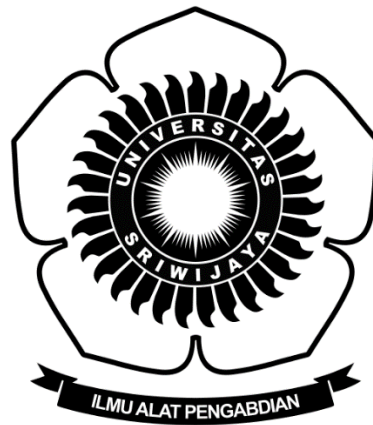


**PENGARUH PENAMBAHAN ZAT PENGATUR TUMBUH (ZPT)
PADA INDUKSI KALUS RUMPUT LAUT (*Gracilaria verrucosa*)**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Bidang
Ilmu Kelautan pada Fakultas FMIPA*



Oleh :

YUDITH ANA TAMIATI

08051382025078

**JURUSAN ILMU KELAUTAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDRALAYA**

2024

**PENGARUH PENAMBAHAN ZAT PENGATUR TUMBUH (ZPT)
PADA INDUKSI KALUS RUMPUT LAUT (*Gracilaria verrucosa*)**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Bidang
Ilmu Kelautan pada Fakultas FMIPA*

Oleh :

YUDITH ANA TAMIATI

08051382025078

**JURUSAN ILMU KELAUTAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDRALAYA**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH PENAMBAHAN ZAT PENGATUR TUMBUH (ZPT)
PADA INDUKSI KALUS RUMPUT LAUT (*Gracilaria verrucosa*)**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Bidang
Ilmu Kelautan pada Fakultas MIPA*

Oleh:

YUDITH ANA TAMIATI

08051382025078

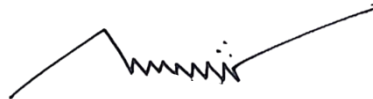
Inderalaya, Juli 2024

Pembimbing II



Ellis Nurjuliasti Ningsih, S.Kel., M.Si
NIP. 198607102022032001

Pembimbing I



Dr. Muhammad Hendri, S.T., M.Si
NIP. 197510092001121004



Tanggal Pengesahan :

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Yudith Ana Tamiati

NIM : 08051382025078

Jurusan : Ilmu Kelautan

Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Penambahan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT)
Pada Induksi Kalus Rumput Laut (*Gracilaria verrucosa*)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana pada Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

DEWAN PENGUJI

Ketua : Dr. Muhammad Hendri, S.T., M.Si
NIP. 1975100920011210004

()

Anggota : Ellis Nurjuliasti Ningsih, S.Kel., M.Si
NIP. 198607102022032001

()

Anggota : Gusti Diansyah, S.Pi., M.Sc
NIP. 198108052005011002

()

Anggota : Dr. Riris Aryawati, S.T., M.Si
NIP. 197601052001122001

()

Ditetapkan di: Inderalaya

Tanggal : Juli 2024

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Dengan ini saya Yudith Ana Tamiati 08051382025078 menyatakan bahwa Karya Ilmiah atau Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan Karya Ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lainnya.

Semua informasi yang dibuat dalam Karya Ilmiah atau Skripsi ini yang berasal dari penulis lain, baik yang dipublikasikan atau tidak, telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar dan semua Karya Ilmiah atau Skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Indralaya, Juli 2024



Yudith Ana Tamiati
NIM. 08051382025078

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yudith Ana Tamiati
NIM : 08051382025078
Jurusan : Ilmu Kelautan
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya Hak Bebas Royalti **Non-eksekutif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul.

Pengaruh Penambahan Penambahan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) Pada Induksi Kalus Rumput Laut (*Gracilaria verrucosa*)

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media, formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis pertama/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya,

Indralaya, Juli 2024



Yudith Ana Tamiati
NIM. 08051382025078

ABSTRAK

Yudith Ana Tamiati. 08051382025078. Pengaruh Penambahan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) Pada Induksi Kalus Rumput Laut *Gracilaria verrucosa* (Pembimbing : Dr. Muhammad Hendri, S.T., M.Si dan Ellis Nurjuliasti Ningsih, S.Kel., M.Si)

Gracilaria verrucosa merupakan salah satu jenis rumput laut yang memiliki permintaan pasar yang cukup tinggi akan tetapi terdapat kendala dalam proses budidaya sehingga diperlukan kultur jaringan untuk permasalahan tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa efisiensi formulasi ZPT, menghitung persentase pembentukan kalus, dan menganalisa struktur kalus *G. verrucosa*. Penelitian ini telah dilakukan pada bulan September-Desember 2023 dengan menggunakan metode eksperimental dan deskriptif. Konsentrasi zat pengatur tumbuh yang digunakan yaitu A (tanpa ZPT), B (BAP 1 mg/l + IAA 3 mg/l), C (BAP 1 mg/l + NAA 3 mg/l), D (NAA 0,75 mg/l). Hasil penelitian yang didapat menunjukkan Formulasi ZPT yang efisiensi jika dilihat dari hasil uji BNT perlakuan B (BAP 1,0 mg/l + IAA 3,0 mg/l) dan perlakuan C (BAP 1,0 mg/l + NAA 3,0 mg/l) tidak berbeda nyata, namun jika dilihat dari hasil persentase kalus yang hidup maka perlakuan B (BAP 1,0 mg/l + IAA 3,0 mg/l) paling efisien dikarenakan memiliki nilai persentase 44% lebih besar dibandingkan perlakuan C. Struktur kalus rumput laut *G. verrucosa* bertekstur kompak dengan warna putih bening.

Kata kunci : *Gracilaria verrucosa*, Induksi kalus, Zat Pengatur Tumbuh

Inderalaya, Juli 2024

Pembimbing II



Ellis Nurjuliasti Ningsih, S.Kel., M.Si
NIP. 198607102022032001

Pembimbing I



Dr. Muhammad Hendri, S.T., M.Si
NIP. 197510092001121004

Mengetahui,
Ketua Jurusan Ilmu Kelautan



Dr. Rozitwan, S.Pi., M.Sc
NIP.197905212008011009

ABSTRACT

Yudith Ana Tamiati. 08051382025078. Effect of Growth Regulator Addition on Callus Induction of *Gracilaria verrucosa* Seaweed (Supervisor : Dr. Muhammad Hendri, S.T., M.Si and Ellis Nurjuliasti Ningsih, S.Kel., M.Si)

Gracilaria verrucosa is one type of seaweed that has a high market demand but there are obstacles in the cultivation process so that tissue culture is needed for these problems. The purpose of this study was to analyze the efficiency of ZPT formulation, calculate the percentage of callus formation, and analyze the callus structure of *G. verrucosa*. This research was conducted in September-December 2023 using experimental and descriptive methods. The concentration of growth regulators used were A (no ZPT), B (BAP 1 mg/l + IAA 3 mg/l), C (BAP 1 mg/l + NAA 3 mg/l), D (NAA 0.75 mg/l). The results showed that the ZPT formulation is efficient when viewed from the results of the BNT test treatment B (BAP 1.0 mg/l + IAA 3.0 mg/l) and treatment C (BAP 1.0 mg/l + NAA 3.0 mg/l) is not significantly different, but when viewed from the results of the percentage of live callus then treatment B (BAP 1.0 mg/l + IAA 3.0 mg/l) is most efficient because it has a percentage value of 44% greater than treatment C. The structure of the callus of *G. verruca* seaweed is the same as that of treatment B (BAP 1.0 mg/l + IAA 3.0 mg/l). The structure of *G. verrucosa* seaweed callus has a compact texture with a clear white color.

Keywords: *Gracilaria verrucosa*, Callus induction, Growth Regulators

Inderalaya, Juli 2024

Supervisor II

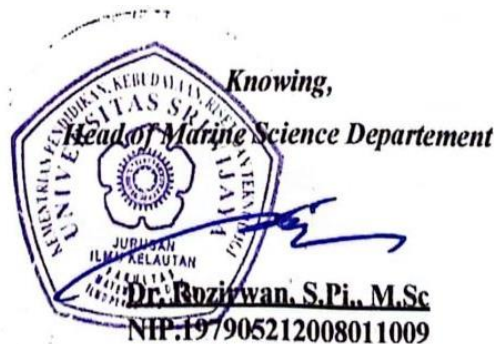


Ellis Nurjuliasti Ningsih, S.Kel., M.Si
NIP. 198607102022032001

Supervisor I



Dr. Muhammad Hendri, S.T., M.Si
NIP. 197510092001121004



RINGKASAN

Yudith Ana Tamiati. 08051382025078. Pengaruh Penambahan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) Pada Induksi Kalus Rumput Laut *Gracilaria verrucosa* (Pembimbing : Dr. Muhammad Hendri, S.T., M.Si dan Ellis Nurjuliasti Ningsih, S.Kel., M.Si)

Sumberdaya laut dan perikanan memiliki banyak peluang untuk pertumbuhan ekonomi Indonesia. Rumput laut termasuk salah satu komoditas unggulan dalam industri budidaya laut karena rumput laut Indonesia sering diekspor ke beberapa negara seperti Jepang dan Filipina yang bergantung pada pasokan rumput laut Indonesia. Rumput laut juga dapat diolah menjadi berbagai produk seperti agar-agar, kosmetik, karagenan, dan bahan baku industri lainnya. *Gracilaria* sp. adalah alga merah yang memiliki kemampuan mengikat air yang tinggi karena talusnya mengandung gel.

Petani rumput laut umumnya menggunakan bibit rumput laut bersumber dari hasil stek. Kualitas dan tingkat produksi rumput laut akan menurun disebabkan infeksi luka dari hasil stek, luka yang disebabkan pemotongan pada rumput laut dapat mengakibatkan rumput laut terinfeksi bakteri atau jamur sehingga rumput laut menjadi mudah rapuh.

Kultur jaringan merupakan salah satu solusi untuk mengatasi masalah pada saat pembibitan rumput laut, seperti pertumbuhan yang lambat, penyakit yang mudah menular, dan penurunan tingkat produksi. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan sel untuk kultur jaringan yaitu jenis media, zat pertumbuhan, sumber eksplan, dan lingkungan kultur jaringan. Media kultur jaringan yang digunakan untuk induksi kalus juga diperlukan hormon zat pengatur tumbuh. Zat pengatur tumbuh berupa auksin dan sitokinin merupakan hormon yang mempunyai peranan dalam merangsang pertumbuhan dan perkembangan sel pada rumput laut.

Penelitian ini dilakukan pada Bulan September-Desember 2023 diawali dengan pengambilan sampel bibit dan air laut di Perairan Ketapang Provinsi Lampung, persiapan alat dan bahan, sterilisasi alat dan bahan, aklimatisasi di rumah budidaya selama 7 hari dan aklimatisasi di laboratorium selama 45 hari.

Setelah itu dilakukan pembuatan media, pemotongan dan sterilisasi eksplan dan kemudian dilakukan proses induksi kalus dengan memasukkan eksplan ke dalam media kultur yang telah diberi zat pengatur tumbuh. Formulasi zat pengatur tumbuh yang digunakan pada media terdiri dari perlakuan A (tanpa ZPT), B (BAP 1 mg/l + IAA 3 mg/l), C (BAP 1 mg/l + NAA 3 mg/l), D (NAA 0,75 mg/l).

Hasil penelitian yang didapat menunjukkan pertumbuhan kalus rumput laut *G. verrucosa* bertekstur kompak dengan warna putih bening. Karakteristik kalus kompak memiliki tonjolan nodular, tidak dapat dipisahkan karena berukuran kecil dan rapat. Kombinasi perlakuan dan persentase kalus hidup (sintasan) yang memiliki hasil terbaik dalam proses pembentukan kalus *G. verrucosa* secara *in vitro* ialah pada perlakuan B (BAP 1,0 mg/l + IAA 3,0 mg/l) dengan nilai persentase 44%. Formulasi ZPT yang efesiensi jika dilihat dari hasil uji BNT perlakuan B (BAP 1,0 mg/l + IAA 3,0 mg/l) dan perlakuan C (BAP 1,0 mg/l + NAA 3,0 mg/l) tidak berbeda nyata, namun jika dilihat dari hasil persentase kalus yang hidup maka perlakuan B (BAP 1,0 mg/l + IAA 3,0 mg/l) paling optimal dikarenakan memiliki nilai persentase 44% lebih besar dibandingkan perlakuan C.

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur dan cinta, kupersembahkan skripsi ini kepada:

Allah SWT

Atas segala rahmat, karunia, dan petunjuk-Nya yang tiada henti-hentinya.

Orang Tua Tercinta

Ayah dan Ibu, terima kasih atas cinta, doa, dukungan, dan pengorbanan tanpa batas. Kalian adalah sumber inspirasiku, dan pencapaian ini adalah hasil dari usaha dan doa kalian.

Saudara-saudaraku

Yang selalu memberikan semangat, canda tawa, dan kebersamaan. Terima kasih atas segala dukungan dan kebahagiaan yang kalian berikan.

Sahabat-sahabat Terbaikku

Yang selalu ada di saat suka dan duka, memberikan dukungan moral, serta membantu dalam proses penyusunan skripsi ini. Kalian adalah pilar kekuatanku.

Dosen Pembimbing dan Pengajar

Terima kasih atas bimbingan, ilmu, dan arahan yang sangat berharga dalam proses penyusunan skripsi ini. Semoga ilmu yang diberikan menjadi berkah dan manfaat bagi banyak orang.

Almamater Tercinta

Universitas Sriwijaya, yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas untuk belajar dan berkembang.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menjadi langkah awal menuju kesuksesan di masa depan.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “**PENGARUH PENAMBAHAN ZAT PENGATUR TUMBUH (ZPT) PADA INDUKSI KALUS RUMPUT LAUT (*Gracilaria verrucosa*)**”.

Penulis juga banyak mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini terutama pada Bapak Dr. Muhammad Hendri, S.T., M.Si dan Ibu Ellis Nurjuliasti Ningsih, S.Kel., M.Si selaku dosen pembimbing skripsi dan semua yang terlibat.

Penulis menyadari banyak kesalahan dan kekurangan dalam penyusunan skripsi. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat baik bagi penulis pribadi maupun bagi pihak-pihak lain yang berkepentingan.

Indralaya, Juli 2024



Yudith Ana Tamiati

NIM. 08051382025078

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
RINGKASAN	ix
LEMBAR PERSEMBAHAN	xi
KATA PENGANTAR.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Rumput Laut <i>Gracilaria verrucosa</i>	6
2.2 Kultur Jaringan Rumput Laut.....	7
2.3 Induksi Kalus.....	8
2.4 Zat Pengatur Tumbuh	9
III METODOLOGI	11
3.1 Waktu dan Tempat	11
3.2 Alat dan Bahan	12
3.2.1 Alat.....	12

3.2.2 Bahan	12
3.3 Metode Penelitian.....	13
3.3.1 Rancangan Penelitian.....	13
3.3.2 Prosedur Penelitian	14
3.3.2 Rancangan Percobaan dan Analisa Data	20
IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1 Pemilihan Eksplan Rumput Laut <i>G. verrucosa</i> sebagai Induksi Kalus.....	21
4.2 Aklimatisasi Rumput Laut <i>G. verrucosa</i>	22
4.3 Tahapan Pembentukan Kalus Rumput Laut <i>G. verrucosa</i>	24
4.4 Struktur dan Warna Kalus Rumput Laut <i>G. verrucosa</i>	26
4.5 Persentase Eksplan Berkalus Rumput Laut <i>G. verrucosa</i>	28
V KESIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Kesimpulan.....	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN.....	45
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Hal
1. Kerangka Berpikir	4
2. Sampel Rumput Laut <i>G. verrucosa</i>	6
3. Peta Lokasi Penelitian	11
4. Peta Lokasi Pengambilan Sampel	11
5. Rancangan Percobaan.....	13
6. Sterilisasi Air Laut.....	15
7. Aklimatisasi Rumput Laut <i>Gracilaria verrucosa</i>	16
8. Pembuatan Media Agar	17
9. Sterilisasi Eksplan	18
10. Karakteristik Morfologi Rumput Laut <i>G. verrucosa</i>	21
11. Aklimatisasi.....	23
12. Tahapan Pembentukan kalus pada Eksplan Rumput Laut <i>G. Verrucosa</i> ...	24
13. (a) Kegagalan Eksplan, (b) Media perlakuan menjadi cair	25
14. Pengamatan Tekstur Kalus Perlakuan B dan C.....	27
15. Kalus <i>G. verrucosa</i> Berwarna Coklat.....	27
16. Grafik Persentase Kalus Hidup disetiap Perlakuan	28

DAFTAR TABEL

Tabel	Hal
1. Alat Penelitian	12
2. Bahan Penelitian.....	12
3. Media Perlakuan.....	16
4. Skoring Pengamatan Warna Kalus.....	19
5. Skoring Warna pada Kalus dengan 4 Perlakuan	26
6. Uji ANOVA Persentase Kalus Hidup Rumput Laut <i>G.verrucosa</i>	30
7. Hasil Uji BNT Persentase Kalus Hidup Rumput Laut <i>G.verrucosa</i>	31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Hal
1. Diagram Alur Penelitian.....	45
2. Komposisi Media Perlakuan A, B, C, D	46
3. Perhitungan Persentase Terbentuknya Kalus Rumput Laut <i>G. verrucosa</i> ...	47
4. Tabel Perhitungan Persentase Eksplan Berkalus pada Perlakuan A, B, C dan D	48
5. Data Analisis Uji ANOVA <i>One Way</i> Menggunakan Aplikasi IBM SPSS Statistics Data Editor	50
6. Langkah Kerja Penelitian Induksi Kalus Rumput Laut <i>G. verrucosa</i>	53
7. Dokumentasi Respon Induksi Kalus Pada Eksplan Rumput Laut <i>G. verrucosa</i>	62

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sumberdaya laut dan perikanan memiliki banyak peluang untuk pertumbuhan ekonomi Indonesia. Rumput laut termasuk salah satu komoditas unggulan dalam industri budidaya laut karena rumput laut Indonesia sering diekspor ke beberapa negara seperti Jepang dan Filipina yang bergantung pada pasokan rumput laut Indonesia. Peningkatan produksi rumput laut nasional diikuti oleh permintaan rumput laut mentah yang meningkat (Mahdi dan Baga, 2018). Fikri *et al.* (2015) menyatakan Indonesia mempunyai 555 jenis rumput laut dan empat jenis diantaranya dikenal sebagai komoditas ekspor, yaitu *Euचेuma* sp., *Gracilaria* sp., *Gelidium* sp., dan *Sargassum* sp.

Salah satu produk perikanan yang mudah diperoleh, murah, dan mudah dibudidayakan adalah rumput laut. Rumput laut juga dapat diolah menjadi berbagai produk seperti agar-agar, kosmetik, karagenan, dan bahan baku industri lainnya (Sipahutar *et al.*, 2020 dalam Abidin dan Sipahutar, 2022). *Gracilaria* sp. salah satu jenis alga yang banyak dibudidayakan di perairan Indonesia. Selain itu, *Gracilaria* sp. menghasilkan agar-agar dan mudah dibudidaya. Menurut Anggadiredja (2011) *Gracilaria* sp. adalah alga merah yang memiliki kemampuan mengikat air yang tinggi karena eksplannya mengandung gel.

Petani rumput laut umumnya menggunakan bibit rumput laut bersumber dari hasil stek. Menurut Sulistiani dan Yani (2014) dalam Hidayatul (2019) bibit yang berasal dari hasil stek yang berulang dapat menyebabkan penurunan keragaman genetik berakibat kecepatan tumbuh, rendemen karaginan dan kekuatan gel menurun. Kualitas dan tingkat produksi rumput laut akan menurun disebabkan infeksi luka dari hasil stek, hal ini didukung pendapat Failu *et al.*, (2021) bahwa luka pada rumput laut dapat menyebabkan rumput laut terinfeksi bakteri atau jamur sehingga rumput laut menjadi mudah rapuh.

Kultur jaringan merupakan salah satu solusi untuk mengatasi masalah pada saat pembibitan rumput laut, seperti pertumbuhan yang lambat, penyakit yang mudah menular, dan penurunan tingkat produksi. Hal ini sesuai pendapat Cokrowati *et al.*, (2018) bahwa kultur jaringan merupakan upaya untuk

memperbaiki performa bibit rumput laut dari segi pertumbuhan dan fisiknya. Pada penelitian Makmur dan Mulyaningrum (2018) menghasilkan rumput laut *G. verrucosa* hasil kultur jaringan dengan laju pertumbuhan harian lebih baik 4,55% daripada hasil budidaya lokal 3,86% dengan kandungan agar rata-rata ($15,2 \pm 1,7\%$) lebih tinggi dibandingkan rumput laut lokal yang mencapai ($14,3 \pm 1,3\%$).

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan sel untuk kultur jaringan yaitu jenis media, zat pertumbuhan, sumber eksplan, dan lingkungan kultur jaringan (Yusnita, 2004). Media kultur jaringan yang digunakan untuk induksi kalus juga diperlukan hormon zat pengatur tumbuh tambahan untuk menentukan keberhasilan teknik kultur. Zat pengatur tumbuh (ZPT) berupa auksin dan sitokinin merupakan hormon yang mempunyai peranan dalam merangsang pertumbuhan dan perkembangan sel pada rumput laut. Penelitian Yokoya *et al.*, (2010) menghasilkan bahwa pengaruh auksin dan sitokinin pada laju pertumbuhan rumput laut *Gracilaria Tenuifrons* berkaitan dengan pembelahan sel, dan diferensiasi sel.

Menurut Yulia *et al.*, (2020) Sitokinin bertindak untuk mendorong pembelahan sel, perkembangan daun dan tunas, dan mendorong diferensiasi tunas. Auksin berperan dalam pemanjangan sel, diferensiasi jaringan, dan memulai pembentukan jaringan dan akar. Zat pengatur tumbuh (ZPT) yang dapat digunakan dalam kultur jaringan antara lain BAP, IAA, NAA, kinetin, zietin dan 2,4D. Hasil penelitian Ramadan dan Hendra (2015) dalam Latunra, (2017) menyatakan Sitokinin berupa *Benzyl Amino Purine* (BAP) dengan konsentrasi tertentu dapat merangsang terbentuknya kalus. Menurut Mahadi (2016) Hormon BAP sendiri hormon untuk merangsang pembelahan sel. Hasil penelitian Sulistiani dan Yani (2014) mengungkapkan bahwa penambahan ZPT BAP 1 mg/l menghasilkan tingkat induksi kalus tertinggi pada media PES sebesar 70%.

Formulasi zat pengatur tumbuh yang berfungsi sebagai pengatur pembesar sel dan memicu pemanjangan sel di daerah belakang maristem ujung yakni NAA (Ema, 2010 dalam Budianto *et al.*, 2013). Menurut Waro *et al.*, (2020) *Naphthalene Acetic Acid* (NAA) juga merupakan hormon auksin yang berperan dalam merangsang pertumbuhan akar dan kalus. *Indole Acetic Acid* (IAA) hormon yang

berperan dalam pembelahan sel, pemanjangan sel, dan pembentukan akar (Fallo *et al.*, 2023).

1.2 Rumusan Masalah

Peningkatan bibit yang unggul pada rumput laut *Gracilaria sp.* dengan cara memperbanyak bibit. Salah satu faktor penting dalam budidaya rumput laut adalah bibit. Menurut Sapitri *et al.*, (2016) Kekurangan bibit berkualitas dan penggunaan bibit dari hasil budidaya secara terus menerus dapat menurunkan kualitas rumput laut dan menyebabkan pertumbuhan yang lambat dan mudah terserang penyakit.

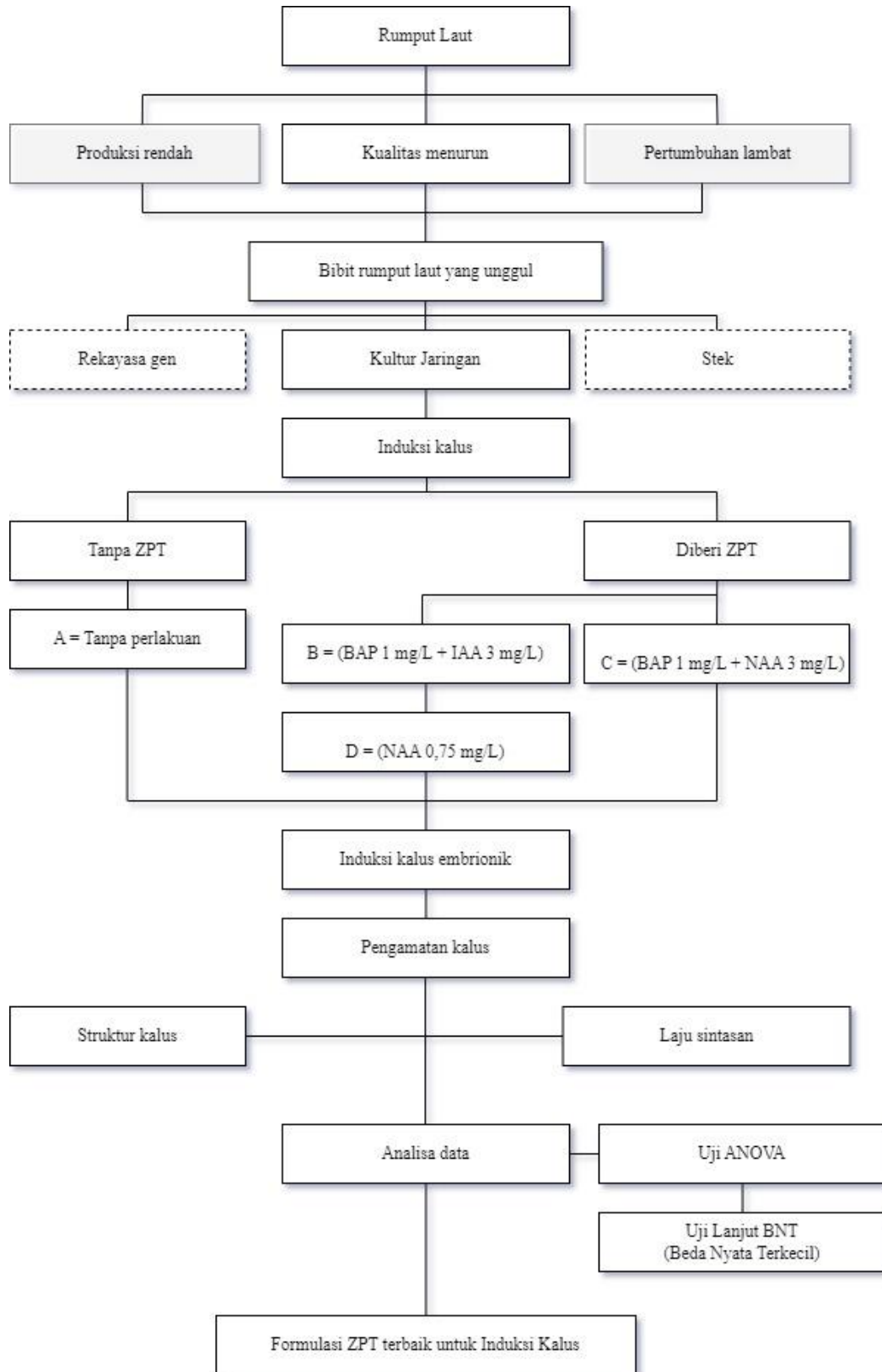
Rosyida *et al.* (2019) menyatakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah hal tersebut yaitu dengan menerapkan teknik kultur jaringan. Nurfaejri dan Nasmia (2023) menyatakan komposisi media sangat menentukan keberhasilan teknik kultur jaringan, maka yang sangat diperlukan bagi pertumbuhan dan regenerasi adalah zat pengatur tumbuh. Zat pengatur tumbuh (ZPT) memegang peranan penting dalam perkembangan kultur jaringan rumput laut secara *in vitro* rumput laut.

Zat pengatur tumbuh (ZPT) yang dapat digunakan berupa sitokinin dan auksin. Sitokinin akan merangsang pembelahan sel melalui peningkatan laju sintesis protein, sedangkan auksin akan memacu pemanjangan sel-sel. Hasil penelitian Adi *et al.*, (2022) menunjukkan bahwa hasil yang paling tinggi persentase terbentuknya kalus pada perlakuan A2B2 (IAA 2 ml dan BAP 2 ml) memiliki nilai tinggi 60.19 %, hal ini sesuai menurut pendapat Sari *et al.*, (2014), bahwa perbandingan auksin dan sitokinin menentukan arah dan jumlah keberhasilan dalam kultur jaringan.

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana struktur kalus *G. verrucosa* setelah diberi hormon ZPT?
2. Bagaimana persentase eksplan berkalus yang diberi ZPT yang digunakan pada proses induksi kalus rumput laut *G. verrucosa*?
3. Bagaimana efisiensi formulasi ZPT yang digunakan dalam proses induksi kalus rumput laut *G. verrucosa*?

Kerangka berpikir disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Berpikir

Keterangan :

— : Variabel Penelitian

---- : Diluar Variabel Penelitian

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis pertumbuhan dan karakteristik kalus rumput laut *G. verrucosa* setelah diberi hormon ZPT.
2. Menganalisis persentase sintasan pada proses induksi kalus rumput laut *G. verrucosa*
3. Menganalisis efesiensi formulasi ZPT dalam induksi kalus rumput laut *G. verrucosa*

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai tahap awal dalam perbanyak bibit rumput laut *Gracilaria sp.* pada media pupuk PES dengan penambahan zat pengatur tumbuh. Selain itu, diharapkan penelitian ini dapat dijadikan referensi terhadap pemilihan media dan hormon zat pengatur tumbuh atau ZPT yang optimal untuk kultur jaringan rumput laut jenis lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin Z, Sipahutar Y H. 2022. Proses pengolahan mie kering rumput laut *gracilaria sp.* di CV KG Makassar. *Simposium Nasional Kelautan dan Perikanan* Vol. 9 : 49-58
- Adi, Kamsinah K, Prayoga L. 2022. Penambahan iaa dan bap terhadap pertumbuhan kalus eksplan daun anggrek *Coelogyne pandurata Lindl.* *BioEksakta: Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed* Vol. 3(2) : 112-120
- Afif M T, Utomo, Zafia A. 2023. Internet of things sebagai alat penentuan lokasi budidaya Rumput Laut *Gracilaria Sp.* *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA* Vol. 7(1) : 492-500
- Afiyah N N, Surya M I, Ismaini, Azizah, Saputro N W. 2022. Inisiasi kalus secara in vitro dari Daun *Talinum paniculatum (Jacq.) Gaertn.* *Buletin Kebun Raya* Vol. 25(3) : 121-130
- Aisa A T, Suardi S, Patahiruddin P. 2020. Analisis laju pertumbuhan rumput laut (*Gracilaria sp.*) hasil perendaman air kelapa (*Cocos nucifera*). *Fisheries Of Wallacea Journal* Vol. 1(1) : 31-36
- Andaryani S. 2010. Kajian penggunaan berbagai konsentrasi BAP dan 2,4-D terhadap induksi kalus Jarak Pagar (*Jatropha curcas L.*) secara in vitro. [skripsi]. Surakarta : Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret
- Andre N, Lumbessy, Scabra A R. 2023. perbandingan pertumbuhan dan kandungan pigmen rumput laut *Eucheuma cottonii* lokal dan hasil kultur jaringan: comparison of growth and pigment content on local and tissue culture of seaweed *Eucheuma cottonii*. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)* Vol. 7(1) : 49-58
- Andriyani W M, Kartamiharja U K A, Dwiyanto F S. 2019. Dampak Sosial Ekonomi Pengembangan Budidaya Rumput Laut Kultur Jaringan di Desa Agel, Kabupaten Situbondo. *Jurnal Penyuluhan Perikanan Dan Kelautan* Vol. 13(3) : 243–263
- Anggadiredja, J T. 2011. *Rumput Laut*. Penebar Swadaya
- Anggraeni D, Ismaini, Surya M I, Rahmi H, Saputro N W. 2022. Inisiasi Kalus Daun *Talinum triangulare (Jacq.) Willd* pada Beberapa Kombinasi Konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh 2, 4-Dichlorophenoxyatic Acid dan Benzyl Adenine. *Agrikultura* Vol. 33(3) : 276-288
- Anwar N, Isda M N. 2020. Respons Pembentukan Kalus Daun Pegagan (*Centella asiatica (L.) Urb.*) dengan Penambahan *Naphtalene Acetic Acid* dan *Benzyl*

Amino Purin Secara In Vitro. Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati : 136-142

- Ariani R, Anggraito Y U , Rahayu E S. 2016. Respon pembentukan kalus koro benguk (*Mucuna pruriens L.*) pada berbagai konsentrasi 2, 4-D dan BAP. *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Sciences* Vol 39(1) : 20-28
- Arimarsetiowati R. 2012. Kultur jaringan tanaman kopi. *Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia* Vol. 13-17
- Arsyam A, Abdullah A, Syam N. 2020. Daya regenerasi kalus eksplan embrio Kedelai (*glycine max l.*) pada berbagai konsentrasi hormon tumbuh 2, 4 D dan BAP secara *in vitro*. *AGrotekMAS Jurnal Indonesia: Jurnal Ilmu Peranian* Vol. 1(3): 8-15
- Assakur Y H T, Fahrudin M S, Ferdiansyah F. 2020. Implementasi API Mikrotik untuk Management Router Berbasis Android (Studi Kasus: PT Sigma Adi Perkasa). *Jurnal Sains dan Informatika* Vol. 6(1) : 92-101
- Astuti O, Sara L, Mansur A, Ira I. 2021. Sosialisasi rumput laut (*Eucheuma Cotonii*) hasil kultur jaringan di Desa Puulemo Kecamatan Poleang Timur Kabupaten Bombana. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA* Vol. 4(3)
- Berepalay M I, Oedjoe M D, Jasmanindar Y. 2023. Perbedaan Umur Panen Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Karaginan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* Yang Terkena Ice Ice. *Jurnal Aquatik* Vol. 6(1) : 95-103
- Budi R S. 2020. Uji komposisi zat pengatur tumbuh terhadap pertumbuhan eksplan pisang Barangan (*Musa paradisiaca L.*) pada media MS Secara *in vitro*. *BEST Journal (Biology Education, Sains and Technology)* Vol. 3(1) : 101-111
- Budianto E A, Badami K, Arsyadmunir A. 2013. Pengaruh kombinasi macam ZPT dengan lama perendaman yang berbeda terhadap keberhasilan pembibitan sirih merah (*Piper crocatum Ruiz & Pav*) secara stek. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi* Vol. 6(2) : 103-111
- Budiarti C. 2017. Pengaruh Teknik Sterilisasi Dan Zat Pengatur Tumbuh 2,4-D (2,4- Diklorofenoksiasetat), BAP (Benzil Amino Purin) Terhadap Induksi Kalus Nilam (*Pogostemoncablinbenth*) Secara *In Vitro*. [Skripsi]. Bandung. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati.
- Busaifi R, Hirjani H, Lestari R. 2021. Induksi Kalus Daun Stevia (*Stevia rebaudiana*) Pada Berbagai Kombinasi 2, 4D dan BAP Secara *In*

Vitro. EVOLUSI: JOURNAL OF MATHEMATICS AND SCIENCES Vol. 5(1) : 50-57

- Cokrowati N, Setyowati D, Diniarti N, Mukhlis A. 2020. Perbaikan Sistem Budidaya Rumput Laut di Desa Seriweh Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Abdi Insani* Vol. 7(3) : 336-345
- Cokrowati N. 2020. Pertumbuhan Rumput Laut Lokal dan Rumput Laut Hasil Kultur Jaringan *Kappaphycus alvarezii*. *Journal of Fisheries and Marine Research* Vol. 4(1) : 62-65
- Cokrowati, N, Arjuni A, Rusman. 2018. Pertumbuhan rumput laut *Kappaphycus Alvarezii* hasil kultur jaringan. *Jurnal Biologi Tropis* Vol. 18(2) : 216-223
- Denish A. 2007. Percobaan Perbanyak Vegetatif Kamaitan (*Lunasia amara Blanco*) melalui Kultur Jaringan. [Skripsi]. IPB. Bogor.
- Diana F. 2016. Performa Rumput Laut *Gracilaria gigaspada* Sistem Budidaya Laut dan Tambak. *Jurnal Perikanan Tropis* Vol. 3(1)
- Dwiyani. 2016. Penuntun praktikum mata kuliah teknik kultur jaringan semester ganjil 2015/2016. *Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Udayana* Vol. 37(7) : 6-9
- Erawati D N, Taufika R, Adiwinata D A. 2023. Pengaruh Pemberian Sitokinin Terhadap Kalus Tembakau *Varietas Na-Oogst (Nicotiana tabacum L.)* Melalui Kultur *In Vitro*. In *Agropross: National Conference Proceedings of Agriculture* Vol. 288-295
- Erniati, Erlangga, Yudho. 2022. Rumput laut Perairan Aceh. Penerbit KBM Indonesia. Bantul-Jogjakarta : 73 hal
- Fadilah S, Pratiwi D A. 2017. Propagasi bibit rumput laut *Gracilaria gigas* pada tahap kultur jaringan, aklimatisasi, dan pembesaran. *Media Akuakultur* Vol. 11(2) : 67-75
- Failu I, Hamar B, Bone A H, Azizu A M. 2021. Sosialisasi penanganan kesehatan rumput laut (*Eucheuma cottoni*) dalam pengembangan ekonomi masyarakat pesisir Pantai Kaluku Kota Baubau di era pandemi covid-19. *Jurnal Pengabdian Perikanan Indonesia* Vol. 1(3) : 240-247
- Fallo G, Banusu M S, Pardosi L, Tefa A. 2023. Isolasi dan identifikasi bakteri rhizosfer dari tanaman kacang gude (*cajanus cajan l*) sebagai penghasil hormon iaa (*indole acetic acid*) dan aplikasinya pada benih padi (*Oryza sativa L*). *Berita Biologi* Vol. 22(1) : 129-138

- Febrian D. 2018. Induksi kalus rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dengan penambahan fitohormon yang berbeda. [skripsi]. Surabaya : Departemen Biologi, Fakultas Ilmu Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. 99 hal
- Fikri, M Rejeki S, Widowati L L. 2015. Produksi dan kualitas rumput laut (*Eucheuma Cottonii*) dengan kedalaman berbeda di Perairan Bulu Kabupaten Jepara. *Journal Of Aquaculture Management And Technology* Vol. 4(2) : 67-74
- Girsang I E, Restiani R, Prasetyaningsih A. 2023. Induksi Kalus Eksplan Daun Porang (*Amorphophallus muelleri Blume*) Menggunakan Kombinasi Air Kelapa dan IAA (*Indole Acetic Acid*). *SCISCITATIO* Vol. 4(2) : 65-76
- Guo H J, Yao, Z, Sun, D Duan. 2014. Effect Of Salinity And Nutrients On The Growth And Chlorophyll Fluorescence Of *Caulerpa Lentillifera*. *Chinese Journal Of Oceanology And Limnology* Vol. 33(2) : 410 – 418
- Harahap A S. 2020. Induksi Kalus Tanaman Paitan (*Thitonia diversifolia*) pada Beberapa Konsentrasi 2.4 D. *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian* Vol. 23(1) : 32-35
- Harahap A, Pramesti R, Ridlo A. 2022. Pertumbuhan rumput laut *Gracilaria sp.* terhadap variasi dosis media walne. *Journal of Marine Research* Vol. 11(3) : 557-566
- Harapan S, Retno A M, Mugi M. 2019. Performansi Pertumbuhan Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*) dengan Menggunakan Bibit Hasil Kultur Jaringan di BBPBL Lampung. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Terapan* Vol. 2(2) : 93-99
- Hariyati M, Bachtiar, Sedijani. 2016. Induksi kalus tanaman krisan (*Chrysanthemum morifolium*) dengan pemberian *benzil amino purin* (BAP) dan *Dichlorofenoksi acetyl acid* (2,4-D). *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA* Vol. 2 (1)
- Hayati S K. 2010. Induksi kalus dari hipokotil alfalfa (*Medicago sativa L.*) secara *in vitro* dengan penambahan *Benzyl Amino Purine* (BAP) dan *α -Naphthalene Acetic Acid* (NAA). *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi* Vol. 12(1) : 6-12
- Hidayatulbaroroh R. 2019. Teknik dan finansial budidaya rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dengan metode jalur di kelompok tani mitra bahari Desa Tanjung Pademawu Pamekasan Madura. *Jurnal Ilmiah Vastuwidya* Vol. 2(2) : 90-103
- Idris S R, Paserang A P. 2019. Induksi kalus tanaman kentang dombu (*Solanum tuberosum l.*) secara *in vitro* dengan pemberian ZPT 2, 4-D (*Dichlorophenoxy Acetyl Acid*). *Natural Science: Journal of Science and Technology* Vol. 8(2) : 110-115

- Illahi, A. K., Ratnasari, E., & Dewi, S. K. (2022). Pengaruh 2, 4-D terhadap pertumbuhan kalus daun *Diospyros discolor* Willd pada media MS secara *in vitro*. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 11(3), 369-377.
- Indriani H, Sumiarsih E. 1991. Budidaya, pengelolaan dan pemasaran rumput laut. Jakarta: Swadaya. Hal 76
- Jabbar F B. 2020. Pengaruh pemberian antibiotik terhadap sintasan dan pertumbuhan eksplan rumput laut *Kappaphycus Alvarezii* Secara *In Vitro*. *SIGANUS: Journal Of Fisheries And Marine Science* Vol. 2(1) : 92-97
- Karlianda N, Wulandari R, Yeni M. 2012. Pengaruh NAA dan BAP Terhadap Perkembangan Subkultur Gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) Fakultas Kehutanan, Universitas Tanjungpura, Pontianak.
- Kasturi K, Amri M. 2020. Teknik aklimatisasi indukan pada induksi kalus rumput laut *Kappaphycus alvarezii*. *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur* Vol. 17(1) : 27-31
- Kurnianingsih R, Ghazali M, Rosidah S, Muspiah A, Astuti S P, Nikmatullah A. 2020. Pelatihan teknik dasar kultur jaringan tumbuhan. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)* Vol. 4(5) : 888-896
- Kusdarwati, R., & Istiqomawati, I. (2010). Teknik Budidaya Rumput Laut (*Gracilaria verrucosa*) Dengan Metode Rawai Di Balai Budidaya Air Payau Situbondo Jawa Timur [Technique Of Seaweeds Culture (*Gracilaria verrucosa*) At Brackish Water Aqua Culture Development Center Situbondo Of East Java]. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 2(1), 77-86.
- Kustina T. 2000. Pengaruh konsentrasi hormon NAA dan IBA terhadap pertumbuhan stek batang tumbuhan obat Daun Wungu (*Graptophyllum pictum*). [Skripsi]. Bogor : Jurusan konservasi Sumberdaya Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Latunra A I. 2017. Induksi kalus pisang barangan merah *Musa acuminata* Colla dengan kombinasi hormon 2, 4-D dan Bap secara *in vitro*. *Jurnal Ilmu alam dan lingkungan* Vol. 8(1)
- Luringunusa E, Sanger G, Sumilat D A, Montolalu R I, Damongilala L J, Dotulong V. 2023. Qualitative Phytochemical Analysis of *Gracilaria verrucosa* from North Sulawesi Waters. *Jurnal Ilmiah PLATAX* Vol. 11(2) : 551-563
- Mahadi I, Syafi'i, Sari Y. 2016. Induksi kalus jeruk kasturi (*Citrus microcarpa*) menggunakan hormon 2,4-D dan BAP dengan metode *in vitro*. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* Vol. 21(2) : 84-89

- Mahadi I. 2016. Multifikasi tunas anggrek larak (*Dendrobium phalaenopsis* Fitzg) dengan pemberian hormon IAA dan BAP terhadap pertumbuhan secara *in vitro*. *EKSAKTA* Vol. 2(1): 1 – 6
- Makmur M, Mulyaningrum H. 2018. Evaluasi performa bibit rumput laut *Gracilaria verrucosa* hasil kultur jaringan di Kabupaten Luwu, Sulawesi Selatan. *Media Akuakultur* Vol. 13(1) : 1-9
- Manzila I, Hidayat S H, Mariska I, Sujiprihati S. 2010. Induksi kalus serta regenerasi tunas dan akar cabai melalui kultur *in vitro*
- Marlin, Yulian, Hermansyah. 2012. Inisiasi kalus embriogenik pada kultur jantung pisang ‘curup’ dengan penambahan sukrosa, BAP dan 2,4-D. *Jurnal Agrivigor* Vol. 11(2) : 275–283
- Mastuti R, Widoretno W, Harijati N. 2020. Kultur kalus tanaman obat *Physalis angulata* L.(Ciplukan). *Biotropika: Journal of Tropical Biology* Vol. 8(1) : 26-35
- Maulani R K, Achmad M, Latama G. 2017. Karakteristik jaringan secara histologi dari strain rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*) yang terinfeksi penyakit *ice-ice*. *Torani Journal of Fisheries and Marine Science* Vol. 45-56
- Mawaddah S K, Saputro N W, Lestari A. 2021. Pemberian *Naphthalene Acetic Acid* (NAA) dan Kinetin Terhadap Multiplikasi Tunas Tanaman Jahe (*Globba leucantha* var. *bicolor* Holttum) pada Kultur *In Vitro*. *Bioma : Berkala Ilmiah Biologi* Vol. 23(1) : 43–50
- Mayura E. 2020. Pengaruh berbagai komposisi media terhadap induksi tunas tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth). *Prosiding Webminar Nasional Series Sistem Pertanian Terpadu Dalam Pemberdayaan Petani di Era New Normal* Vol. 42-58
- Muhammad F, Wulandari R, Muslimin D W. 2020. Respons pertumbuhan tunas jati (*Tectona grandis* Lf) pada berbagai konsentrasi BAP dan kinetin secara *in vitro*. *Jurnal Warta Rimba* Vol. 2579-6287
- Mulyaningrum S R H, Parenrengi A, Risjani Y, Nursyam H. 2013. Formulasi auksin (*indole acetic acid*) dan sitokinin (kinetin, zeatin) untuk morfogenesis serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan, sintasan dan laju regenerasi kalus rumput laut *Kappaphycus alvarezii*. *Jurnal Riset Akuakultur* Vol. 8(1) : 31-41
- Mulyaningrum S R, Parenrengi A, Suryati E. 2015. Pertumbuhan dan Perkembangan Eksplan Rumput Laut *Gracilaria verrucosa* dan *Gracilaria gigas* pada Aklimatisasi di Tambak. *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences* Vol. 20 : 135-142

- Munõz J, Lõpez A C C, Patiño R, Robledo D. 2006. Use of plant growth regulators in micropropagation of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) in airlift bioreactors. *J. Appl. Phycol.* Vol. 18: 209- 218
- Norziah M H, Ching C Y. 2000. Nutritional Composition Of Edible Seaweed *Gracilaria Changgi*. *Food Chemistry* Vol. 68(1) : 69–76
- Nurfajri A T, Nasmia N. 2023. Penggunaan pupuk conway pada media kultur terhadap pertumbuhan bibit rumput laut *Eucheuma cottonii*. *Journal of Marine Research* Vol. 12(1) : 19-26
- Nurrahmawan M E, Jadid N. 2017. Laju pertumbuhan eksplan rumput laut (*Gracilaria verrucosa*) secara *in vitro*. *Jurnal Sains dan Seni ITS* Vol. 6(2) : E5-E8
- Nuryana A, Pawito P, Utari P. 2019. Pengantar metode penelitian kepada suatu pengertian yang mendalam mengenai konsep fenomenologi. *Ensains Journal* Vol. 2(1) : 19-24
- Palei S, Rout G R, Das A K, Dash D K. 2017. Callus Induction and Indirect and Indirect Regeneration of Strawberry (*Fragria x Ananassa*) Duch. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* Vol. 6(11) : 1311 – 1318
- Pambudi S A Y, Naini A, Sumono A. 2022. Karakterisasi *Scaffold Hydroxiapatite Gypsum Puger* kombinasi alginat rumput laut coklat (*Sargassum Sp*) sebagai *bone graft* dengan metode *freeze drying*. *Cakradonya Dental Journal* Vol. 14(2) : 77-84
- Pardede Y, Mursyanti E, Sidharta B R. 2021. Pengaruh Hormon terhadap Induksi Embrio Somatik Kacapiring (*Gardenia jasminoides*) dan Potensi Aplikasinya dalam Pembuatan Benih Sintetik. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, Vol. 162-177
- Pramesti R, Susanto A B, Setyati W A, Ridlo A, Oktaviaris Y. 2016. Struktur komunitas dan anatomi rumput laut Di Perairan Teluk Awur, Jepara Dan Pantai Krakal, Yogyakarta. *Jurnal Kelautan Tropis* Vol. 19(2) : 81-94
- Pratiwi H G, Wardana R, Jumiatur J. 2024. Pengaruh Pemberian ZPT IAA Dan BAP Terhadap Pertumbuhan Ubi Jalar (*Ipomoea batatas L.*) Ungu Secara *In Vitro*: Pengaruh Pemberian ZPT IAA Dan BAP Terhadap Pertumbuhan Ubi Jalar (*Ipomoea batatas L.*) Ungu Secara *In Vitro*. *Jurnal Ilmiah Inovasi* Vol. 24(1) : 1-7
- Purnamaningsih R, Ashrina M. 2011. Pengaruh bap dan naa terhadap induksi kalus dan kandungan *Artemisinin* dari *Artemisia Annuia l*. *Berita Biologi* Vol. 10(4) : 481-489

- Purwitasari A T, Alamsjah M A, Rahardja B S. 2012. Pengaruh konsentrasi zat pengatur tumbuh (Asam-2, 4-Diklorofenoksiasetat) terhadap pertumbuhan *Nannochloropsis oculata*. *Journal of Marine and Coastal Science* Vol. 1(2) : 61-70
- Rachmawati S, Abdillah A A. 2019. Studi pertumbuhan bibit rumput laut (*Kappaphycus Alvarezii*) hasil kultur jaringan dengan metode longline berbingkai di Balai Besar Perikanan Budidaya Laut Lampung. *Jurnal Perikanan Pantura (JPP)* Vol. 2(1) : 1-9
- Rahayu S, Suharyanto. 2020. Induksi kalus dengan 2,4D dan BAP pada eksplan daun vegetatif dan generatif tempuyung (*Sonchus arvensis L.*). *BioEksakta* Vol 2(3) : 479-486
- Rahmawati A S, Erina R. 2020. Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan uji anova dua jalur. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika* Vol. 4(1) : 54-62
- Rahmawati M, Kesumawati E. 2022. Induksi kalus tanaman Nilam (*Pogostemon cablin Benth*) Menggunakan *Benzyl Amino Purine* dan *Naphtalene Acetic Acid* Secara *In Vitro*. *Jurnal Agrista* Vol. 26(1) : 34-39
- Ramadhan T R, Habibah N A. 2023. Induksi Kalus dari Eksplan Umbi Bawang Merah (*Allium ascalonicum L var. Bima Brebes*) Dengan Penambahan BAP dan Pikloram. *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Sciences* Vol. 46(2) : 53-60
- Rasud Y, Basri Z, Sahiri N. 2019. Induksi kalus cengkeh dari ekspan daun menggunakan 2, 4-D secara *in vitro*. *J-PEN Borneo: Jurnal Ilmu Pertanian* Vol. 2(2)
- Rasud Y, Bustaman B. 2020. Induksi kalus secara *in vitro* dari daun cengkeh (*Syzigium aromaticum L.*) dalam media dengan berbagai konsentrasi auksin. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* Vol. 25(1) : 67-72
- Rosyida E, Tobigo D T, Setiana S. 2019. Growth Of *Euचेuma Cottonii* Seaweed From Tissue Culture In Pes Fertilizer Solution (*Provasoli Enriched Seawater*) With Different Dose. *Agrisains* Vol. 20(3) : 133-143
- Rosyidah M, Evie R, Yuni SR. 2014. induksi kalus daun melati (*Jasminum sambac*) dengan penambahan berbagai konsentrasi *dichlorophenoxyacetic acid* (2,4-D) dan *6-benzylamino purin* (BAP) pada media MS secara *in vitro*. *Jurnal Biologi* Vol. 3(3) : 147–153
- Saade E, Trijuno D D. 2014. Growth response of koi fish fed on the diet containing *Eucheuma cottoni*. *Jurnal Akuakultur Indonesia* Vol. 13(2) : 140-145
- Saefudin D A K, Japa L, Raksun A. 2023. Pengaruh Pemberian Zat Pengatur Tumbuh Organik “Basmingro” Terhadap Pertumbuhan Alga Coklat

- (*Sargassum aquifolium*) Pada Skala Laboratorium. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan* Vol. 8(1) : 483-488
- Safia W. 2021. Pengaruh Kedalaman Penanaman Rumput Laut *Eucheuma Cottonii* dengan Metode Rakit Gantung (RATU) Terhadap Prevalensi Serangan Penyakit *Ice-Ice*. *AquaMarine (Jurnal FPIK UNIDAYAN)* Vol. 8(1) : 20-26
- Saidi A B. 2018. Pengaruh Konsentrasi Dan Lama Perendaman Rootone F Terhadap Pertumbuhan Stek Nilam (*Pogostemon cablin Benth.*). *Jurnal Agrotek Lestari* Vol. 3(2)
- Sapitri A R, Cokrowati N, Rusman. 2016. Pertumbuhan rumput laut *Kappaphycus Alvarezii* hasil kultur jaringan pada jarak tanam yang berbeda. *Jurnal DEPIK* Vol. 5(1) : 12 – 1
- Sari M, Rachman H, Astuti N J, Afgani M W, Siroj R A. 2023. *Explanatory survey* dalam metode penelitian deskriptif kuantitatif. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Komputer* Vol. 3(01) : 10-16
- Sari N, Suwarsi E, Sumadi. 2014. Optimasi jenis dan konsentrasi ZPT dalam induksi kalus embriogenik dan regenerasi menjadi planlet pada *Carica pubescens (Lenne & K. Koch)*. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education* Vol. 6(1) : 51-59
- Sarita D, Subrata I M, Sumaryani N P, Rai I A. 2021. identifikasi jenis rumput laut yang terdapat pada ekosistem alami perairan nusa pedida. *Emasains: Jurnal Edukasi Matematika dan Sains* Vol. 10(1) : 141-154
- Sarmanu. 2017. *Dasar Metodologi Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan Statistika*. In Airlangga University Press
- Septiani A, Kusmiyati F, Kristanto B A. 2022. Efektivitas ekstrak daun pegagan (*Centella asiatica L.*) sebagai anti kontaminan dalam pertumbuhan kultur jaringan kentang (*Solanum tuberosum L.*) Varietas Tedjo MZ. *Agroteknika* Vol. 5(1) : 60-74
- Serdiati N, Widiastuti I M. 2010. Pertumbuhan dan produksi rumput laut *Eucheuma cottonii* pada kedalaman penanaman yang berbeda. *Media Litbang Sulteng* Vol. 3(1)
- Setiawati T, Arofah A N, Nurzaman M. 2020. Induksi Kalus Krisan (*Chrysanthemum morifolium Ramat var. Tomohon Kuning*) Dengan 2, 4-*Dichlorophenoxyacetic Acid* (2, 4-D) dan 6-*Benzylaminopurine* (BAP) pada Kondisi Pencahayaan Berbeda. *Jurnal Pro-Life* Vol. 7(1) : 13-26
- Sinulan J S, Lengkong E F, Tulung S. 2019. Respon pembentuk kalus embrionik tanaman krisan kulo (*Chrysanthemum morifolium*) terhadap pemberian zat pengatur tumbuh sitokinin. *In Cocos* Vol. 1(1)

- Sulistiani E, Soelistyowati D T, Alimuddin and Yani S A. 2012. Callus induction and filaments regeneration from callus of cottonii seaweed (*kappaphycus alvarezii* (doty)) collected from natuna islands, riau islands province. *Biotropia*. Vol 19 : 103-14
- Sulistiani E, Soelistyowati, Yani SA. 2014. *Tissue Culture on Seaweed (K. alvarezii)*. Bogor : Seameo Biotrop
- Sulistiwati D. 2015. Optimalisasi Kepadatan Bibit *Eucheuma Cottonii* Hasil Kultur Jaringan Pada Tahap Pemeliharaan Dibotol Aerasi. [Skripsi]. Universitas Mataram
- Sulistiwati E, Yani S A. 2014. Kultur Jaringan Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*). SEAMEO BIOTROP. Bogor.
- Sulistyaningsih S, Suryaningsih Y. 2021. Pengembangan Rumput Laut Berbasis Kultur Jaringan Di Besuki. *CERMIN: Jurnal Penelitian* Vol. 5(1) : 159-168
- Suryati E, Mulyaningrum S R H. 2009. Regenerasi rumput laut *kappaphycus alvarezii* (doty) melalui induksi kalus dan embrio dengan penambahan hormon perangsang tumbuh secara *in vitro*. *Jurnal Riset Akuakultur* Vol : 4(1) : 39-45
- Susanto A B, Siregar R, Hanisah H, Faisal T M, Harahap A. 2021. Analisis kesesuaian kualitas perairan lahan tambak untuk budidaya rumput laut (*Gracilaria sp.*) di Kecamatan Langsa Barat, Kota Langsa. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)* Vol. 5(3) : 655-667
- Sutrian Y. 2004. Pengantar Anatomi Tumbuhan-Tumbuhan Tentang Jaringan Sel dan Jaringan. Jakarta: PT Rineka Cipta
- Syahid S F, Kristina, D Seswita. 2010. Pengaruh komposisi media terhadap pertumbuhan kalus dan kadar Tannin dari daun Jati Belanda (*Guazuma ulmifolia Lamk*) secara *in vitro*. *Jurnal Littri* Vol. 16(1) : 1-5
- Syaichurrozi I, Wardalia W, Dwicahyanto S, Toron Y S. 2022. Effect Of Nano3 Concentration In Medium Of Raof On Cultivation Of Spirulina Platensis. *Eksergi* Vol. 19(1) : 15-19
- Syukri M, Yasir I, Tuwo A, Arbit N I S, Carong S R. 2020. Respon pertumbuhan rumput laut *gracilaria sp.* Terhadap Perbedaan Konsentrasi Pupuk Conwy. *SIGANUS: Journal of Fisheries and Marine Science* Vol. 2(1) : 98-105
- Thomy Z. 2012. Effect of Plant Growth Regulator 2,4-D and BAP on Callus Growth of Plants Producing Gaharu. (*Aquilaria malaccensis Lamk.*). Prosiding Seminar Hasil Nasional Biologi

- Tri S S, Nopiyanto R. 2020. Pengaruh zat pengatur tumbuh alami dari ekstrak Tauge terhadap pertumbuhan pembibitan Budchip Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Varietas Bululawang. *Mediagro* Vol. 16(1)
- Vindy A B, Agustono, Alamsjah M A. 2021. The Influence Of PES (*Provassoli's Enriched Seawater*) Media And Modification Of Vitamin B12 on Technical Culture For The Growth Of *Sargassum Sp.* *IOP Conference Series: Earth And Environmental Science* Vol. 718(1)
- Wahid E, Kurniaji A, Zawawi L. 2022. Pengaruh interval perendaman *Eucheuma Denticulatum* dalam pupuk *Provasoli's Enrich Seawater* (Pes) terhadap pertumbuhan secara *In Vitro*. *Jurnal Perikanan Unram* Vol. 12(2): 280-291
- Wahyuni A, Satria B, Zainal A. 2020. Induksi kalus gaharu dengan NAA dan BAP secara *in vitro*. *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi* Vol. 22(1) : 39-44
- Waluyo W, Permadi A, Fanni N A, Soedrijanto A. 2019. Analisis kualitas rumput laut *Gracilaria verrucosa* di tambak Kabupaten Karawang, Jawa Barat. *Group: Jurnal Ilmiah Perikanan* Vol. 10(1) : 32-41
- Waro N T, Astutik A, Sumiati A. 2020. Multiplikasi meristem ubikayu (*manihot esculenta*) dalam media murashige and skoog (ms) modifikasi naa (*naphthalene acetic acid*) dan ba (*benzyl adenine*). *Buana Sains* Vol. 20(2) : 121-130
- Widiyastuti LO. 2015. Induksi kalus pada eksplan batang tanaman binahong (*Anredera cordifolia*) secara *in vitro* dengan konsentrasi 2.4 D dan BAP yang Berbeda. [SKRIPSI]. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta
- Winarto B, Mattjik N A, Purwito A, Marwoto B. 2010. Aplikasi 2, 4-D dan TDZ dalam pembentukan dan regenerasi kalus pada kultur *anther Anthurium*
- Wulandari M A, Silva S, Rizky Z N, Sarianti J, Zulaikha S, Nurokhman, Yachya A, Handayani T, Syarifah, Afriansyah D. 2022. Pengaruh 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) dan *benzyl amino purine* (BAP) terhadap induksi kalus dari berbagai jenis eksplan tanaman duku (*Lansium domesticum* Corr.). *Stigma* Vol. 15 (1) : 38-45
- Wuriesylian W, Sawaluddin S. 2022. Aplikasi Berbagai konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Baby Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.): Application of Various Concentrations of Plant Growth Regulator (PGR) on the Growth and Yield of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *J-Plantasimbiosa* Vol. 4(1) : 64-70
- Yokoya W. A, Stirk van J, Staden O. Novak, A. V. Tureckova. 2010. "Pencik and M. Strnad. Endogenous Cytokinins, Auxin, and Abscisid Acid in Red Algae from Brazil," *J. Phycol* Vol. 46 : 1198– 1205

- Yong Y S, W T L Yong, V Y Thien, S E Ng, A Anton, S Yassir. 2014. Acclimatization of micropropagated *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex Silva (*Rhodophyta, Solieriaceae*) in outdoor nursery system. *J. Appl. Phycol* Vol. 26(1) : 1–7
- Yudiati E, Ridlo A, Nugroho A A, Sedjati S, Maslukah L. 2020. Analisis kandungan agar, pigmen dan proksimat rumput laut *Gracilaria Sp.* pada reservoir dan biofilter tambak udang *Litopenaeus Vannamei*. *Buletin Oseanografi Marina* Vol. 9(2) : 133–140
- Yusnita. 2004. Kultur jaringan: cara memperbanyak tanaman secara efisien. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Zonneveld N, Huisman E A, Boon J H. 1991. *Prinsip-Pinsip Budidaya Ikan*. PT. Gramedia Pustaka Utama Jakarta