

STUDI PERBANDINGAN LAJU PERTUMBUHAN
***Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss**
MENGGUNAKAN MEDIA KULTUR WALNE,
PROVASOLI'S ENRICHED SEAWATER (PES) DAN
CONWAY
SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Dalam Ilmu Biologi



Oleh : Rinestu Alifatun Nabilah

NIM : 2108016048

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2025

STUDI PERBANDINGAN LAJU PERTUMBUHAN
***Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss**
MENGGUNAKAN MEDIA KULTUR WALNE,
PROVASOLI'S ENRICHED SEAWATER (PES) DAN
CONWAY
SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Dalam Ilmu Biologi



Oleh : Rinestu Alifatun Nabilah

NIM : 2108016048

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rinestu Alifatun Nabilah
NIM : 2108016048
Jurusan : Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul :

**STUDI PERBANDINGAN LAJU PERTUMBUHAN
Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss
MENGUNAKAN MEDIA KULTUR WALNE,
PROVASOLI'S ENRICHED SEAWATER (PES) DAN
CONWAY**

Secara Keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 08 April 2025



**Rinestu Alifatun Nabilah
NIM. 2108016048**



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang Telp.024-
7601295 Fax.7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : STUDI PERBANDINGAN LAJU PERTUMBUHAN
Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss
MENGUNAKAN MEDIA KULTUR WALNE, *PROVASOLIS*
ENRICHED SEAWATER (PES) DAN CONWAY

Penulis : Rinestu Alifatun Nabilah

NIM : 2108026048

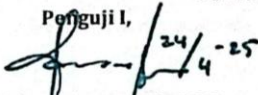
Jurusan : Biologi

Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Biologi.

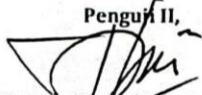
Semarang, 21 April 2025

DEWAN PENGUJI

Penguji I,


Dian Triastari Armanda, M.Si.
NIP.198312212011012004

Penguji II,


Wiwien Mukti Andriyani, S.Pi. M.Si.
NIP.197103231999032004

Penguji III


Kusriyah, M.Si.
NIP.197711102011012005

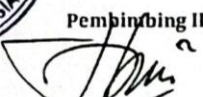
Penguji V


Iko Pujiyanto, M.Si.
NIP.198604232019031006

Pembimbing I


Dian Triastari Armanda, M.Si.
NIP.198312212011012004

Pembimbing II


Wiwien Mukti Andriyani, S.Pi. M.Si.
NIP.197103231999032004

NOTA DINAS

Semarang, 08 April 2025

Yth. Ketua Program Studi Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum. wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : STUDI PERBANDINGAN LAJU PERTUMBUHAN
Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss
MENGUNAKAN MEDIA KULTUR WALNE,
PROVASOLI'S ENRICHED SEAWATER (PES) DAN
CONWAY
Nama : Rinestu Alifatun Nabilah
NIM : 2108016048
Jurusan : Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqsyah.

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Pembimbing I

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Dian Triastari Armanda', with the date '8/4' written above it.

Dian Triastari Armanda, M.Si
NIP. 198312212011012004

NOTA DINAS

Jepara, 25 Februari 2025

Yth. Ketua Program Studi Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum. wr. wb.

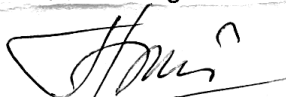
Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : STUDI PERBANDINGAN LAJU PERTUMBUHAN
Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss
MENGUNAKAN MEDIA KULTUR WALNE,
PROVASOLI'S ENRICHED SEAWATER (PES) DAN
CONWAY
Nama : Rinestu Alifatun Nabilah
NIM : 2108016048
Jurusan : Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqsyah.

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Pembimbing II



Wiwien Mukti Andriyani, S.Pi. M.Si
NIP. 197103231999032004

ABSTRAK

Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss merupakan salah satu komoditas penting dalam industri akuakultur, terutama sebagai bahan pembuat agar-agar. Laju pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk dari media kultur yang digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan laju pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss isolat Jepara pada tiga jenis media kultur yang berbeda, yaitu Walne, *Provasoli's Enriched Seawater* (PES), dan Conway. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan perlakuan tiga jenis media kultur dan tiga ulangan dengan kondisi lingkungan yang dikontrol stabil pada suhu 21°C -23 °C, pH 6-9, salinitas 28 ppt, dan intensitas cahaya pada 1.374-1.388 lux. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media kultur memberikan pengaruh yang signifikan ($p < 0,05$) terhadap laju pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss isolat Jepara dengan data bobot memiliki nilai ($\text{sig} = 0,00$) dan data panjang ($\text{sig} = 0,001$). Media PES memberikan hasil pertumbuhan tertinggi secara statistik, diikuti Conway yang juga menunjukkan pertumbuhan cukup baik namun masih di bawah PES. Sementara Walne menghasilkan pertumbuhan terendah. Perbedaan ini diduga dipengaruhi oleh komposisi nutrisi, khususnya keseimbangan nitrat dan fosfat. Media PES direkomendasikan sebagai media kultur paling optimal untuk budidaya *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss.

Kata kunci: *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss, media kultur, laju pertumbuhan, Walne, PES, Conway

ABSTRACT

Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss is an important commodity in the aquaculture industry, especially as an ingredient for agar. The growth rate of *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss is influenced by various factors, including the culture medium used. This study aims to compare the growth rate of *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss Jepara isolate on three different types of culture media, namely Walne, Provasoli's Enriched Seawater (PES), and Conway. This study used an experimental method with the treatment of three types of culture media and three replicates with controlled environmental conditions stable at 21°C -23°C, pH 6-9, salinity 28 ppt, and light intensity at 1.374-1.388 lux. The results showed that the culture media had a significant effect ($p < 0.05$) on the growth rate of *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss isolate Jepara with weight data having a value ($\text{sig} = 0.00$) and length data ($\text{sig} = 0.001$). PES media gave the highest growth results statistically, followed by Conway which also showed good growth but still below PES. While Walne produced the lowest growth. This difference is thought to be influenced by nutrient composition, especially the balance of nitrate and phosphate. PES media is recommended as the most optimal culture media for the cultivation of *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss.

Key words: *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss, culture media, growth rate, Walne, PES, Conway

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya kepada kita, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Studi Perbandingan Laju Pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss Menggunakan Media Kultur Walne, *Provasoli's Enriched Seawater* (PES) dan Conway”. Shalawat serta salam semoga terlimpah pada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang diutus untuk membawa rahmat bagi seluruh alam.

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, dan bantuan yang berarti bagi penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik, pada kesempatan ini dengan kerendahan hati dan rasa hormat yang dalam penulis haturkan terimakasih kepada :

1. Prof. Dr. Nizar, M.Ag., selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Prof. Dr. H. Musahadi, M.Ag, selaku Dekan fakultas sains dan teknologi UIN Walisongo Semarang.
3. Ibu Dr. Dian Ayuningtyas, M.Biotech., selaku Ketua program studi Biologi UIN Walisongo Semarang.
4. Ibu Dian Triastari Armanda, M.Si dan Ibu Wiwien Mukti Andriyani, S.Pi. M.Si., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan, petunjuk, bimbingan serta motivasi yang membangun dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang khususnya prodi Biologi yang telah memberikan ilmunya kepada penulis selama menempuh Pendidikan S1.
6. Dr. KH. Fadlolan Musyaffa, LC., MA., dan Ibu Nyai Hj. Fenty Hidayah, S.Pd.I., selaku Pengasuh Pondok Pesantren Fadhlul Fadhlun Semarang.

7. Ibu Dewi Nur Febriani, S.Pi., dan Ahadta Anandya, S.T., selaku pembimbing lapangan penulis dan juga teman-teman PKL dan penelitian (Pratiwi Eka) yang telah mendampingi, membantu dan mengarahkan penulis selama pelaksanaan penelitian di Lab Kultur Jaringan Rumput Laut BBPBAP Jepara.
8. Kepada kedua orang tua Penulis, Ibu Nini Setyami dan Bapak Moh. Syaifur Rohman, S.Pd., yang memberikan dukungan, dan senantiasa mendoakan penulis, serta telah menjadi motivasi bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Teman kelas Bio B Angkatan 21, yang telah menemani dari maba hingga semester akhir ini. Terkhusus team KKN Ekspedisi Bhakti dengan solidaritas yang tinggi dalam memberikan support antar sesama, senasib seperjuangan. Untuk teman berbagi cerita, canda, tawa dan tangis, yang tanpa disadari menjadi bagian dari perjalanan ini, terimakasih atas semangat dan kebersamaan yang berarti.
10. Teman-teman ponpes fadhlul-fadhlan, terkhusus Rahel, Alif Dan Faza yang senantiasa mendengarkan kerisauan penulis, dan saling menggandeng untuk terus maju bersama hingga akhirnya berada di titik ini.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan yang telah dilakukan, Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam skripsi ini. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak guna perbaikan dan penyempurnaan tulisan berikutnya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya bagi para pembaca pada umumnya.

Semarang, 08 April 2025
Penulis

Rinestu Alifatun Nabilah
NIM : 2108016048

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PENGESAHAN.....	iii
NOTA DINAS.....	iv
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. RUMUSAN MASALAH	7
C. TUJUAN PENELITIAN.....	8
D. MANFAAT PENELITIAN.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
A. KAJIAN TEORI.....	10
2.1. Klasifikasi & Morfologi <i>Gracilaria verrucosa</i> (Hudson) Papenfuss.....	10
2.2. Manfaat <i>Gracilaria verrucosa</i> (Hudson) Papenfuss	13
2.3. Habitat <i>Gracilaria verrucosa</i> (Hudson) Papenfuss	16
2.4. Siklus Hidup <i>Gracilaria</i>	17
2.5. Faktor Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan <i>Gracilaria verrucosa</i> (Hudson) Papenfuss	18
2.6. Kultur Jaringan Rumput Laut.....	23
2.7. Media Kultur Untuk Pertumbuhan <i>Gracilaria</i> <i>verrucosa</i> (Hudson) Papenfuss.....	24
B. PENELITIAN RELEVAN	30
C. KERANGKA BERPIKIR.....	38
D. HIPOTESIS.....	39
BAB III METODE PENELITIAN.....	40
A. JENIS PENELITIAN.....	40
B. TEMPAT DAN WAKTU	41
C. ALAT DAN BAHAN	42

D. ALUR KERJA.....	43
BAB IV HASIL & PEMBAHASAN	52
A. HASIL DAN ANALISIS DATA.....	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	82
A. KESIMPULAN.....	82
B. SARAN.....	83
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN	92
RIWAYAT HIDUP	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Gracilaria verrucosa</i>	10
Gambar 2.2. Morfologi <i>Gracilaria</i>	12
Gambar 2.3. Siklus Hidup <i>Gracilaria</i>	17
Gambar 3.1. Peta Lokasi BBPBAP	40
Gambar 3.2. Tata Letak RAL Penelitian	46
Gambar 4.1. Grafik Bobot <i>Gracilaria verrucosa</i> dari waktu ke waktu	52
Gambar 4.2. Grafik Panjang <i>Gracilaria verrucosa</i> dari waktu ke waktu.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Perbandingan Komposisi Media Kultur Walne, PES dan Conway (BBPBAP Jepara).....	42
Tabel 4.1 Bobot <i>Gracilaria verrucosa</i>	51
Tabel 4.2 Bobot Mutlak dan LPH Bobot (Laju Pertumbuhan Harian).....	54
Tabel 4.3 Panjang <i>Gracilaria verrucosa</i>	58
Tabel 4.4 Panjang Mutlak Dan LPH Panjang (Laju Pertumbuhan Harian).....	60
Tabel 4.5 Gambar keadaan talus <i>Gracilaria verrucosa</i>	64
Tabel 4.6 Deskripsi morfologi talus <i>Gracilaria verrucosa</i> ...	65
Tabel 4.7 Data Salinitas.....	78
Tabel 4.8 Data pH	74
Tabel 4.9 Data Suhu	75
Tabel 4.10 Data Cahaya	76
Tabel 4.11 Data Kandungan Nitrat dan Fosfat	77

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian.....	92
Lampiran 2. Uji Normalitas (Bobot).....	94
Lampiran 3. Uji Kruskal Wallis (Bobot).....	94
Lampiran 4. Uji Dunn Test (Bobot).....	94
Lampiran 5. Uji Normalitas (Panjang).....	95
Lampiran 6. Uji Welch ANOVA (Panjang).....	96
Lampiran 7. Uji Games-Howell (Panjang).....	96

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Negara Indonesia dikenal dengan negara maritim atau kepulauan. Indonesia mempunyai bentang garis pantai 81.290 km dan perairan pantainya seluas 5,8 juta km² (Rohman *et al.*, 2018). Berdasarkan hal tersebut, sudah tidak diragukan lagi jika negara Indonesia mendapat julukan *mega biodiversity* karena terdapat kekayaan alam yang berlimpah ruah (Armanda, 2013), sumber daya kelautan mempunyai potensi yang luar biasa yakni di budidaya perikanan. Prospek produksi budidaya laut Indonesia semakin meningkat. Menurut laporan dari Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), hasil produksi budidaya laut Indonesia hingga Oktober 2024 mencapai 18,26 juta ton, yang dimana produksi rumput laut sendiri mencapai 8,02 juta ton (KKP, 2024). Dari data tersebut bisa disimpulkan bahwa perairan Indonesia memiliki potensi yang cukup tinggi untuk dieksplorasi sehingga bisa berkembang lebih baik lagi. Rumput laut dapat menjadi salah satu diantara banyaknya sumber daya kelautan yang dapat digali potensinya lebih dalam lagi.

Salah satu jenis rumput laut yang memiliki potensi besar dalam bidang ekonomi Indonesia yaitu rumput laut *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss yang banyak dipergunakan dalam bidang industri, pangan, farmasi, kosmetik, dan pertanian (Panjaitan & Simanjuntak, 2020). Tidak hanya itu, rumput laut juga memiliki peran ekologis yakni dalam menjaga kestabilan ekosistem perairan, karena rumput laut dapat bekerja dengan baik dalam mengikat nitrogen, fosfor dan karbon yang dapat dijadikan sebagai sumber nutrisi bagi rumput laut itu sendiri (Harahap *et al.*, 2022).

Saat ini, *Kappaphycus alvarezii*, *Gracilaria verrucosa* dan *Eucheuma* sp. adalah spesies rumput laut yang paling tinggi peminatnya untuk dibudidayakan dan diperjual-belikan. Dari banyaknya jenis rumput laut yang ada di Indonesia, *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss adalah jenis rumput laut yang paling umum dibudidayakan di perairan payau juga memiliki target pasar yang luar biasa baik di dalam bahkan di luar negeri (Agustang *et al.*, 2021). Permintaan dunia akan rumput laut semakin meningkat di setiap tahun nya disebabkan pertumbuhan populasi manusia yang cepat, sehingga

menyebabkan terjadinya tekanan terhadap sumber daya alam, termasuk sumber daya rumput laut (Agustang *et al.*, 2021). Pada tahun 2023, Indonesia dapat memproduksi hingga 10,7 juta ton untuk rumput laut basah. Dari jumlah tersebut, sebanyak 66,61% diekspor dalam bentuk rumput laut kering, sedangkan sisanya dalam bentuk olahan seperti karaginan dan agar-agar (Yunianto, 2014). Pada tahun 2024, permintaan global untuk rumput laut diperkirakan mencapai USD 7,8 miliar (KKP, 2024b) dan dari industri rumput laut pada 2030 diperkirakan akan bernilai USD 11,8 miliar (Yunianto, 2014). Dari data tiap tahun ini mencerminkan pertumbuhan yang signifikan dalam industri rumput laut, yang didorong oleh meningkatnya permintaan dan pengembangan akan produk olahan rumput laut. Para pembudidaya rumput laut menggunakan lahan tambak untuk membudidayakan *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss, dan telah berkontribusi lebih dari 90% sebagai penyumbang bahan baku agar (WWF-Indonesia, 2014). Habitat *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss berada di daerah air laut atau di tambak dengan faktor-faktor atau kondisi lingkungan tertentu untuk mendukung pertumbuhan rumput laut

yang optimal (Indah *et al.*, 2018). Rumput laut dapat dibudidayakan menggunakan metode kultur jaringan dalam skala laboratorium dengan kondisi yang lebih terkontrol (Fethi, 2011).

Kultur Jaringan menjadi salah satu cara metode bioteknologi modern yang dapat meningkatkan produksi akan rumput laut. Proses adaptasi rumput laut *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss terbilang cepat di berbagai kondisi dan lingkungan yang ditempatinya. Oleh sebab itu, *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss digemari para pembudidaya rumput laut untuk dibudidayakan (Maimunah, 2023). Beberapa keunggulan dalam budidaya rumput laut secara kultur jaringan adalah dapat mengontrol kualitas dan kuantitas produksi, serta dapat meminimalkan kerusakan lingkungan. Salah satu kendala budidaya kultur jaringan rumput laut berskala laboratorium yaitu dalam hal penggunaan media kultur untuk pemenuhan nutrisi rumput laut (Nurazizah *et al.*, 2020).

Media kultur memiliki peran penting dalam mempengaruhi proses pertumbuhan rumput laut *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss. Media kultur yang umum digunakan untuk budidaya kultur jaringan

rumput laut diantaranya Walne, *Provasoli Enriched Seawater* (PES) dan Conway. Hal yang harus diperhatikan dalam kultur jaringan adalah pemilihan media kultur yang cocok dalam mendukung pertumbuhan rumput laut yang optimal (Agustang *et al.*, 2021). Pada setiap media memiliki komposisi nutrisi yang berbeda beda, dimana dari perbedaan kandungan nutrisi tersebut dapat mempengaruhi laju pertumbuhan dan perkembangan rumput laut secara signifikan (Mulyaningrum, *et al.*, 2009). Nutrisi sangat diperlukan Untuk pertumbuhan, perkembangan, dan distribusi rumput laut. Jika jumlah nutrisi dalam media air laut tidak mencukupi, maka perlu adanya penambahan pupuk atau media kultur (Harahap *et al.*, 2022). Makronutrien dan mikronutrien yang bermanfaat bagi pertumbuhan ditemukan dalam media kultur. Dua komponen penting untuk pertumbuhan rumput laut adalah fosfat dan nitrogen (Harahap *et al.*, 2022).

Penelitian sebelumnya sudah ada yang mengkaji perbedaan dosis dari masing-masing jenis media kultur, namun belum ada yang membandingkan langsung antara ketiga jenis media kultur tersebut, sehingga diperlukan penelitian lanjutan untuk

menentukan media kultur mana yang paling efektif. Penelitian mengenai konsentrasi paling optimal dari media kultur Walne telah dilakukan oleh Harahap *et al* (2022) yang menghasilkan dosis paling optimal media Walne pada pertumbuhan *Gracilaria* sp. yaitu pada dosis 4 ml/L. Penelitian yang dilakukan oleh Maimunah (2023) tentang dosis optimal pemberian media kultur PES pada *Gracilaria* sp. yaitu pada dosis 10 ml/L. Penelitian yang dilakukan dari Nurazizah *et al* (2016) yang membandingkan pemberian dosis media kultur Conway dengan hasil analisis yang didapatkan yaitu pertumbuhan rumput laut *Gracilaria* sp. tertinggi diperoleh pada pemberian dosis media kultur conway sebanyak 0,5 ml/L.

Berdasarkan latar belakang tersebut penelitian dengan judul “Studi Perbandingan Laju Pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* Menggunakan Media Kultur Walne, PES, dan Conway” perlu dilakukan karena penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas masing masing media dalam menunjang pertumbuhan rumput laut *Gracilaria verrucosa* serta memberikan informasi bagi praktik budidaya rumput laut, media mana yang penggunaanya lebih optimal, efisien dan berkelanjutan. Melalui penelitian ini,

diharapkan dapat diperoleh data yang valid mengenai laju pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss pada media kultur Walne, PES dan Conway, serta memahami faktor apa saja yang mungkin berdampak pada laju pertumbuhan rumput laut tersebut. Penelitian ini juga akan mengisi kekurangan dalam literatur yang ada mengenai perbandingan media kultur untuk *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss, sehingga dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

B. RUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana pengaruh perbedaan media kultur jaringan makroalga Walne, PES, dan Conway terhadap laju pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss?
2. Media kultur mana yang paling optimal dalam mendukung laju pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss?
3. Bagaimana pengaruh komposisi nutrisi dari ketiga media kultur terhadap morfologi *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss?

C. TUJUAN PENELITIAN

1. Untuk menganalisis pengaruh perbedaan media kultur jaringan Walne, PES dan Conway terhadap laju pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss.
2. Untuk mengidentifikasi media kultur yang paling optimal dalam mendukung pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss.
3. Untuk menganalisis keterkaitan antara komposisi nutrisi dalam media kultur Walne, PES, dan Conway terhadap morfologi *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss.

D. MANFAAT PENELITIAN

Manfaat bagi Peneliti :

1. Memberikan wawasan baru tentang media kultur yang efektif untuk pertumbuhan *Gracilaria verrucosa*.
2. Menjadi referensi untuk studi lebih lanjut tentang kultur jaringan rumput laut.

Manfaat bagi Institusi dan Lembaga :

1. Menambah kontribusi institusi dalam bidang bioteknologi kelautan.
2. Membuka peluang kerjasama riset dengan industri kelautan.

Manfaat bagi Masyarakat :

1. Meningkatkan kesejahteraan petani rumput laut dengan efisiensi budidaya rumput laut.
2. Mendukung pengelolaan sumber daya laut secara berkelanjutan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. KAJIAN TEORI

2.1 Klasifikasi dan Morfologi *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss.

Berdasarkan warnanya atau kandungan pigmennya, rumput laut dibedakan menjadi tiga divisi utama yaitu Rhodophyta (alga merah), Phaeophyta (alga coklat) , Chlorophyta (alga hijau) (Nurazizah *et al.*, 2020). *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss termasuk ke dalam rumput laut penghasil agar-agar dari divisi Rhodophyta (alga merah) dan merupakan agarofit yang banyak dibudidayakan. *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss merupakan rumput laut tingkat rendah karena susah dibedakan antara bagian tubuhnya, jadi seluruh bagianya dinamakan talus (Maimunah, 2023).



Gambar 2.1 *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss (ITIS, 2024).

Klasifikasi *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss sebagai berikut :

Kingdom : Plantae

Divisi : Rhodophyta

Class : Florideophyceae

Ordo : Gracilariales

Famili : Gracilariaceae

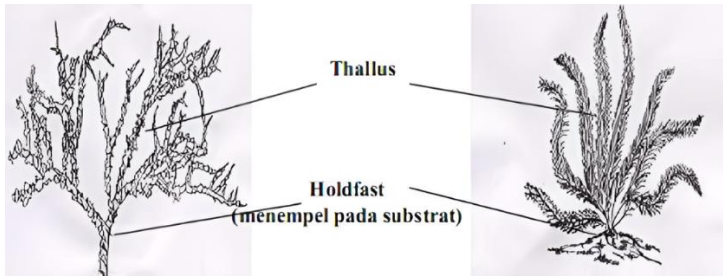
Genus : *Gracilaria* Greville, 1830

Species : *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss.

(ITIS, 2024)

Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss memiliki bentuk silindris atau memipih, berbeda dengan spesies *Gracilaria* yang lain yaitu pada *G. euchemanoides* dan *G. textoni* yang memiliki bentuk talus yang gepeng. Rumput laut *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss ini berwarna hijau gelap dengan tepi kehijauan hingga sedikit keputih-putihan. Sebagian besar warnanya merah, percabangannya tidak beraturan, dan talusnya kaku. Bentuk ujung dari talus *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss adalah meruncing dan permukaanya halus namun ada juga yang berbintil-bintil (Rauf, 2019). *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss ini memiliki panjang sekitar 30 cm atau bahkan lebih dengan diameter talus *Gracilaria*

verrucosa (Hudson) Papenfuss mencapai sekitar 0,5-2 mm (Maimunah, 2023).



Gambar 2.2 Morfologi *Gracilaria*
(Harahap *et al.*, 2022)

Kebiasaan rumput laut *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss ini bergerak dengan melekatkan diri pada substratnya yang padat, contohnya pada karang mati, batu, kayu (Rauf, 2019), untuk melekatkan dirinya, *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss menggunakan alat cengkeram yang dikenal dengan “Holdfast”. Struktur ini memungkinkan rumput laut bertahan dalam arus air yang kuat atau dalam kondisi pasang surut air laut. Jika dilihat sekilas, *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss ini berbentuk kelompok, dan mempunyai beberapa bentuk percabangan yang tidak teratur, dichotomous (dua cabang), alternate (berseling), pinnate (sirip), dan lain-lain. Morfologi yang unik ini tidak hanya berfungsi

untuk pertumbuhan saja, tetapi juga berkontribusi dalam peran ekologi sebagai habitat bagi organisme laut yang lain (Rauf, 2019).

2.2 Manfaat *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss.

Indonesia memiliki keanekaragaman hayati laut yang tinggi. Sumber daya hayati laut ini memberikan dampak positif yang signifikan bagi makhluk hidup untuk keberlangsungan hidupnya, sesuai dengan firman Allah dalam Q.S An-nahl ayat 14:

وَهُوَ الَّذِي سَخَّرَ الْبَحْرَ لِتَأْكُلُوا مِنْهُ لَحْمًا طَرِيًّا وَتَسْتَخْرِجُوا مِنْهُ
جَلِيَّةً تَلْبَسُونَهَا وَتَرَى الْفُلَکَ مَوَاجِرَ فِيهِ وَلِيَبْتَلِيَكُمْ مِنْ فَضْلِهِ وَلَعَلَّكُمْ
تَشْكُرُونَ ﴿١٤﴾

Artinya: “Dan Dialah yang menundukkan lautan (untukmu), agar kamu dapat memakan daging yang segar (ikan) darinya, dan (dari lautan itu) kamu mengeluarkan perhiasan yang kamu pakai. Kamu (juga) melihat perahu berlayar padanya, dan agar kamu mencari sebagian karunia-Nya, dan agar kamu bersyukur” (Kemenag, 2024).

Berdasarkan tasfir Ibnu Katsir (2000), Q.S An-Nahl ayat 14 menjelaskan bahwa Allah menundukkan lautan agar manusia dapat mengambil manfaat darinya, seperti makanan laut, perhiasan, dan sarana transportasi. Hal ini menunjukkan bahwa laut

merupakan sumber daya alam yang besar manfaatnya bagi kehidupan manusia. Meskipun tidak disebutkan secara spesifik dalam tafsir, ayat ini memiliki relevansi dengan keberadaan *Gracilaria verrucosa*, salah satu jenis makroalga yang hidup di laut dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi, baik sebagai bahan pangan, maupun sebagai komoditas budidaya yang mendukung kesejahteraan masyarakat. Dengan demikian, *Gracilaria verrucosa* dapat dipandang sebagai bagian dari karunina-Nya yang disebut dalam ayat tersebut, yang seharusnya disyukuri dan dimanfaatkan secara berkelanjutan.

Kandungan agar dalam *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss memiliki nilai ekonomis yang tinggi (Rismawati *et al.*, 2013) sering digunakan sebagai pengental, stabilisator, dan pengemulsi (Nurazizah *et al.*, 2020). Kandungan Senyawa alkaloid antibakteri, flavonoid, dan steroid yang ditemukan dalam *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss memiliki kemampuan untuk menghentikan pertumbuhan bakteri (Panjaitan & Simanjuntak, 2020). *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss juga sangat potensial dalam bidang industri tekstil, pembuatan kertas, serta obat-obatan (Maimunah, 2023). Selain

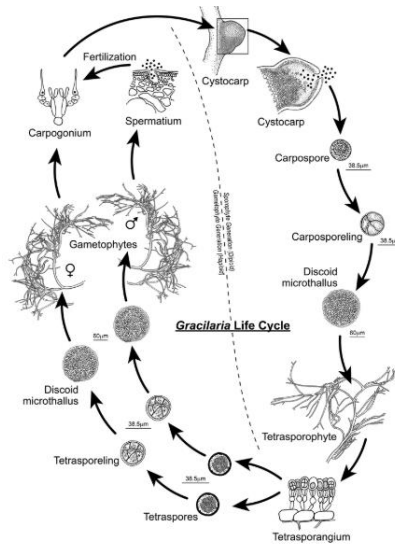
memiliki nilai ekonomis, *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss juga bermanfaat bagi lingkungan. *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss membantu dalam menjaga stabilitas ekosistem perairan dengan mengikat nitrogen, fosfor, dan karbon (Arbit *et al.*, 2019). Selain itu *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss mengandung senyawa antibakteri yang berfungsi untuk menghambat pertumbuhan bakteri, seperti alkaloid, flavonoid, dan steroid (Panjaitan & Simanjuntak, 2020).

Menurut FAO (Food and Agriculture Organization) (2018) menyatakan *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss merupakan komponen utama untuk memproduksi agar-agar. *Gracilaria verrucosa* juga dapat diolah untuk membuat nori. Di industri kosmetik, *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss digunakan untuk membuat krim, salep, sabun, dan pembersih wajah. *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss juga dimanfaatkan dalam industri tekstil, pembuatan kertas, fotografi, pengkilap sepatu, pasta gigi, dan pengemasan ikan atau daging (Santika *et al.*, 2014).

2.3 Habitat *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss.

Rumput laut adalah alga laut yang habitatnya memerlukan ekosistem untuk melangsungkan pertumbuhan dan perkembangbiakan. *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss adalah jenis rumput laut merah yang hidup di wilayah tropis dan subtropis. *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss memiliki adaptasi yang baik terhadap berbagai kondisi lingkungan. Kandungan zat hara yang cukup dengan kecepatan arus yang normal adalah dua faktor dari parameter perairan yang mendukung pertumbuhan rumput laut. *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss ini tumbuh optimal di air payau maupun laut, sering kali menempel pada substrat seperti batu, karang mati, dan kayu. Berdasarkan habitatnya rumput laut *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss dibudidayakan di area pasang surut, yang memiliki kriteria diantaranya lahan yang berlumpur, perairan eutrofik, suhu yang tinggi dan di daerah sedimentasi (Sibua, 2020), biasanya hidup di Kawasan laut yang tidak terlalu dalam (Komarawidjaja & Kurniawan, 2008). *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss biasanya tumbuh pada salinitas 20-28 ppt dan arus yang cukup dengan air yang jernih (Maimunah, 2023).

2.4 Siklus Hidup *Gracilaria*.



Gambar 2.3. Siklus Hidup *Gracilaria*
(Redmond *et al.*, 2014)

Siklus hidup *Gracilaria* terdapat 3 fase pertumbuhan yang disebut dengan “trifasik” yaitu gametofit, karposporofit, dan tetrasporofit (Redmond *et al.*, 2014). Fase gametofit adalah tahap haploid (n) dimana pada tahap ini *Gracilaria* menghasilkan gamet jantan yaitu spermium dan gamet betina *carpogonium*. Setelah proses fertilisasi, terbentuklah tonjolan kecil yaitu *cystocarp*, dan didalam *cystocarp* zigot asli mengalami pembelahan sel (mitosis), yang akhirnya menghasilkan banyak spora diploid yang

disebut dengan *carpospore*, fase ini disebut dengan fase karposporofit ($2n$). Pada *Gracilaria verrucosa*, *cystocarp* muda memiliki diameter 250/xm – 300 jjm, sedangkan yang telah masak diameternya berkisar 450 mm- 500/nn (Asrul, 2019). Kemudian *carpospore* akan dilepaskan ke lingkungan dan dapat tumbuh menjadi tetrasporofit. Fase tetrasporofit adalah fase diploid ($2n$) yang menghasilkan tetrasporangium, yang kemudian membelah untuk menghasilkan *tetraspores* dan selanjutnya akan tumbuh menjadi gamet baru untuk kembali melanjutkan siklus hidup.

2.5 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss.

Pertumbuhan merupakan suatu peningkatan dalam jumlah atau ukuran pada tubuh makhluk hidup, faktor genetika dan lingkungan dapat mengontrol pertumbuhan rumput laut. Dua faktor yang dapat memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan rumput laut, yaitu faktor dalam meliputi ketersediaan unsur hara (makro dan mikro), suhu, pH, dan salinitas media, sedangkan faktor luar meliputi cahaya yang berperan dalam mendukung proses fotosintesis (Andriyani *et al.*, 2019). Beberapa parameter kondisi lingkungan yang

mempengaruhi pertumbuhan rumput laut yaitu cahaya, substrat, pH, salinitas, suhu, gerakan air atau aerasi, dan zat hara (nitrat dan fosfat) merupakan unsur yang dapat mempengaruhi laju pertumbuhan rumput laut *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss (Kramandondo *et al.*, 2022).

Berikut merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi laju dari pertumbuhan rumput laut *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss:

a. Salinitas

Toleransi rumput laut terhadap perubahan salinitas terbilang cukup rendah, pertumbuhan rumput laut mengalami penghambatan ketika berada di salinitas yang tinggi (Arisandi *et al.*, 2017). Pada tingkat salinitas ideal yaitu pada rentang 28-30 ppt (Rukmi *et al.*, 2012), rumput laut dapat tumbuh dengan baik karena salinitas mempengaruhi keseimbangan fungsi membran sel (Ana Yuliyana & Widowati, 2018).

b. Suhu

Temperatur atau suhu air laut yang baik untuk budidaya rumput laut di rentang angka 20-28°C (Anggadiredja *et al.*, 2006) dalam (Maimunah, 2023). Penyakit ice-ice akibat dari perubahan

kondisi perairan yang tidak sesuai dengan tingkat hidup rumput laut, salah satunya perubahan suhu yang tinggi atau rendah (Agustina *et al.*, 2017).

c. pH

Derajat keasaman atau pH adalah istilah yang kerap dipakai untuk menggambarkan seberapa baik atau buruk perairan. Ini merupakan konsentrasi ion hidrogen yang ada pada perairan. Sehingga pH sangat penting terhadap organisme perairan, pH 6-9 merupakan rentang pH yang optimal untuk pertumbuhan rumput laut (Ruslaini, 2016).

d. Nutrisi (Unsur Hara)

Nutrisi memiliki pengaruh besar terhadap perkembangan, pertumbuhan dan distribusi rumput laut (Ode, 2018). Apabila pada media air laut kurang memenuhi kebutuhan rumput laut, maka dibutuhkan pemupukan tambahan (Harahap *et al.*, 2022). Unsur makronutrien dan mikronutrien yang terdapat dalam pupuk atau media kultur bermanfaat bagi pertumbuhan. Dua komponen utama pertumbuhan rumput laut adalah nitrogen dan fosfat (Guo *et al.*, 2015).

Ketersediaan nutrisi, terutama nitrogen (N) dan fosfor (P) sangat penting untuk pertumbuhan *Gracilaria verrucosa*, secara umum, bentuk ortho-fosfat (P-P) adalah unsur fosfor yang biasanya digunakan oleh tanaman akuatik, sedangkan unsur nitrogen yang dibutuhkan adalah bentuk nitrit (N), nitrat (N), dan ammonium (N). Bentuk utama nitrogen di perairan alami adalah nitrat yang merupakan nutrisi utama bagi alga laut, karena memiliki sifat yang stabil dan mudah larut dalam air (Rauf, 2019). Unsur hara ini berperan dalam proses fotosintesis dan pembelahan sel. Penelitian menunjukkan bahwa perbandingan konsentrasi N:P yang tepat dapat mempercepat pertumbuhan *Gracilaria verrucosa*, sedangkan kekurangan unsur hara dapat menghambat pertumbuhannya (Cyntya *et al.*, 2018). Nitrat dan fosfat dapat bersumber dari pelapukan, penguraian, dekomposisi sisa-sisa organisme yang mati, juga dapat diperoleh dari limbah pertanian, peternakan yang terdegradasi menjadi zat hara atau nutrisi (Zainuddin & Nofianti, 2022).

e. Intensitas Cahaya

Cahaya adalah sumber energi utama bagi proses fotosintesis pada *Gracilaria verrucosa*. Intensitas cahaya yang cukup diperlukan untuk mendukung pertumbuhan optimal, sementara cahaya yang terlalu rendah dapat mengurangi laju fotosintesis dan akibatnya dapat mempengaruhi laju pertumbuhan (Hasim *et al.*, 2020).

f. Oksigen Terlarut

Kandungan oksigen terlarut dalam media kultur juga berpengaruh terhadap kesehatan dan pertumbuhan *Gracilaria verrucosa*. Oksigen diperlukan untuk respirasi seluler, yang penting bagi metabolisme tanaman (Putra. B, D. Aryawati. R, 2011).

g. Gerakan air

Gerakan air di sekitar kultur juga mempengaruhi pertumbuhan *Gracilaria verrucosa*, karena membantu distribusi nutrisi dan oksigen, serta mengurangi akumulasi limbah di sekitar tanaman. Gerakan air yang baik memungkinkan pertukaran gas yang lebih efisien dan meningkatkan akses ke nutrisi (Putra. B, D. Aryawati. R, 2011).

2.6 Kultur Jaringan Rumput Laut.

Kultur jaringan merupakan teknik penting untuk menghasilkan bibit rumput laut berkualitas tinggi secara kontinu. Metode ini telah berhasil diterapkan pada beberapa spesies, termasuk *Kappaphycus alvarezii* dan *Gracilaria* sp. (Azhari, 2024). Proses kultur jaringan meliputi sterilisasi, pembuatan media, pengkalusan dan rekultur (Azhari, 2024). Bibit hasil kultur jaringan menunjukkan peningkatan kualitas dengan kandungan karagenan dan kekuatan gel yang lebih tinggi dibandingkan bibit konvensional (Tuiyo & Moo, 2023).

Faktor-faktor seperti media kultur, kepadatan eksplan dan metode aklimatisasi mempengaruhi keberhasilan propagasi vegetative melalui kultur jaringan (Mulyaningrum *et al.*, 2014). Menurut Ode (2018) media kultur merupakan salah satu faktor penentu dalam memperbanyak tanaman dengan teknik kultur jaringan, media kultur adalah tempat bagi bibit rumput laut untuk tumbuh dan menyerap nutrisi yang akan mendukung pertumbuhan rumput laut. Keunggulan utama dari teknik kultur jaringan adalah kemampuannya

dalam menghasilkan bibit unggul, meningkatkan produktivitas budidaya, serta mendukung konservasi jenis-jenis rumput laut yang terancam. Selain itu, kultur jaringan juga menjadi solusi alternatif dalam menghadapi tantangan lingkungan dan serangan hama atau penyakit pada budidaya konvensional (Lee & Nam, 2016). Meski demikian, keberhasilan kultur jaringan sangat bergantung pada kondisi aseptik di laboratorium, jenis eksplan yang digunakan, serta komposisi media yang tepat. Kontaminasi mikroorganisme, perbedaan respon spesies terhadap perlakuan, serta biaya awal yang relative tinggi menjadi beberapa kendala yang perlu diperhatikan (Raharjo *et al.*, 2020).

2.7 Media Kultur untuk Pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss.

Media kultur yang digunakan dalam kultur jaringan rumput laut memiliki beragam jenisnya disesuaikan berdasarkan sifat dan kebutuhan nutrisinya. Secara umum media yang digunakan dalam kultur makro dan mikro alga adalah larutan Meguel, Erd Shiber, PES, Conway, Walne dll. Media kultur yang

digunakan berbeda dengan tumbuhan tingkat tinggi, pada kultur jaringan rumput laut lebih efektif menggunakan cairan (Suryati *et al.*, 2009). Dalam budidaya rumput laut, penambahan nutrisi ke dalam media adalah prosedur yang sering diterapkan guna menyuplai kebutuhan nutrisi rumput laut. Rumput laut akan tumbuh dan berkembang dengan optimal jika medianya kaya akan nutrisi, maka dari itu penambahan nutrisi dari media kultur adalah salah satu cara mendukung pertumbuhan rumput laut agar lebih optimal (Zainuddin & Nofianti, 2022).

Setiap spesies membutuhkan nutrisi yang berbeda untuk pertumbuhan optimal. Dalam media kultur dengan konsentrasi tertentu, unsur makronutrien dan mikronutrien sangat penting untuk pertumbuhan rumput laut, diantaranya adalah nitrogen. Nitrogen atau unsur N memiliki beberapa sumber utama yaitu bisa dalam bentuk nitrit, nitrat dan amoniak (Zainuddin & Nofianti, 2022), salah satu fungsi dari unsur N adalah sebagai sumber energi dalam proses fotosintesis (Cyntya *et al.*, 2018) dan juga membantu mempercepat pertumbuhan talus. Sebagai unsur makro yang krusial, nitrogen berperan dalam merangsang pertumbuhan dalam penyusunan protein,

klorofil, asam nukleat yang membentuk dinding sel yang tipis. Dinding sel tersebut berperan dalam memacu produksi atau menghasilkan pelepasan yang maksimal (Asrul *et al.*, 2020). Unsur N juga berfungsi dalam tahap pembentukan RNA, DNA, klorofil, sitokrom dan memproduksi koenzim (Cyntya *et al.*, 2018). Kekurangan unsur N dapat menyebabkan klorosis atau pelunturan warna hijau atau berkurangnya pigmen klorofil pada rumput laut (Syamsyuddin & Rahman, 2014). Unsur P adalah unsur penyusun ikatan pirophosphat dari energi terbesar yaitu ATP (*Adenosine Tri Phosphat*) dan merupakan sumber energi untuk mekanisme biokimia dalam sel (Cyntya *et al.*, 2018) dan fosfor untuk penambahan biomassa. Dalam perairan, unsur phosphat akan mengalami penguraian menjadi senyawa ion dalam bentuk H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , dan PO_4^{3-} . Fitoplankton akan mengabsorpsi ketiga ion tersebut dan masuk ke dalam rantai makanan. Phospat di perairan dan sedimen memiliki dua jenis senyawa, yaitu senyawa phosfat terlarut dan partikular. Fosfat terlarut adalah dari organik dan anorganik. Yaitu diantaranya gula fosfat, nucleoprotein, phosphoprotein, sedangkan contoh yang anorganik adalah orthofosfat dan polifosfat

(Zainuddin & Nofianti, 2022). Unsur K (kalium) berperan sebagai aktivator enzim dalam proses metabolisme utama (Asrul *et al.*, 2020).

Dalam kultur talus, media cair biasanya digunakan untuk menumbuhkan tunas secara langsung dari eksplanar (Fadilah, 2015). Ketika menambahkan nutrient ke dalam media kultur, hal yang perlu diperhatikan adalah konsentrasi nutrisi dan bentuk nutrisinya. Contoh bentuk dari nutrisi yaitu $\text{NO}_3\text{-N}$ dan $\text{NH}_4\text{-N}$, konsentrasi dari nutrisi tersebut harus benar-benar dipertimbangkan karena dapat berpengaruh terhadap aktivitas penyerapan nutrisi oleh alga (Zainuddin & Nofianti, 2022).

Pada media Walne mengandung unsur makronutrien seperti N, P dan mikronutrien yaitu Fe, Mn, Cl, Na dan Bo dan lain lain. (Harahap *et al.*, 2022). Media Walne mengandung nutrisi yang lebih tinggi dari air laut. *Provasoli Enriched Seawater* (PES) adalah media yang banyak digunakan dalam budidaya rumput laut. Media PES mengandung banyak nutrisi yang diperlukan rumput laut dalam menunjang pertumbuhan dan pemulihan sel (Karim, 2019). Kandungan utama dalam *Provasoli Enriched Seawater* (PES) yang diperlukan oleh rumput laut yaitu sumber

nitrogen dan fosfatnya (Maimunah, 2023). Media Conway sering digunakan dalam studi budidaya karena komposisinya yang sederhana namun efektif dalam mendukung pertumbuhan makroalga. Pupuk Conway mengandung makronutrien dan mikronutrien yang dibutuhkan untuk pertumbuhan rumput laut (Nurfajri & Nasmia, 2023), unsur hara esensial seperti nitrogen yang terkandung dalam media Conway berguna untuk mempercepat pertumbuhan talus (Nurazizah *et al.*, 2020). Unsur hara ini sangat dibutuhkan untuk metabolisme dan sebagai kofaktor dalam reaksi enzim, yang tidak dapat digantikan oleh unsur lain (Nurfajri & Nasmia, 2023).

Perbandingan antara Walne, *Provasoli Enriched Seawater* (PES) dan Conway dalam kultur jaringan *Gracilaria verrucosa* penting dilakukan untuk menemukan media yang paling sesuai dengan kebutuhan spesifik rumput laut. Ketiga media ini telah terbukti digunakan secara luas dalam penelitian kultur mikroalga dan makroalga. Komposisi ketiga media tersebut relatif mudah disiapkan di laboratorium dengan komponennya yang umum dan mudah didapat.

B. PENELITIAN RELEVAN

NO	Judul Penelitian/Penulis /Tahun/Jurnal	Metode	Hasil	Gap Penelitian
1.	Kultur Jaringan Rumput Laut (<i>Gracilaria verrucosa</i>) Di Media Berbeda Terhadap Pertumbuhan Talus / Gloria Ika Satriani, Asfie Maidie, Sri Handayani, Ema Suryati/2017/ Jurnal Harpodon Borneo Vol.10. No.1.	Penelitian ini menggunakan metode kultur jaringan secara in vitro untuk menumbuhkan rumput laut <i>Gracilaria verrucosa</i> pada media kultur yang berbeda. Media yang digunakan adalah air laut steril (SSW), Provasoli ES Medium (PES), Agrodyeke (AG), dan Conwy (CW). Eksplan dari talus rumput laut diisolasi, disterilkan, dan dikultur selama 6 minggu. Pengamatan dilakukan terhadap jumlah talus yang tumbuh dan kelangsungan hidup eksplan. Desain eksperimen	Hasil penelitian menunjukkan bahwa media SSW memberikan hasil terbaik dalam pertumbuhan talus dengan rata-rata 3,75 titik tumbuh per eksplan. Media PES menghasilkan 1,23 titik tumbuh, sedangkan media AG dan CW masing-masing hanya menghasilkan 0,35 dan 0,30 titik tumbuh. Analisis menunjukkan bahwa SSW berbeda sangat signifikan dibandingkan dengan	Penelitian ini menunjukkan bahwa SSW lebih unggul dalam mendukung pertumbuhan talus <i>G. verrucosa</i> , namun belum ada eksplorasi lebih lanjut mengenai komponen spesifik dari media PES yang dapat memperbaiki hasil pada media SSW. Perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan adalah pada jenis media yang dibandingkan.

No	Judul Penelitian/Penulis /Tahun/Jurnal	Metode	Hasil	Gap Penelitian
		digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 10 ulangan.	media lain dalam mendukung pertumbuhan talus.	
2.	Growth of Seaweed <i>Gracilaria</i> sp. With Ratio N:P Different/ Vivian Ayu Cyntya, Gunawan Widi Santosa, Endang Supriyantini, dan Sri Yulina Wulandari/2018/ Journal of Tropical Marine Science. Vol.1(1): 15-22.	Menggunakan metode RAL, dengan 3 perlakuan dan satu kontrol dan 3 kali pengulangan. Menggunakan pencampuran media kultur dengan unsur N;P dengan beda konsentrasi A (kontrol), B (6:1), C (6:2), dan D (6:3).	Hasil menunjukkan rasio N:P mempengaruhi pertumbuhan mutlak pada rumput laut, konsentrasi rasio N;P 6:3 memiliki laju pertumbuhan paling baik, semakin besar rasio N;P, semakin besar pula laju pertumbuhannya dan total biomasnya.	Perbedaan mengenai jenis media kultur yang digunakan, nutrisi serapan nya. Pada artikel ini berfokus pada rasio N dan P saja, terhadap pertumbuhan rumput laut. Sementara penelitian yang akan dilakukan berfokus pada perbandingan komposisi dan konsentrasi nutrisi dari tiga jenis media kultur terhadap laju pertumbuhan rumput laut.

No	Judul Penelitian/Penulis /Tahun/Jurnal	Metode	Hasil	Gap Penelitian
3.	Growth of seaweed <i>Kappaphycus alvarezii</i> micro propagul regeneration in tissue culture with difference media/ Inem Ode/2018/ Jurnal Agribisnis Perikanan Vol. 11 No. 2: 31-37	Penelitian ini menggunakan metode kultur jaringan untuk menguji pertumbuhan mikropropagul rumput laut <i>Kappaphycus alvarezii</i> pada media kultur yang berbeda, yaitu media PES (Provasoli Enriched Seawater) dan F2. Mikropropagul diambil dari stok talus muda, disterilkan, dan dikultur dalam media PES dan F2. Pertumbuhan diamati selama 4 minggu, dengan pengukuran berat talus setiap minggu. Laju pertumbuhan dihitung menggunakan formula pertumbuhan dari Rickers.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata laju pertumbuhan optimal pada media PES sebesar (0,337) dan pada media F2 sebesar (0,214).	Gap penelitian ini terletak pada keterbatasan uji skala laboratorium, Selain itu, tidak ada analisis tentang faktor eksternal lain seperti kondisi lingkungan yang lebih beragam. Serta tidak ada deskripsi morfologi dari hasil penelitiannya.

No	Judul Penelitian/Penulis /Tahun/Jurnal	Metode	Hasil	Gap Penelitian
4.	Growth Performance of Seaweed <i>Gracilaria</i> sp. On Different Concentration of Conwy/Nurazizah <i>et al.</i> ,/2020/ Journal of Fisheries and Marine Science Vol.2 No.1	Penelitian ini menggunakan metode eksperimental RAL (Rancangan Acak Lengkap) dengan 3 perlakuan dan 3 pengulangan. Dengan beda konsentrasi pupuk Conway 0,5 ml, 1 ml dan 1,5 ml. parameter yang diambil adalah laju pertumbuhan, warna, dan kualitas air. Analisis data menggunakan ANOVA dan uji lanjutan dengan Wtukey.	Diperoleh hasil dosis Conway yang paling optimal untuk pertumbuhan <i>Gracilaria</i> sp. pada perlakuan pertama yaitu dengan dosis 0,5 ml.	Studi lanjutan mengenai dosis optimal pupuk Conway hasil dari penelitian pada artikel ini, dibandingkan dengan dosis optimal dari jenis pupuk Walne, dan PES.
5.	The Effect Of Providing Types Of Fertilizers That Different To The Growth And Sustainability Of The Sea Lives Of a	RAL (Rancangan Acak Lengkap) digunakan, yang memiliki empat perlakuan dan tiga ulangan. P1 adalah pupuk cair, P2 adalah pupuk NPK, P3 adalah pupuk urea, dan P4 adalah	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan pupuk cair, NPK, urea, dan TSP dalam dosis 100 gram berdampak nyata pada	Perbedaan jenis pupuk yang digunakan, pada artikel ini menggunakan pupuk cair, NPL, Urea, dan TSP. rumput laut yang digunakan menggunakan jenis

No	Judul Penelitian/Penulis /Tahun/Jurnal	Metode	Hasil	Gap Penelitian
	Network Culture (<i>Eucheuma Cottoni</i>)/ Muhamad Mahsun Jaelani, Muhammad Marzuki, Fariq Azhar/2021/ Jurnal Perikanan Volume 11. No. 1 : 67-78.	pupuk TSP yang ditambahkan ke media dengan dosis 100 gram. Diantara parameter yang diambil adalah bobot mutlak, panjang mutlak, laju pertumbuhan harian , berat relative, panjang relatif dan kualitas air yang digunakan sebagai media pemeliharaan. Analisis data dengan ANOVA.	pertumbuhan dan kelangsungan hidup rumput laut <i>Eucheuma cottonii</i> . Pupuk urea menghasilkan pertumbuhan tertinggi, sedangkan pupuk TSP menghasilkan pertumbuhan terendah.	<i>Eucheuma cottoni</i> . Sementara penelitian yang akan dilakukan menggunakan media kultur Walne, PES dan Conway dengan spesies <i>Gracilaria verrucosa</i> .
6.	Pertumbuhan Rumput Laut <i>Gracilaria</i> sp. Terhadap Variasi Dosis Media Walne/ Anisah Harahap*, Rini Pramesti, Ali Ridlo/2022/ Journal	Menggunakan metode RAL dengan 5 perlakuan satu kontrol dan 3 kali ulangan A (kontrol), B (0,5 ml/L), C (1 ml/L), D (2 ml/L), E (4 ml/L), dan F (8 ml/L). Parameter yang diambil antara lain berat eksplan,	Hasil terbaik pada perlakuan dengan dosis 4 ml/L. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam berat, jumlah tunas,	Studi lanjutan mengenai dosis optimal pupuk Walne hasil dari penelitian pada artikel ini, dibandingkan dengan dosis optimal dari jenis pupuk Conway , dan PES

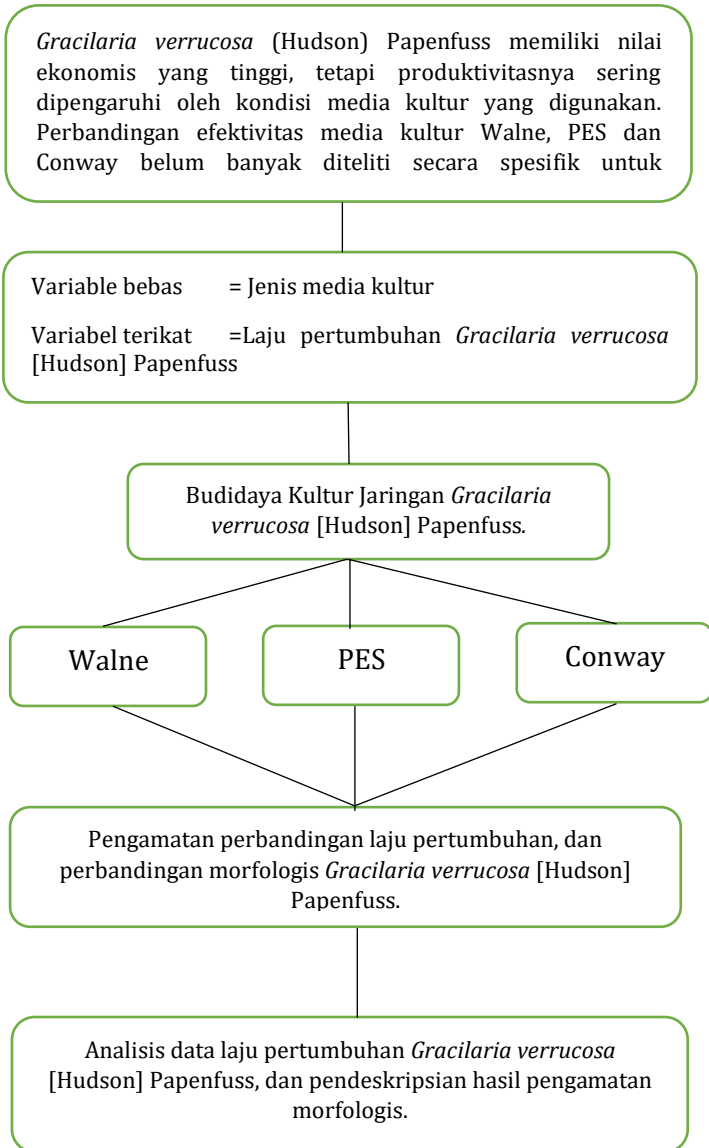
No	Judul Penelitian/Penulis /Tahun/Jurnal	Metode	Hasil	Gap Penelitian
	of Marine Research Vol 11, No. 3. 557-566.	jumlah tunas, panjang tunas, pertumbuhan berat mutlak, laju pertumbuhan spesifik, dan kualitas air media. Uji data dengan One-Way ANOVA dan uji lanjutan Tukey dan Games-Howell.	dan panjang tunas rata-rata ($p < 0,05$). Pengamatan parameter air meliputi pH (4–7,92), salinitas (23–32 ppt), dan suhu (27–31°C).	
7.	Effect of Nutrient N and P on Seaweed Growth in Closed System Cultivation/ Fadli Zainuddin. Therresse Nofianti/2022/ Jurnal Perikanan, 12 (1), 116-124.	Untuk menulis artikel ini, berbagai penelitian telah dianalisis mengenai hubungan antara pemberian atau pengayaan unsur hara N dan P pada media pemeliharaan rumput laut, kemudian disintesis.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa unsur hara N dan P berperan penting dalam pertumbuhan rumput laut, dan proporsi N dan P yang dimasukkan ke dalam media pemeliharaan harus tepat agar rumput laut tumbuh dengan baik.	Pada artikel ini berfokus pada rasio N dan P saja, terhadap pertumbuhan rumput laut. Sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan menguji perbandingan media kultur yang paling optimal, dimana ketiganya mengandung unsur N dan P dengan konsentrasi yang berbeda beda.

No	Judul Penelitian/Penulis/Tahun/Jurnal	Metode	Hasil	Gap Penelitian
8.	Pengaruh Pemberian Pupuk Provasoli's Enrich Seawater (PES) Terhadap Pertumbuhan <i>Gracilaria</i> Sp. Skala Laboratorium Di BBPBAP Jepara/ Siti Maimunah/2023/Skripsi: UIN Walisongo Semarang.	Menggunakan metode RAL dengan 3 perlakuan dosis PES 10 ml, 20 ml, dan 30 ml dan satu kontrol. Data yang diambil adalah berat, panjang rumput laut, dan parameter kualitas air. Analisis data menggunakan SPSS dengan uji Kruskall wallis 1-way.	Perlakuan B dengan dosis 10 mL/L menghasilkan pertumbuhan <i>Gracilaria</i> sp. Yang optimal dengan laju pertumbuhan berat 0,012076233 g/hari dan laju pertumbuhan panjang 0,00226724 g/hari.	Studi lanjutan mengenai dosis optimal pupuk PES hasil dari penelitian pada artikel ini, dibandingkan dengan dosis optimal dari jenis pupuk Walne, dan Conway.
9.	Optimalisasi Kandungan Nitrogen dan Fosfor pada Rumput Laut <i>Caulerpa lentillifera</i> melalui Pemberian Pupuk Organik Cair dengan Bahan Baku Berbeda./	Studi ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan tiga kali ulangan untuk masing-masing perlakuan, sehingga terdapat dua belas unit percobaan. A (bonggol eceng gondok), B	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, ketika menggunakan pupuk cair organik sebagai sumber nutrisi untuk <i>Caulerpa lentillifera</i> rumput laut, penggunaan berbagai bahan baku	Perbedaan kandungan N dan P dalam bahan baku yang berbeda dalam pupuk organik cair pada spesies <i>Caulerpa lentillifera</i> . Gap penelitiannya terdapat pada beda spesies

No	Judul Penelitian/Penulis /Tahun/Jurnal	Metode	Hasil	Gap Penelitian
		(<i>Caulerpa lentillifera</i>), C (<i>Gracilaria</i> sp), dan D (<i>Eucheuma cottoni</i>) adalah perlakuannya.	benar-benar memengaruhi jumlah nitrogen dan fosfor yang ada di dalamnya.	rumput laut dan beda jenis media kulturnya,
10.	Penggunaan Pupuk Conway Pada Media Kultur Terhadap Pertumbuhan Bibit Rumput Laut <i>Eucheuma cottonii</i> / Andi Trisetia Nurfajri dan Nasmia/2023/Journal of Marine Research	Metode yang digunakan adalah RAL dengan pemberian dosis A (0 ml), B (2 ml), C (4 ml), D (6 ml), E (8 ml). Data yang diambil laju pertumbuhan spesifik, pertambahan mutlak, dan kualitas air. Data diuji dengan ANOVA dan uji lanjutan BNJ.	Hasil yang didapatkan, dosis paling optimal pada perlakuan E dengan dosis 8 ml. dengan pertumbuhan bobot mutlak 0,25 g , panjang mutlak 1,04 cm dan laju pertumbuhan spesifik 0,014%.	Studi lanjutan mengenai dosis optimal pupuk Conway hasil dari penelitian pada artikel ini, dibandingkan dengan dosis optimal dari jenis pupuk Walne, dan PES.

Kebaruan dalam penelitian ini yaitu membandingkan manakah media kultur yang paling optimal penggunaannya diantara media kultur Walne, PES dan Conway yang digunakan dalam budidaya kultur jaringan *Gracilaria verrucosa* Selain data laju pertumbuhannya yang diamati, juga terdapat data deskriptif mengenai hasil morfologi rumput laut yang dibudidayakan di media kultur yang berbeda,

C. Kerangka Berpikir



D. Hipotesis

Berdasarkan penjelasan dari kajian teori dan kajian penelitian yang relevan berikut merupakan hipotesis yang didapat sebagai berikut :

H0 : Tidak terdapat perbedaan laju pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss pada media kultur Walne, PES dan Conway.

H1 : Terdapat perbedaan laju pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss pada media kultur Walne, PES dan Conway.

H0 : Tidak adanya pengaruh dalam pemberian jenis media kultur yang berbeda terhadap morfologi *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss.

H1 : Adanya pengaruh dalam pemberian jenis media kultur yang berbeda terhadap morfologi *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. JENIS PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode jenis kuantitatif dan kualitatif. Metode kuantitatif bertujuan untuk memperoleh data dari perbedaan laju pertumbuhan dengan tiga jenis media kultur yang berbeda. Sementara metode kualitatif akan menekankan pada pengamatan visual mengenai deskripsi perbandingan morfologi dari hasil pemberian ketiga media kultur. Metode penelitian dilakukan secara eksperimental laboratoris, menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan 3 perlakuan dan 3 pengulangan:

Perlakuan Walne 4 ml/L

Perlakuan PES 10 ml/L

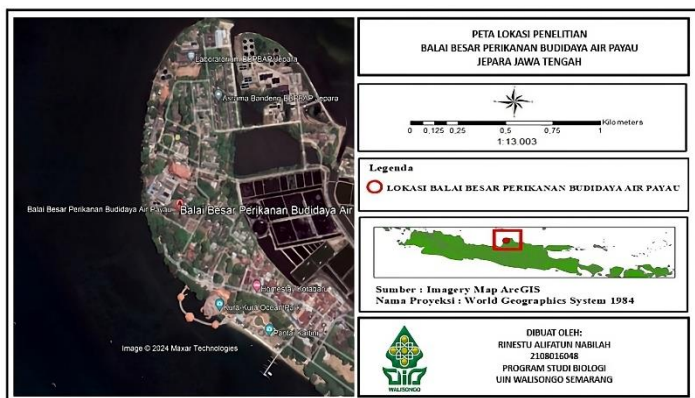
Perlakuan Conway 0,5 ml/L

Berat rumput laut *Gracilaria verrucosa* = 2 gr/L.

Konsentrasi dari ketiga jenis pupuk tersebut diambil berdasarkan dari artikel penelitian terdahulu. Penelitian mengenai konsentrasi paling optimal dari media kultur Walne telah dilakukan oleh Harahap *et al* (2022) yang menghasilkan dosis paling optimal media Walne pada pertumbuhan *Gracilaria* sp. yaitu pada

dosis 4 ml/L. Penelitian yang dilakukan oleh Maimunah (2023) tentang dosis optimal pemberian media kultur PES pada *Gracilaria* sp. yaitu pada dosis 10 ml/L. Penelitian yang dilakukan dari Nurazizah *et al* (2016) yang membandingkan pemberian dosis pupuk Conway dengan hasil analisis yang didapatkan yaitu pertumbuhan rumput laut *Gracilaria* sp. tertinggi diperoleh pada pemberian dosis pupuk conway 0,5 ml/L. Dari ketiga dosis optimal yang diambil dari literatur tersebut, selanjutnya akan diuji bandingkan media kultur mana yang paling optimal bagi pertumbuhan rumput laut *Gracilaria verrucosa* dengan berat optimal menurut literatur (Fadilah & Pratiwi, 2020) yaitu pada 2 g/L.

B. TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN



Gambar 3.1 Peta Lokasi BBPBAP

Tempat pelaksanaan penelitian berada di Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara. Pelaksanaan penelitian ini berlangsung dari bulan Desember 2024 – Januari 2025.

C. ALAT DAN BAHAN

1. Alat

Beberapa alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu timbangan digital, LAF, Autoklaf, Oven, Filter air laut, *vacuum pump*, millipore filter, *refractometer*, luxmeter, kulkas, aerator, rak kultur, botol kultur volume 1 L, pinset, scalpel, bunsen, labu ukur, *glassware*, lemari bahan kimia, pH meter, gelas ukur, gelas beker, cawan petri, corong plastik, kertas milimeter, mikropipet, *hotplate*, *stirrer*.

2. Bahan

Air laut steril, air tawar steril, media kultur (PES, Walne, Conway), alkohol 90%, plastik, karet, *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss isolat dari BBPBAP Jepara, Aquades, silk.

Tabel 3.1 Perbandingan Komposisi Media Kultur
Walne, PES dan Conway (BBPBAP Jepara)

Komponen	Konsentrasi		
	Walne	PES	Conway
Tris Base	-	5 g	-
NaNO ₃	-	3,5 g	100 g
Na ₂ β -Glycerophosphate	-	0,5 g	-
H ₂ O			
NaEDTA	5 ppm	-	-
Fe(NH ₄) ₂ (SO ₄) ₂ .6H ₂ O	-	0,1755 g	-
FeCl ₃	1,3 ppm	-	-
FeCl ₂ . 2H ₂ O			1,30 g
Na ₂ EDTA.2H ₂ O	-	1,274 g + 0,2103 g	45 g
NaH ₂ PO ₄	20 ppm	-	-
[NH ₄]NO ₃	100 ppm	-	-
NaH ₂ PO ₄ .2H ₂ O	-	-	20 g
[NH ₄] ₆ .Mo ₆ O ₂₄ .4H ₂ O	-	-	0,90 g
FeCl ₃ .6H ₂ O	-	0,0484 g	-
H ₃ BO ₃	33,3 ppm	1,1439 g	33,6 g
MnSO ₄ .H ₂ O	-	0,1624 g	-
MnCl ₂ .4H ₂ O	-	-	0,36 g
MnCl ₂	0.33 ppm	-	-
ZnSO ₄ .7H ₂ O	-	0,0220 g	-
ZnCl ₂	-	-	2,1 g
CoSO ₄ .7H ₂ O	-	0,0048 g	-
CoCl ₂ .6H ₂ O	-	-	2 gr
CuSO ₄ .5H ₂ O	-	-	2,00 gr
Vit B1	-	0,5 mL	200 mg
Biotine	-	0,5 mL	-
Vit B12	0,001 ppm	1 mL	10 g

D. ALUR KERJA

- Sterilisasi dan Aklimatisasi Indukan *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss.

Pada tahapan sterilisasi ada beberapa metodenya yaitu, metode sterilisasi basah, metode sterilisasi kering (*Dry Sterilization Method*),

sterilisasi menggunakan api. Untuk metode sterilisasi basah menggunakan alat autoklaf, alat ini berfungsi untuk mensterilkan media (air laut dan air tawar) dan alat-alat laboratorium seperti gelas beaker, cawan petri. Selanjutnya metode sterilisasi kering menggunakan oven sebagai alat sterilisasi, metode ini biasanya digunakan pada peralatan laboratorium yang tidak dapat basah dan tidak akan meleleh, terbakar ataupun berubah bentuk. Ketika terkena suhu tinggi, contohnya seperti gelas beker, pinset, scalpel, cawan petri dan menyimpan tissue steril. Sterilisasi menggunakan api membutuhkan bunsen pada saat bekerja di LAF (Wulandari *et al.*, 2022).

Rumput laut *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss akan di seleksi terlebih dahulu, pastikan indukan rumput laut yang dipilih dalam keadaan segar, talusnya kokoh, percabangan yang rimbun dan juga tidak ada tanda-tanda pemutihan (Harahap *et al.*, 2022). Rumput laut kemudian bilas dengan air laut steril lalu diaklimatisasi dalam akuarium 1x24 jam (Satriani *et al.*, 2017). Tujuan dari aklimatisasi adalah agar rumput laut dapat menyesuaikan diri dari lingkungan tambak ke

lingkungan laboratorium yang terkontrol (Harahap *et al.*, 2022).

b. Pembuatan Media Kultur.

Proses pengenceran air laut dilakukan untuk memastikan salinitas sesuai dengan standar optimal di BBPBAP Jepara. Langkah pertama yaitu melakukan proses pengenceran air laut steril hingga mencapai salinitas 28 ppt yang diukur menggunakan refractometer. Jika salinitas perlu diturunkan, air tawar steril ditambahkan secara bertahap, sementara untuk meningkatkan salinitas, digunakan air laut steril dengan salinitas yang lebih tinggi. Pengenceran ini menggunakan rumus : $V_1.N_1=V_2.N_2$

` Konsentrasi media kultur yang digunakan, sebagai berikut:

- 1) Dalam botol kultur volume 1L berisi, Larutan Walne sebanyak 4 ml + air laut steril 28 ppt (yang sudah diencerkan) 996 ml.
- 2) Dalam botol kultur volume 1L berisi, Larutan PES sebanyak 10 ml + air laut steril 28 ppt (yang sudah diencerkan) 990 ml.

- 3) Dalam botol kultur volume 1L berisi, Larutan Conway sebanyak 0,5 ml + air laut steril 28 ppt (yang sudah diencerkan) 999,5 ml

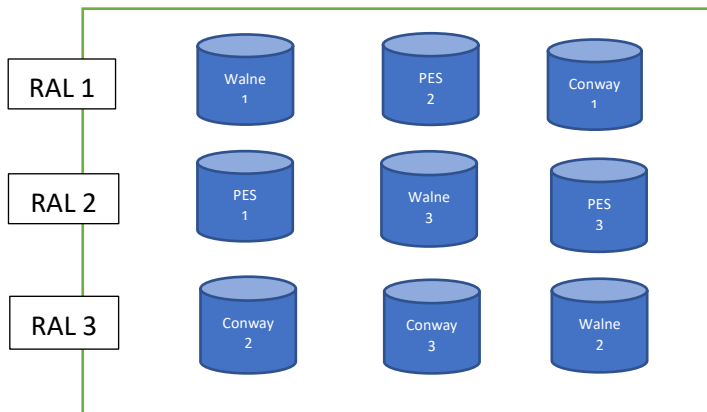
c. Inisiasi.

Pada tahap ini eksplan *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss diambil dari ujung talus yang bertunas banyak atau yang rimbun, kemudian talus dipotong sama panjang sekitar 2 cm. Selanjutnya, eksplan *Gracilaria verrucosa* direndam dalam larutan sabun cuci yang terdiri dari 4 tetes sabun cuci dengan 100 mililiter air laut steril selama 4 menit. Kemudian, dibilas dua kali hingga busa hilang. Selanjutnya, eksplan *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss direndam selama 3 menit dalam larutan povidone iodine dengan konsentrasi 10% yang terdiri dari 10 mililiter povidone iodine dan 90 ml air laut steril. Terakhir, untuk menghilangkan mikrobial, eksplan *Gracilaria verrucosa* dibilas dengan air laut steril (Harahap *et al.*, 2022).

d. Budidaya *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss Pada Tiga Jenis Media Kultur.

Setelah melewati tahap inisiasi *Gracilaria verrucosa* ditimbang sebanyak 2 gr kemudian

dimasukan ke dalam setiap botol kultur dengan volume 1L yang sudah berisi media kultur. Selanjutnya botol kultur ditutup plastik dan diikat dengan karet agar media tidak terkontaminasi, plastik penutup botol dilubangi tengahnya dan dipasang selang kemudian diletakan di rak kultur untuk diaerasi. Botol kultur yang berada di rak kultur diberi pencahayaan lampu TL (*Tubular Lamp*) dengan intensitas 1.000-1.500 lux dengan perbandingan gelap dengan terang adalah 12:12 jam (Satriani *et al.*, 2017). Masa budidaya dilakukan selama 5 minggu. Berikut layout penelitian yang akan dilaksanakan:



Gambar 3.2 Tata Letak RAL Penelitian.

e. Teknik Pengumpulan Data

Dalam masa budidaya, langkah dan teknik yang dilakukan untuk memperoleh data yaitu sebagai berikut :

- 1) Pengukuran bobot rumput laut *Gracilaria verrucosa* ditimbang menggunakan neraca analitik setiap seminggu sekali pada saat subkultur.
- 2) Pengukuran panjang rumput laut *Gracilaria verrucosa* menggunakan kertas milimeter blok setiap seminggu sekali pada saat subkultur.
- 3) Pengamatan mengenai pengaruh pemberian pupuk terhadap keadaan morfologi rumput laut *Gracilaria verrucosa* berupa tekstur, warna, dan tunas.
- 4) Pengukuran kualitas lingkungan pertumbuhan setiap seminggu sekali, diantaranya yaitu salinitas yang diukur menggunakan alat refraktometer, suhu menggunakan termometer, pH menggunakan pH meter dan cahaya menggunakan luxmeter.
- 5) Pengujian kandungan nitrat dan fosfat dari ketiga jenis pupuk untuk mengetahui kandungan awal dan akhirnya.

f. Teknik Analisis Data

Data pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* yang sudah diperoleh sebelumnya, diolah dengan beberapa rumus berikut:

- **Pertumbuhan Bobot Mutlak**

Bobot mutlak rumput laut dari awal dan akhir penelitian dihitung dengan menggunakan rumus pertumbuhan bobot mutlak menurut Effendie (1997) dalam Hidayat (2003) sebagai berikut :

$$W = W_t - W_0$$

Keterangan :

W : Pertumbuhan mutlak rata-rata (g)

W_t : Bobot rata-rata pada akhir penelitian (g)

W₀ : Bobot rata-rata pada awal penelitian (g)

- **Laju Pertumbuhan Harian (bobot)**

Laju pertumbuhan harian diukur setiap selang waktu 7 hari sekali, selama 6 minggu yang dihitung menggunakan rumus menurut Mulyaningrum *et al.* (2015) berikut :

$$\text{LPH Bobot} = \frac{\ln W_t - \ln W_0}{t} \times 100\%$$

Keterangan :

LPH : Laju pertumbuhan harian (%)

Wt : Bobot pada akhir penelitian (g)

Wo : Bobot pada awal penelitian (g)

t : Masa pemeliharaan (hari)

- **Pertumbuhan Panjang Mutlak**

Pertumbuhan Panjang mutlak diukur pada awal dan akhir penelitian yang dihitung dengan rumus menurut Effendief (1997) dalam Hidayat (2003) sebagai berikut :

$$L = L_t - L_o$$

Keterangan :

L : Pertumbuhan Panjang mutlak (cm)

L_t : Panjang rata-rata akhir (cm)

L₀ : Panjang rata rata awal (cm)

- **Laju Pertumbuhan Harian (Panjang)**

Laju pertumbuhan harian diukur setiap selang waktu 7 hari sekali selama 6 minggu yang akan dihitung dengan rumus menurut Mulyaningrum *et al.* (2015) dalam Maimunah (2023) berikut :

$$\text{LPH Panjang} = \frac{\ln L_t - \ln L_o}{t} \times 100\%$$

Keterangan :

LPH : Laju pertumbuhan harian Panjang (%)

Lt : Panjang bibit pada t hari (cm)

L₀ : Panjang awal bibit (cm)

t : Masa pemeliharaan (hari)

Data yang diperoleh dari pengamatan bobot dan panjang *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss akan dianalisis menggunakan metode statistik dengan taraf kepercayaan 95% yang disesuaikan dengan karakteristik distribusi data. Tahap awal analisis meliputi uji Normalitas dan uji Homogenitas. Jika data berdistribusi normal dan homogen, maka digunakan uji One-way ANOVA yang dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Namun, jika data tidak memenuhi asumsi normalitas dan/atau homogenitas, maka akan digunakan uji alternatif. Untuk data yang tidak normal dan tidak homogen, akan digunakan uji kruskal-Wallis yang dilanjutkan dengan uji Dunn sebagai uji lanjut. Sementara data yang normal tetapi tidak homogen, akan digunakan uji Welch ANOVA, dengan uji Games-Howell sebagai uji lanjutan untuk mengetahui perlakuan yang berbeda secara signifikan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. HASIL DAN ANALISIS DATA

- a. Pertumbuhan Rumput laut *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss.

1) Bobot *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss.

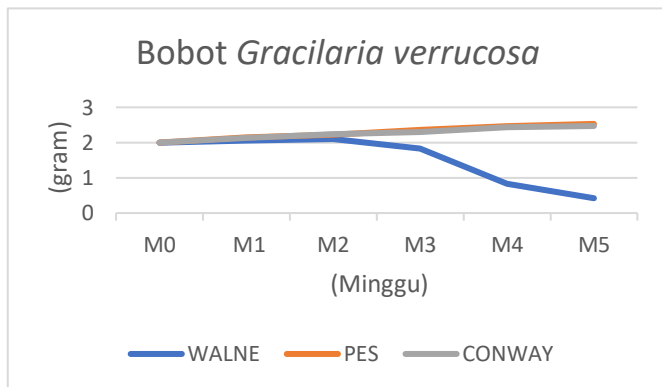
Selama proses penelitian, rumput laut *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss ditimbang setiap minggunya untuk mengetahui perubahan bobotnya, apakah mengalami kenaikan atau bahkan mengalami penurunan. Bobot *Gracilaria verrucosa* pada minggu ke-0 disamaratakan yaitu 2 gram. Pengamatan bobot *Gracilaria verrucosa* ini dilakukan sampai minggu ke-5. Data bobot *Gracilaria verrucosa* disajikan dalam bentuk tabel dan grafik sebagai berikut.

Tabel 4.1 Bobot *Gracilaria verrucosa*.

Bobot <i>Gracilaria verrucosa</i> (gram)			
Periode	Perlakuan		
	WALNE	PES	CONWAY
Minggu ke-0	2 ± 0,00	2 ± 0,00	2 ± 0,00
Minggu ke-1	2,06 ± 0,01	2,14 ± 0,01	2,13 ± 0,03
Minggu ke-2	2,1 ± 0,04	2,13 ± 0,03	2,24 ± 0,02
Minggu ke-3	1,83 ± 0,13	2,36 ± 0,04	2,30 ± 0,01
Minggu ke-4	0,84 ± 0,20	2,47 ± 0,01	2,44 ± 0,03
Minggu ke-5	0,42 ± 0,09	2,53 ± 0,01	2,47 ± 0,03

Keterangan : nilai yang tertera adalah nilai bobot rata-rata $\pm$ standar deviasi dari ($n = 3$)

Bobot awal *Gracilaria verrucosa* pada semua perlakuan sama, yaitu 2,0 gram. Namun, setelah masa budidaya selama 5 minggu, *Gracilaria verrucosa* pada media PES menunjukkan peningkatan bobot tertinggi, mencapai $2,53 \pm 0,03$ gram. Pada media Conway *Gracilaria verrucosa* juga mengalami peningkatan bobot, dengan hasil akhir $2,47 \pm 0,03$ gram. Lain halnya pada media Walne, *Gracilaria verrucosa* justru mengalami penurunan bobot menjadi $0,42 \pm 0,09$ gram, yang menunjukkan pertumbuhan yang tidak optimal atau bahkan adanya degradasi biomassa.



Gambar 4.1 Grafik Bobot *Gracilaria verrucosa* dari waktu ke waktu

Berdasarkan grafik tersebut, bobot *Gracilaria verrucosa* pada media PES menunjukkan grafik yang stabil dan meningkat sepanjang penelitian. Ini berarti *Gracilaria verrucosa* mampu menyerap nutrisi dari media PES dengan baik, sehingga terjadi penambahan biomassa yang signifikan. Pola pertumbuhan bobot *Gracilaria verrucosa* pada media Conway juga meningkat, tetapi sedikit lebih rendah dibandingkan dengan bobot *Gracilaria verrucosa* pada media PES. Ini menunjukkan bahwa media Conway cukup baik dalam mendukung akumulasi biomassa, tetapi tidak seoptimal media PES. Pada media Walne, bobot *Gracilaria verrucosa* mengalami penurunan drastis setelah minggu ke-2, hal ini mengindikasikan bahwa nutrisi dalam media Walne tidak cukup untuk mempertahankan biomassa, bahkan terjadi dekomposisi atau degradasi rumput laut.

2) Bobot mutlak dan LPH (Laju Pertumbuhan Bobot Harian) *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss.

Bobot mutlak dan LPH (Laju Pertumbuhan Bobot Harian) dihitung menggunakan rumus yang sudah tertera pada bagian metode. Bobot mutlak dan LPH (Laju pertumbuhan bobot harian) bobot

dihitung untuk mengetahui pertambahan bobot selama penelitian. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.2 Bobot Mutlak dan LPH Bobot (Laju Pertumbuhan Harian) *Gracilaria verrucosa*.

Bobot Mutlak (gram) dan LPH Bobot (Laju Pertumbuhan Harian) (%/hari)			
Hasil	Perlakuan		
	WALNE	PES	CONWAY
Minggu ke-0	2,0 ± 0,00	2,0 ± 0,00	2,0 ± 0,00
Minggu ke-5	0,42 ± 0,09	2,53 ± 0,01	2,47 ± 0,03
Bobot Mutlak	-1,58 ± 0,09	0,53 ± 0,01	0,47 ± 0,05
LPH Bobot	-4,46	0,67	0,60
Keterangan : - nilai yang tertera adalah nilai rata-rata ± standar deviasi dari (n=3)			

Bobot awal *Gracilaria verrucosa* di semua perlakuan juga seragam, yaitu 2,0 gram. Namun, setelah 5 minggu, terjadi perbedaan signifikan dalam pertambahan bobot *Gracilaria verrucosa* antar perlakuan. *Gracilaria verrucosa* yang dikultur dalam media PES mengalami peningkatan bobot tertinggi, dengan bobot mutlak 0,53 ± 0,01 gram dan LPH bobot 0,67 %/hari. *Gracilaria verrucosa* dalam media Conway mengalami pertumbuhan bobot yang lebih rendah dibandingkan PES, dengan

bobot mutlak $0,47 \pm 0,05$ gram dan LPH bobot $0,60 \text{ \%/hari}$. Pada media Walne, *Gracilaria verrucosa* menunjukkan penurunan bobot mutlak sebesar $-1,58 \pm 0,09$ gram dan LPH bobot $-4,45 \text{ \%/hari}$, yang menandakan bahwa *Gracilaria verrucosa* mengalami penyusutan massa selama penelitian.

3) Analisis Data Bobot *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss.

Data bobot diuji menggunakan uji non parametrik Kruskal-Wallis dikarenakan uji normalitas menyatakan bahwa data tidak berdistribusi normal. Jadi uji Kruskal-Wallis dilakukan untuk mengetahui perbedaan laju pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* pada jenis media kultur yaitu Walne, PES dan Conway. Hasil uji Kruskal-Wallis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan, ($p \text{ value} = 0,000$) (Lampiran 3), yang berarti menolak H_0 dan menerima H_1 yang menyatakan bahwa “Terdapat perbedaan laju pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* pada media kultur Walne, PES dan Conway”. Uji lanjutan yang digunakan yaitu Dunn Test pairwise comparisons, dilakukan untuk mengetahui perlakuan mana yang memiliki

perbedaan signifikan. Berdasarkan hasil uji pairwise comparisons menunjukkan bahwa, media Walne berbeda secara signifikan dengan media Conway dan PES dengan nilai ($p= 0,001$ dan $p= 0,00$), untuk perbandingan Conway dan PES sendiri, tidak menunjukkan perbedaan signifikan yaitu nilai $p>0.05$ yaitu di angka $p=1.000$ (bisa dilihat pada lampiran 4).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa media PES memberikan laju pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan media Conway dan Walne. Media Walne menunjukkan efektivitas yang lebih rendah, bahkan *Gracilaria verrucosa* mengalami penurunan bobot. Penyebab *Gracilaria verrucosa* pada media Walne mengalami penurunan bobot ada beberapa hal, yang pertama adalah kelebihan fosfat pada kandungan media Walne yang menyebabkan persaingan nutrisi, yang kedua yaitu perubahan kualitas air pada media kultur Walne yang mengalami penguapan yang mungkin menimbulkan stress pada *Gracilaria verrucosa* sehingga rumput laut tidak bisa menyerap nutrisi secara optimal dan mengalami penurunan bobot (Nurazizah *et al.*, 2020). Jadi pupuk yang paling

optimal adalah pupuk PES, sesuai dengan penelitian (Maimunah, 2022) yang menyatakan penggunaan pupuk PES 10 ml memang dosis dan jenis pupuk terbaik untuk mendukung pertumbuhan *Gracilaria verrucosa*. Dalam penelitian (Suryati *et al.*, 2009) juga menyatakan, media kultur yang paling baik digunakan untuk pemeliharaan spora *Gracilaria verrucosa* adalah media PES.

b. Pertumbuhan Panjang *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss.

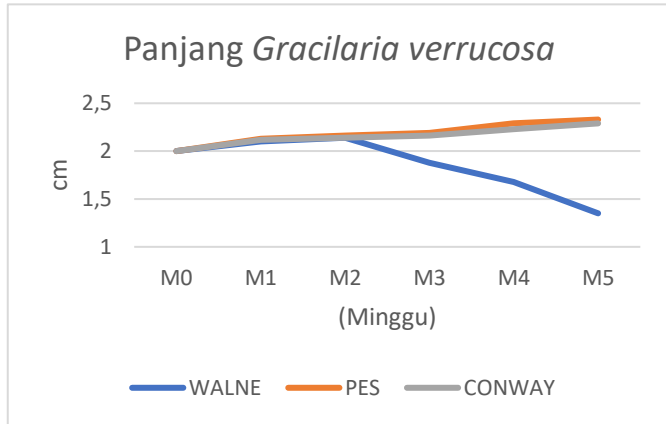
1) Panjang *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss.

Selama proses penelitian, rumput laut *Gracilaria verrucosa* diukur panjang eksplan di setiap minggunya untuk mengetahui pertumbuhan panjangnya. Panjang *Gracilaria verrucosa* pada minggu ke-0 disamaratakan yaitu 2 cm. Pengamatan panjang *Gracilaria verrucosa* ini dilakukan sampai minggu ke-5. Data pengamatan panjang disajikan dalam bentuk tabel dan grafik sebagai berikut.

Tabel 4.3 Panjang *Gracilaria verrucosa*

Panjang <i>Gracilaria verrucosa</i> (cm)			
Periode	Perlakuan		
	WALNE	PES	CONWAY
Minggu ke-0	$2 \pm 0,00$	$2 \pm 0,00$	$2 \pm 0,00$
Minggu ke-1	$2,10 \pm 2,02$	$2,13 \pm 0,3$	$2,12 \pm 0,04$
Minggu ke-2	$2,14 \pm 0,02$	$2,16 \pm 0,01$	$2,14 \pm 0,03$
Minggu ke-3	$1,8 \pm 0,03$	$2,19 \pm 0,01$	$2,16 \pm 0,03$
Minggu ke-4	$1,68 \pm 0,17$	$2,29 \pm 0,03$	$2,23 \pm 0,04$
Minggu ke-5	$1,35 \pm 0,04$	$2,33 \pm 0,03$	$2,29 \pm 0,02$
Keterangan : nilai yang tertera adalah nilai panjang rata-rata $\pm$ standar deviasi dari (n = 3).			

Panjang awal *Gracilaria verrucosa* pada semua perlakuan juga seragam, yaitu 2,0 cm. Namun setelah 5 minggu, *Gracilaria verrucosa* pada media PES menunjukkan peningkatan panjang tertinggi, mencapai $2,33 \pm 0,03$ cm. Pada media Conway, *Gracilaria verrucosa* juga mengalami peningkatan panjang, dengan hasil akhir $2,29 \pm 0,02$ cm, *Gracilaria verrucosa* pada media Walne justru mengalami penurunan panjang, turun menjadi $1,35 \pm 0,04$ cm, yang menunjukkan pertumbuhan yang tidak optimal atau bahkan adanya degradasi biomassa.



Gambar 4.2 Grafik Panjang *Gracilaria verrucosa* dari waktu ke waktu

Berdasarkan grafik diatas, media PES memiliki grafik pertambahan panjang *Gracilaria verrucosa* yang stabil dan meningkat selama 5 minggu. Ini menunjukkan bahwa media PES memberikan kondisi nutrisi yang optimal untuk mendukung pertumbuhan panjang *Gracilaria verrucosa*. Panjang *Gracilaria verrucosa* pada media Conway memiliki pola pertumbuhan yang mirip dengan *Gracilaria verrucosa* pada media PES, tetapi sedikit lebih rendah. Ini berarti media Conway juga mampu mendukung pertumbuhan panjang *Gracilaria verrucosa* meskipun tidak sebaik PES. Untuk media Walne, *Gracilaria verrucosa* justru mengalami penurunan panjang setelah minggu ke-

2. Ini menandakan bahwa media Walne tidak mampu menyediakan nutrisi yang cukup, sehingga *Gracilaria verrucosa* mengalami penyusutan dan sebagian mengalami kematian ditandai dengan kehilangan pigmen merah dan tekstur talus yang lunak.

2) Panjang Mutlak dan LPH (Laju Pertumbuhan Panjang) *Gracilaria verrucosa*.

Panjang mutlak dan LPH (Laju pertumbuhan panjang harian) dihitung menggunakan rumus yang sudah tertera pada bagian metode. Panjang mutlak dan LPH (Laju pertumbuhan Panjang harian) dihitung untuk mengetahui pertambahan panjang selama penelitian. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.4 Panjang Mutlak Dan LPH Panjang (Laju Pertumbuhan Harian)

Panjang Mutlak (cm) Dan LPH Panjang (Laju Pertumbuhan Harian) (%/hari)			
Hasil	Perlakuan		
	WALNE	PES	CONWAY
Minggu ke-0	2 ± 0,00	2 ± 0,00	2 ± 0,00
Minggu ke-5	1,35 ± 0,04	2,33 ± 0,03	2,29 ± 0,02
Panjang Mutlak	-0,65 ± 0,04	0,33 ± 0,03	0,29 ± 0,02
LPH Panjang	-1,12	0,43	0,38
Keterangan : - nilai yang tertera adalah nilai rata-rata ± standar deviasi dari (n=3)			

Panjang awal *Gracilaria verrucosa* di semua perlakuan juga seragam, yaitu 2,0 cm. Namun, setelah 5 minggu, terjadi perbedaan signifikan dalam pertambahan panjang antar perlakuan. *Gracilaria verrucosa* yang dikultur dalam media PES mengalami peningkatan panjang tertinggi, dengan pertambahan panjang mutlak $0,33 \pm 0,03$ cm dan LPH panjang 0,43 %/hari. *Gracilaria verrucosa* dalam media Conway mengalami pertumbuhan panjang yang sedikit lebih rendah dibandingkan PES, dengan panjang mutlak $0,29 \pm 0,02$ cm dan LPH panjang 0,38 %/hari. Pada media Walne *Gracilaria verrucosa* menunjukkan penurunan panjang mutlak sebesar $-0,65 \pm 0,04$ cm dan LPH panjang -1,12 %/hari, yang menandakan bahwa *Gracilaria verrucosa* mengalami penyusutan panjang selama penelitian.

Hal ini menunjukan bahwa media PES lebih efektif dalam mendukung pertumbuhan panjang *Gracilaria verrucosa* dibandingkan media lainnya. Sebaliknya, media Walne tampaknya kurang optimal, kemungkinan karena kandungan nutrisi yang tidak cukup untuk menunjang pertumbuhan eksplan *Gracilaria verrucosa* secara maksimal.

3) Analisis Data Panjang *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss.

Data pertambahan panjang ini diuji normalitasnya, hasil menunjukkan bahwa nilai sig p value $> 0,05$ yang artinya data tersebut berdistribusi normal (Lampiran 4). Kemudian uji lanjutan yaitu uji welch ANOVA, uji ini dilakukan karena pada uji homogenitas hasil menyatakan bahwa data tidak homogen. Hasil uji Welch yaitu nilai sig $< 0,05$ yaitu sig = 0,001 (Lampiran 5) yang berarti ada perbedaan signifikan antar perlakuan, uji welch's ANOVA menunjukkan bahwa setidaknya ada satu perlakuan yang berbeda signifikan dari yang lain.

Uji lanjutan untuk mengetahui manakah pupuk yang optimal yaitu dengan pengujian Games-Howell. Dalam hasil uji Games-Howell (Lampiran 6), diperoleh nilai signifikansi p value untuk perbandingan antar perlakuan. Hasil menunjukkan bahwa media Walne memiliki perbedaan signifikan dengan PES dan Conway karena p value $< 0,05$, yaitu nilai tertera $p = 0,001$ dan $p = 0,002$. Namun, media PES dan Conway tidak

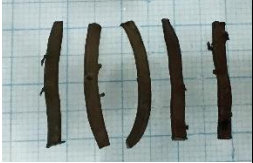
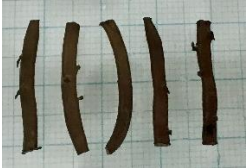
menunjukkan perbedaan signifikan ($p = 0,582$) karena $p \text{ value} > 0,05$.

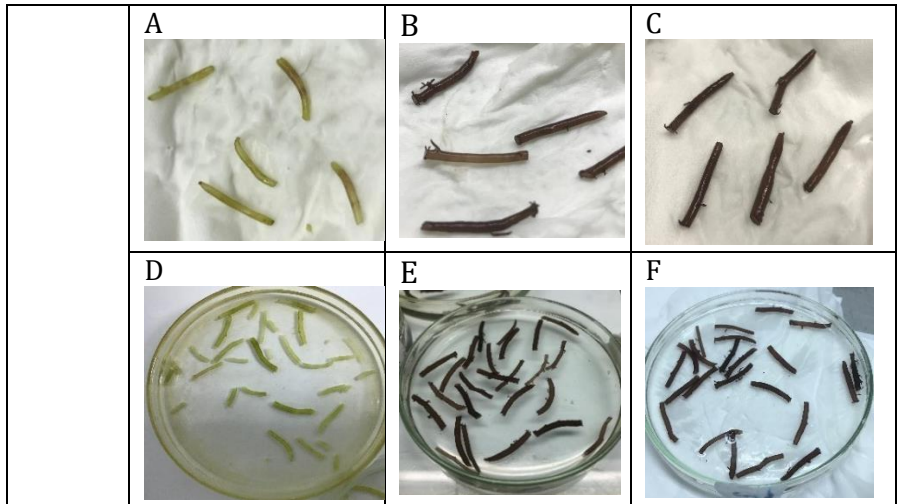
Dengan demikian bisa disimpulkan bahwa pertumbuhan panjang *Gracilaria verrucosa* pada media PES dan Conway cenderung lebih mirip, sementara pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* pada media Walne berbeda signifikan dibandingkan kedua media lainnya yaitu PES dan Conway. Hal ini berarti bahwa media Walne kurang optimal dibandingkan dengan PES dan Conway dalam mendukung laju pertumbuhan *Gracilaria verrucosa*.

c. Keadaan Talus *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss.

Talus diamati setiap seminggu sekali selama penelitian. Dari minggu ke minggu talus akan mengalami perubahan dari segi warna, tekstur dan tunas yang akan muncul. Hasil pengamatan dan deskripsi keadaan talus selama 5 minggu dapat dilihat dalam tabel berikut.

Tabel 4.5 Gambar keadaan talus *Gracilaria verrucosa*

Periode	WALNE	PES	CONWAY
Minggu ke-0			
Minggu ke-1			
Minggu ke-2			
Minggu ke-3			
Minggu ke-4			
Minggu ke-5			



Tabel 4.6 Deskripsi morfologi talus *Gracilaria verrucosa*

WAKTU	PERLAKUAN	INTENSITAS WARNA	TEKSTUR	MUNCUL TUNAS
MINGGU 0	Walne	+++	Elastis, kuat	Belum muncul tunas
	PES	+++	Elastis, kuat	Belum muncul tunas
	Conway	+++	Elastis, kuat	Belum muncul tunas
MINGGU 1	Walne	+++	Elastis, kuat	Belum muncul tunas
	PES	+++	Elastis, kuat	Belum muncul tunas

	Conway	+++	Elastis, kuat	Belum muncul tunas
MINGGU 2	Walne	+++	Agak lentur, lunak	Belum muncul tunas
	PES	++++	Elastis, kuat	Belum muncul tunas
	Conway	++++	Elastis, kuat	Belum muncul tunas
MINGGU 3	Walne	+++	Agak lentur, lunak	Belum muncul tunas
	PES	+++++	Elastis, kuat	Muncul tunas (sedikit)
	Conway	+++++	Elastis, kuat	Muncul tunas (sedikit)
MINGGU 4	Walne	++	lentur, lunak	Tidak muncul tunas
	PES	+++++	Elastis, kuat	Tunas bertambah
	Conway	+++++	Elastis, kuat	tunas bertambah
MINGGU 5	Walne	+	Lunak, rapuh	Tidak muncul tunas
	PES	+++++	Elastis, kuat	Tunas bertambah
	Conway	+++++	Elastis, kuat	Tunas bertambah

Keterangan Intensitas Warna :

+ = Hijau Pucat

++ = Hijau Kuning

+++ = Coklat Kehijauan

++++ = Coklat Muda Kekuningan

+++++ = Coklat Kemerahan

Berdasarkan pengamatan morfologi *Gracilaria verrucosa* yang dilakukan selama 5 minggu, terjadi perubahan yang signifikan di setiap perlakuan media kultur. Perubahan tersebut terlihat dari segi warna, tekstur dan kemunculan tunas. Morfologi *Gracilaria verrucosa* pada media PES dan Conway menunjukkan perubahan yang hampir sama, warna talus *Gracilaria verrucosa* pada minggu ke-0 berwarna coklat kehijauan, perubahan warna ini merupakan respons adaptasi *Gracilaria verrucosa* terhadap lingkungan barunya (Soelistyowati *et al.*, 2014). *Gracilaria verrucosa* mengalami perubahan warna menjadi coklat muda kekuningan pada minggu ke-3, dan berangsur angsur kembali ke warna aslinya yaitu coklat kemerahan pada minggu ke-5 (Tabel 4.5 kode E dan F). Tekstur talus juga tetap elastis dan kuat selama penelitian. Tunas *Gracilaria verrucosa* mulai muncul pada minggu ke-3, dengan pola pertumbuhan yang

hampir mirip antara *Gracilaria verrucosa* pada media PES dan *Gracilaria verrucosa* pada media Conway, namun yang menjadi pembeda adalah jumlah tunas *Gracilaria verrucosa* yang muncul pada perlakuan media Conway lebih sedikit dibandingkan perlakuan media PES (Tabel 4.5 kode B dan C). Pada media Walne, di minggu ke-1 hingga minggu ke-3, warna talus *Gracilaria verrucosa* mulai mengalami pemudaran dari coklat kehijauan menjadi hijau kekuningan. Dan pada minggu ke-5 warna talus *Gracilaria verrucosa* berubah menjadi hijau pucat (Tabel 4.5 Kode D) dengan tekstur talus juga berubah dari elastis, kuat menjadi lunak, yang tandanya *Gracilaria verrucosa* mengalami kematian (Soelistyowati *et al.*, 2014) . *Gracilaria verrucosa* pada perlakuan media Walne tidak ditemukan kemunculan tunas hingga minggu ke-5 (Tabel 4.5 Kode A), yang menunjukkan bahwa media ini kurang mendukung pertumbuhan *Gracilaria verrucosa*.

Perubahan pigmen warna pada *Gracilaria verrucosa* merupakan indikator penting dalam fase adaptasi terhadap kondisi lingkungan yang baru. Pada fase awal adaptasi, *Gracilaria verrucosa* cenderung mengalami stress akibat perubahan kondisi, seperti salinitas, suhu, dan ketersediaan nutrisi (Dwiyanti &

Muahiddah, 2024), yang menyebabkan berubah warna dari yang awalnya coklat kehijauan menjadi coklat kemerahan. Perubahan ini disebabkan oleh rendahnya kandungan fikoeritrin yang merupakan respon adaptasi rumput laut terhadap tingginya intensitas cahaya (Soelistyowati *et al.*, 2014). Selain itu juga dipengaruhi oleh ketersediaan nitrogen (N) dan fosfat (P) dalam media kultur. Jika dilihat pada tabel 3.1 (Perbandingan Komposisi Media Kultur), media Walne memiliki kandungan nutrisi yang lebih rendah dibandingkan PES dan Conway, terutama pada nitrat dan fosfat nya, yang merupakan unsur utama dalam menunjang pertumbuhan. Dalam penelitian (Soelistyowati *et al.*, 2014) menyatakan bahwa, kekurangan nitrogen dalam perairan menyebabkan penurunan kandungan fikoeritrin dalam alga merah (Rhodophyta), rumput laut akan mengalami perubahan warna dari yang awalnya merah tua menjadi merah muda, coklat, hijau, kuning terang yang menyebabkan pertumbuhannya terhenti. Seiring berjalanya waktu, jika lingkungan mendukung, *Gracilaria verrucosa* akan memasuki fase penyesuaian, dimana terjadi peningkatan produksi pigmen fikoeritrin, yang memberikan warna merah kecoklatan

pada talus. Warna ini menunjukkan bahwa *Gracilaria verrucosa* telah berhasil beradaptasi dan mampu melakukan metabolisme secara optimal (Dwiyanti & Muahiddah, 2024).

Dengan demikian, media PES cukup mendukung proses pertumbuhan dan regenerasi talus *Gracilaria verrucosa*, kandungan nitrat dalam PES berperan penting dalam sintesis protein dan pigmen, sedangkan fosfat mendukung metabolisme energi dan pembelahan sel. Bahkan PES memiliki kandungan Fe dan Tris Base yang lebih kompleks, yang membantu meningkatkan efisiensi fotosintesis, (Rosyida *et al.*, 2014). Oleh karena itu, PES menunjukkan hasil pertumbuhan terbaik, diikuti oleh Conway, untuk media Conway cukup mendukung pertumbuhan, namun efektivitasnya sedikit lebih rendah dibandingkan PES. Sementara Walne tidak mampu mendukung pertumbuhan yang optimal.

- d. Perbandingan Komposisi Media Kultur dan Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss.

Media kultur memiliki peran penting dalam menentukan laju pertumbuhan *Gracilaria verrucosa*,

terutama melalui ketersediaan nutrisi yang mendukung metabolisme dan fotosintesis. Media Walne, PES dan Conway memiliki komposisi unsur hara yang berbeda (dapat dilihat pada tabel 3.1), yang dapat berpengaruh terhadap laju pertumbuhan *Gracilaria verrucosa*. Beberapa unsur mikro seperti Fe (besi), Mn (mangan), Zn (seng), dan Co (kobalt) dan Cu (tembaga) sangat penting dalam proses fotosintesis, enzim dan metabolisme alga (Zainuddin & Nofianti, 2022). Namun, media Walne tidak memiliki Mn, Zn dan Co dalam jumlah yang seimbang, kekurangan unsur mikro ini dapat menyebabkan gangguan dalam fotosintesis, sintesis protein, dan metabolisme enzimatik, yang berujung pada pertumbuhan yang buruk atau bahkan terjadinya degradasi eksplan (Ode, 2018). Hal ini dapat menjadi salah satu penyebab rendahnya laju pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* pada media Walne dalam penelitian ini, meskipun penelitian terdahulu menunjukkan hasil yang lebih baik (Harahap *et al.*, 2022).

Dibandingkan dengan media Walne, media PES memiliki keberadaan unsur mikro dalam jumlah yang lebih seimbang memungkinkan proses metabolisme berjalan lebih optimal, yang dapat

menjelaskan mengapa *Gracilaria verrucosa* menunjukkan pertumbuhan yang lebih baik pada media PES dibandingkan Walne (Satriani *et al.*, 2017). Media Conway bahkan memiliki komposisi yang lebih kaya dibandingkan Walne dan PES, dengan kandungan FeCl_3 , MnSO_4 , dan berbagai unsur mikro lainnya dalam jumlah yang lebih besar, yang dapat memberikan dukungan nutrisi lebih baik bagi pertumbuhan alga (Nurfajri & Nasmia, 2023). Namun, meskipun Conway memiliki unsur mikro yang lebih lengkap daripada media Walne dan PES, tetapi laju pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* pada media Conway masih belum bisa menandingi laju pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* pada media PES, hal ini mungkin dikarenakan dosis Conway yang digunakan belum optimal dan sebanding dengan PES.

Dalam penelitian kali ini, media PES dan Conway mampu memberikan nutrisi yang lebih stabil dan sesuai dengan kebutuhan pertumbuhan *Gracilaria verrucosa*, sehingga menghasilkan laju pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* yang lebih baik dibandingkan dengan *Gracilaria verrucosa* pada media Walne. Hal ini dapat dikaitkan dengan beberapa faktor, yaitu perbandingan antara kandungan nitrogen dan fosfor

dalam media PES lebih seimbang (Maimunah, 2023), sehingga lebih sesuai untuk pertumbuhan *Gracilaria verrucosa*. Sementara Walne lebih dirancang untuk mendukung pertumbuhan fitoplankton (Wardani *et al.*, 2022). Ketidakseimbangan nutrisi dalam media Walne dapat menjadi faktor utama yang menyebabkan rendahnya laju pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* dalam penelitian ini. Kandungan Mn, Zn dan Co yang terbatas dalam media Walne dapat menghambat berbagai proses metabolisme penting (Zainuddin & Nofianti, 2022). Selain itu, reaksi kimia yang terjadi antara komponen pupuk dengan kondisi lingkungan seperti pH, suhu dan salinitas yang juga dapat mempengaruhi efektivitas penyerapan nutrisi oleh eksplan *Gracilaria verrucosa* (Ruslaini, 2016).

Selain komposisi nutrisi, baik pada media Walne, PES maupun Conway. Laju pertumbuhan juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan pertumbuhan. Parameter lingkungan pertumbuhan meliputi :

- 1) Salinitas

Hasil salinitas dari lingkungan pertumbuhan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.7 Data Salinitas

SALINITAS (ppt)			
PERIODE	Perlakuan		
	WALNE	PES	CONWAY
Minggu ke-0	28	28	28
Minggu ke-1	28	28	28
Minggu ke-2	28	28	28
Minggu ke-3	28	28	28
Minggu ke-4	28	28	28
Minggu ke-5	28	28	28

Untuk salinitas dilakukan cek rutin tiap minggu dengan standar tingkat salinitasnya yaitu di angka 28 ppt, sesuai dengan prosedur yang dipakai oleh BBPBAP Jepara sendiri, dan tingkat ideal salinitas untuk *Gracilaria* itu 28-30 ppt menurut Rukmi *et al.* (2012).

2) pH

Hasil pH dari lingkungan pertumbuhan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.8 Data pH

pH			
PERIODE	Perlakuan		
	WALNE	PES	CONWAY
Minggu ke-0	7,15	8,41	7,76
Minggu ke-1	7,04	8,65	8,29
Minggu ke-2	7,16	7,95	8,04

Minggu ke-3	6,74	7,99	8,04
Minggu ke-4	6,97	7,55	7,39
Minggu ke-5	7,18	7,35	7,27

Untuk hasil pengukuran parameter pH berada di kisaran angka 6-8, hal ini sesuai dengan standar pH optimal untuk *Gracilaria verrucosa* yaitu sekitar angka 6-9 (Ruslaini,2016). Naik turunya nilai pH ini dipengaruhi oleh faktor aktivitas biologis seperti fotosintesis dan respirasi organisme, temperatur dan keberadaan ion-ion dalam air tersebut (Salilama *et al.*, 2011).

3) Suhu

Hasil suhu dari lingkungan pertumbuhan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.9 Data Suhu

PERIODE	SUHU (°C)		
	Perlakuan		
	WALNE	PES	CONWAY
Minggu ke-0	23,7	22,7	23,0
Minggu ke-1	21,8	21,5	22,2
Minggu ke-2	22,8	22,9	23,0
Minggu ke-3	22,9	23,4	23,1
Minggu ke-4	22,8	22,9	23,1
Minggu ke-5	23,5	23,5	23,1

Berdasarkan pengecekan perminggu yang telah dilakukan selama penelitian, menunjukkan bahwa suhu berkisar antara 21°C -23°C, hasil

tersebut sesuai dengan standar suhu optimal untuk budidaya rumput laut di rentang angka 20-28°C menurut Anggadiredja *et al.* (2006) dalam Maimunah (2023). Suhu memiliki peran penting dalam proses metabolisme dan fotosintesis rumput laut, mekanismenya adalah ketika rumput laut mengalami peningkatan metabolisme maka diiringi dengan meningkatnya suhu (Salilama *et al.*, 2011).

4) Cahaya

Hasil pengecekan Cahaya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.10 Data Cahaya

CAHAYA (lux)	
RAL 1	1.382
RAL 2	1.374
RAL 3	1.388

Cahaya diukur menggunakan luxmeter, hasil pengecekan menunjukkan cahaya berkisar pada 1.374-1.388 lux, yang berarti intensitas cahaya sesuai standar optimal untuk membantu proses fotosintesis yang akan mendukung pertumbuhan tunas *Gracilaria verrucosa* yaitu berkisar pada 1.000-1.500 lux menurut Satriani *et al.* (2017),

e. Kandungan Nitrat dan Fosfat

Tabel 4.11 Data Kandungan Nitrat dan Fosfat

Kandungan nitrat (mg/L)			
Hasil	Perlakuan		
	Walne	PES	Conway
Awal	0.014	0.110	0.074
Akhir	0.084	0.057	0.077
Kandungan Fosfat (mg/L)			
Hasil	Perlakuan		
	Walne	PES	Conway
Awal	2.286	0.022	1.210
Akhir	2.281	0.018	1.184

Berdasarkan hasil analisis kandungan nitrat dan fosfat pada media Walne, PES, dan Conway, terlihat adanya perbedaan dalam komposisi nutrisi yang mempengaruhi pertumbuhan *Gracilaria verrucosa*. Kandungan nitrat awal tertinggi terdapat pada media PES (0,110 mg/L), diikuti Conway (0,074 mg/L), dan Walne memiliki kandungan terendah (0,014 mg/L). Setelah masa kultur selama satu minggu, kandungan nitrat mengalami penurunan pada PES (menjadi 0,057 mg/L), sedangkan pada Walne dan Conway justru mengalami sedikit peningkatan, yaitu masing-masing menjadi 0,084 mg/L dan 0,077 mg/L. Penurunan kadar nitrat pada PES menunjukkan bahwa *Gracilaria*

verrucosa menyerap lebih banyak nitrat dari media ini, yang mendukung pertumbuhan lebih optimal. Sementara itu, peningkatan kadar nitrat pada Walne dan Conway dapat mengindikasikan bahwa nitrat dalam media ini tidak sepenuhnya terserap oleh *Gracilaria verrucosa*, sehingga pertumbuhan yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan media PES.

Selain nitrat, kandungan fosfat juga menunjukkan pola yang berbeda pada masing-masing media. Walne memiliki kandungan fosfat tertinggi pada awal kultur (2,286 mg/L), diikuti Conway (1,210 mg/L), dan PES memiliki kandungan terendah (0,022 mg/L). Setelah masa kultur selama satu minggu, kandungan fosfat pada Walne tetap tinggi (2,281 mg/L), sedangkan pada PES mengalami sedikit penurunan (0,018 mg/L) dan Conway (1,184 mg/L). Meskipun Walne memiliki kandungan fosfat yang sangat tinggi, pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* dalam media ini tetap lebih rendah dibandingkan PES dan Conway. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan fosfat dalam jumlah tinggi tidak selalu berbanding lurus dengan pertumbuhan, melainkan keseimbangan antara nitrat dan fosfat yang lebih berperan dalam

mendukung pertumbuhan optimal (Halid & Patahiruddin, 2020).

Dengan demikian, PES menjadi media terbaik untuk pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* karena memiliki keseimbangan nitrat dan fosfat yang lebih optimal dibandingkan Walne dan Conway. Conway juga menunjukkan hasil pertumbuhan yang cukup baik, namun masih berada di bawah PES. Sementara itu, Walne memiliki kandungan fosfat yang sangat tinggi, tetapi kurang efektif dalam menyediakan nitrat yang cukup bagi *Gracilaria verrucosa*, sehingga laju pertumbuhan lebih rendah dibandingkan kedua media lainnya.

Dalam penelitian budidaya *Gracilaria verrucosa*, peningkatan kandungan nitrat dan fosfat di media pemeliharaan dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Salah satu kemungkinan adalah dekomposisi biomassa rumput laut yang mengalami lisis atau degradasi sel, sehingga melepaskan kembali unsur hara ke dalam media. Menurut penelitian Anwar (2023) proses metabolisme yang tidak seimbang dapat menyebabkan pelepasan kembali unsur hara tersebut ke dalam perairan.

Selain itu, faktor lingkungan juga dapat berperan dalam peningkatan kandungan nitrat dan fosfat. Anugrah *et al.* (2022) menyatakan bahwa nilai korelasi antara kandungan nitrat dan fosfat terhadap pertumbuhan rumput laut sangat tinggi, dengan kisaran 0,71 – 0,99 mg/L, yang menunjukkan bahwa unsur-unsur ini memiliki peran besar dalam siklus pertumbuhan dan pelepasan nutrisi di lingkungan budidaya. Dalam kondisi tertentu, kelebihan nitrat dan fosfat yang tidak langsung terserap oleh rumput laut dapat tetap berada dalam air, sehingga menyebabkan peningkatan konsentrasi dalam media pemeliharaan.

Faktor lain yang dapat menyebabkan kenaikan konsentrasi nitrat dan fosfat adalah sirkulasi air dan aktivitas mikroorganisme di dalam media budidaya. Siklus nitrogen dan fosfor di perairan melibatkan berbagai proses biologis seperti nitrifikasi, denitrifikasi, serta pelepasan fosfat dari bahan organik yang membusuk (Anwar, 2023). Jika dalam sistem budidaya tidak terjadi pergantian air yang cukup atau terdapat akumulasi bahan organik, maka nitrat dan fosfat dapat meningkat akibat mineralisasi senyawa organik oleh bakteri dekomposer.

Selain itu, dalam sistem budidaya tertutup atau dengan tingkat resirkulasi rendah, pengaruh cahaya dan suhu juga dapat mempengaruhi laju penyerapan nutrisi oleh rumput laut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan fosfat dalam media dapat mengalami peningkatan akibat kurang optimalnya penyerapan oleh alga, terutama jika kondisi lingkungan seperti intensitas cahaya dan suhu tidak mendukung fotosintesis yang optimal (Anugrah *et al.*, 2022).

Dari pembahasan ini, dapat disimpulkan bahwa kenaikan kandungan nitrat dan fosfat dalam media pemeliharaan bisa disebabkan oleh pelepasan nutrisi dari biomassa yang mengalami degradasi, akumulasi akibat siklus nitrogen dan fosfor, serta kurangnya serapan optimal oleh rumput laut akibat faktor lingkungan dan sirkulasi air. Oleh karena itu, dalam budidaya *Gracilaria verrucosa*, penting untuk memantau parameter lingkungan dan sirkulasi air secara berkala guna memastikan keseimbangan nutrisi yang optimal.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

1. Media kultur yang berbeda (Walne, PES dan Conway) memberikan pengaruh signifikan terhadap laju pertumbuhan *Gracilaria verrucosa*. Media PES menghasilkan pertumbuhan bobot dan panjang *Gracilaria verrucosa* tertinggi, diikuti oleh media Conway, sedangkan media Walne menunjukkan laju pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* paling rendah.
2. Media PES terbukti menjadi media kultur yang paling optimal dalam mendukung pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* dibandingkan media Conway dan Walne, karena media PES memiliki unsur makronutrien dan mikronutrien dengan rasio N:P yang relatif seimbang.
3. Komposisi nutrisi dalam masing-masing media memengaruhi morfologi *Gracilaria verrucosa*. Media PES yang mengandung mikronutrien (FeCl_3 , MnSO_4 , ZnSO_4 , CoCl_2) dan rasio N:P seimbang, menghasilkan talus dengan pertumbuhan tunas yang lebih banyak, warna coklat kemerahan dan tekstur yang elastis. Untuk media Conway yang mengandung mikronutrien (FeCl_2 , MnSO_4 , ZnSO_4 ,

CoCl₂, CuSO₄) dengan rasio N:P kurang seimbang, menghasilkan rumput laut yang hampir sama dengan PES tetapi tumbuh tunas lebih sedikit dibanding PES. Sedangkan untuk media Walne yang mengandung rasio N:P tidak seimbang, menghasilkan rumput laut *Gracilaria verrucosa* yang berwarna hijau pucat, tidak tumbuh tunas dan bertekstur lunak.

B. SARAN

Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan dengan variasi dosis media kultur PES dan Conway untuk menemukan konsentrasi optimal bagi pertumbuhan *Gracilaria verrucosa*. Selain itu, media Walne juga berpotensi digunakan sebagai alternatif media kultur, namun disarankan dikombinasikan dengan penambahan vitamin dan hormon pertumbuhan seperti tiamin, IAA, atau zat aditif lainnya untuk meningkatkan efektivitasnya. Analisis kandungan nutrisi pada *Gracilaria verrucosa* yang dikultur dengan media berbeda juga dapat menjadi referensi bagi industri pangan dan farmasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustang, Mulyani, S., & Indrawati, E. (2021). Budidaya Rumput Laut Potensi Perairan Kabupaten Sinjai Sulawesi Selatan. In *Pustaka Almaida*.
- Agustina, N. A., Wijaya, N. I., & Prasita, V. D. (2017). Kriteria Lahan Untuk Budidaya Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) Di Pulau Gili Genting, Madura. *Seminar Nasional Kelautan XII*, 109–116. www.giligenting.com
- Andriyani, W., Mizab, A., & A, K. (2019). Pertumbuhan Planlet Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* Pada Perendaman ZPT Berbeda. *Seminar Nasional Kelautan XVI Hasil Penelitian Perikanan Dan Kelautan*.
- Anggadiredja, J., Zatnika, T., & Prayugo, S. (2006). *Rumput Laut*. Penebar Swadaya Jakarta.
- Anugrah, A., Kasim, M., & Munier, M. (2022). *Studi Pengaruh Karakteristik Fisika Kimia Perairan Terhadap Pertumbuhan Kappaphycus Alvarezii Yang Dipelihara Dengan Jaring Horinet Di Perairan Pantai Lakeba Kota Bau Bau*. 7(4), 309–318.
- Anwar, N. (2023). PENGARUH PUPUK UREA DAN SP-36 TERHADAP KANDUNGAN PROTEIN DAN RASIO N:P PADA TALLI RUMPUT LAUT *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss, 1950 YANG DIBUDIDAYAKAN SECARA OUTDOOR. In *Skripsi*. Universitas Hasanuddin Makassar.
- Arbit, N. I. S., Omar, S. B. A., Soekendarsi, E., Yasir, I., Tresnati, J., Mutmainnah, & Tuwo, A. (2019). Morphological and genetic analysis of *Gracilaria* sp. cultured in ponds and coastal waters. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 370(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/370/1/012018>
- Armanda, D. (2013). PERTUMBUHAN KULTUR MIKROALGA DIATOM *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve ISOLAT JEPARA PADA MEDIUM f/2 DAN MEDIUM CONWAY. *Bioma*, 2, No.1, 49–63.
- Asrul, I. (2019). *Pengaruh Pemberian Pupuk NPK Komersil*

- Terhadap Pelepasan Spora Rumput Laut Gracilaria sp.*
Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Asrul, I., Hamzah, & Salam, N. (2020). Pengaruh Pemberian Pupuk Npk Komsersil Terhadap Pelepasan Spora Rumput Laut *Gracilaria sp.* *Octopus : Jurnal Ilmu Perikanan*, 9(1), 1–6.
- Azhari, M. R. (2024). Teknik Kultur Jaringan Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*) di Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara Provinsi Jawa Tengah. *South East Asian Aquaculture*.
<https://doi.org/10.61761/seaqu.2.1.15-24>
- Cyntya, V., Santosa, G., Supriyantini, E., & Wulandari, S. (2018). Pertumbuhan Rumput Laut *Gracilaria sp.* Dengan Rasio N : P Yang Berbeda *Growth of Seaweed Gracilaria sp. With Ratio N : P Different*. *Journal of Tropical Marine Science*, 1(September), 15–22.
<https://doi.org/10.33019/jour.trop.mar.sci.v1i1.655>
- Dwiyanti, S., & Muahiddah, N. (2024). ANALISIS HISTOLOGI SEL *Gracilaria sp.* PADA MEDIA TERCEMAR MERKURI (Hg). *Jurnal Perikanan Unram*, 13(4), 1150–1158.
<https://doi.org/10.29303/jp.v13i4.704>
- Effendie. (1997). *Petunjuk Teknis Budidaya Rumput Laut*. Puslitbangkan Jakarta . Indonesia.
- Fadilah, S. (2015). TEKNOLOGI PRODUKSI BIBIT RUMPUT LAUT *Gracilaria gigas* DENGAN METODE KULTUR JARINGAN. In *Loka Penelitian dan Pengembangan Budidaya Rumput Laut*.
- Fadilah, S., & Pratiwi, D. A. (2020). REGENERASI RUMPUT LAUT *Gracilaria sp.* MELALUI PROPAGASI SECARA EX VITRO. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 12(2), 158–164.
<https://doi.org/10.21107/jk.v12i2.5783>
- Fethi, M. (2011). Modeling laboratory culture of *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss according to nutrients concentrations and salinities levels. *Bull.Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô*, 38, 113.

- Guo, H., Yao, J., Sun, Z., & Duan, D. (2015). Effects of salinity and nutrients on the growth and chlorophyll fluorescence of *Caulerpa lentillifera*. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 33(2), 410–418. <https://doi.org/10.1007/s00343-015-4105-y>
- Halid, I., & Patahiruddin, P. (2020). Teknik Penggunaan Pupuk Fosfat Terhadap Rumput Laut (*Gracilaria verrucosa*) Di Tambak Budidaya Lakawali Kabupaten Luwu Timur Sulawesi Selatan. *RESONA: Jurnal Ilmiah Pengabdian Masyarakat*, 3(2), 64–71. <https://doi.org/10.35906/resona.v3i2.355>
- Harahap, A., Pramesti, R., & Ridlo, A. (2022). Pertumbuhan Rumput Laut *Gracilaria* sp. terhadap Variasi Dosis Media Walne. *Journal of Marine Research*, 11(3), 557–566. <https://doi.org/10.14710/jmr.v11i3.34265>
- Hasim, Mulis, B. B. indak. (2020). Pertumbuhan Spora *Gracilaria* sp PERTUMBUHAN SPORA *Gracilaria* sp PADA SALINITAS BERBEDA Spora Growth *Gracilaria* sp in Different Salinities. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 3(November 2019), 81–87. www.ejournalfpikunipa.ac.id
- Hidayat. (2003). Kajian Pertumbuhan Rumput Laut. *Kelautan Universitas Diponogoro. Semarang*.
- Indah, N., Arbit, S., Bin, S., Omar, A., Tuwo, A., & Soekendarsi, E. (2018). *Effect of Global Warming Scenarios on Carotenoid Pigments Gracilaria changii*. 6, 2039–2042.
- ITIS. (2024). *Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss*.
- Karim, S. (2019). Pengaruh salinitas dan dosis pupuk PES (Provasoli's Enrich Seawater) yang berbeda terhadap induksi kalus alga laut *Kappaphycus alvarezii*. *Skripsi*.
- Katsir, I. (2000). Tafsir Al-Qur'an Al-Azhim (Tafsir Ibnu Katsir), Juz 14, Surah An-Nahl ayat 14. *Kairo: Dar Thayyibah*.
- Kemenag, R. (2024). *Al-Quran dan Terjemahannya*. Jakarta : Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Quran.
- KKP. (2024a). *SIARAN PERS KEMENTERIAN KELAUTAN DAN PERIKANAN NOMOR : SP.266/SJ.5/VII/2024*. KKP WEB.

- KKP. (2024b). *SIARAN PERS KEMENTERIAN KELAUTAN DAN PERIKANAN NOMOR: SP.306/SJ.5/VIII/2024*. KKP WEB. <https://kkp.go.id/news/news-detail/menteri-trenggono-ajak-sarjana-perikanan-kembangkan-budidaya-lima-komoditas-unggulan-ekspor-p8j2.html>
- Komarawidjaja, W., & Kurniawan, D. A. (2008). Tingkat Filtrasi Rumput Laut (*Gracilaria* sp) Terhadap Kandungan Ortofosfat (P2O5). *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 9(2), 180–183.
- Kramandondo, R. A., Hadijah, & Mulyani, S. (2022). *Ekologi & Habitat Pertumbuhan Rumput Laut*. <https://repository.unibos.ac.id/xmlui/bitstream/handle/123456789/3809/EKOLOGI%26HABITAT.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lee, J., & Nam, K. (2016). Large-scale propagation of marine macroalgae through tissue culture. *Journal of Applied Phycology*, 28, 2123–2130.
- Maimunah, S. (2023). PENGARUH PEMBERIAN PUPUK PROVASOLI ' S ENRICH SEAWATER (PES) TERHADAP PERTUMBUHAN *Gracilaria* sp . SKALA LABORATORIUM. *Skripsi UIN WALISONGO SEMARANG*, 70.
- Mulyaningrum, S., Daud, R., & Badraeni. (2014). *PROPAGASI VEGETATIF RUMPUT LAUT Gracilaria sp. MELALUI KULTUR JARINGAN*. <https://doi.org/10.15578/JRA.9.2.2014.203-214>
- Mulyaningrum, S. R. H., 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*, 20(3), 135. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.20.3.135-142>
- Nurazizah, Syukri, M., Yasir, I., Tuwo, A., Carong, S., & Arbit, N. (2020). Respon Pertumbuhan Rumput Laut *Gracilaria* sp . Terhadap Perbedaan Konsentrasi Pupuk Conwy Growth Performance of Seaweed *Gracilaria* sp . on Different Concentration of Conwy. *SIGANUS: Journal of Fisheries*

- and Marine Science.*, 2(1), 98–105.
- Nurfajri, A. T., & Nasmia, N. (2023). Penggunaan Pupuk Conway Pada Media Kultur Terhadap Pertumbuhan Bibit Rumput Laut *Eucheuma cottonii*. *Journal of Marine Research*, 12(1), 19–26.
<https://doi.org/10.14710/jmr.v12i1.35769>
- Ode, I. (2018). Pertumbuhan Regenerasi Mikropropagul Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* pada Kultur Jaringan dengan Media yang Berbeda. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 11(2), 31.
<https://doi.org/10.29239/j.agrikan.11.2.31-37>
- Panjaitan, R. S., & Simanjuntak, Y. V. (2020). EKSTRAK LEMAK *Gracilaria verrucosa* SEBAGAI ANTIBAKTERI *Shigella dysenteriae* DAN *Escherichia coli*. *JPB Kelautan Dan Perikanan*, Vol. 15, 13–20.
- Putra, B, D. Aryawati, R, I. (2011). Laju Pertumbuhan Rumput Laut *Gracilaria* sp. dengan Metode Penanaman yang Berbeda di Perairan Kalianda, Lampung Selatan. *Maspari Journal*, 03, 36–41.
- Raharjo, I., Wahyudi, T., & Lestari, S. (2020). Challenges in seaweed micropropagation: An overview. *Marine Biotechnology Journal*, 10 (3), 102–109.
- Rauf, H. (2019). *PENGARUH TINGKAT CAHAYA TERHADAP PROSES PELEPASAN SPORA RUMPUT LAUT Gracilaria sp.* UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR MAKASSAR.
- Redmond, S., Green, L., Yarish, C., Kim, J., & Neefus, C. (2014). New England Seaweed Culture Handbook-Nursery System. *Connecticut Sea Grant CTSG-14-01*, 92.
<http://seagrant.uconn.edu/publications/aquaculture/handbook.pdf>
- Rismawati, Salengke., T. (2013). *Studi Laju Pengeringan Semi-Refined Carrageenan (SRC) yang Diproduksi dari Rumput Laut Eucheuma cottonii dengan Metode Pemanasan Konvensional dan Pemanasan Ohmic.*
- Rohman, A., Wisnu, R., & Rejeki, S. (2018). PENENTUAN

- KESESUAIAN WILAYAH PESISIR MUARA GEMBONG, KABUPATEN BEKASI UNTUK LOKASI PENGEMBANGAN BUDIDAYA RUMPUT LAUT DENGAN PEMANFAATAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG. *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, 2, 73–82.
- Rosyida, E., Tobigo, D., & Setiana. (2014). PERTUMBUHAN RUMPUT LAUT *Eucheuma cottonii* HASIL KULTUR JARINGAN PADA LARUTAN PUPUK PES (Provasoli Enriched Seawater) DENGAN DOSIS BERBEDA Growth. *Jurnal AgriSains*, 3, 133–143.
- Rukmi, A., S., S., & Djunaedi., A. (2012). Sistem Budidaya Rumput Laut *Gracilaria verrucosa* di Pertambakan dengan Perbedaan Waktu Perendaman di Dalam Larutan NPK. *Journal of Marine Research*, 1(1), 90–94.
- Ruslaini. (2016). Kajian Kualitas Air Terhadap Pertumbuhan Rumput Laut (*Gracilaria verrucosa*) Di Tambak Dengan Metode Vertikultur. *Octopus: Jurnal Ilmu Perikanan*, 5(2), 522–527.
- Salilama, M., Tuiyo, R., Mulis, & Lideman. (2011). Pengaruh Perendaman *Thallus Gracilaria* sp. Dalam Media Pupuk Grund Dengan Dosis Berbeda Terhadap Pelepasan dan Penempelan Spora. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 9(3), 193–198. <https://doi.org/10.1080/15411796.2011.585906>
- Santika, L., Ruf, W., & Romadhon, R. (2014). Characteristics of Cultured Seaweed *Gracilaria verrucosa* Agar Treated with Different Alkali Concentration and Harvesting Times. *Jurnal Pengolahan Dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(4), 98–105 <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jpb>.
- Satriani, Asfie Maidie, Sri Handayani, S. (2017). Kultur Jaringan Rumput Laut (*Gracilaria verrucosa*) di Media Berbeda Terhadap Pertumbuhan *Thallus*. *Jurnal Harpondon Borneo*, 10(1), 37–45.
- Sibua, K. (2020). PEMANFAATAN RUMPUT LAUT *Gracilaria* sp SEBAGAI PAKAN BUATAN TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KELANGSUNGAN HIDUP IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*). Universitas Bosowa Makassar.

- Soelistyowati, D. T., Ayu, I., & Dewi, A. (2014). Morfologi *Gracilaria spp* . yang dibudidaya di tambak Desa Pantai Sederhana , Muara Gembong *Gracilaria spp* . morphology cultured in brackish water pond Pantai Sederhana Village , Muara Gembong. *13*(1), 94–104.
- Suryati, E., Mulyaningrum, S. R. H., & Ruchmansyah. (2009). Pertumbuhan Spora Rumput Laut *Gracilaria verrucosa* Secara In Vitro dengan Penambahan Hormon Pengatur Pertumbuhan pada Tanaman. *Jurnal Ris. Akuakultur*, *4*(2), 307–312.
- Suryati, E., Sulaeman, Parenrengi, A., & Rosmiati. (2009). Teknik Perbanyak Benih Rumput Laut, *Gracilaria verrucosa* Melalui Teknik Kultur Jaringan. In *Pusat Riset Perikanan Budiaya*.
- Syamsyuddin, R., & Rahman, A. (2014). Penanggulangan penyakit ice-ice pada rumput laut *Kappaphycus alvarezii* melalui penggunaan pupuk N , P , dan K. *Simposium Nasional I Kelautan Dan Perikanan, Makassar .*, *2* (1), 1–9.
- Tuiyo, R., & Moo, Z. (2023). Kandungan Karagenan Dan Kekuatan Gel (*Kappaphycus alvarezii*) Hasil Budidaya Teknologi Kultur Jaringan Secara Massal Basmingro. *Jambura Fish Processing Journal*.
<https://doi.org/10.37905/jfpj.v5i1.17335>
- Wardani, N. K., Supriyanti, E., & Santosa, G. W. (2022). Pengaruh Konsentrasi Pupuk Walne Terhadap Laju Pertumbuhan dan Kandungan Klorofil-a *Tetraselmis chuii*. *11*(1), 77–85.
- Wulandari, S., Nisa, Y. S., Taryono, T., Indarti, S., & Sayekti, R. S. (2022). Sterilisasi Peralatan dan Media Kultur Jaringan. *Agrotechnology Innovation (Agrinova)*, *4*(2), 16.
<https://doi.org/10.22146/a.77010>
- WWF-Indonesia. (2014). Teknik budidaya rumput laut. *Seri Panduan Perikanan Skala Kecil*, 1–32.
- Yunianto, T. (2014). Industri Rumput Laut Diproyeksi Bernilai US\$ 11,8 Miliar pada 2030. *Marketeers*.
<https://www.marketeers.com/industri-rumput-laut->

diproyeksi-bernilai-us-118-miliar-pada-2030/
Zainuddin, F., & Nofianti, T. (2022). PENGARUH NUTRIENT N
DAN P TERHADAP PERTUMBUHAN RUMPUT LAUT PADA
BUDIDAYA SISTEM TERTUTUP. *Journal Perikanan*, 12(1),
116–124.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian	
	
Sterilisasi	Aklimatisasi
	
Inisiasi	Perendaman Sabun
	
Perendaman iodine	Pembuatan Media



Penimbangan bobot



Pengecekan salinitas



Pengecekan suhu dan pH



Pengecekan cahaya



Pengukuran panjang



Rak kultur

Lampiran 2. uji Normalitas Bobot

Tests of Normality

	perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
bobot	WALNE	.231	15	.031	.813	15	.005
	PES	.154	15	.200 [*]	.902	15	.103
	CONWAY	.149	15	.200 [*]	.933	15	.298

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 3. Uji non parametrik Kruskal wallis

Test Statistics^{a,b}

Bobot	
Kruskal-Wallis H	28.528
df	2
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Perlakuan

Ranks

	Mean	
	Perlakuan	Rank
Bobot	N	
	WALNE	15
	PES	15
	CONWAY	15
Total		45

Lampiran 4. Uji Dunn test

Pairwise Comparisons of Perlakuan

Sample 1-	Test	Std.	Std. Test	Sig.	Adj.
Sample 2	Statistic	Error	Statistic		Sig. ^a
WALNE-	-21.067	4.793	-4.395	.000	.000
CONWAY					
WALNE-PES	-23.133	4.793	-4.826	.000	.000

CONWAY-PES	2.067	4.793	.431	.666	1.000
------------	-------	-------	------	------	-------

Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same.
Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed.
The significance level is .05.
a. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

Hypothesis Test Summary				
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of Bobot is the same across categories of Perlakuan.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	.000	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is .050.

Lampiran 5. Uji Normalitas Panjang

Tests of Normality							
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	perlakuan	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
panjang	WALNE	.193	15	.138	.884	15	.054
	PES	.207	15	.084	.914	15	.156
	CONWAY	.189	15	.158	.933	15	.306

Lampiran 6. Uji Welch ANOVA

Uji Welch- ANOVA

Robust Tests of Equality of Means

panjang

	Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Welch	10.034	2	25.069	.001

a. Asymptotically F distributed.

Lampiran 7. Uji games-howell

Multiple Comparisons

Dependent Variable: panjang

Games-Howell

(I) perlakuan	(J) perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
WALNE	PES	-.44733 [*]	.09871	.001	-.7030	-.1917
	CONWAY	-.41867 [*]	.09812	.002	-.6734	-.1639
PES	WALNE	.44733 [*]	.09871	.001	.1917	.7030
	CONWAY	.02867	.02862	.582	-.0422	.0996
CONWAY	WALNE	.41867 [*]	.09812	.002	.1639	.6734
	PES	-.02867	.02862	.582	-.0996	.0422

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama : Rinestu Alifatun Nabilah
2. Tempat & Tanggal Lahir : Jepara, 05 Juni 2003
3. Alamat Rumah : Sekuro 15/03 Mlonggo
Jepara, Jawa Tengah
4. No. Hp : 08996401900
5. Email : rinestuan@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
 - a. TK Tarbiyatul Athfal
 - b. SDN 1 Srobyong
 - c. MTs. Mathalibul Huda Mlonggo
 - d. SMAN 1 Mlonggo