31 ppt	Air Media penelitian
3	N (NaH ₂ PO ₄)	Bahan sumber Nitrogen
4	P (NaNO ₃)	Bahan sumber fosfat
5	Iodin	Antiseptik
6	Akuabides	Media pembuatan stock solution
7	Alkohol	Sterilisasi alat penelitian
8	Tissue	Membersihkan alat penelitian
9	Air tawar	Mencuci alat dan pengencaran salinitas
10	Kertas saring	Menyaring air media
11	Kertas label	Memberikan label wadah penelitian

Persiapan Wadah dan Alat Penelitian

Wadah penelitian yang digunakan adalah botol kaca berkapasitas 100 ml. Wadah kemudian dibersihkan menggunakan tissue yang telah diberi alkohol dan disterilkan dengan autoclave pada suhu 121 °C selama 1 jam. Wadah kemudian diisi air media perlakuan sebanyak 80 ml. Setiap wadah dimasukan 1 potong talus yang sudah terdapat sistokarp. Setiap wadah ditempelkan label sesuai perlakuan, serta ditata menurut hasil pengacakan dan ditempatkan didalam ruangan dengan suhu $\pm 30^{\circ}\text{C}$.

Persiapan Bahan

Talus rumput laut yang mempunyai sistokarp dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran dan organisme yang menempel menggunakan air laut mengalir. Selanjutnya dipotong sepanjang 3 cm dengan rata-rata diameter 1,5 cm. Hasil potongan tersebut kemudian dibersihkan dengan air laut dengan cara diseprot. Untuk menghindari kontaminasi dengan mikro organisme dilakukan pencucian menggunakan air laut 100 ml yang diberi iodine 1 % selama 3 menit dengan cara dikocok pada wadah kaca. Tahap berikutnya adalah dengan membilas kembali potongan tersebut dengan air laut steril sebanyak 3 kali. Setiap potongan rumput laut kemudian dimasukkan pada wadah yang telah terisi media perlakuan secara acak. Salinitas media yang digunakan pada penelitian ini adalah 31 ppt (Harwinda., *et al*, 2017). Masing-masing wadah kemudian ditutup dengan plastik untuk menghindari kontaminasi dan mengurangi terjadinya penguapan sehingga salinitas relatif konstan.

Pembuatan Air Media Pemeliharaan

Proses pembuatan larutan N dan P dengan konsentrasi masing-masing 1000 ppm. Penentuan dosis stok kemudian ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$\text{ppm} = \frac{\text{Berat zat terlarut}}{\text{Berat Larutan}} \times 1.000.000$$

Air yang digunakan pada tahap pembuatan larutan stok yaitu menggunakan aquabides. Setiap larutan stok dibuat masing-masing 1000 ml. Unsur N (NaH_2PO_4) digunakan sebanyak 1 mg kemudian dimasukkan kedalam akuabides yang telah disiapkan. Media stok tersebut, dipanaskan dengan menggunakan hot plate dan magnetic stirrer sebagai pengaduk selama proses pemanasan. Proses pemanasan dilakukan selama ± 10 menit (sampai larutan mendidih). Hal yang sama dilakukan pada pembuatan unsur P (NaNO_3). Pengenceran larutan stok sesuai dosis pada setiap perlakuan. Dosis yang diinginkan ditentukan dengan menggunakan rumus pengenceran yaitu:

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

Keterangan:

M1 = Konsentrasi zat mula-mula

V1 = Volume awal

M2 = Konsentrasi setelah pengenceran

V2 = Volume setelah pengenceran

Media dibuat masing-masing 3 dosis konsentrasi, yaitu 0,5 ppm, 1 ppm, dan 1,5 ppm untuk setiap unsur yang digunakan (N dan P). Air laut dengan salinitas 31 ppt sebelum digunakan, disterilkan terlebih dahulu dengan menggunakan autoclave. Air tersebut kemudian digunakan untuk membuat larutan media sebanyak 1000 ml atau 1 liter setiap perlakuan. Setelah semua dosis dibuat, maka selanjutnya mengkombinasikan larutan unsur N dan P sesuai perlakuan yang telah ditentukan.

Rancangan Percobaan

Penentuan dosis perlakuan pada penelitian berdasarkan kebutuhan Nitrogen dalam bentuk Amonium dan Nitrat, serta Fosfat bagi rumput laut. Kisaran konsentrasi nitrat untuk pertumbuhan rumput laut dimusim hujan adalah 0,20-1,20 mg/l sedangkan untuk musim kemarau adalah 0,01-0,45 mg/l (Asni A, 2015). Menurut Fattah, (2011), batas toleransi

nitrat terendah untuk pertumbuhan alga adalah 0,2525 – 0,6645 ppm sedangkan batas tertingginya adalah 1 ppm. Kapraun, (1978) dalam Asni A, (2015), menyatakan bahwa kadar ammonium yang layak untuk pertumbuhan rumput laut yaitu 0,1 – 3,5 ppm. Menurut Asni A, (2015) dalam Kapraun, (1978), kisaran fosfat yang layak untuk pertumbuhan rumput laut adalah 0,1 – 3,5 ppm, sedangkan menurut Mustafa *et al.*, (2008) dalam Susanto, AB *et al.*, (2021), kisaran fosfat yang baik adalah 0,10-1,68 ppm ppm. Perlakuan yang digunakan sebanyak 6 dengan masing-masing 3 ulangan:

Perlakuan A = Tanpa pengkayaan (SW)

Perlakuan B = 0,5 ppm N : 0,5 ppm P

Perlakuan C = 1 ppm N : 0,5 ppm P

Perlakuan D = 1,5 ppm N : 0,5 ppm P

Perlakuan E = 0,5 ppm N : 1 ppm P

Perlakuan F = 0,5 ppm N : 1,5 ppm P.

Tahap Pemeliharaan

Setelah proses pelepasan spora selesai, talus yang terdapat pada wadah diangkat dengan menggunakan pingset kemudian dilanjutkan pemeliharaan yang menempel pada substrat. Pengamatan perkembangan spora juga dilakukan setiap hari untuk melihat dan mengetahui jumlah spora yang berhasil melewati fase germinasi. Seperti halnya pemeliharaan dalam fase pelepasan spora, juga dilakukan pergantian air setiap 1 minggu sekali. Pergantian air diharapkan untuk tetap menjaga kondisi media dalam keadaan stabil dan optimal sebagai media pemeliharaan.

Pengamatan Spora

Jumlah spora yang terlepas dan telah ditentukan kepadatannya kemudian dipelihara kembali sampai terjadi fase germinasi. Jumlah spora yang berkembang sampai pada fase germinasi, kemudian ditentukan dengan satuan presentase. Menurut Juniarta I, (2016), daya berkecambah (germinasi) menjabarkan parameter viabilitas potensial dengan rumus daya berkecambah (DB) sebagai berikut:

$$DB/ \text{Sintasan} = \sum \frac{KN}{N} 100\%$$

Keterangan:

Σ KN = Jumlah spora yang germinasi sampai menjadi talus

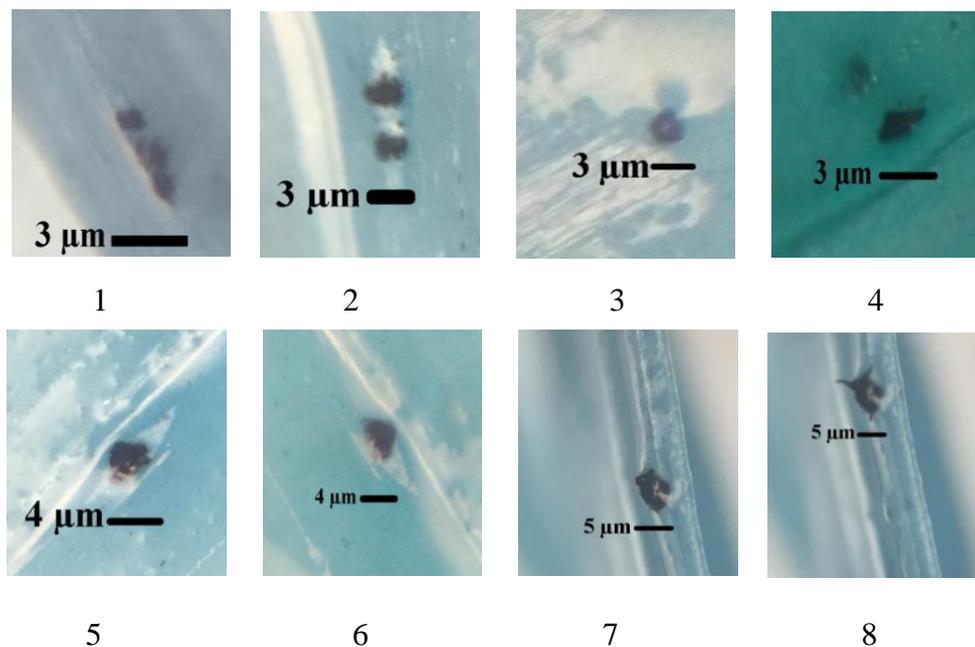
N = Jumlah spora yang dipelihara.

Analisis Data

Perkembangan spora sampai ke fase germinasi, dianalisis secara statistik dengan bantuan software SPSS versi 24 menggunakan Analisis of Varian (ANOVA). Apabila ada perbedaan perlakuan kemudian dilanjutkan dengan uji Tukey (Setiarini Z dan Endang Listyani, 2017).

Hasil dan Pembahasan

Setelah spora dilepaskan, maka selanjutnya dilakukan pemeliharaan agar dapat berkembang pada fase berikutnya. Perkembangan spora yang dipelihara terlihat dengan terjadinya germinasi (perkecambahan). Setelah *Cyctocarp* berhasil melepaskan spora, kemudian berkembang, hingga akhirnya mencapai tahap germinasi (perkecambahan). Proses perkembangan spora diamati pada mikroskop dengan pembesaran 40x. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan setiap hari. Hasil pengamatan tersebut disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses perkembangan spora (1= Hari pertama; 2= Hari ke 3; 3= Hari ke 5; 4= Hari ke 7; 5= Hari ke 9; 6= Hari ke 11, 7= Hari ke 13; dan 8 = Hari ke 15).

Berdasarkan Gambar 1 terlihat perubahan bentuk dan ukuran spora yang dihasilkan. Pada pengamatan hari pertama sampai ketiga terlihat spora belum mengalami perkembangan dengan diameter rata-rata 3 μm . Selanjutnya pada pengamatan keempat terlihat spora mulai mengalami perubahan morfologi yang terlihat mulai tidak teratur, namun ukuran belum mengalami perubahan. Pada pengamatan kelima dan keenam terlihat spora semakin berkembang ketahap germinasi, dengan terjadi perubahan morfologi dan ukuran spora menjadi 4 μm . Germinasi spora semakin terlihat pada pengamatan ketujuh dan kedelapan, spora berkembang dan terus mengalami perubahan morfologi serta ukuran mulai meningkat hingga 5 μm . Perkembangan yang paling terlihat terjadi pada pengamatan kedelapan. Data germinasi spora rumput laut *K. alvarezii* pada setiap perlakuan, selain disajikan dalam bentuk Gambar juga disajikan dalam bentuk Tabel. Pada Tabel 3 terlihat jumlah presentase spora yang dihasilkan bervariasi pada setiap perlakuan.

Tabel 3. Presentase jumlah spora *K. alvarezii* yang berhasil germinasi pada setiap perlakuan.

Perlakuan	Rata-rata jumlah spora germinasi (%)
A	13,33±11,55
B	39,28±12,88
C	47,22±20,97
D	56,95±16,84
E	40,63±16,94
F	24,44±21,43

Keterangan: Perlakuan tidak berpengaruh nyata ($p>0,05$) terhadap jumlah spora germinasi.

Proses selanjutnya dari perkembangan spora rumput laut adalah fase germinasi. Fase tersebut merupakan bagian dari perkembangan yang dilalui untuk dapat berkembang menjadi filamen talus. Berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan terdapat variasi jumlah spora yang berkecambah dari setiap perlakuan.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan N dan P tidak berpengaruh nyata pada jumlah spora germinasi ($p>0,05$). Data berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan dengan germinasi lebih tinggi dibandingkan yang lain yaitu perlakuan D dengan rata-rata 56,95%.

Germinasi atau perkecambahan spora sebelum melalui proses menjadi talus, sangat membutuhkan nutrisi yang cukup dalam mencapai fase tersebut. Germinasi pada setiap perlakuan tidak menunjukkan pengaruh nyata antara perlakuan ($p>0,05$). Hal tersebut diduga masih belum optimalnya kandungan N dan P yang diberikan, sehingga kebutuhan spora dalam mencapai tahap germinasi juga belum optimal. Pernyataan ini sesuai pernyataan Akib, (2015), yaitu bahwa nitrat dan amonia yang lebih banyak dimanfaatkan rumput laut. Keterbatasan nitrogen di perairan akan dapat menghambat pertumbuhan tanaman akuatik

(Akib, 2015). Patang dan Yunarti, (2013), menyatakan bahwa tidak terpenuhinya salah satu unsur akan mengakibatkan menurunnya kualitas dan kuantitas hasil produksi. Effendi, (2003) dalam Ichsan AN, *et al.*, (2016), menyatakan bahwa fosfor dan khususnya nitrogen biasanya terdapat dalam konsentrasi yang rendah di air laut, sehingga sering terjadi sebagai faktor pembatas.

Selain unsur N dan P yang belum tercukupi dalam proses germinasi spora, berbagai unsur hara penting lain juga dianggap berperan dalam proses pertumbuhan dan perkembangan rumput laut. Menurut Prasasti, (2016), bahwa nutrisi penting selain N dan P pada media pupuk juga membutuhkan vitamin B12, Thiamine, Biotin, $MnSO_4$, H_2BO_3 , $ZnSO_4$, $CoSO_4$, dan Fe. Berbagai unsur hara tersebut dianggap penting untuk proses pertumbuhan dan perkembangan rumput laut. Selain itu faktor lingkungan juga diduga menjadi salah satu faktor pembatas. Salah satunya adalah intensitas cahaya. Syamsuddin, (2013), menyatakan bahwa untuk perkembangan dan pelepasan spora dibutuhkan cahaya putih pada lampu sebagai sumber cahaya dengan intensitas cahaya antara 5000-10.000 lux. Pernyataan tersebut belum terpenuhi pada penelitian ini, karena intensitas cahaya yang dihasilkan oleh lampu penelitian hanya ± 900 lux. Hal tersebut juga diduga memberikan pengaruh, sehingga spora germinasi yang dihasilkan belum optimal.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan bahwa kombinasi perbandingan N dan P tidak berpengaruh terhadap proses germinasi spora *K. alvarezii*.

Daftar Pustaka

- Akib, A., M. Litaay., Ambeng., dan M. Asnady. 2015. Kelayakan Kualitas Air Untuk Kawasan Budidaya *Eucheuma cottonii* Berdasarkan Aspek Fisika, Kimia dan Biologi di Kabupaten Kepulauan Selayar. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. Vol.1 No. 1: 25-36.
- Ari Permana S dan Risna Yusuf. 2018. Saluran Pemasaran Rumput Laut (*Eucheuma Cottonii*) di Sumba Timur, Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Manina Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*. Vol 4, No (2). *Balai Besar Riset Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan Gedung BRSDMKP I Lt. 4. Jalan Pasir Putih Nomor 1 Ancol Timur, Jakarta Utara*.
- Asni A. 2015. Analisis Produksi Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*) Berdasarkan Musim dan Jarak Lokasi Budidaya di Perairan Kabupaten Bantaeng. *Jurnal Akuakita* Vol 6, No (2). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Muslim Indonesia. Makassar.

- Fattah, N. 2011. Analisis Performa Biologis dan Kualitas Jenis *Kappaphycus alvarezii* Pada Kondisi Perairan Yang Berbeda. Tesis. Pasca Sarjana. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Harwinda, F K, Satyantini W H, and Masithah E W. 2017. The effects of salinity and temperature shock on *Kappaphycus alvarezii* seaweed spores release. Departement of Fish Health Management and Aquaculture, Faculty of Fisheries and Marine Airlangga University, Surabaya 60115.
- Ichsan Andi Nur, Husain Syam , dan Patang. 2016. Pengaruh Kualitas Air Terhadap Produksi Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*). Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian, Vol. 2 (2016) : 27-40. Alumni Program Studi Pendidikan Teknologi Pertanian.
- Juniarta I, Rajuddin Syamsuddin , Hasni Yulianti Azis, dan Inayah Yasir. 2016. Perkembangan Spora *Kappaphycus alvarezii* Varietas Hijau Menjadi Tallus Muda pada Substrat Berbeda. Jurnal Rumput Laut Indonesia (2016) 1 (1): 27-33. Pusat Unggulan Ipteks Pengembangan dan Pemanfaatan Rumput Laut (PUI-P2RL) Universitas Hasanuddin.
- Khasanah N, Adhika P. Agra Wijnana, dan Maria Ulfa. 2021. Keaneka Ragaman Rumput Laut Nusa Tenggara Timur. Gadjah Mada University Press.
- Patang dan Yunarti. 2013. Pengaruh Berbagai Metode Budidaya Dalam Meningkatkan Produksi Rumput Laut. Pangkep.
- Pauwah A, M. Irfan , dan Fatma Muchdar. 2020. Analisis Kandungan Nitrat Dan Fosfat Untuk Mendukung Pertumbuhan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* Yang Dibudidayakan Dengan Metode Longline Di Perairan Kastela Kecamatan Pulau Ternate Kota Ternate. Jurnal Hemyscyllium Vol. 1 no 1 : 10-22. Program Studi Budidaya Perairan. Universitas Khairun Ternate.
- Prasasti C.E. 2016. Pengaruh Konsentrasi Formulasi Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) Indole Acetic Acid (IAA) dan Benzyl Adenim (BA) Terhadap Pertumbuhan Kalus Rumput Laut *Eucheuma cottonii* Melalui Kultur Invitro. Skripsi. Program Sarjana. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Runtuboy N dan Slamet Abadi. 2018. Optimalisasi Penyediaan Bibit Rumput Laut Kotonii (*Kappaphycus alvarezii*) Hasil Kultur Jaringan. Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan Volume 12(1) April 2018 Halaman 1-10. Balai Besar Perikanan Budidaya Laut Lampung Jalan Yos Sudarso, Desa Hanura, Padang Cermin, Kabupaten Pesawaran, Lampung.
- Setiarini Z dan Endang Listyani. 2017. Analisis Regresi Robust Estimasi-S Menggunakan Pembobot Welsch Dan Tukey Bisquare. Jurnal Matematika Vol 6 No 1. Program Studi Matematika, Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY.
- Susanto A.B., Rinawati Siregar , Hanisah , Teuku Muhammad Faisal, dan Antonid. 2021. Analisis Kesesuaian Kualitas Perairan Lahan Tambak Untuk Budidaya Rumput Laut (*Gracilaria sp.*) Di Kecamatan Langsa Barat, Kota Langsa. Journal of Fisheries and Marine Research Vol 5 No 3 (2021) 655-667. Dept. Marine Science, Faculty of Fishery and Marine Science, Diponegoro University, Semarang.

Syamsuddin, R. 2013. SPORE Discharge and Development, and Carrageenan Content Of Seaweed *Kappaphycus alvarezii* Illuminated With Different Light Colours. Faculty of Marine Sciences and Fisheries, Hasanuddin University. Makassar.