

PENGARUH PENAMBAHAN ZAT PENGATUR TUMBUH *Indole Acetic Acid (IAA)* dan *Benzyl Adenin (BA)* PADA PERTUMBUHAN KALUS RUMPUT LAUT *Kappaphycus alvarezii* SECARA *IN VITRO* DI BALAI PERIKANAN BUDIDAYA AIR PAYAU TAKALAR, SULAWESI SELATAN

EFFECT ADDITION OF GROWTH REGULATING SUBSTANCES Indole Acetic Acid (IAA) and Benzyl Adenine (BA) ON CALLUS GROWTH SEAWEED Kappaphycus alvarezii IN VITRO DI BALAI PERIKANAN BUDIDAYA AIR PAYAU TAKALAR, SULAWESI SELATAN

Mutia Safa Salsabila¹⁾, Tb. Haeru Rahayu²⁾, Mugi Mulyono¹⁾

¹⁾ Prodi Teknologi Akuakultur Politeknik Ahli Usaha Perikanan

²⁾ Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Kementerian Kelautan dan Perikanan

Email: mutiasafaa@gmail.com

(Diterima: 5 Februari 2024; Diterima setelah perbaikan: 24 Juni 2025; Disetujui: 24 Juni 2025)

ABSTRAK

Rumput laut secara ekonomis menjadi penting karena mengandung karagenan, agar, dan alginat. Potensinya yang tinggi menggerakkan usaha budidaya rumput laut secara masif diberbagai wilayah laut Indonesia. Namun saat ini produktifitas rumput laut belum optimal karena bibit berasal dari alam tidak kontinu dan bergantung pada musim, disamping adanya penurunan kualitas genetik, kualitas lingkungan dan penyakit. Kultur jaringan rumput laut menunjang pengembangan usaha budidaya dengan penyediaan bibit berkualitas secara kontinyu tanpadipengaruhi oleh musim. Perekayasaan bertujuan melakukan perbanyakan bibit *Kappaphycus alvarezii* dengan teknik kultur jaringan. Parameter kerekayasaan meliputi metode pengadaptasian indukan kandidat eksplan, formulasi zat pengatur tumbuh (ZPT) induksi kalus dan embrio somatik, serta mikropropagul. Hasil penelitian menunjukkan pengadaptasian indukan rumput laut dilakukan dengan penambahan pupuk PES 5ml/L. Penelitian ini dilakukan selama 75 hari). Terdapat 6 perlakuan dengan berbagai macam dosis yaitu pada perlakuan (A : 0 mg/l IAA dan 0 mg/l BA), (B : 0,50 mg/l IAA dan 1 mg/l BA), (C : 0,75 mg/l IAA dan 2mg/l BA), (D : 1 mg/l IAA dan 3 mg/l BA), (E : 1,25 mg/l IAA dan 4 mg/l BA), dan (F : 1,50 mg/l IAA dan 5 mg/l BA), dimana masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi formulasi Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) *Indole Acetic Acid* (IAA) dan *Benzyl Adenin* (BA) berpengaruh sangat nyata terhadap laju regenerasi, sintasan dan struktur kalus terhadap pertumbuhan kalus rumput laut *K. alvarezii* yang terbaik pada perlakuan F dengan konsentrasi 1,50 mg/L IAA dan 5 mg/L BA menghasilkan, sintasan rata-rata sebesar 88,88%, dan struktur kalus yang terbentuk ialah kristal dan berwarna putih.

Kata kunci: *Kappaphycus alvarezii*, Kultur jaringan, Zat Pengatur Tumbuh

ABSTRACT

Seaweed is economically important because it contains carrageenan, agar and alginate. Its high potential drives massive seaweed cultivation businesses in various marine areas of Indonesia. However, currently the productivity of seaweed is not optimal because the seeds come from nature are not continuous and depend on the season, besides there is a decrease in genetic quality, environmental quality and disease. Seaweed tissue culture supports the development of aquaculture businesses by providing quality seeds continuously without being affected by the season. Engineering aims to propagate Kappaphycus alvarezii seedlings using tissue culture techniques. Engineering parameters included the method of adapting the explant candidate broodstock, the formulation of growth regulators (ZPT) for callus induction and somatic embryos, and micropropagules. The results

showed that the adaptation of the seaweed broodstock was carried out by adding 5 ml/L of PES fertilizer. This research was conducted for 75 days). There were 6 treatments with various doses, namely treatment (A : 0 mg/l IAA and 0 mg/l BA), (B : 0.50 mg/l IAA and 1 mg/l BA), (C : 0.75 mg/l IAA and 2mg/l BA), (D : 1 mg/l IAA and 3 mg/l BA), (E : 1.25 mg/l IAA and 4 mg/l BA), and (F : 1.50 mg/l IAA and 5 mg/l BA), where each treatment was repeated three times. . The results showed that the concentrations of Indole Acetic Acid (IAA) and Benzyl Adenine (BA) formulations had a very significant effect on the rate of regeneration, survival and callus structure on callus growth of *K. alvarezii* seaweed which was the best in treatment F with concentrations 1.50 mg/l IAA and 5 mg/l BA produced an average survival rate of 88.88%, and the callus structure formed was crystalline and white in color.

Keywords: *Kappaphycus alvarezii*, Tissue culture, Growth Regulatory Substances

PENDAHULUAN

Perkembangan rumput laut di Indonesia terus mengalami peningkatan seiring banyaknya permintaan akan rumput laut dunia (Aslan *et al.*, 2020). Dikarenakan, rumput laut merupakan salah satu komoditas hasil laut yang penting dan menjadi komoditas unggulan. Fakta ini didukung oleh cara pemeliharannya yang praktis, juga harganya cukup menjanjikan, bahkan menjadi penghasil devisa negara dengan nilai ekspor yang terus meningkat (Cokrowati, 2020). *Kappaphycus alvarezii* merupakan jenis rumput laut penghasil *kappa* karaginan, sebagai salah satu sumber makanan bagi manusia, bahan farmasi, sebagai pengental, penstabil dan emulsi (Mukti & Ujang, 2019a). Karaginan digunakan dalam produk makanan, obat-obatan, kosmetik, tekstil, pasta gigi dan industri lainnya. Keragaman multi fungsi yang dimiliki jenis rumput laut ini, menyebabkan komoditas ini sangat populer dalam industri perdagangan rumput laut. Dengan demikian prospek rumput laut sebagai komoditas perdagangan semakin cerah, baik dalam memenuhi kebutuhan pasar dalam negeri maupun kebutuhan ekspor (Sulistyaningsih & Suryaningsih, 2021).

Guna meningkatkan produksi usaha budidaya rumput laut *K. alvarezii*, saat ini terus digalakkan pengembangan budidayanya secara intensif di berbagai daerah di Indonesia (Vaghela *et al.*, 2022). Data Kementerian Kelautan dan Perikanan mencatat bahwa produksi budidaya rumput laut secara nasional pada tahun 2020 sebesar 5,01 juta ton, tahun 2021 sebesar 9,1 juta ton, dan tahun 2022 di perkirakan sebesar 180 juta ton. Hal ini menunjukkan bahwa rumput laut *K.alvarezii* merupakan komoditas unggulan budidaya secara nasional. Namun saat ini, produktifitas rumput laut belum optimal karena bibit yang berasal dari alam tidak terus-menerus tersedia dan sangat bergantung pada musim. Selain itu, bibit rumput laut umumnya didapatkan dari pengembangbiakan vegetatif rumput laut hasil panen (Jiksing *et al.*, 2022). Penggunaan bibit vegetatif secara terus menerus dapat menurunkan keragaman genetika, laju pertumbuhan, kadar karaginan dan kekuatan gel serta meningkatkan kerentanan terhadap penyakit (Balubi *et al.*, 2021).

Keberhasilan usaha budidaya rumput laut *K. alvarezii* tergantung dari penggunaan bibit yang baik. Oleh karena itu dibutuhkan upaya penyediaan bibit rumput laut yang berkualitas secara sistematis (Bar-Shai *et al.*, 2021). Teknik kultur jaringan rumput laut dipandang mampu menunjang pengembangan usaha budidaya dengan penyediaan bibit berkualitas secara kontinu tanpa dipengaruhi oleh musim (Tuiyo & MoO, 2023). Manfaat penggunaan teknik kultur jaringan antara lain untuk mendapatkan tanaman baru dalam jumlah banyak dalam waktu relatif singkat, yang mempunyai sifat fisiologis dan morfologis sama dengan tanaman induknya (Febriani, 2023).

Rumput laut yang dihasilkan melalui teknik kultur jaringan ini mempunyai kelebihan antara lain mampu dibudidayakan di perairan yang keruh, mampu tetap hidup pada salinitas rendah serta tahan terhadap curah hujan tinggi (Lumbessy, 2019). Oleh karena itu kendala yang selama ini dihadapi oleh pembudidaya rumput laut seperti kendala lokasi, salinitas, dan curah hujan, dapat diatasi sehingga mampu mendorong peningkatan produksi rumput laut

nasional khususnya jenis *K. Alvarezii* (Kasturi & Amri, 2020). Selain itu, pertumbuhan rumput laut hasil kultur jaringan ini juga lebih cepat dibandingkan dengan rumput laut alami karena dilakukan penambahan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT). Pada rumput laut alami, peningkatan bobot rumput laut 12 kali lipat dari bobot bibit yang diukur pada usia 20 hari, sedangkan pada bibit rumput laut kultur jaringan bobotnya meningkat 15 kali lipat (Jabbar, 2020).

Rumput laut *Kappaphycus alvarezii* selain kaya akan kandungan mineral, nutrisi organik dan anorganik diketahui memiliki hormon pengatur tumbuh diantaranya yakni sitokinin, auksin dan giberelin (Rustam *et al.*, 2020). Dalam kegiatan kultur invitro salah satu bagian yang sering digunakan sebagai ekplan adalah jaringan meristem yang mudah menghasilkan kalus. Kalus merupakan sel amorphous (tidak terbentuk atau belum terdiferensiasi) yang terbentuk dari sel-sel yang membelah secara terus menerus secara invitro (Misdar, 2020). Pembentukan kalus juga dipengaruhi oleh zat-zat tertentu dalam medium yang mencakup tipe dan kuantitas zat pengatur tumbuh, dalam hal ini auksin dan sitokinin. Pembelahan sel diatur oleh aksi bersama antara auksin dan sitokinin, salah satu bagian dari auksin ini adalah *Indole Acetic Acid* (IAA) sedangkan bagian dari sitokinin yakni *Benzyl Adenin* (BA) (Kes and Purnobasuki, 2020). Dimana masing-masing Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) ini mempengaruhi fase berbeda dari siklus sel. Auksin mempengaruhi replikasi DNA, sedangkan sitokinin tampaknya mengarahkan beberapa kendali atas kejadian yang menyebabkan mitosis dan sitokinesis. Oleh karena itu, tingkat auksin dan sitokinin dalam kultur jaringan perlu seimbang dan secara hati-hati dikendalikan

METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 20 Februari 2023 sampai dengan 10 Mei 2023 yang berlokasi Balai Perikanan Budidaya Air Payau Takalar, Ds Bontelo, Galesong Selatan, Salajangki, Kec. Bontonompo Sel, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan 92254.

Alat dan Bahan

Beberapa jenis alat yang digunakan meliputi inkubator, sentrifugasi, cawan petri, botol kultur, mikroskop, stoples kaca, dll. Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi thalus rumput laut *K. alvarezii* strain coklat, Pupuk PES, *Indole Acetic Acid* (IAA), *Benzyl Adenin* (BA), Bacto Agar, povidone iodine 1%, detergen cair 0,1%, antibiotik mix 0,1%.

Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini bertujuan mempelajari pengaruh pemberian kombinasi dari *Indole Acetic Acid* (IAA) dan *Benzyl Adenin* (BA) serta dosis konsentrasi yang sesuai untuk menginduksi pembentukan dan pertumbuhan kalus *Kappaphycus alvarezii* secara in vitro sebagai tahap awal pengembangan teknik perbanyakan embriogenesis somatik.

Metode Penelitian

Aklimatisasi Indukan

Indukan pertama sekali di aklimatisasi di *greenhouse* dengan menggunakan aquarium yang telah berisi air laut kemudian indukan dimasukkan dengan kepadatan 300 gr/aquarium. Proses aklimatisasi di aquarium *greenhouse* berlangsung selama 2 minggu. Selanjutnya indukan di aklimatisasi di laboratorium dalam kondisi semi steril. Yang diberi penyinaran lampu TL dengan intensitas cahaya 1.500 lux. Lamanya penyinaran diatur selama 12 jam menyala dan 12 jam padam dengan menggunakan timer dengan temperatur ruangan 22-23°C. Proses aklimatisasi indukan di laboratorium berlangsung selama 6 minggu, media kultur diganti setiap satu kali seminggu untuk indukan yang lama namun untuk indukan yang

baru diganti setiap hari karena masih dalam proses pengadaptasian sebelum pergantian media, indukan rumput laut dipupuk terlebih dahulu dengan pupuk ES sehari sebelum pergantian media dengan dosis 20 ml (10% dari ukuran volume air).

Sterilisasi Eksplan

Rumput laut yang dijadikan eksplan dicuci bersih dengan air laut, dan dipilih bagian thallus yang masih segar dan tidak terdapat luka, diutamakan jaringan yang masih muda sedang tumbuh aktif. Thallus yang sudah dipotong-potong tersebut kemudian disebut sebagai eksplan. selanjutnya eksplan dimasukkan ke dalam gelas ukur yang berisikan air laut 150 ml yang diberi sabun kemudian gelas ukur ditutup menggunakan alumunium foil lalu diguncangkan selama 3 menit. selanjutnya tuang eksplan ke dalam penyaring kecil lalu semprotkan dengan air laut lagi sampai benar-benar bersih hal ini dilakukan setiap kali setelah dilakukan pembilasan pada eksplan, lalu eksplan dimasukkan ke dalam gelas ukur yang berisikan air laut sebanyak 100 ml kemudian tutup dengan alumunium foil lalu kocok pelan- pelan kembali selama 3 menit ulangi cara tersebut sebanyak 3 kali. Eksplan dengan diameter <5 mm dipotong-potong dengan panjang 1-2 cm. Permukaan bekas potongan dikeringkan dengan tissue steril untuk menyerap lendir yang keluar, kemudian eksplan talus ditanam di media induksi kalus PS1. Kultur dalam media induksi kalus tersebut disimpan di rak kultur, dengan temperatur ruangan antara 22- 25°C dengan intensitas cahaya ± 1500 lux dengan lama penyinaran 12 jam menyala dan 12 jam padam

Induksi Kalus

Pembentukan kalus paling cepat terjadi di 14 hari setelah penanaman di media padat dan paling lama pembentukan kalus terjadi sekitar 28 hari setelah penanaman. Eksplan yang belum menunjukkan pertumbuhan setelah 28 hari penanaman biasanya akan berubah menjadi talus yang putih (seperti *bleaching*). Kalus umumnya akan tumbuh pada bekas potongan yang ada di talus (*Medullar region*) tetapi kalus juga bisa terbentuk pada permukaan kulit talus (*Cortical region*) dan juga ujung apikal talus. Kalus yang telah terbentuk dan dipotong dari talus akan disubkultur pada media padat PS1 (PES hormon). Biasanya kalus yang disubkultur pada media PS1 akan mengalami pertumbuhan besar, jika hal tersebut terjadi maka akan dilakukan multifikasi kalus (perbanyak kalus) ini bertujuan untuk memperbanyak cabang pertumbuhan rumput laut yang berasal dari kalus. Kalus yang telah dimultifikasi tersebut tetap disubkultur pada media PS1 atau media tanpa hormon. Proses induksi kalus akan memakan waktu kurang lebih 12 minggu karena dalam waktu tersebut kalus akan tumbuh filamen-filamen.

Analisis Data

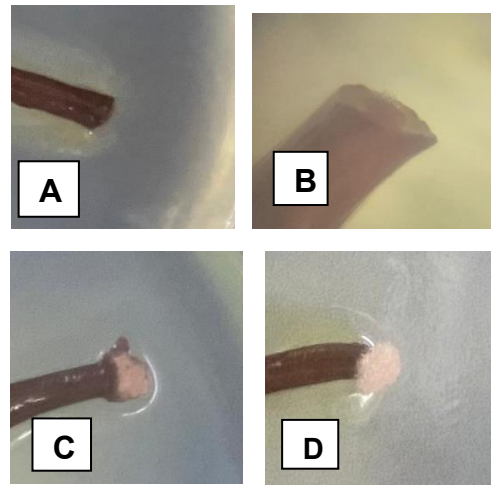
Analisis data menggunakan uji ANOVA, apabila terdapat pengaruh yang berbeda nyata maka dilakukan uji Tukey dengan taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 5\%$). Teknik analisis data menggunakan kuantitatif dan kualitatif. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pola faktorial yang terdiri dari 6 perlakuan dengan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Pengamatan dilakukan tiap 2 minggu untuk induksi kalus, sehingga jumlah satuan percobaan adalah 18 unit. Masing - masing botol media diisi dengan 2 dan 1 talus rumput laut *K. alvarezii* yang telah dipotong sebesar 1cm yang masing - masing diberi 6 perlakuan B (0,05:0,1 ml), C (0,75:0,2 ml), D (0,1:0,3 ml), E (0,125:0,4 ml), dan F (0,15:0,5 ml) serta A Tanpa ZPT.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Pembentukan Kalus Rumput Laut *K. alvarezii*

Inisiasi pembentukan kalus terjadi karena adanya pelukaan pada permukaan eksplan sehingga sel akan membengkak dan terjadi pembelahan sel hingga membentuk

pertumbuhan kalus. Tahap pembentukan kalus rumput laut *K. alvarezii* berdasarkan penelitian dengan perlakuan F (BA 0,15 ml + IAA 0,5 ml) ditunjukkan pada Gambar 14.

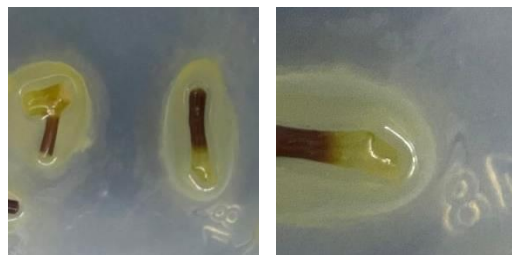


Gambar 1. Pembentukan Kalus pada Eksplan Rumput Laut *K. alvarezii* Selama 60 Hari Pemeliharaan pada Perlakuan BA dan IAA

Keterangan : (A) Bentuk awal eksplan talus, (B) Eksplan talus hari ke-15, (C) Eksplan talus hari ke-38, (D) Eksplan talus hari ke-55.

Tahap pembentukan kalus pada Gambar 1 menunjukkan bahwa perlakuan (F) Bentuk awal eksplan talus yang berwarna coklat pada hari pertama penginduksian, (B) Eksplan talus pada hari ke-15 belum mulai tumbuh kalus tetapi telah terjadi perubahan pigmentasi, (C) Hari ke-38 Kalus mulai terbentuk pada bagian permukaan (kortikal), (D) Kalus menghilang dari eksplan talus pada hari ke-45, dikarenakan proses penginduksian menggunakan media agar terlalu lama. Kalus yang tumbuh pada hari ke 38 memiliki warna berwarna putih, menurut (Roy, n.d.) pada induksi awal terbentuk kristal filamen berwarna putih dan transparan umumnya terinduksi pada bagian ujung eksplan yang segar. Penelitian yang dilakukan Febrian (2018), dengan ZPT BA dan 2,4 D pertumbuhan kalus *K. alvarezii* yang tumbuh terjadi pada minggu ke-4 atau selama 30 hari, dengan karakteristik kalus yang mirip yaitu kristal filamen berwarna putih.

Sebaliknya, talus tersebut tidak memberikan respon baik terhadap media yang telah diberikan ZPT tersebut maka terjadilah kerusakan pada talus tersebut. Contoh talus yang mengalami kerusakan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Kegagalan Ketahanan Eksplan Talus pada Media Perlakuan

Berdasarkan Gambar 2, menunjukkan bahwa respon eksplan talus pada media dengan ZPT tidak baik, banyak faktor yang dapat menjadi penyebab kerusakan atau tidak bertahannya talus pada media tersebut.

Struktur Kalus Rumput Laut *K. alvarezii*

Pengamatan skoring warna dari masing-masing perlakuan kontrol maupun penambahan zat pengatur tumbuh yang masing-masing diberi label A,B,C,D, E dan F terlihat tidak semua menunjukkan warna putih pada kalus yang terbentuk selama 80 hari pemeliharaan. Struktur kalus secara visual ditandai dengan pengamatan skoring warna pada kalus ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 3.

Tabel 1. Pengamatan Scoring Warna

Perlakuan	Pengulangan		
	I	II	III
A	0 (Coklat)	0 (Coklat)	0 (Coklat)
B	1 (Putih)	0 (Coklat)	0 (Coklat)
C	0 (Coklat)	1 (Putih)	0 (Coklat)
D	1 (Putih)	1 (Putih)	0 (Coklat)
E	1 (Putih)	0 (Coklat)	0 (Coklat)
F	1 (Putih)	1 (Putih)	1 (Putih)

Keterangan: Konsentrasi media agar : B (0,05:0,1 ml), C (0,75:0,2 ml), D (0,1:0,3 ml), E (0,125:0,4 ml), dan F (0,15:0,5 ml) serta A Tanpa ZPT.

Struktur kalus yang didapat adalah berupa kristal yang berwarna putih pada perlakuan F (IAA 0,15: BA 0,5 ml) ml tetapi kalus yang tumbuh belum sepenuhnya menggerombol atau hanya tumbuh sebagai kristal yang bersifat kompak (*non friable*) yang sulit dipisahkan dengan pinset dan mudah rusak serta struktur kalus terlihat rapat sehingga belum mampu dilakukan pemisahan (subkultur), sedangkan pada perlakuan B (0,05:0,1 ml), C (0,75:0,2 ml), D (0,1:0,3 ml), E (0,125:0,4 ml), Perlakuan A tidak terjadinya pertumbuhan kalus.



Gambar 3. Struktur Kalus *K. alvarezii* pada Perlakuan (F)

Fawaz (2016) menyatakan bahwa terdapat beberapa tipe kalus terbentuk pada induksi kalus rumput laut *K. alvarezii*, yaitu: kalus kompak berwarna putih, kalus berwarna putih dengan struktur filamen (filamentous callus), kalus bening berwarna kehijauan atau kecoklatan.

Karakteristik kalus yang baik dapat dikategorikan memiliki tekstur remah (Friable). Tekstur remah dianggap baik karena dapat mudah dipisahkan menjadi sel-sel tunggal pada kultur in vitro dan meningkatkan aerasi oksigen antar sel (Asni, 2015). Berikut Gambar 4. merupakan visual kalus yang tumbuh pada talus dengan perlakuan B (IAA 0,05: BA 0,1 ml).



Gambar 4. Kalus *K. alvarezii* Berwarna hitam

Kalus yang dihasilkan pada perlakuan B (IAA 0,05: BA 0,1 ml) adalah kalus yang berwarna coklat kehitaman, dan tidak mempunyai tanda-tanda kristal filamen pada kalus. Tingkat induksi pada perlakuan B (IAA 0,05: BA 0,1 ml) lebih rendah dibandingkan perlakuan F (IAA 0,15 ml + BA 0,5 ml), dengan persentase pembentukan kalus sebesar 88 %. Hal ini diduga karena konsentrasi yang digunakan belum cukup untuk menginduksi pertumbuhan kalus. Media yang digunakan juga sudah tidak baik sehingga penyerapan talus pada media tidak optimal lagi dan mengakibatkan kalus menjadi hitam dan mati tidak berkembang.

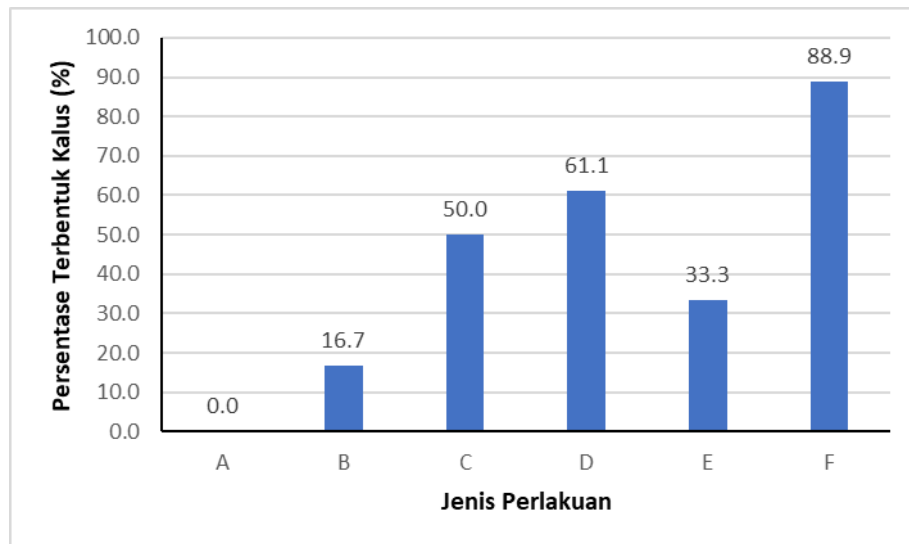
Respon Pembentukan Kalus Rumput Laut *K. alvarezii*

Hasil uji keragaman ANOVA menunjukkan bahwa kombinasi ZPT F dengan dosis (BA 0,5 ml + IAA 0,15 ml) memiliki rata-rata atau persentase terbentuknya kalus 88 % sedangkan kombinasi ZPT B dengan dosis (BA 0,1 ml + IAA 0,05 ml) sebesar 16% paling rendah dengan perlakuan lainnya dan kombinasi A (Non ZPT) tidak terbentuknya kalus pada semua pengulangan.

Tabel 2. Perhitungan Pengaruh Dosis A, B, C, D, E dan F pada Persentase Terbentuknya Kalus Rumput Laut *K. alvarezii*

No	Dosis Perlakuan (BA dan IAA)	U1			U2			U3			Rata-rata (%)
		N ₀	N _t	SR(%)	N ₀	N _t	SR(%)	N ₀	N _t	SR(%)	
1.	A (control) (0 : 0)	1	0	0	2	0	0	3	0	0	0
2.	B (0,1 : 0,05)	1	0	0	2	1	50	3	0	0	16
3.	C (0,2 : 0,75)	1	1	100	2	1	50	3	0	33	44
4.	D (0,3 : 0,1)	1	1	100	2	1	50	3	1	33	61
5.	E (0,4 : 0,125)	1	0	0	2	2	100	3	0	0	33
6.	F (0,5 : 0,15)	1	1	100	2	2	100	3	2	66	88

Perlakuan ZPT F dengan dosis (BA 0,5 ml + IAA 0,5 ml) memiliki persentase pembentukan kalus yang cukup tinggi. Penurunan tingkat pembentukan kalus (%) pada penambahan ZPT kemungkinan disebabkan kandungan hormon dalam eksplan talus sudah cukup optimal sehingga pada saat penambahan ZPT tersebut mengakibatkan konsentrasi berlebihan dan menyebabkan tidak terjadinya pembentukan kalus. adanya beberapa jenis hormon tanaman yang secara alami ada dalam beberapa jenis hormon tanaman yang secara alami ada dalam jaringan rumput laut baik auksin maupun sitokinin, diantaranya adalah IAA, ABA (Absisic Acid), PAA (Phenyl Acetic Acid), iP (isopentenyladenin), dan cZ (ciz-Zeatin). Persentase terbentuknya kalus (sintasan) disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Persentase Terbentuknya Kalus pada Eksplan Rumput Laut *K.alvarezii* Selama 75 Hari

Gambar 5 menunjukkan bahwa perlakuan pada kombinasi F di (BA 0,5 ml + IAA 0,15 ml) memiliki persentase kalus hidup tertinggi diduga karena pengaruh auksin secara individual dalam memacu pembentukan kalus dan kebutuhan hormon sitokinin endogen yang sudah mencukupi dalam sel kalus.

KESIMPULAN

Konsentrasi auksin dan sitokinin (Zat Pengatur Tumbuh) terbaik dalam pembentukan kalus pada kultur in vitro *K. alvarezii* diperoleh pada perlakuan (F) BA+IAA dengan konsentrasi BA 0,5 ml dan IAA 0,15 ml dan persentase pembentukan kalus sebesar 88%. Pembentukan kalus terjadi pada hari ke-33. Pertumbuhan dan karakteristik kalus *K. alvarezii* yang terbentuk ialah kristal dan berwarna putih dengan skor warna yang didapat adalah 1 (Putih) yang diduga merupakan kalus berfilamen (*filamentous callus*) dengan karakteristik filamen tersusun dalam satu baris atau tidak tersusun bercabang cabang (*uniseriate*) dan berpigmen.

SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diajukan saran bahwa perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang dosis formulasi ZPT optimum dengan beberapa media kultur dan zat pengatur tumbuh yang baik untuk meningkatkan induksi kalus pada rumput laut *K. alvarezii*. Seperti penambahan ZPT (BA 0,5 ml dan IAA 0,15 ml) yang harus dicari adalah mengetahui konsentrasi optimum yang dapat menghasilkan pertumbuhan kalus yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Audah, N., Japa, L., & Yamin, M. (2020). Abundance and Diversity of Diatom Class Bacillariophyceae as Bioindicator of Pollution in the Waters of Tanjung Luar Fish Landing Based. *J. Biol. Trop.* 20, 525–531.
- Balubi, A. M., Astuti, O., Rahman, A., Patadjai, R. S., Muskita, W., Takwir, A., & Jalil, W. (2021). Comparison between the growth of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta) seed from tissue culture and clone selection cultivated using horizontal net. *Egypt. J. Aquat. Res.* 47, 179–184.
- Bar-Shai, N., Sharabani-Yosef, O., Zollmann, M., Lesman, A., & Golberg, A. (2021). Seaweed cellulose scaffolds derived from green macroalgae for tissue engineering. *Sci. Rep.* 11, 11843.
- Cokrowati, N. (2020). Kandungan Klorofil-adan Fikoeritrin Kappaphycus alvarezii Hasil Kultur Jaringan dan dibudidayakan pada Jarak Tanam Berbeda. *J. Biol. Trop.* 20, 125–131.
- Dalero, M. D., Gerung, G. S., Ngangi, E. L., Lumingas, L. J., Lasut, M. T. (2019). In Vitro Culture of Seaweed *Kappaphycus alvarezii* under Different Formulation of Growth Stimulating Substances and Culture Media. *J. Ilm. PLATAX* 7, 274–283.
- Darmawati, D., Sutinah, S., Ode, I., Setyono, B. D. H., Laheng, S., Mujtahidah, T., Sari, Y. P., Putri, I. W., Abidin, Z., Sukendar, W. (2023). Kiat Agribisnis Rumput Laut. Penerbit Widina.
- Effendi, M. (1997). Budidaya perikanan. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta.
- Elman, A., Hartanto, N., Agusanty, H., Said, A.I., Jamal, K., n.d. Pengarah: Kepala Balai Perikanan Budidaya Air Payau Takalar.
- Fawaz, I. (2016). Pengaruh Konsentrasi Media Pes (*Provasoli Enriched Seawater*) Terhadap Pembentukan Kalus Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* Secara Kultur Jaringan.
- Febrian, D. (2018). Induksi kalus rumput laut *kappaphycus alvarezii* dengan penambahan fitohormon yang berbeda.
- Febriani, F. (2023). Pengaruh Salinitas Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Rumput Laut Kappaphycus Alvarezii Dalam Media Kultur Jaringan.
- Flowler Jr, W. M., Layzer, R. B., Taylor, R. G., Eberle, E. D., Sims, G. E., Munsat, T. L., Philippart, M., Wilson, B. W. (1974). The Schwartz-Jampel syndrome: its clinical, physiological and histological expressions. *J. Neurol. Sci.* 22, 127–146.
- Gultom, R. C., Dirgayusaa, I., & Puspitha, N. (2019). Perbandingan Laju Pertumbuhan Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) Dengan Menggunakan Sistem Budidaya Ko-kultur dan Monokultur di Perairan Pantai Geger, Nusa Dua, Bali. *J. Mar. Res. Technol.* 2, 8–16.
- Hajar, M., Palo, M., & Asni, A. (2020). Development of integrated seaweed culture and capture fisheries in Indonesia. Presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, IOP Publishing, p. 012027.
- Harapan, S.B.S., Mawarti, R.A., Mulyono, M., 2019. Performansi pertumbuhan rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*) dengan menggunakan bibit hasil kultur dan non kultur jaringan di BBPBL Lampung. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Terapan*, 2, 93–99.
- Hitjahubessy, H., Bandjar, M. N. A., Huwae, L. M. C., & Hanoatubun, M. (2023). Antibacterial Activity Efficacy of Extract Seaweed *Kappaphycus alvarezii* And Leaves

of Mangrove (*Rhizophora apiculata*) Against *Aeromonas hydrophilla* Causes of Ice-ice Disease. *Biofaal J.* 4, 40–48.

- Husna, M., Sugiyanta, S., & Pratiwi, E. (2019). Kemampuan konsorsium bacillus pada pupuk hayati dalam memfiksasi N₂, melarutkan fosfat dan mensintesis fitohormon indole 3-acetic-acid.
- Jiksing, C., Ongkudon, M. M., Thien, V. Y., Rodrigues, K. F., Yong, W. T. L., Jiksing, C., Ongkudon, M. M., Thien, V. Y., ... Yong, W. T. L. (2022). Recent advances in seaweed seedling production: a review of eucheumatoids and other valuable seaweeds. *Algae* 37, 105–121.
- Jumarniati, J., Baharuddin, M. R., & Hisani, W. (2020). PKM Kelompok Petani Kelapa Bone-Bone Kabupaten Luwu Utara. *J. Masy. Mandiri* 4, 570–578.
- Kang, Y. H., Kim, S., Choi, S. K., Lee, H. J., Chung, I. K., & Park, S. R. (2021). A comparison of the bioremediation potential of five seaweed species in an integrated fish-seaweed aquaculture system: implication for a multi-species seaweed culture. *Rev. Aquac.* 13, 353–364.
- Kasni, M. (2021). Analisis pengaruh zat pengatur tumbuh (Gibgro-20T) terhadap rumput laut *Eucheuma cottonii* secara in vitro.
- Kasturi, K., & Amri, M. (2020). Teknik aklimatisasi indukan pada induksi kalus rumput laut *Kappaphycus alvarezii*. *Bul. Tek. Litkayasa Akuakultur*, 17, 27–31.
- Kes, M., Purnobasuki, H.H., & Zakiyatus, S. (2020). Respon Pemberian Kombinasi Konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh Indole Acetic Acid (IAA) dan Kinetin pada Waktu Terbentuk Kalus dan Pertumbuhan Kalus Daun Tapak Liman (*Elephantopus scaber* L.). Skripsi.
- Lestari, D.P. (2021). Pengaruh Variasi Rasio Gula Dan Asam Sitrat Terhadap Sifat Kimia, Fisik, Tingkat Kesukaan Permen Lunak Gel Lidah Buaya (Aloe Vera).
- Lestari, E.G. (2011). Peranan zat pengatur tumbuh dalam perbanyakan tanaman melalui kultur jaringan.