

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/ma>

## PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN LIPID MIKROALGA *Tetraselmis chuii* (Butcher, 1959) PADA pH YANG BERBEDA

Muhammad Akbar<sup>1)</sup>, Wa Iba<sup>2) #</sup>, Wellem H. Muskita<sup>1)</sup>, dan Ardana Kurniaji<sup>2\*)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Halu Oleo Kendari

<sup>2\*)</sup>Program Studi Teknik Budidaya Perikanan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Bone

(Naskah diterima : 11 April 2023, Revisi final : 24 November 2023, Disetujui Publikasi : 25 November 2023)

### ABSTRAK

Mikroalga telah menjadi pakan alami yang penting dalam pembenihan komoditas akuakultur dan pertumbuhannya dipengaruhi kualitas air seperti suhu, salinitas dan pH. Penurunan pH air laut mempengaruhi pertumbuhan dan kandungan lipid mikroalga. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis pengaruh pH yang berbeda terhadap pertumbuhan dan kandungan lipid mikroalga *T. chuii*. Desain penelitian yaitu rancangan acak lengkap menggunakan empat perlakuan dengan tiga ulangan. Empat jenis perlakuan berdasarkan variasi pH (6.5, 7, 7.5, 8 dan pH alami 7.8) selama 7 hari kultivasi. Kepadatan awal dari bibit mikroalga *T. chuii* adalah  $5 \times 10^4$  sel.ml<sup>-1</sup> dikultur dalam 15 erlenmeyer dengan volume 250 ml. Pengontrolan pH selama penelitian dilakukan setiap dua kali sehari mulai hari ke-0 sampai hari ke-7 menggunakan pH meter. Variabel yang diamati adalah kepadatan sel, laju pertumbuhan spesifik, produktivitas biomassa dan kandungan lipid. Ekstraksi dan analisis lipid mengacu pada metode *Bligh* dan *Dyer* dengan modifikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi pH mempengaruhi kepadatan sel. Kepadatan sel akhir tertinggi didapatkan pada *T. chuii* yang dikultur pada pH 7 dan 6.5. Variasi pH juga memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik, produktivitas biomassa dan kandungan lipid mikroalga *T. chuii*. Penurunan pH sampai 6.5 dan 7 memperlambat onset fase eksponensial pada *T. chuii*. Penelitian ini menunjukkan bahwa pH 7 dan 8 merupakan pH yang optimal untuk pertumbuhan *T. chuii*. Produksi lipid *T. chuii* dalam berbagai variasi pH masih rendah berkisar 0.8-1.1 %.

**KATA KUNCI:** Biomassa; mikroalga; pH; stres

### **ABSTRACT : [GROWTH AND LIPID CONTENT OF MICROALGAE *Tetraselmis chuii* (Butcher 1959) AT DIFFERENT pH]**

*Microalgae is an important live feed in aquaculture hatchery and their growth and nutritional content depend on water quality such as temperature, salinity and pH. Decreasing pH as a result of ocean acidification has been affected growth and lipid content of microalgae. This study aimed to determine the effect of decreasing pH on the growth and lipid content of microalgae T. chuii. This study was designed in a completely randomized design (CRD) with four treatments and three replications. Four f treatments were given based on variations in pH (6.5, 7, 7.5, 8 and pH Control 7.8) for 7 days of cultivation. The initial density of T.chuii used was  $5 \times 10^4$  cells. ml<sup>-1</sup> cultured in 15 of 250 ml Erlenmeyer flasks. Measurement of pH during the study was done twice a day using a pH meter. The variables observed in this study were cells density, specific growth rate, biomass productivity and lipid. Extraction and analysis of lipids using modified Bligh and Dyer method. The study showed that pH variation affected final cells density of T. chuii. The highest final cell density was found in T. chuii cultured at pH 7 and 6.5. Also, variations in pH significantly affected specific growth rate, biomass productivity and lipid content of T. chuii. Lowering the pH to 6.5 and 7 slowed the onset of the exponential phase in T. chuii. This study showed that pH 7 and 8 were optimal for the growth of T.chuii cultured in f/2 media. The production of lipids in T. chuii at various pH variations was still low, ranging from 0.8-1.1%.*

**KEYWORDS:** Biomass; microalgae; pH; stress

---

# Korespondensi: Wa Iba.

Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Halu Oleo Kendari  
E-mail: [wa.iba@uho.ac.id](mailto:wa.iba@uho.ac.id)

## PENDAHULUAN

Mikroalga mampu tumbuh pada tempat yang terdapat cukup sinar matahari, air dan karbon dioksida. Diantara peran penting mikroalga dalam ekosistem perairan adalah sebagai sumber makanan dan pelindung fisik bagi organisme perairan. Nutrien seperti protein, karbohidrat, lipid, asam amino, pigmen klorofil merupakan beberapa biomolekul yang terkandung dalam biomassa mikroalga dan sangat bermanfaat bagi kehidupan sehari-hari. Spesies mikroalga diklasifikasikan berdasarkan warna pigmen seperti *Chlorophyceae* (alga hijau), *Phaeophyceae* (alga coklat), *Chrysophyceae* (alga kuning keemasan), *Rhodophyceae* (alga merah), dan *Pyrrophyceae* (dinoflagellata). Mikroalga seperti tumbuhan lainnya dapat melakukan fotosintesis yang dibantu dengan cahaya, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, dan klorofil (Iba *et al.*, 2023).

Budidaya mikroalga menjadi bagian sangat penting dalam perkembangan teknologi budidaya ikan, krustasea dan moluska (Sirakov *et al.*, 2015). Hal ini karena peranannya sebagai pakan alami untuk menunjang pertumbuhan organisme yang dibudidayakan (Yaakob *et al.*, 2014; Freire *et al.*, 2016). Pemanfaatan spesies mikroalga sebagai sumber nutrien organisme budidaya masih termasuk sedikit dari beberapa spesies yang telah dipelajari (Iba *et al.*, 2014; Iba *et al.*, 2023). Penggunaan strain mikroalga dalam akuakultur dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti tidak mengandung toksin, memiliki nilai gizi tinggi dan memiliki ukuran dan bentuk sel yang sesuai untuk bukaan mulut larva ikan dan udang. Mikroalga juga harus memiliki dinding sel yang dapat dicerna yang memungkinkan bioavailabilitas nutrisi. *Tetraselmis* sp. memiliki spektrum aktivitas antimikroba dan sifat probiotik yang luas, merupakan sumber vitamin E yang baik untuk konsumsi manusia dan hewan dan menonjol sebagai makanan bagi larva organisme yang penting secara komersial seperti kerang dan tiram (Patrinou *et al.*, 2022). *Tetraselmis chui* merupakan mikroalga laut yang menjadi sumber pakan utama pada larva dan juvenil ikan, udang, moluska dan zooplankton (Iba *et al.*, 2014; Camacho-Rodríguez *et al.*, 2013), karena mengandung protein dan asam lemak tak jenuh tinggi (Hermawan, 2016), dan laju pertumbuhan cepat (Fakhri *et al.*, 2015) serta memberikan rasa yang khas pada komoditas seafood dan akuakultur (Caporgno *et al.*, 2018).

*Tetraselmis chuii* termasuk kelas Prasinophyceae yang berukuran 7 – 12 µm dan dikenal dengan flagelata berklorofil dengan warna hijau (Iba *et al.*, 2023). Menurut Iba *et al.* (2023), *T. chuii* memiliki kandungan gizi cukup tinggi seperti protein 48.42%, karbohidrat 20.63%, dan lemak 9.70%. Kandungan protein yang tinggi menjadikan *T. chuii* sebagai pakan alami potensial untuk larva ikan

dan udang. *T. chuii* juga berperan sebagai pakan alami untuk meningkatkan laju pertumbuhan dan metamorfosis karena mengandung nutrisi seperti asam lemak yang diperlukan untuk pertumbuhan larva, baik pertumbuhan larva ikan, crustacean maupun zooplankton (Putri *et al.*, 2013). Selain itu, mikroalga tersebut tersusun atas dinding sel tipis dan membawa enzim autolisis yang memudahkan pencernaan larva ikan dan udang (Costa *et al.*, 2004). *Tetraselmis* sp. termasuk *T. chuii* telah banyak digunakan sebagai strain model laboratorium untuk mempelajari efek dari beragam kondisi seperti efek lingkungan atau media kultur dengan salinitas atau nitrogen tinggi terhadap pertumbuhan, kelangsungan hidup dan adaptasinya (Paterson *et al.*, 2023).

Salah satu bentuk adaptasi mikroalga terhadap perubahan kualitas lingkungan adalah dengan menurunkan atau meningkatkan laju pertumbuhan dan akumulasi lipid dan metabolit sekunder lain seperti pigmen dalam selnya (Iba *et al.*, 2023; Sarifah *et al.*, 2023). Suhu, salinitas, unsur hara, intensitas cahaya, pH, aerasi dan umur kultur merupakan faktor yang berperan penting dalam biosintesis dan akumulasi lipid. Derajat keasaman (pH), berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan mikroalga. Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap kandungan lipid mikroalga diantaranya meliputi temperatur, cahaya, konsentrasi CO<sub>2</sub>, salinitas, pH, dan nutrisi (Iba *et al.*, 2023). Umumnya pH air yang cukup baik untuk kultur alga di laboratorium berkisar antara 7.0 – 8.0 (Kurnia, 2016).

Di perairan, pH dapat menjadi faktor penting dalam mendukung kehidupan organisme termasuk menentukan kelimpahan serta distribusi mikroalga dan pH sangat dipengaruhi oleh perubahan suhu dan oksigen terlarut (Haddout *et al.*, 2022). Metabolisme dan pertumbuhan mikroalga dipengaruhi oleh variasi pH seperti perubahan keseimbangan karbon anorganik, ketersediaan nutrien dan pengaruh fisiologi sel. Pertumbuhan mikroalga termasuk kandungan lipid dan metabolit primernya sangat dipengaruhi oleh perubahan pH. Kandungan biomassa, klorofil dan jumlah lipid dari sel tunggal mikroalga sedikit berubah sehubungan dengan adanya perubahan pH yang menghasilkan penurunan dalam kandungan lipid total (Yu *et al.*, 2022). Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi pH dalam kultur terhadap pertumbuhan sel dan kandungan lipid *T. chuii*.

## BAHAN DAN METODE

### Kultur Mikroalga

Air laut diambil dari Balai Benih Perikanan (BBP), Dinas Kelautan dan Perikanan (DKP) Kelurahan Purirano, Kota Kendari. Air laut yang sudah diambil, disaring menggunakan kertas saring. Air laut sebanyak 4.000 mL diukur salinitasnya dan ditempatkan pada

erlenmeyer berukuran 1.000 mL sebanyak 4 buah. Air laut disterilisasi selama 30 menit dengan suhu 121°C menggunakan *autoclave* dan didinginkan.

Bibit (inokulan) mikroalga *T. chuii* berasal dari Balai Perikanan Budidaya Air Payau, Desa Mappakalombo, Kecamatan Galesong, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. Bibit mikroalga diaklimatisasi terlebih dahulu pada media f/2 dengan total volume sebesar 3,75 mL, salinitas 34 ppt dan pH 6.5, 7, 7.5, 8 serta pH kontrol atau pH 7.8 secara berurutan. Media f/2 adalah media air laut yang diperkaya dengan *nutrient* esensial dan mikro *nutrient* seperti nitrogen, fosfor, vitamin, besi, mangan dan zinc. Media ini banyak digunakan untuk kultur mikroalga dan dirancang untuk menumbuhkan mikroalga laut dan pesisir, terutama diatom. Konsentrasi formulasi asli disebut "f Medium" (Guillard & Ryther, 1962), telah dikurangi setengahnya sehingga dikenal sebagai f/2 (NCMA, 2023). Inokulan *T. chuii* yang telah diaklimatisasi selanjutnya kepadatan sel awal dihitung menggunakan *improved Neubauer haemocytometer* yang mengacu pada Fitriani *et al.* (2017) dan Iba *et al.* (2018) menggunakan *haemocytometer*. Pengamatan menggunakan mikroskop dengan pembesaran 10 kali. Kepadatan awal bibit mikroalga *T. chuii* yang digunakan adalah  $5 \times 10^4$  sel.mL<sup>-1</sup>. Kepadatan awal bibit mikroalga *T. chuii* dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V1C1 = V2C2$$

Dimana:

V<sub>1</sub> = Volume inokulum yang dibutuhkan (mL)

V<sub>2</sub> = Volume air media kultur (250 mL)

C<sub>1</sub> = Kepadatan sel inokulum (sel.mL<sup>-1</sup>)

C<sub>2</sub> = Kepadatan awal yang dibutuhkan ( $10 \times 10^4$  sel.mL<sup>-1</sup> = 100000 sel/mL)

Mikroalga dikultur dalam labu erlenmeyer 250 ml sebanyak 15 buah pada pH 6.5, 7.0, 7.5, 7.8 (pH air laut alami) dengan tiga (3) kali ulangan. Kondisi kultur dengan salinitas 32 ppt suhu 30 °C dan intensitas cahaya 3000 Lux menggunakan lampu TL 28 watt dengan intensitas gelap terang 12:12 yang dikultur menggunakan media f/2 (Iba *et al.*, 2019). Erlenmeyer dibersihkan dan dikeringkan sebelum digunakan, dan bagian mulut erlenmeyer dibungkus menggunakan *aluminium foil* serta disterilkan pada *autoclave* suhu 121°C selama 30 menit. Peningkatan atau penurunan pH pada media kultur dilakukan berdasarkan metode dari Wulandari *et al.* (2019), yaitu dengan menambahkan HCl 10 M membuat suasana asam dan KOH 1 M untuk suasana basa hingga mencapai pH 6.5, 7.0, 7.5 dan 8.0. Pengontrolan pH selama penelitian dilakukan setiap dua kali sehari mulai dari hari ke-0 hingga hari ke-7 menggunakan pH meter.

## Variabel yang Diamati

### Kepadatan mikroalga *T. chuii*

Penghitungan jumlah sel dilakukan sejak inokulasi sampai fase stasioner akhir atau dari awal (hari ke 0) sampai akhir penelitian (hari ke 7) merujuk metode Fitriani *et al.* (2017). Kepadatan sel dalam 1 ml sampel dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kepadatan sel (sel.mL}^{-1}\text{)} = \frac{\text{Jumlah sel yang dihitung} \times 10^4}{\text{Jumlah kotak yang dihitung}}$$

### Laju pertumbuhan spesifik (LPS)

Laju pertumbuhan *T. chuii* dihitung setelah selesai proses pemanenan. Perhitungan laju pertumbuhan mengacu pada persamaan Devita *et al.* (2018) sebagai berikut :

$$\mu = \frac{\ln(N2 / N1)}{t2 - t1}$$

Keterangan:

$\mu$  = laju pertumbuhan harian (sel/mL/hari)

t = hari

N1 dan N2 = jumlah sel pada waktu 1 (t1) dan 2 (t2) pada fase eksponensial

### Produktivitas biomassa

Produktivitas biomassa *T. chuii* dihitung sesuai persentase berat kering biomassa (DW) dan persentase berat kering abu biomassa (AFDW). DW dapat dilakukan dengan mengeringkan biomassa 10 mL menggunakan oven suhu 70-100 °C selama 1 jam. DW dapat dihitung mengacu pada persamaan (Iba *et al.*, 2018) sebagai berikut :

$$DW = \left( \frac{\mu g}{ml} \right) \frac{\text{Berat filter dengan biomassa} - \text{Berat filter}}{\text{Volume sampel}}$$

Penghitungan AFDW dilakukan dengan mengeringkan 10 mL biomassa dalam oven suhu 450 °C selama 5 jam. Nilai AFDW dihitung dengan mengacu pada persamaan Iba *et al.* (2018) sebagai berikut :

$$AFDW = \left( \frac{\mu g}{ml} \right) \frac{\text{Berat filter dengan biomassa} - \text{Berat filter}}{\text{Volume sampel}}$$

Produktivitas biomassa *T. chuii* dihitung mengacu pada Indrayani *et al.* (2021) berikut:

Produktivitas biomassa = berat kering bebas abu  $\times \mu$

Keterangan:

$\mu$  = Laju pertumbuhan spesifik (sel.hari<sup>-1</sup>)

Produktivitas biomassa (g.L<sup>-1</sup>.hari<sup>-1</sup>)

Berat biomassa kering (g)

### Ekstraksi dan Analisis Lipid

Ekstraksi lipid mengikuti metode *Bligh and Dyer* (1959) yang dimodifikasi. Ekstraksi lipid dilakukan

dengan menyaring 10 mL kultur mikroalga menggunakan kertas *Whatman* dengan filter berukuran 25 mm, kemudian dimasukkan ke dalam lemari pendingin. Filter dihancurkan di dalam tabung reaksi sampai diperoleh pasta hijau. Sebanyak 1 mL pelarut {metanol: kloroform: *DI water* dengan perbandingan 2:1:0.8, v/v/v} dimasukkan ke dalam tabung berisi sampel yang telah dihancurkan dan diaduk rata menggunakan batang pengaduk, lalu dipindahkan ke dalam tabung tutup ulir. Sebanyak 2 mL pelarut ditambahkan kembali ke dalam tabung reaksi untuk mencuci dan membersihkan sisa sel lalu memindahkannya ke dalam tabung tutup ulir. Pelarut sebanyak 3.7 mL ditambahkan kembali ke dalam tabung, kemudian tabung ditutup dengan kencang untuk mencegah penguapan. Sampel disentrifugasi pada 3500 rpm selama 10 menit dan supernatant dipindahkan ke dalam tabung berukuran 20 mL dengan tutup sekrup.

Ekstraksi kedua dilakukan dengan menambahkan 5.7 mL pelarut ke dalam pelet, kemudian pelet disuspensi ulang menggunakan *vortex*, lalu disentrifugasi kembali pada kecepatan 3500 rpm selama 10 menit. Hasil supernatant digabungkan dalam tabung berukuran 20 mL pada ekstraksi pertama dan ditambahkan 3 mL *DI water* serta 3 mL *kloroform*, lalu dihomogenkan dengan *vortex*. Sampel disimpan di dalam lemari es pada suhu 4 °C selama 24 jam untuk memisahkan lapisan atas dengan lapisan bawah. Lapisan atas yang telah terpisah diambil dengan menggunakan pipet yang terhubung dengan jarum suntik (sudah di pasteurisasi) dan menguapkan kloroform yang mengandung lipid dibawah aliran gas N<sub>2</sub> murni pada plat pemanas dengan suhu 50 °C sampai benar-benar kering. Setelah penguapan sempurna, vial yang mengandung lipid ditimbang. Perhitungan persentase bobot lipid dilakukan berdasarkan Devita *et al.* (2018), sebagai berikut:

$$\% \text{ yield} = \frac{\text{Massa lipid yang diperoleh}}{\text{Massa mikroalga kering yang digunakan}} \times 100$$

### Analisis Data

Data perubahan kepadatan sel dianalisis dengan *repeated measure analysis of variance* (ANOVA). Data laju pertumbuhan spesifik, produktivitas biomassa dan kandungan lipid mikroalga *T. chuii* yang dikultur menggunakan pH berbeda dianalisis dengan *one way ANOVA* menggunakan SPSS versi 20.0. Hasil yang berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) diuji lanjut dengan *Duncan*. Grafik disajikan dengan aplikasi *Sigma Plot* 14.0.

## HASIL DAN BAHASAN

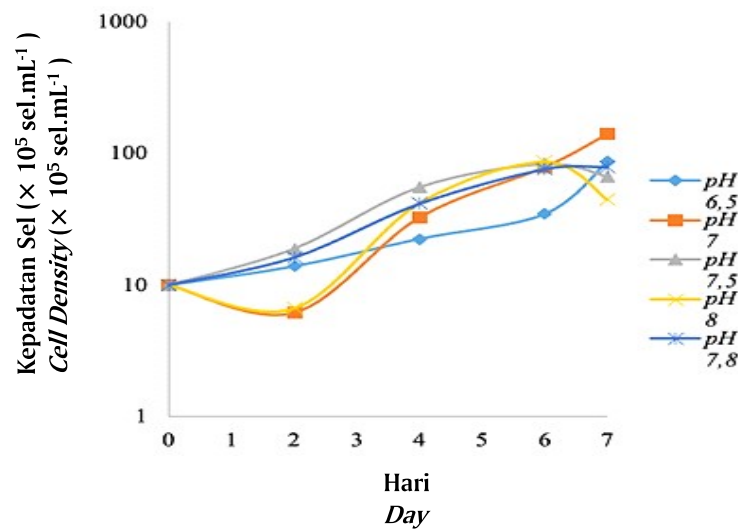
### Kepadatan Sel

Kepadatan sel mikroalga *T. chuii* pada hari ke-7 tertinggi pada perlakuan pH 7 sebesar  $14,07 \times 10^5$  sel.mL<sup>-1</sup> dan terendah pada pH 8 sebesar  $4,45 \times 10^5$

sel.mL<sup>-1</sup> (Gambar 1). Pemeliharaan mikroalga *T. chuii* pada pH berbeda dan umur kultur (hari) memberikan pengaruh yang nyata ( $p < 0,05$ ) pada kepadatan sel. Kepadatan sel mikroalga meningkat seiring dengan peningkatan umur kultur namun dengan jumlah sel yang berbeda, bergantung pada pH media kultur. Pada pH 7 dan 8, kepadatan sel mikroalga mengalami penurunan pada hari ke-2, tetapi mengalami peningkatan pada pH 6.5, 7.5 dan 7.8. Pada hari ke-4 sel mengalami peningkatan dan tertinggi pada perlakuan 7.5. Pada hari ke-6, kepadatan sel mikroalga tertinggi ditemukan pada perlakuan pH 8.

Kepadatan sel yang rendah pada hari ke 2 terjadi karena sel mikroalga mengalami adaptasi terhadap variasi pH yang diberikan dan berangsur-angsur meningkat meskipun pertumbuhan yang ditunjukkan lambat hingga hari ke 4. Semua perlakuan mengalami peningkatan pada hari ke 6. Hal ini menunjukkan mikroalga memasuki fase eksponensial. Pada hari ke-7, sel mikroalga pada perlakuan pH 6.5 dan 7 masih mengalami peningkatan (eksponensial), perlakuan 7.8 memasuki fase stasioner sedangkan pada perlakuan pH 7.5 dan 8 telah memasuki fase kematian (Gambar 1).

Thenu (2018) menyatakan bahwa kepadatan kultur sel mikroalga *Tetraselmis* sp. hari pertama sampai hari ke-4 relatif lambat. Faktor penyebab pertumbuhan lambat karena sel masih dalam fase adaptasi lingkungan kultur sehingga jumlah kepadatan sel yang bertambah relatif lambat. Umur kultur merupakan salah satu faktor yang menentukan lamanya fase adaptasi. Umur kultur digunakan sebagai inokulan seperti yang ditemukan dalam penelitian ini yakni fase adaptasi sel mikroalga berlangsung selama 2 hari. Pada hari ke-2 sampai ke-4, terjadi fase eksponensial sehingga sel mengalami peningkatan. Sel yang relatif cepat ditemukan pada *T. chuii* yang dikultur pada semua variasi pH kecuali pH 6.5 yang baru mengalami fase eksponensial pada hari ke-6 dan ke-7. Hal ini menunjukkan bahwa *T. chuii* memerlukan adaptasi yang cukup lama sampai 6 hari jika dikultur pada pH 6.5 walaupun mampu tumbuh dengan jumlah sel yang lebih banyak pada hari ke-7. Pertumbuhan sel mengalami penurunan akibat kurangnya nutrisi pada media kultur serta dapat disebabkan oleh sel yang mati. Menurut Astri (2008), pertumbuhan sel *Tetraselmis* sp. terjadi dengan pembelahan sel, sehingga populasinya bertambah dan setelah pertumbuhan optimum dicapai, populasinya mengalami penurunan. Perubahan pH yang rendah sampai dengan 6.5 terlihat melambatkan fase pertumbuhan namun kepadatan sel akhir meningkat di akhir periode kultur. Hal ini menunjukkan bahwa pengaplikasian pH rendah dalam kultur mikroalga akan menambah periode kultur walaupun mampu



Gambar 1. Kepadatan sel mikroalga *T. chuii* pada pH berbeda selama periode kultur  
 Figure 1. Cell density of *T. chuii* microalgae at different pH during the culture period

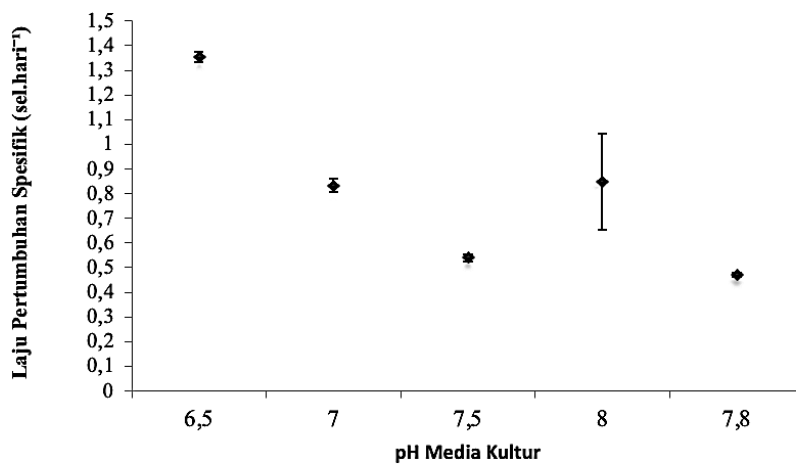
meningkatkan jumlah sel dan produktivitas biomassa.

**Laju Pertumbuhan Spesifik (LPS)**

Laju Pertumbuhan Spesifik (LPS) mikroalga *T. chuii* tertinggi pada pH 8 sebesar 1.28 sel.hari<sup>-1</sup> dan terendah pada pH 6.5 sebesar 0.24 sel.hari<sup>-1</sup> (p<0,05) (Gambar 2). LPS berhubungan dengan kemampuan sel untuk membelah diri

eksponensial.

Pertumbuhan mikroalga *T. chuii* dipengaruhi oleh faktor internal dari mikroalga dalam beradaptasi dengan lingkungan, kecepatan pembelahan sel serta pemanfaatan *nutrient* pada media kultur. Oleh karena itu lingkungan yang optimal yang sesuai dengan



Gambar 2. Laju Pertumbuhan spesifik mikroalga *T. chuii* pada pH berbeda selama periode kultur.  
 Figure 2. Specific growth rate of *T. chuii* microalgae at different pH during the culture period

kebutuhan mikroalga dapat menunjang kecepatan pertumbuhan. Hal ini sebanding dengan pernyataan Putri (2019) dimana nilai pH yang optimum akan mendorong metabolisme dan pertumbuhan kultur mikroalga seperti yang ditemukan pada pH 7 dan 8 dalam penelitian ini. Perubahan pH juga mempengaruhi keadaan klorofil yang berdampak pada kegiatan fotosintesis.

Kondisi pH lingkungan yang optimal akan membantu klorofil menjaga molekulnya dalam keadaan utuh sehingga proses fotosintesis dapat berjalan sempurna. Perubahan pH dapat mempengaruhi metabolisme dan pertumbuhan kultur mikroalga antara lain dengan mengubah keseimbangan karbon anorganik, mengubah ketersediaan nutrisi dan mempengaruhi fisiologi sel. Astri (2008) menyatakan

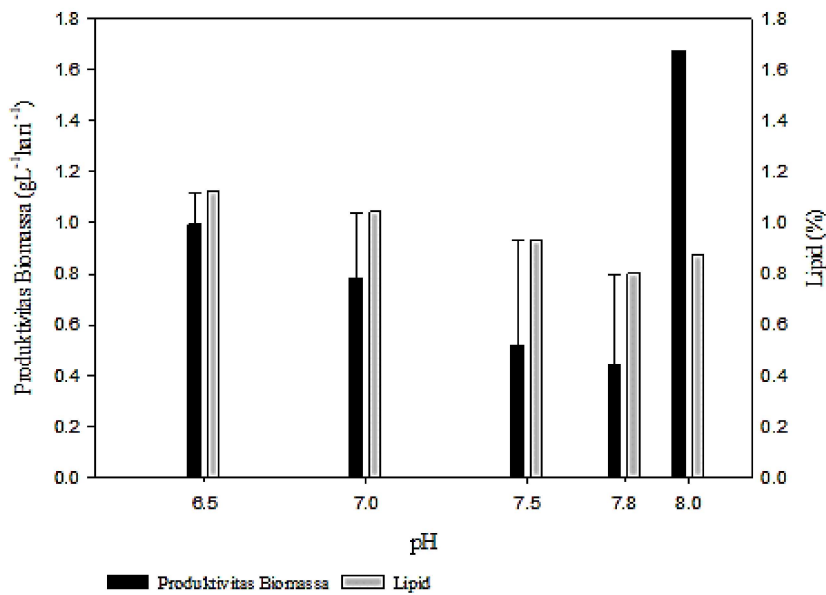
bahwa pertumbuhan *Tetraselmis* sp. terjadi ketika sel-sel membelah sehingga populasinya bertambah jumlahnya dan setelah mencapai pertumbuhan optimal populasinya berkurang. Hal ini disebabkan ketersediaan unsur hara dalam substrat semakin berkurang seiring dengan bertambahnya jumlah sel yang hidup dan mengonsumsi unsur hara. Lamanya fase eksponensial mikroalga bergantung pada ukuran inokulum, laju pertumbuhan, kapasitas lingkungan dalam air dan sistem budidaya mikroalga yang digunakan (Fakhri *et al.*, 2015).

**Produktivitas Biomassa dan Kandungan Lipid Mikroalga *T. chuii***

Produktivitas biomassa mikroalga *T. chuii* menunjukkan nilai tertinggi pada pH 8 sebesar 1.67 g.L<sup>-1</sup>.hari<sup>-1</sup>, yang diikuti dengan pH 6.5 yakni 0.993 g.L<sup>-1</sup>.hari<sup>-1</sup> dan terendah pada pH 7.8 sebesar 0.435 g.L<sup>-1</sup>.hari<sup>-1</sup> (p<0,05). Kandungan lipid mikroalga *T. chuii* tertinggi pada pH 6.5 dan semakin menurun dengan naiknya pH (p<0.05) (Gambar 3). Produktivitas biomassa sangat dipengaruhi oleh pertumbuhan mikroalga yang bergantung terhadap variasi pH yang diamati dalam penelitian ini. Pada pH 6.5, 7.0 dan 8.0 mikroalga dapat beradaptasi dengan baik sehingga menghasilkan pertumbuhan yang optimal serta

biomassa yang tinggi pula jika dibandingkan dengan perlakuan pH 7.5 dan pH alami 7.8.

Sharma *et al.* (2012) menyatakan bahwa dalam kondisi pertumbuhan optimal, mikroalga menghasilkan biomassa dalam jumlah besar tetapi kandungan lipidnya relatif rendah, sedangkan spesies dengan kandungan lipid tinggi cenderung tumbuh lambat atau produktif dengan biomassa rendah (Gambar 3). Sarifah *et al.* (2023) mengemukakan bahwa produksi lipid atau akumulasi simpanan lemak terjadi pada fase stasioner ketika nutrisi penting seperti nitrogen untuk sintesis protein atau produksi biomassa tidak lagi mencukupi atau dalam kondisi stres (Ningsih *et al.*, 2017). Dalam kondisi stres tertentu, mikroalga dirangsang untuk mensintesis lipid lebih banyak dari biasanya, sehingga dapat melindungi diri dan beradaptasi dengan kondisi lingkungan tumbuh. Stress yang diberikan pada penelitian ini merupakan stress lingkungan yang menghasilkan pH yang semakin lama semakin rendah atau tinggi dibandingkan dengan pH habitat aslinya. Pertumbuhan mikroalga *T. chuii* pada berbagai pH yang diujikan dalam penelitian ini masih cukup baik dengan kandungan lipid yang cenderung rendah jika dibandingkan dengan pemberian *stress* salinitas (Iba *et al.*, 2018). Hal ini mengindikasikan bahwa



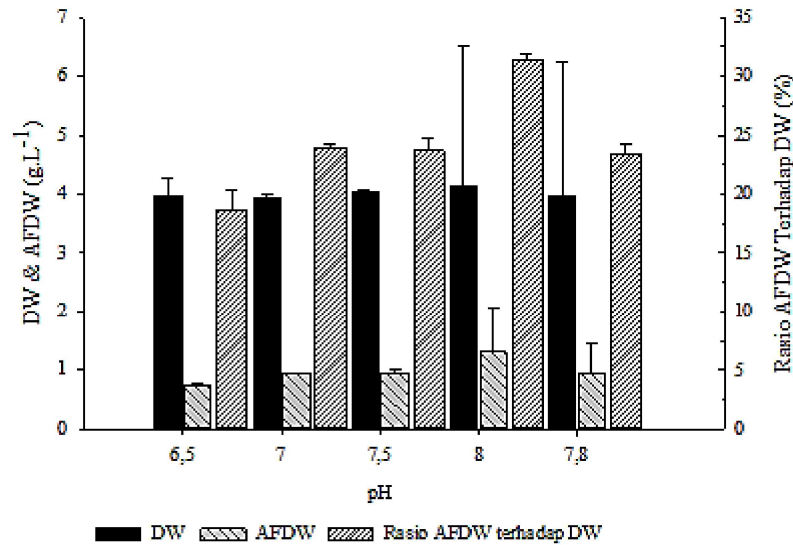
Gambar 3. Produktivitas biomassa dan kandungan lipid mikroalga *T. chuii* pada pH yang berbeda  
 Figure 3. Specific growth rate of *T. chuii* microalgae at different pH during the culture period

*T. chuii* belum berada dalam kondisi *stress* yang berlebihan tetapi masih mampu beradaptasi terhadap penurunan pH dalam media kultur.

**DW, AFDW dan Rasio DW Terhadap AFDW**

Berat kering (*dry weight*/DW) rata-rata mikroalga *T. chuii* cenderung sama pada berbagai pH

kultur (p>0.05). Berat kering bebas abu (*ash free dry weight*/AFDW) rata-rata mikroalga *T. chuii* menunjukkan nilai tertinggi pada pH 8 sebesar 1.30 g.L<sup>-1</sup> dan terendah pada pH 6.5 sebesar 0.73 g.L<sup>-1</sup> (p<0.05). Rasio AFDW terhadap DW rata-rata menunjukkan nilai tertinggi pada pH 8 sebesar 31.47 % dan terendah pada pH 6.5 sebesar 18.70 % (p<0,05) (Gambar 4).



Gambar 4. DW, AFDW dan rasio DW terhadap AFDW mikroalga *T. chuii* pada pH berbeda  
 Figure 4. DW, AFDW and DW to AFDW ratio of *T. chuii* microalgae at different pH

Penelitian ini menunjukkan bahwa semakin basa pH air semakin optimal pertumbuhan mikroalga dengan kandungan bahan organik yang makin tinggi sehingga rasio DW terhadap AFDW juga meningkat pada pH 8. Kemampuan mikroalga untuk mensintesa karbon organik sangat ditentukan oleh pH media kultur. Penelitian oleh Filali *et al.* (2021) menunjukkan bahwa *C. vulgaris* memiliki afinitas yang lebih baik untuk mengasimilasi HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> daripada CO<sub>2</sub>. Dalam lingkungan alkali, kandungan karbon intraseluler lebih tinggi daripada di lingkungan asam (masing-masing 45% dan 48% untuk pH 5 dan 8). Hasil ini menunjukkan bahwa dalam lingkungan alkali, ketika jalur metabolisme utama untuk *carbon concentrating mechanisms* (CCMs) menggunakan transpor aktif HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, asimilasi karbon lebih tinggi pada pH yang lebih rendah, sehingga sumber karbon dialihkan ke sintesis protein. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa mikroalga tumbuh dengan optimal pada pH 7.0-7.6. Kondisi pH yang rendah dapat menghambat pertumbuhan mikroalga karena beberapa alasan, yaitu dengan mendenaturasi aktivitas enzimatis terutama enzim proteolitik, membatasi motilitas sel alga atau membatasi fotosintesis, mengurangi total akumulasi karbon dan pelepasan oksigen (Filali *et al.*, 2021).

#### KESIMPULAN

Variasi pH menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan kandungan lipid pada mikroalga *T. chuii* dan memberikan pengaruh signifikan berbeda terhadap kepadatan sel, laju pertumbuhan spesifik, produktivitas biomassa dan kandungan lipid mikroalga *T. chuii*. Penurunan pH kultur sampai dengan 6.5 tidak memicu *stress* yang

berkepanjangan terhadap *T. chuii* namun mengubah pola pertumbuhan dengan melambatkan fase eksponensial sampai hari ke-6. Pertumbuhan terbaik *T. chuii* yang dikultur dalam media f/2 ditemukan pada pH 8 dengan nilai produktivitas biomassa adalah 1.67 g.L<sup>-1</sup>.hari<sup>-1</sup> sedangkan produksi lipid terbaik ditemukan pada pH 6.5 dan 7.0 dengan nilai berturut-turut adalah 1.12 dan 1.04 %. sehingga kultur *T. chuii* dalam *hatchery* budidaya ikan sebaiknya dilakukan pada pH 7-8 atau paling rendah pada pH 6.5.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Tim Penelitian Mikroalga Universitas Halu Oleo dari Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) dan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK) Universitas Halu Oleo (UHO) terutama kepada Sendry Yosalina, Sardin dan Rahma Muthmainah Azzam.

#### DAFTAR ACUAN

- Astri. (2008). Pemanfaatan Fitoplankton *Nannochloropsis salina* Sebagai Penjerap Logam Berat Pb. *Skripsi*. Universitas Hsanuddin. Makassar.
- Bligh, E.G., & Dyer, W.J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can J. Biochem Physiol*, 37 (8): 911-7.
- Camacho-Rodríguez, J., M.C. Cerón-García, C.V. González-López, J.M. Fernández-Sevilla, A. Contreras-Gómez, & E. Molina-Grima. (2013). A low-cost culture medium for the production of *Nannochloropsis gaditana* biomass optimized for aquaculture. *Bioresource Technology*, 144: 57-66.

- Caporgno M.P., Mathys A. (2018). Trends in Microalgae Incorporation into Innovative Food Products with Potential Health Benefits. *Front. Nutr.* 5:58. doi: 10.3389/fnut.2018.00058.
- Costa, M. A., Marisa, L., and Silvio, J. (2004). Urban secondary sewage: an alternative medium for the culture of *Tetraselmis chuii* (Prasinophyceae) and *Dunaliella viridis* (Chlorophyceae). *Brazilian Archives of Biology and Technology: Brazil*. 11 p.
- Devita, I., Isnaini, & Gusti, D. (2018). Kultivasi mikroalga *Chaetoceros* sp. dan *Spirulina* sp. untuk potensi biodiesel. *Maspari Jurnal*, 10 (2): 123-130.
- Fakhri, M., Arifin, N.B., Budianto, B., Yuniarti, A., & Hariati, A.M. (2015). Effect of salinity and photoperiod on growth of microalgae *Nannochloropsis* sp. and *T. chui*. *Nature Environment and Pollution Technology*, 14 (3): 563-566.
- Filali, R., Tian, H., Micheils, E., & Taidi, B. (2021). Evaluation of the Growth Performance of Microalgae Based on Fine pH Changes. *Austin J Biotechnol Bioeng*, 8 (1): 1109.
- Fitriani, Fendi, & Rochmady. (2017). Pengaruh pemberian pupuk anorganik (NPK+Silikat) dengan dosis berbeda terhadap kepadatan *Skeletonemacostatum* pada pembenihan udang windu. *Jurnal Akuakultur, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*, 1(1): 11-18.
- Freire, I., Cortina-Burgueño, A., Grillea, P., Arizcun, M.A. Abellán, E., Segura, M., Sousa, F.W., & Otero, A. (2016). *Nannochloropsis limnetica*: A freshwater microalga for marine aquaculture. *Aquaculture*, 459:124-130.
- Guillard, R.R.L. and Ryther, J.H. (1962). Studies of marine planktonic diatoms. I. *Cyclotella nana* Hustedt and *Detonula confervacea* Cleve. *Can. J. Microbiol.* 8: 229- 239
- Haddout, S., Priya, K. L., Hogueane, A. M., Casila, J.C.C., & Ljubenkov, I. (2022). Relationship of salinity, temperature, pH, and transparency to dissolved oxygen in the Bouregreg estuary (Morocco): First results. *Water Practice & Technology*, 17 (12):2654. doi: 10.2166/wpt.2022.144.
- Hermawan, L. S. (2016). Pertumbuhan dan kandungan nutrisi *T. chui* yang diisolasi dari lumpur mangrove center pada kultur skala laboratorium dengan pupuk pro analisis dan pupuk urea dengan dosis berbeda. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Lampung. Lampung.
- Iba, W., Azam, R.M., Kurniaji, A. (2023). Bioteknologi Mikroalga. Universitas Halu Oleo Press. Kendari. 128 hal.
- Iba, W., Balubi, A.M., Martin, L., Rice, M.A., & Wikfors, G.H. (2023). Salinity Effects on Growth and Nutritional Content of Newly Isolated Microalgal with Potential Use in the Shrimp-Hatcheries. *Aquacultura Indonesiana*, 24(1): 9-19.
- Iba, W., Utami, C., & Balubi, A.M. (2019). The growth of *Chlorella vulgaris* cultured in liquid organic fertilizer of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) at different salinities, Indonesia. *Aquacultura Indonesiana*, 20(2): 61-70.
- Iba, W., Rice, M. A., Maranda, L., & Wikfors, G. H. (2018). Growth Characteristics of Newly Isolated Indonesian Microalgae Under Different Salinity. *Indonesian Aquaculture Journal*, 13(2): 71–81.
- Iba, W., Rice, M.A., Wikfors, G.H. (2014). Microalgae in Eastern Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931) hatcheries: A Review on Roles and Culture Environments. *Asian Fisheries Science*, 27: 212-233
- Indrayani, I., Haslianti, H., Asmariani, A., Muskita, W.H., Ardiansyah, Herlan, H. 2021. Growth and lipid production of a newly isolated microalga *Nannochloropsis* sp. UHO3 at increasing salinity. *AACL Bioflux*, 14 (2): 1126-1137
- Kurnia, I. (2016). Optimalisasi pertumbuhan dan hidrolisis lignoselulosa dari mikroalga *Chlorella vulgaris* untuk meningkatkan kadar glukosa sebagai bahan baku bioethanol. *Skripsi*. Universitas Andalas. Padang.
- NCMA. (2023). f2 Medium. National Center for Marine Algae and Microbiota. 2p. [https://ncma.bigelow.org/PDF%20Files/NCMA%20algal%20medium%20f\\_2.pdf](https://ncma.bigelow.org/PDF%20Files/NCMA%20algal%20medium%20f_2.pdf). Diakses tanggal 24 November 2023.
- Ningsih, D.R., Widiastuti, E.L., Murwani, S., & Tugiono. (2017). Kadar lipid tiga jenis mikroalga pada salinitas yang berbeda. *Jurnal Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati*, 4(1): 23-29.
- Paterson, S., Gómez-Cortés, P., de la Fuente, M.A., & Hernández-Ledesma, B. (2023). Bioactivity and Digestibility of Microalgae *Tetraselmis* sp. and *Nannochloropsis* sp. as Basis of Their Potential as Novel Functional Foods. *Nutrients*, 15, 477. <https://doi.org/10.3390/nu15020477>.
- Patrinou, V., Daskalaki, A., Kampantais, D., Kanakis, D.C., Economou, C.N., Bokas, D., Kotzamanis, Y., Aggelis, G., Vayenas, D.V., & Tekerlekopoulou, A.G. (2022). Optimization of Cultivation Conditions for *Tetraselmis striata* and Biomass Quality Evaluation for Fish Feed Production. *Water*: 14, 3162. <https://doi.org/10.3390/w14193162>.
- Putri, B., Vickry, A.H., & Maharani, H.W. (2013). Pemanfaatan air kelapa sebagai pengkaya media pertumbuhan mikroalga *Tetraselmis* sp. *Prosiding Seminar*. Lampung, Indonesia: *Fakultas Matematika*



- dan IPA, Universitas Lampung.
- Putri, D.L. (2019). Optimasi pH pertumbuhan mikroalga *Spirulina* sp. menggunakan air laut yang diperkaya media walne. *Skripsi*. Universitas Sanata Dharma.
- Sarifah, S., Iba, W., Zaeni, A. (2023). Pertumbuhan Dan Kandungan Lipid Mikroalga Yang Dikultur Menggunakan Pupuk Walne Dan Ekstraksi Menggunakan Metode Microwave Assisted Extraction Sebagai Bahan Baku Biofuel Yang Berkelanjutan. *The Journalish: Social and Government*, 4(5), 138-153. <https://doi.org/10.55314/tsg.v4i5.605>
- Sharma, K.K., H. Schuhmann, & P.M. Schenk. (2012). High lipid induction in microalgae for biodiesel production. *J. Energies*, 5:1532- 1553.
- Sirakov, I., K. Velichkova, S. Stoyanova & Y. Staykov. (2015). The importance of microalgae for aquaculture industry. Review. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 2(4): 81-84.
- Thenun, N. W. (2018). Penggunaan Morfometrik Fitoplankton (*Tetraselmis* sp.) Sebagai Biomarker Pencemaran Logam Timbel (Pb). *Skripsi*. Universitas Hasanuddin. Makassar
- Wulandari, R., Dharma, A., & Syafrizayanti. (2019). Pengaruh pemberian variasi pH terhadap produksi trigliserida total dan komposisi asam lemak dari *Chlorella vulgaris* air tawar. *Jurnal Riset Kimia*, 10 (2): 66-74.
- Yaakob, Z., E. Ali, A. Zainal, M. Mohamad & M.S. Takriff. (2014). An overview: biomolecules from microalgae for animal feed and aquaculture. *Journal of Biological Research*, 21: 1-10.
- Yu, H., Kim, J., Rhee, C., Shin, J., Shin, S.G., & Lee, C. (2022). Effects of Different pH Control Strategies on Microalgae Cultivation and Nutrient Removal from Anaerobic Digestion Effluent. *Microorganisms*, 10:357. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10020357>