

Pengaruh Perbedaan Salinitas terhadap Pertumbuhan dan Biomassa Mikroalga *Chlorella vulgaris*

Miguel Jeremy Amadeus Tamaela¹, I Wayan Arthana², Ni Luh Putu Ria Puspitha³

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Bali, Indonesia

²Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Bali, Indonesia

³Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Bali, Indonesia

E-mail: migueljeremy@student.unud.ac.id¹, wayan.arthana@unud.ac.id²

Article History:

Received: 18 November 2024

Revised: 01 Desember 2024

Accepted: 03 Desember 2024

Keywords: Culture, Renewable, Maximum, Effective

Abstrak: Kebutuhan energi adalah krisis yang perlu diatasi, dengan gerakan diversifikasi energi dengan mengembangkan sumber energi baru ramah lingkungan. Bahan multifungsi penghasil energi terbarukan alternatif yang cukup potensial adalah mikroalga dikarenakan prospektif dan tidak bersaing dengan produk pangan lain. Tujuan penelitian untuk mendapatkan salinitas yang efektif untuk memaksimalkan pertumbuhan mikroalga *Chlorella vulgaris* dalam kultur. Metode penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan kultur tertutup dan memakai tiga tingkatan salinitas berbeda pada 30 ppt, 33 ppt dan 36 ppt, dimana pengamatan pertumbuhan dan biomassa kultur dilakukan selama tujuh hari. Pertumbuhan mikroalga pada salinitas kontrol 30 ppt berjumlah $214,2 \times 10^4$ sel/ml. Perlakuan salinitas 33 ppt berjumlah $224,2 \times 10^4$ sel/ml. Perlakuan salinitas 36 ppt berjumlah $256,2 \times 10^4$ sel/ml. Pada pengulangan variabel salinitas 30 ppt terdapat mean berat biomassa sebesar $0,1162 \pm 0,0095$ g/l. Pada pengulangan variabel salinitas 33 ppt didapat berat mean biomassa sebesar $0,1411 \pm 0,0096$ g/l. Pada pengulangan variabel salinitas 36 ppt didapatkan berat mean biomassa sebesar $0,1875 \pm 0,00984$ g/l. Perbedaan salinitas terhadap pertumbuhan dan biomassa *Chlorella vulgaris* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah sel dan biomassa, dimana hasil pertumbuhan maksimal diperoleh di perlakuan salinitas 36 ppt. Salinitas 36 ppt adalah salinitas yang efektif memberikan peningkatan pertumbuhan dan menghasilkan biomassa mikroalga *Chlorella vulgaris* yang maksimal.

PENDAHULUAN

Saat ini, energi menjadi prioritas utama yang harus dipenuhi. Energi menggerakkan hampir semua infrastruktur dan fasilitas yang diperlukan untuk menopang kehidupan manusia. Energi fosil terus menjadi sumber energi utama bagi perekonomian manusia saat ini. Sumber energi ini mempunyai persediaan yang terbatas dan tidak berkelanjutan. Karena pembakaran melepaskan karbon dioksida (CO₂), sulfur dioksida (SO₂), dan nitrogen oksida (NO_x) ke udara, hal ini menimbulkan konsekuensi negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia, termasuk efek rumah kaca (Patil *et al.*, 2008).

Kekhawatiran terhadap perubahan iklim telah mendorong negara-negara maju untuk berupaya melakukan diversifikasi energi melalui pengembangan sumber energi baru dan perluasan penggunaan sumber energi terbarukan yang tidak terlalu berbahaya bagi lingkungan, seperti tenaga surya, angin, dan air.

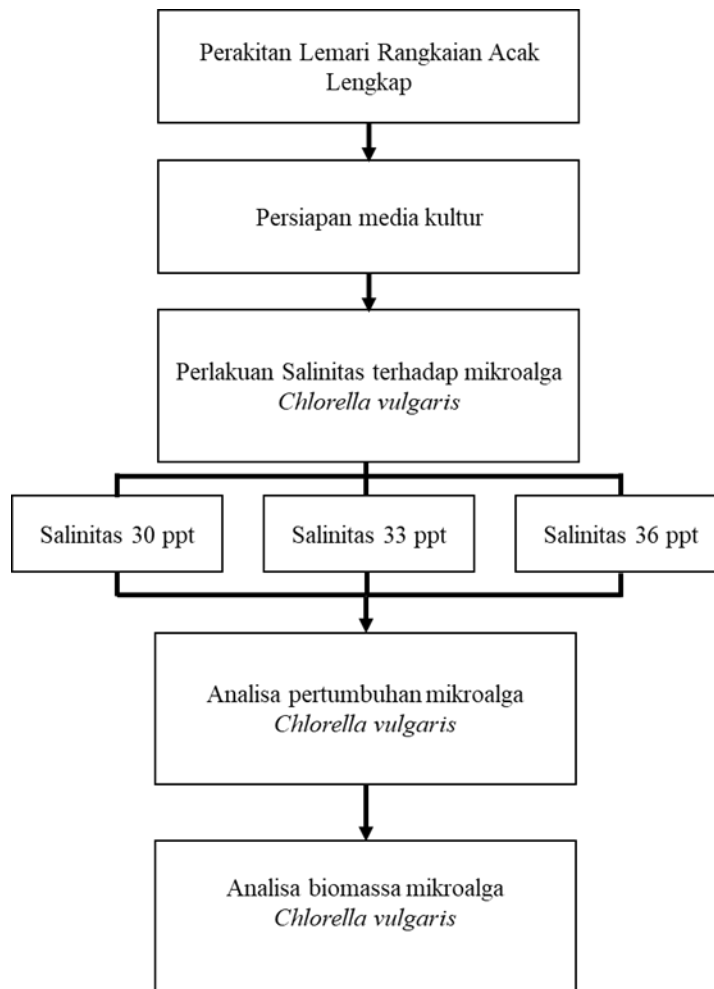
Bahan baku multifungsi penghasil energi terbarukan dan pangan alternatif yang cukup potensial adalah mikroalga. Mikroalga yang tidak bersaing dengan produk pangan, sangat prospektif dikembangkan sebagai bahan baku pangan dan sumber energi terbarukan di Indonesia. Salah satunya adalah spesies *Chlorella vulgaris* yang sangat berpotensi sebagai bahan pangan alternatif dan bahan baku energi terbarukan.

Salah satu mikroalga yang dimanfaatkan untuk pangan organik, pakan ternak, dan suplemen adalah *C. vulgaris* yang termasuk dalam kelompok alga hijau kelompok (Chlorophyta) (Zahir, 2011). Berbagai nutrisi, antara lain protein, karbohidrat, asam lemak tak jenuh, vitamin, klorofil, enzim, dan serat tinggi, terdapat pada *C. vulgaris* (Aulia, 2021). Budidaya *C. vulgaris* membutuhkan nutrisi yang sama dengan berbagai jenis mikroalga: cahaya, karbon dioksida, air, dan mineral anorganik. Selain itu, sejumlah variabel, termasuk pH, suhu, kadar karbon dioksida, cahaya, dan salinitas, mempengaruhi efektivitas budidaya *C. vulgaris* (Baneerje *et al.*, 2002). Salah satu kondisi lingkungan yang mempunyai pengaruh luas terhadap pertumbuhan dan komponen biokimia mikroalga laut adalah salinitas (Ghezelsesh *et al.*, 2008). Adenan (2013) menyatakan bahwa salinitas dapat menghambat aktivitas metabolisme karena mengurangi fotosintesis dan berperan dalam kemampuan mikroalga untuk berkembang.

Fakhri (2020) menyatakan bahwa salinitas yang berbeda berpengaruh signifikan terhadap kandungan klorofil-a mikroalga, serta Huang *et al.*, (2011) menjelaskan bahwa mikroalga menghasilkan biomassa dengan menggunakan cahaya, energi, dan nutrisi yang ada saat ini. Masalah penting yang harus diselesaikan dalam pengaplikasian budidaya mikroalga termasuk dan pertumbuhan alga adalah kebutuhan untuk memaksimalkan panen dan pengolahan mikroalga yang efisien dan hemat biaya setelah budidaya. Dengan mengetahui nilai salinitas yang paling efektif bagi pertumbuhan dan biomassa mikroalga *C. vulgaris*, maka diharapkan di masa kemudian kultur mikroalga dapat dilakukan dengan lebih efektif.

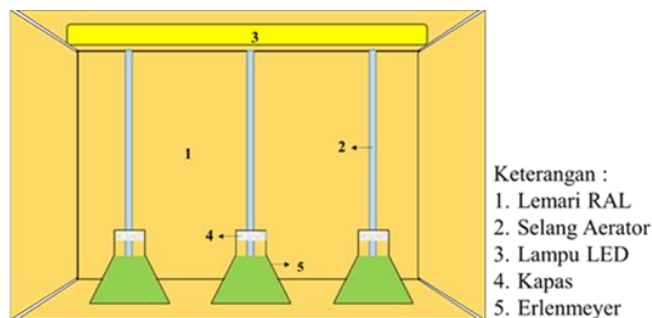
METODE PENELITIAN

Pengambilan data pada penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Ilmu Kelautan Fakultas Kelautan dan Perikanan serta pada laboratorium Mikrobiologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana. Penelitian ini dilakukan pada bulan April sampai Desember 2023 yang meliputi kegiatan dari tahap pembuatan alat lemari rancangan acak lengkap, persiapan bahan media dan kultur murni mikroalga *Chlorella vulgaris*, pengambilan data, pengolahan data, analisis data sampai dengan penyusunan laporan penelitian.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) sesuai dengan Gambar 2. Ukuran lemari RAL sebesar 60 x 35 x 30 cm terbuat dari bahan triplek dengan tebal 12 mm, menggunakan lampu LED 12 watt di sisi atas lemari berfungsi untuk fotosintesis kultur. Wadah kultur yang digunakan merupakan tabung Erlenmeyer 500 ml yang ditutup dengan kapas dan diberlakukan aerasi melalui selang yang terhubung dengan Aerator secara kontinu, dan kultur dilakukan selama tujuh hari. Adapun variabel salinitas yang digunakan yaitu 33 ppt (Mazidah, 2014) dan 36 ppt (Kirrolia *et al.*, 2014), dan 30 ppt sebagai kontrol.



Gambar 2. Desain Lemari Rancangan Acak Lengkap

Penentuan salinitas air laut dilakukan dengan cara mengencerkan air laut menggunakan aquades dan garam kusamba hingga mencapai salinitas yang diinginkan dengan memakai perhitungan:

$$N1.V1 = N2.V2 \quad (1)$$

N1 merupakan salinitas awal (ppt), N2 merupakan salinitas target (ppt), V1 merupakan volume awal (ml), dan V2 merupakan volume target (ml).

Pengecekan salinitas dilakukan menggunakan refraktometer, data pendukung pH diukur menggunakan Indikator Universal. *C. vulgaris* dikultur dengan konsentrasi awal 1×10^4 sel/ml dihitung menggunakan Sedgewick Rafter lalu dicatat, diukur pada suhu ruangan ($25 \pm 2^\circ\text{C}$), lama penyinaran (siklus terang:gelap) 24:0, dengan intensitas cahaya 12 watt dan dilakukan aerasi secara terus menerus. Dalam penelitian terdapat hipotesis yang diujikan, yaitu :

- H_0 : Salinitas tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan dan biomassa *C. vulgaris*
- H_1 : Salinitas berpengaruh terhadap pertumbuhan dan biomassa *C. vulgaris*.

Setelah hipotesis ditentukan, dilakukan uji homogenitas ANOVA. Uji ini akan menentukan normal tidaknya sebuah distribusi data dengan selang kepercayaan 95%. Adapun pedoman pengambilan keputusan sebagai berikut:

- Jika nilai signifikansi (*P value*) $< 0,05$, maka H_0 ditolak, terima H_1
- Jika nilai signifikansi (*P value*) $> 0,05$, maka H_0 diterima, tolak H_1

Uji homogenitas digunakan untuk mengetahui varian dari beberapa populasi sama atau tidak. Uji ini dilakukan sebagai prasyarat dalam analisis ANOVA. Dasar asumsi dalam Analysis of varians (ANOVA) adalah bahwa beberapa populasi memiliki varian yang sama. Data dianalisis menggunakan uji *oneway* ANOVA dengan bantuan software microsoft Excel 2021, dengan selang kepercayaan yang digunakan $p \leq 0,05$. Uji ANOVA digunakan untuk menguji perbedaan mean (rata-rata) data lebih dari dua kelompok. Dasar pengambilan keputusan Uji ANOVA:

- Jika nilai *f* hitung $> f$ tabel, maka H_0 ditolak, terima H_1
- Jika nilai *f* hitung $< f$ tabel, maka H_0 diterima, tolak H_1

Perhitungan jumlah sel mikroalga *Chlorella vulgaris* dilakukan menggunakan metode penghitungan konsentrasi sel menggunakan 0,1 mm *Sedgewick Rafter*. Pengukuran jumlah sel dilakukan setiap hari dari hari kedua sampai hari ketujuh untuk mengetahui pertumbuhan jumlah sel per hari. Untuk mengetahui nilai laju pertumbuhan spesifik diukur dan dianalisa dengan menggunakan rumus dari Hirata (1981) yaitu:

$$k = \frac{\log \left(\frac{N_t}{N_0} \right)}{T_t - T_0} \quad (2)$$

Dalam perhitungan pertumbuhan konsentrasi sel *C. vulgaris*, N_0 merupakan nilai awal konsentrasi sel yang didapat dari pengukuran yang dilakukan pertama kali saat kultur *C. vulgaris* diberlakukan variabel salinitas, sedangkan N_t merupakan hasil pengukuran konsentrasi sel pada hari ke-*t*. Untuk selang waktu ($T_{(0,t)}$) dalam pengukuran konsentrasi sel, disesuaikan dengan hari pengukuran dilakukan, sehingga T_t dan T_0 didapat dalam satuan hari.

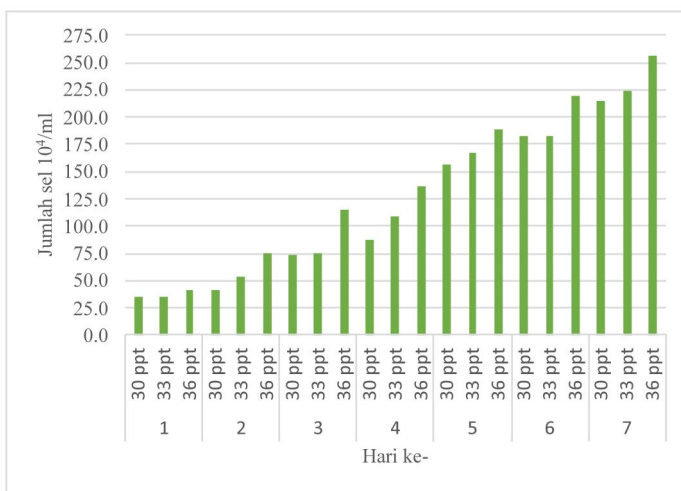
Sampel mikroalga yang digunakan untuk analisis biomassa pada hari ketujuh kultur mikroalga. Kultur disaring menggunakan kertas saring GF/C (diameter 90 mm) dioven pada suhu 80°C selama 1 jam hingga beratnya konstan (A). Setelah dioven, hasil saring dibiarkan dingin kemudian beratnya ditimbang kembali (B) (Janssen et al, 1999). Adapun perhitungan yang dilakukan sebagai berikut:

$$\text{Biomassa (g/l)} = \frac{[B] - [A] \times 1000}{\text{Volume Sampel}} \quad (3)$$

B adalah berat kertas saring dan mikroalga (gram), sementara A adalah berat kertas saring (gram).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perbedaan salinitas terhadap jumlah kepadatan mikroalga *C. vulgaris* dapat dilihat dalam Gambar 2. Pengamatan pertumbuhan mikroalga *C. vulgaris* dilakukan di laboratorium mikroalga Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana. Tempo pengamatan dilakukan selama tujuh hari, dimana pengambilan data dilakukan setiap 24 jam dari awal kultur dimulai.

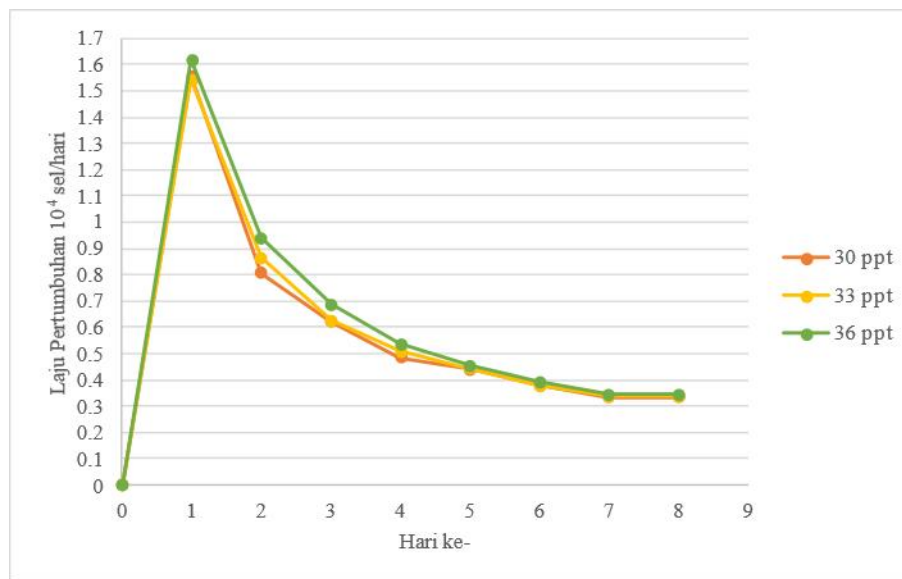


Gambar 3. Pengamatan Pertumbuhan *Chlorella vulgaris*

Berdasarkan hasil pengamatan, kultur dilakukan pada suhu ruangan ($25 \pm 2^\circ\text{C}$), dengan pH yang diukur menggunakan indikator universal pada setiap variabel dan pengulangan didapatkan nilai 7 (netral), dan cahaya yang diberikan dengan siklus terang:gelap 24:0 menggunakan LED 12 watt. Setiap variabel salinitas yang diuji dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali.

Pertumbuhan mikroalga *C. vulgaris* bisa dilihat pada Gambar 2. pada salinitas kontrol 30 ppt memiliki jumlah sel yang relatif paling rendah pada semua variabel uji, di hari ketujuh pengamatan sebanyak $214,2 \times 10^4$ sel/ml. Perlakuan salinitas 33 ppt mengalami pertumbuhan mikroalga *C. vulgaris* dengan pertumbuhan jumlah sel pada hari ketujuh pengamatan sebanyak $224,2 \times 10^4$ sel/ml. Perlakuan salinitas 36 ppt memiliki pertumbuhan jumlah sel yang relatif berada paling tinggi diantara semua variabel uji, dimana pada pengamatan hari ketujuh jumlah sel sebanyak $256,2 \times 10^4$ sel/ml. Dari hasil uji ANOVA *one-way* dapat dilihat bahwa kepadatan jumlah sel mikroalga *C. vulgaris* dengan jumlah *f* hitung lebih besar ($>$) dari *f* tabel memiliki pengaruh nyata dan distribusi yang normal.

Adapun laju pertumbuhan mikroalga *C. vulgaris* kultur dapat dilihat pada Gambar 4. Laju pertumbuhan mikroalga pada setiap variabel mengalami peningkatan dan penurunan relatif di waktu yang sama pada selang waktu hari pertama dan kedua. Setelah menyentuh puncak laju pertumbuhan, tercatat laju mengalami tren penurunan dari hari ke hari sampai dengan hari ketujuh, dan tren laju pertumbuhan ini dialami oleh setiap pengulangan variabel yang diuji.



Gambar 4. Laju Pertumbuhan Sel Mikroalga *Chlorella vulgaris*

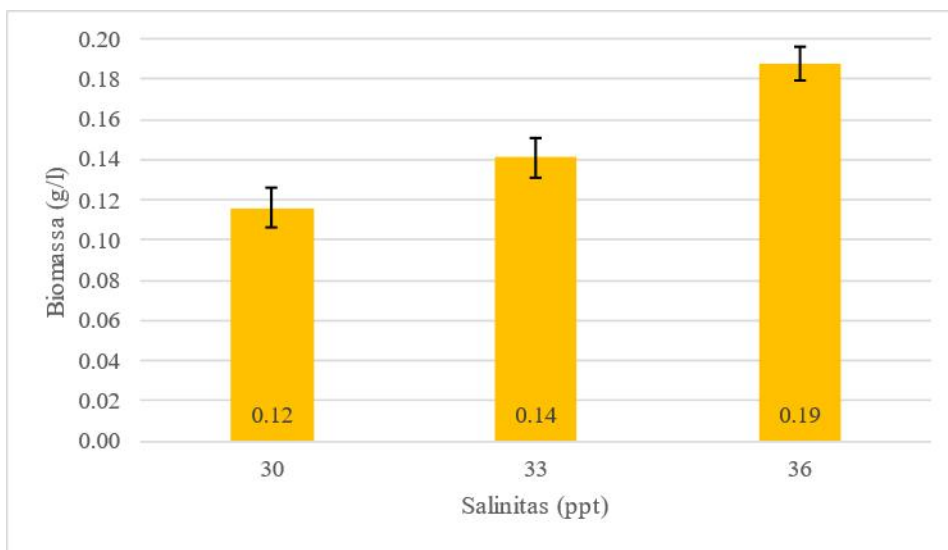
Pada Gambar 4, perlakuan salinitas 36 ppt memiliki laju pertumbuhan tertinggi ($1,617 \times 10^4$ sel/hari) disusul oleh 33 ppt ($1,554 \times 10^4$ sel/hari) dan 30 ppt ($1,542 \times 10^4$ sel/hari). Pada fase awal kultur, mikroalga melalui proses adaptasi dengan kondisi kultur barunya, dimana fase log merupakan fase dimana sel membelah, dan ditandai dengan naiknya laju pertumbuhan sel, dalam kultur terjadi pada selang hari pertama-kedua, lalu pada hari kedua-ketiga. Setelah fase log, kultur mengalami penurunan kecepatan laju pertumbuhan, dimana setelah fase log menuju kepada fase stasioner, dialami pada selang hari ketiga-keempat. Penurunan laju pertumbuhan dialami salinitas 30 ppt ($0,8056 \times 10^4$ sel/hari), 33 ppt ($0,8645 \times 10^4$ sel/hari), dan 36 ppt ($0,9396 \times 10^4$ sel/hari). Fase penurunan terjadi secara terus-menerus sampai pada selang hari kelima dan ketujuh, dimana laju pertumbuhan kultur stasioner. Hal ini diduga dikarenakan proses fotosintesis yang terjadi secara konsisten, dikarenakan adanya pencahayaan secara kontinu kepada kultur. Fotosintesis adalah proses perubahan energi untuk membentuk karbohidrat dari bahan anorganik yang dilakukan oleh tumbuhan dengan menggunakan cahaya, yang melalui sel-sel yang berespirasi energi tersebut akan dikonversi ke dalam bentuk ATP sehingga dapat digunakan seluruhnya oleh organisme tersebut. Semakin banyak fotosintesis terjadi, maka nutrisi media semakin banyak digunakan oleh kultur. Dalam perlakuan kultur mikroalga *C. vulgaris* faktor lingkungan yang optimum, salah satunya merupakan salinitas (Chilmawati, 2010), pertumbuhan *C. vulgaris* ditandai dengan fase pertumbuhan dengan parameter-parameternya adalah waktu fase eksponensial, dimana laju pertumbuhan mikroalga akan meningkat pesat, kelimpahan pada puncak populasi dan kepadatan akhir pengamatan (Maulana, 2014).

Kepadatan sel kultur mikroalga *C. vulgaris* terdapat perbedaan nyata pada setiap perlakuan salinitas yang berbeda, sesuai dengan hasil uji ANOVA. Pengamatan yang dapat dilihat pada gambar 3 bahwa tingkat salinitas 36 ppt memiliki kepadatan sel tertinggi ($256,2 \times 10^4$ sel/ml) jika dibandingkan dengan salinitas 30 ppt ($214,2 \times 10^4$ sel/ml) dan 33 ppt ($224,2 \times 10^4$ sel/ml). Hal ini diduga dikarenakan adanya pengaruh salinitas dalam proses pertumbuhan dan osmoregulasi *C. vulgaris*. Nutrien dari lingkungan kultur yang berada di media air bersalinitas yang memiliki konsentrasi yang lebih pekat dari kandungan air yang ada di dalam sel mikroalga, sehingga mempengaruhi proses osmoregulasi sel mikroalga untuk memaksimalkan hasil pertumbuhannya. Hal ini sesuai dengan Widianingsih (2015) dimana tujuan pengaturan osmosis cairan adalah

untuk menyepadankan konsentrasi garam pada sistem internal dengan konsentrasi garam di luar. Tekanan osmosis dan mekanisme osmoregulasi dipengaruhi oleh perubahan salinitas, dan efek ini berdampak langsung pada proses metabolisme dan pertumbuhan populasi. Perubahan berat jenis dan tekanan osmotik air asin dapat berdampak pada organisme karena variasi salinitas dalam suatu perairan.

Ketika terkena perubahan salinitas, sebagian besar alga intertidal tampaknya memanfaatkan serangkaian mekanisme fisiologis dan biokimia yang kompleks untuk menyesuaikan diri terhadap fluktuasi salinitas di habitatnya (Lobban dan Harrison, 1994). Diketahui bahwa pemeliharaan turgor sel yang konstan dengan mengubah potensi osmotik merupakan mekanisme toleransi khas pada alga laut yang terkena perubahan salinitas (Kirst 1990). Penyesuaian potensial osmotik dapat dicapai dengan perubahan konsentrasi ion anorganik internal dan osmolit organik (Liu *et al.* 2000). Proses osmoregulasi sebagai bentuk adaptasi terhadap perubahan salinitas air laut juga dilakukan oleh spesies makroalga hijau (Chlorophyta) pasang surut di lingkungan laut, yang dapat bertahan terhadap perubahan salinitas rendah lebih baik dibandingkan spesies sublitoral, termasuk di dalamnya seperti *Ulva* dan *Enteromorpha* memiliki toleransi yang lebih luas terhadap salinitas dibandingkan alga laut lain (Lobban dan Harrison 1994, Kamer dan Fong 2000). Choi *et al* (2010) menemukan bahwa di antara faktor lingkungan lainnya, salinitas adalah yang paling penting untuk permulaan mekar makroalga spesies tertentu di hamparan laut.

Dari setiap pengulangan yang sudah dilakukan, dapat diambil nilai mean dari berat biomassa setiap variabel uji yang dapat dilihat pada grafik Gambar 5. Dari grafik tersebut diamati pada pengulangan variabel salinitas 30 ppt terdapat mean berat biomassa sebesar $0,1162 \pm 0,0095$ g/l. Pada pengulangan variabel salinitas 33 ppt didapat berat mean biomassa sebesar $0,1411 \pm 0,0096$ g/l. Pada pengulangan variabel salinitas 36 ppt didapatkan berat mean biomassa sebesar $0,1875 \pm 0,0084$ g/l.



Gambar 5. Laju Pertumbuhan Sel Mikroalga *Chlorella vulgaris*

Perlakuan salinitas 30 ppt memberikan berat biomassa terbesar 0,127 g/l pada pengulangan 2. Pada perlakuan salinitas 33 ppt didapatkan hasil timbangan biomassa terbesar di pengulangan 3 sebanyak 0,1508 g/l. Hasil timbangan biomassa salinitas 36 ppt terbesar didapatkan pada pengulangan 1 sebesar 0,1956 g/l.

Dapat diamati pada pengulangan variabel salinitas 30 ppt terdapat mean berat biomassa

sebesar $0,1162 \pm 0,0095$ g/l. Pada pengulangan variabel salinitas 33 ppt didapat berat mean biomassa sebesar $0,1411 \pm 0,0096$ g/l. Pada pengulangan variabel salinitas 36 ppt didapatkan berat mean biomassa sebesar $0,1875 \pm 0,0084$ g/l. Hasil pengamatan biomassa menemukan bahwa perbedaan salinitas terhadap mikroalga memberikan pengaruh yang nyata melalui hasil uji ANOVA *one way* terhadap pertumbuhan jumlah sel, dan secara langsung kepadatan sel kultur mikroalga dapat mempengaruhi berat biomassa yang dihasilkan selama waktu pengamatan yang dapat dilihat pada Gambar 3, dimana kenaikan kepadatan jumlah sel berbanding lurus dengan kenaikan biomassa kultur.

Hasil ini sesuai dengan Haslianti *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa pada perlakuan salinitas menunjukkan nilai biomassa yang berbeda signifikan (ANOVA *one way*, $p < 0,05$). Hasil ini didapatkan dikarenakan mikroalga membutuhkan energi dalam beradaptasi di lingkungan yang baru. Kawaroe (2010) menjelaskan dalam proses pertumbuhan, energi yang dikeluarkan untuk beradaptasi dengan lingkungan sekitar dapat mempengaruhi pertumbuhan biomassa yang dihasilkan, makin sedikit energi yang diperlukan untuk beradaptasi, maka makin besar energi yang dapat difokuskan ke pertumbuhan *C. vulgaris*. Temuan ini menunjukkan bahwa perlakuan salinitas menginduksi stimulasi terhadap pertumbuhan somatik mikroalga yang dibudidayakan, dimana perlakuan salinitas berbeda menunjukkan nilai yang berkisar antara $0,1162 \pm 0,0095$ g/l sampai $0,1875 \pm 0,0084$ g/l.

Salah satu unsur yang mempengaruhi tekanan osmotik makhluk air yaitu tekanan antara protoplasma dan air adalah salinitas. Reaksi adaptif yang berbeda untuk mempertahankan kehidupan dipicu oleh variasi tekanan osmotik (Belay, 2013). Hal ini sesuai dengan Widianingsih (2015) bahwa pada salinitas tinggi nutrisi digunakan untuk tumbuh, dan dengan meningkatnya daya mikroalga untuk mengambil nutrisi dan gas karbondioksida yang terlarut dalam media, maka dengan itu mengoptimalkan hasil biomassa yang didapatkan oleh kultur.

Penurunan maupun peningkatan salinitas mengakibatkan penurunan produktivitas alga dan biomassa (Choi *et al.*, 2010). Pada Makroalga menunjukkan peningkatan biomassa ketika diberi salinitas yang dapat ditoleransi pada salinitas menengah. Bila terkena salinitas diluar kemampuan mikroalga untuk beradaptasi, penurunan biomassa yang dihasilkan disebabkan oleh gangguan mekanisme sel (Alves *et al.*, 2020), yang menghambat pusat reaksi fotosistem I dan II. KIRST (1990) melaporkan bahwa tingkat salinitas yang lebih tinggi atau lebih rendah memicu respons ini, menyebabkan penurunan atau gangguan fotosintesis dan selanjutnya mengurangi pertumbuhan.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah perbedaan salinitas terhadap pertumbuhan dan biomassa *Chlorella vulgaris* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kepadatan sel dan biomassa dimana hasil pertumbuhan maksimal diperoleh pada perlakuan salinitas 36 ppt yang mendapatkan kepadatan sebanyak $256,2 \times 10^4$ sel/ml. Lalu salinitas terefektif untuk pertumbuhan dan biomassa *Chlorella vulgaris* yang maksimal adalah salinitas 36 ppt yang memberikan peningkatan pertumbuhan dan menghasilkan biomassa yang maksimal.

Saran dari penelitian ini adalah dalam proses kultur mikroalga *Chlorella vulgaris* untuk memperhatikan tingkatan salinitas untuk mendapatkan jumlah kepadatan mikroalga maksimal. Untuk proses kultur mikroalga *Chlorella vulgaris* memakai tingkat salinitas 36 ppt untuk mengoptimalkan jumlah pertumbuhan dan biomassa yang dihasilkan.

PENGAKUAN/ACKNOWLEDGEMENTS

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak pengelola laboratorium mikrobiologi dan Ilmu Kelautan Universitas Udayana yang telah memberikan tempat dan meminjamkan alat untuk pengambilan data penelitian ini.

DAFTAR REFERENSI

- Adenan, N.S., F. Md. Yusoff, M. Shariff. 2013. Effect of Salinity and Temperature on the Growth of Diatoms and Green Algae. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 8(2): 397-404.
- Alves, J. D. P., Bessa Junior, A. P., & Henry-Silva, G. G. (2020). Salinity tolerance of macroalgae *Gracilaria birdiae*. *Ciência Rural*, 51, e20190958.
- Aulia, A. E., Maimunah, Y., & Suprastyani, H. (2021). Penggunaan Ekstrak Daun Lamtoro (*Leucaena leucocephala*) Sebagai Pupuk Dengan Salinitas yang Berbeda Terhadap Laju Pertumbuhan, Biomassa dan Klorofil-A pada Mikroalga *Chlorella Vulgaris*. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 5(1), 47-55.
- Banerjee, A., Sharma, R., Chisty, Y., and Banerjee, U.C. 2002. *Botryococcus braunii*: A renewable source of hydrocarbons and other chemicals. *Critical Reviews in Biotechnology*. (22) 3: 245–279.
- Belay, A. (2013). Biology and industrial production of *Arthrospira* (Spirulina). *Handbook of microalgal culture: applied phycology and biotechnology*, 339-358.
- Chilmawati, D. The Used of Different Culture Medium Effect on The Growth of *Chlorella* Sp. Saintek Perikanan: *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 6(1), 71-78.
- Choi, T. S., Kang, E. J., Kim, J. H., & Kim, K. Y. (2010). Effect of salinity on growth and nutrient uptake of *Ulva pertusa* (Chlorophyta) from an eelgrass bed. *Algae*, 25(1), 17-26.
- Fakhri, M., & Ekawati, A. W. (2020). Pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan, biomassa dan klorofil-a *dunaliella* sp. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 4(3), 393-398.
- Ghezelbesh, F., Farboodnia, T., Heidari, R., and Agh, N. 2008. Effects of different salinities and luminance on growth of the green microalgae *Tetraselmis chuii*. *Research Journal of Biological Sciences*. 3 (3): 311– 314.
- Haslianti, H., Sahidin, S., Asnani, A., & Fristiohady, A. (2023). Growth, biomass, and carotenoids content analysis of *Navicula* sp. and *Chlorella* sp. in batch cultures with different salinities. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 24(8).
- Huang, W.W., B.Z. Dong, Z.P. Cai dan S.S. Duan. 2011. Growth Effect on Mixed Culture of *Dunaliella salina* and *Phaeodactylum truncutum* Under Different Inoculation Densities and Nitrogen Concentrations. *Afr. J. Biotechnol.*, 10:13164-13174.
- Janssen, M., Kuijpers, T. C., Veldhoen, B., Ternbach, M. B., Tramper, J., Mur, L. R., & Wijffels, R. H. (1999). Specific growth rate of *Chlamydomonas reinhardtii* and *Chlorella sorokiniana* under medium duration light/dark cycles: 13–87 s. In *Progress in Industrial Microbiology* (Vol. 35, pp. 323-333). Elsevier.
- Kamer, K. & Fong, P. 2000. A fluctuating salinity regimemitigates the negative effects of reduced salinity onthe estuarine macroalga, *Enteromorpha intestinalis* (L.) link. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 254:53-69.
- Kirrolia, A., Bishnoi, N. R., & Singh, R. (2014). Response surface methodology as a decision-making tool for optimization of culture conditions of green microalgae *Chlorella* spp. for biodiesel production. *Annals of microbiology*, 64, 1133-1147.
- Kirst, G. O. 1990. Salinity tolerance of eukaryotic marinealgae. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant*

- Mol. Biol.41:21-53.
- Liu, C. H., Shih, M. C. & Lee, T. M. 2000. Free proline levels in *Ulva* (Chlorophyta) in response to hypersalinity: elevated NaCl in seawater versus concentrated seawater. *J. Phycol.* 36:118-119.
- Lobban, C. S. & Harrison, P. J. 1994. *Seaweed ecology and physiology*. Cambridge University Press, Cambridge, 366 pp.
- Maulana, D. (2014). Pertumbuhan Populasi Mikroalga *Spirulina Platensis* (Geitler) pada Konsentrasi Logam Berat Tembaga (Cu). *Jurnal Akademika Biologi*, 3(1), 1-9.
- Mazidah, R. (2014). Pemanfaatan mikroalga *Chlorella* sp. sebagai bioremediator logam berat timbal (Pb) dari lumpur Lapindo Sidoarjo (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Patil, V., Tran, K.Q., and Gislerod, H.R. 2008. Towards sustainable production of biodiesels from microalgae. *Int. J. Mol. Sci.* (9): 1158–1195.
- Widianingsih, W., Hartati, R., Endrawati, H., & Hilal, M. (2011). Kajian Kadar Total Lipid dan Kepadatan *Nitzschia* sp. yang Dikultur dengan Salinitas yang Berbeda. *Metana*, 7(01).
- Zahir, F. N. (2011). Peningkatan produksi biomassa *Chlorella vulgaris* dengan perlakuan mikrofiltrasi pada sirkulasi aliran medium kultur sebagai bahan baku biodiesel. Skripsi Jurusan Teknik Kimia FT Universitas Indonesia, Depok.