

## EVALUASI PEMANFAATAN LIMBAH CAIR TAHU TERFERMENTASI SEBAGAI MEDIA KULTIVASI *Chlorella sp*

Siti Nur Rohmah<sup>1</sup>, Mochammad Riziq Imanulhaq<sup>1</sup>, Diani Aulia<sup>1</sup>, Muhammad Reza Putra Irawan<sup>1</sup>, Misbakhul Ikhwan<sup>1</sup>, Burhanudin Abdullah<sup>1</sup>, Tohap Simangungsong<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Akuakuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman, Banyumas, Indonesia

\*Korespondensi: siti.rohmah006@mhs.unsoed.ac.id

### Abstrak

Limbah cair tahu merupakan salah satu limbah organik yang berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi alternatif dalam kultivasi mikroalga, termasuk *Chlorella sp.*, Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pemanfaatan limbah cair tahu terfermentasi sebagai media kultivasi *Chlorella sp.*, dengan membandingkan laju pertumbuhan pada beberapa konsentrasi perlakuan (15, 20, dan 25 mg/L) serta dua kontrol, yaitu limbah non-fermentasi dan pupuk komersial NPK. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga ulangan dan dilakukan selama 14 hari. Parameter yang diamati meliputi kepadatan sel harian serta kualitas air (pH dan suhu). Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh perlakuan, termasuk kontrol, menghasilkan pola pertumbuhan yang relatif serupa dengan puncak kepadatan terjadi pada hari ke-9 hingga ke-10. Berdasarkan uji Kruskal–Wallis, tidak terdapat perbedaan nyata antar perlakuan ( $p > 0,05$ ), yang mengindikasikan bahwa variasi konsentrasi limbah cair tahu terfermentasi dalam kisaran 15–25 mg/L belum memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan *Chlorella sp.*, Kualitas air selama pemeliharaan berada pada kisaran optimal, dengan suhu 25,2–26,0 °C dan pH 8,6–9,3. Penelitian ini menunjukkan bahwa limbah cair tahu terfermentasi memiliki potensi sebagai media alternatif kultivasi mikroalga, namun diperlukan optimasi konsentrasi atau modifikasi perlakuan untuk memperoleh peningkatan pertumbuhan yang signifikan.

**Kata kunci:** *Chlorella sp.*, fermentasi, kultur mikroalga, limbah cair tahu, pertumbuhan

### Abstract

*Fermented tofu wastewater is one type of organic waste that has the potential to be used as an alternative nutrient source in microalgae cultures, including Chlorella sp.. This study aims to evaluate the use of fermented tofu wastewater as a culture medium for Chlorella sp., by comparing the growth rate at several treatment concentrations (15, 20, and 25 mg/L) and two controls, namely non-fermented wastewater and commercial NPK fertilizer. The study used a completely randomized design (CRD) with three replicates and was conducted over 14 days. The parameters observed included daily cell density and water quality (pH and temperature). The results showed that all treatments, including the controls, produced relatively similar growth patterns, with peak density occurring on days 9 to 10. Based on the Kruskal–Wallis test, there were no significant differences between treatments ( $p > 0.05$ ), indicating that variations in fermented tofu liquid waste concentration in the range of 15–25 mg/L did not have a significant effect on the growth of Chlorella sp.. Water quality during maintenance was within the optimal range, with a temperature of 25.2–26.0 °C and a pH of 8.6–9.3. These findings indicate that fermented tofu liquid waste has the potential as an alternative medium for microalgae culture, but optimization of the concentration or modification of the treatment is needed to obtain a significant increase in growth.*

**Keywords:** *Chlorella sp.*, fermentation, microalgae culture, tofu wastewater, growth

## 1. PENDAHULUAN

Pencemaran lingkungan adalah proses terjadinya perubahan tatanan lingkungan yang disebabkan oleh manusia ataupun proses aktivitas alam lainnya. Hal ini mengakibatkan adanya penurunan kualitas lingkungan ke tingkat tertentu sehingga fungsi lingkungan berubah (Oktarina *et al.*, 2021). Khususnya limbah cair tahu, cukup menjadi ancaman yang serius bagi ekosistem akuatik karena kandungan bahan organik, nitrogen, dan fosfor yang sangat tinggi

(COD dan BOD tinggi). Jika langsung dibuang ke alam tanpa pengolahan, limbah ini mampu memicu peristiwa eutrofikasi yang menurunkan kadar oksigen dalam perairan dan mengancam biota air (Li *et al.*, 2022; Oktarina *et al.*, 2021). Di sisi lain, Upaya remediasi konvensional seringkali membutuhkan biaya operasional yang mahal. Oleh karena itu penggunaan mikroalga seperti *Chlorella* sp., muncul sebagai solusi strategis karena kemampuannya dalam bioremediasi sekaligus memproduksi biomassa bernilai ekonomi tinggi (Chaudhary, 2011)

*Chlorella* sp., termasuk mikroalga yang bisa hidup dan berkembang pada lingkungan yang tercemar dan dapat memakai logam berat sebagai logam esensial untuk metabolisme sehingga memiliki potensi sebagai agen bioremediator pada lingkungan yang tercemar. Namun, tantangan utama dalam kultivasi mikroalga skala luas adalah tingginya biaya media pertumbuhan sintetik. Penggunaan pupuk komersial NPK memang mampu memacu pertumbuhan, namun penggunaan tidak terkontrol justru menjadi ancaman dan beresiko menyebabkan pencemaran sekunder dan meningkatkan biaya produksi (Olszewski *et al.*, 2020). Hal ini menuntut adanya inovasi media alternatif yang lebih murah dan ramah lingkungan.

Beberapa penelitian terdahulu, seperti penelitian dari Muria *et al.*, (2023) yang melakukan kultivasi *Chlorella* sp., dengan limbah tahu menggunakan metode *fedbatch*. Penelitian dari Munir, Hariyati, and Wiryani (2017) yang melakukan kultivasi *Chlorella* sp., skala laboratorium menggunakan limbah cair tahu. Pada penelitian Faturrahman *et al.*, (2025) menyatakan bahwa penggunaan konsorsium antara dua jenis mikroalga *Chlorella* sp., untuk mengatasi limbah POME kelapa sawit memiliki efektivitas penghilangan kontaminan mencapai 95,6%. Peningkatan kinerja ini umumnya disebabkan oleh adanya sinergi metabolis antar-spesies mikroalga. Dalam konteks budidaya penelitian dari Pratiwi and Arfiati (2021) menyatakan bahwa *Chlorella* sp., yang ditebar dengan kepadatan 106 sel/ml atau 55.5 ml/L dengan konsorsium bakteri mampu mengurangi limbah budidaya pada tambak udang. Meskipun demikian, optimasi pemanfaatan limbah cair tahu yang terfermentasi sebagai sumber nutrisi tunggal maupun suplemen masih memerlukan kajian yang mendalam. Proses fermentasi limbah organik diketahui dapat menyederhanakan senyawa kompleks menjadi unsur hara yang lebih mudah diserap oleh mikroalga (*bioavailable*).

Penelitian mengenai kultivasi *Chlorella* sp., dengan menggunakan pupuk dari limbah cair tahu dilakukan dengan memperhatikan beberapa parameter dan aspek penting. Untuk menentukan komposisi media pertumbuhan yang tidak hanya murah (*low-cost*) tetapi juga mampu mengatasi permasalahan limbah secara simultan (*waste to resource*). Meskipun penelitian

terdahulu telah mengeksplorasi penggunaan limbah tahu mentah (Muria *et al.*, 2023) dan konsorsium mikroalga (Faturrahman *et al.*, 2025), masih terdapat celah penelitian mengenai optimalisasi limbah cair tahu melalui proses fermentasi sebelum digunakan sebagai media kultur. Proses fermentasi diduga mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara melalui dekomposisi senyawa organik kompleks menjadi bentuk yang lebih mudah diserap oleh *Chlorella* sp., sehingga diharapkan mampu meminimalisir penggunaan pupuk kimia anorganik yang bersiko bagi lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi secara komprehensif pemanfaatan limbah cair tahu terfermentasi sebagai media kultivasi alternatif bagi *Chlorella* sp., evaluasi dilakukan dengan menganalisis laju pertumbuhan dan dibandingkan dengan media kontrol standar. Penelitian ini juga berpotensi untuk mengoptimalkan rasio pertumbuhan mikroalga dengan efisiensi penyisihan polutan. Hasil penelitian diharapkan memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan teknologi bioremediasi yang berkelanjutan, sekaligus penyelesaian masalah bagi industri tahu agar mampu mengelola limbahnya menjadi produk biomassa bernilai tambah (Nurherdiana *et al.*, 2025)

## 2. BAHAN DAN METODE

### 2.1. ALAT DAN BAHAN

Alat yang digunakan dalam penelitian ini toples bening sebagai wadah untuk kultivasi *Chorellas* p., satu set aerator untuk *supply* oksigen dan mengaduk *Chorella* sp., agar tidak menumpuk di dasar wadah pemeliharaan, lampu sebagai sumber cahaya dan membantu proses fotosintesis pada *Chorella* sp., adapun alat tambahan lainnya berupa *haemocytometer* untuk mengukur kepadatan *Chorella* sp., spuit dan botol sample menunjang dalam proses perhitungan kepadatan *Chorella* sp., yang berfungsi sebagai wadah sample. Kemudian bahan yang utama digunakan adalah *Chorella* sp., sebagai objek yang diteliti, limbah cair tahu sebagai pupuk alternatif, em4 sebagai bahan fermentor untuk limbah cair tahu, serta aquades untuk mengaktifkan bakteri baik dalam em4, NaOCl serta  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  untuk sterilisasi air dan pupuk NPK sebagai control dalam penelitian.

### 2.2. METODE

Wadah yang digunakan dalam proses penelitian adalah toples berebentuk bulat dengan volume 2000L, terlebih dahulu dilakukann pencucian dengan sabun kemudian air disetrlisasi menggunakan menggunakan NaOCl (*natrium hipoklorit*) sebanyak 6 ml selama semalan dan penambahan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (*natrium tiosulfat*) sebanyak.7,5 ml kemudian diberikan aerasi. Ukuran

ini diaplikasikan pada air sebanyak 15 liter dan dibiarkan selama 3 hari. Fermentasi limbah tahu dilakukan dengan mengaktivasi em4 menggunakan aquades. Menurut Sutrisno *et al* (2015) hal ini berfungsi untuk mengaktivasi mikroba yang ada dalam em4 yang tadinya dorman menjadi aktif kembali dengan menggunakan perbandingan 1:20. Yaitu em4 sebanyak 32,4 ml dan akuades sebanyak 615,6 ml yang kemudian didiamkan selama 5-7 hari pada suhu ruang. Setelah proses aktivasi selesai dilakukan fermentasi limbah cair tahu dengan menambahkan em4 dengan perbandingan 1:20 sebanyak 648 ml dan 12.312 ml limbah cair tahu yang kemudian di fermentasi secara anaerob di suhu ruang. Bibit *Chorella* sp., sebagai stok diperoleh dari pengkultivasi lokal. Kultivasi stok *Chorella* sp., dihitung menggunakan mikroskop untuk diketahui kepadatannya, tiap-tiap wadah ditebar sebanyak 25ml. menggunakan rumus dari (Wahyuni *et al.*, 2019).

$$V1 = \frac{V2 \times N2}{N1} \quad (1)$$

Keterangan:

V1 : Volume inokulum yang digunakan (ml)

N1 : Kepadatan sel inokulum awal (sel/ml)

V2 : Volume media kultivasi yang diinginkan(ml)

N2 : Kepadatan inokulum yang diinginkan(sel/ml)

### 2.3. RANCANGAN PERCOBAAN

Rancangan penelitian ini yaitu dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan konsentrasi limbah cair tahu hasil fermentasi sebanyak 3 kali pengulangan dengan penambahan 2 kontrol yaitu kontrol positif penambahan pupuk NPK dan kontrol negatif dengan penambahan pupuk limbah cair tahu tanpa fermentasi. Penelitian ini menggunakan volume air sebanyak 1500 ml dengan penentuan perlakuan media kultivasi yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Perlakuan P1 = 15 ml/l fermentasi limbah cair tahu
- Perlakuan P2 = 20 ml/l fermentasi limbah cair tahu
- Perlakuan P3 = 25 ml/l fermentasi limbah cair tahu
- Perlakuan K+ = 15 ml/l limbah cair tahu non fermentasi (Kontrol negatif)
- Perlakuan K- = 15 ml/l Pupuk komersil NPK (Kontrol Positif)

### 2.4. PERHITUNGAN KEPADATAN *Chorella* sp

Pengamatan populasi *Chorella* sp., Dilakukan pada hari ke-1 setelah penebaran awal dan diamati setiap hari menggunakan rumus dari (Raya, 2018)

$$N = \frac{(Na+Nb)}{2} \times \frac{1}{0,02} \times 10^3 \text{ mm}^3/\text{ml} \quad (2)$$

Keterangan:

N : Kepadatan sel

Na = Jumlah sel pada kotak atas *haemocytometer*

Nb = Jumlah sel pada kotak bawah *haemocytometer*

Perhitungan kepadatan dilakukan setiap hari dari hari ke-0 sampai hari ke-14. Perhitungan kepadatan dilakukan secara manual dibawah mikroskop dengan *haemocytometer* dan *handcounter*.

## 2.5. PENGUKURAN PARAMETER KUALITAS AIR

Pengelolaan parameter kualitas air dilakukan setiap hari yakni pada saat siang hari selama penelitian yang bertujuan untuk menjaga pertumbuhan *Chorella* sp., dan mengetahui perubahan yang terjadi pada media kultivasi *Chorella* sp., Parameter yang diukur adalah pH dan suhu.

## 2.6. WAKTU PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Jenderal Soedirman pada tanggal Agustus – 12 September di laboratorium manajemen kualitas air Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan.

## 2.7. ANALISIS DATA

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan uji non parametrik yaitu Kruskal Wallis.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. ANALISIS STATISTIK PERTUMBUHAN *CHLORELLA* SP., SELAMA KULTIVASI

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap rata-rata pola puncak *Chlorella* sp., pada berbagai perlakuan, diketahui bahwa seluruh perlakuan menunjukkan nilai pertumbuhan yang relatif serupa. Perlakuan kontrol negatif (K-) memiliki rata-rata pola puncak sebesar  $50.841,67 \pm 24.720,47$  Ind/mL, sedangkan kontrol positif (K+) menunjukkan nilai  $56.900,00 \pm 14.974,17$  Ind/mL. Perlakuan dengan limbah cair tahu pada masing-masing konsentrasi 15 mL, 20 mL, dan 25 mL (P1, P2, dan P3) juga memperlihatkan kisaran nilai yang tidak berbeda jauh, yaitu masing-masing  $49.708,33 \pm 9.129,50$  Ind/mL untuk P1,  $45.316,67 \pm 25.543,74$  Ind/mL untuk P2, dan  $64.850,00 \pm 11.410,06$  Ind/mL untuk P3.

Masing-masing memiliki pola puncak antara hari ke 9 dan 10. Perlakuan K- atau sebagai kontrol negatif memiliki rata-rata pola puncak di hari ke 10 dengan nilai rata-rata

50.841,67Ind/mL. Perlakuan K+, P1, P2, dan P3 memiliki rata-rata puncak di hari ke-9 dengan nilai rata-rata 56.900,00, untuk P1 49.708,33, P2 45.316,67 dan P3 64.850,00. Pola puncak atau fase eksponensial (*Log fase*) terjadi ketika komposisi nutrisi medium dan kondisi lingkungan sesuai bagi pertumbuhan mikroalga sehingga pertumbuhan dan pembelahan berlangsung dengan cepat (Muria *et al.*, 2023). Hal ini didukung oleh pendapat dari Munir *et al.*, (2017). *Chlorella* sp., tumbuh pada media yang mengandung cukup unsur hara, seperti nitrogen, fosfor dan kalium. Limbah cair tahu mempunyai peluang sebagai pupuk media alternatif untuk menumbuhkan mikroalga karena mengandung bahan anorganik seperti nitrogen, fosfor dan kalium. Bahan anorganik ini berasal dari protein, karbohidrat, dan lemak. Bahan organik tersebut dapat terdegradasi dan teroksidasi menjadi bahan anorganik.

**Tabel 1.** Nilai rata-rata dan standar deviasi setiap perlakuan

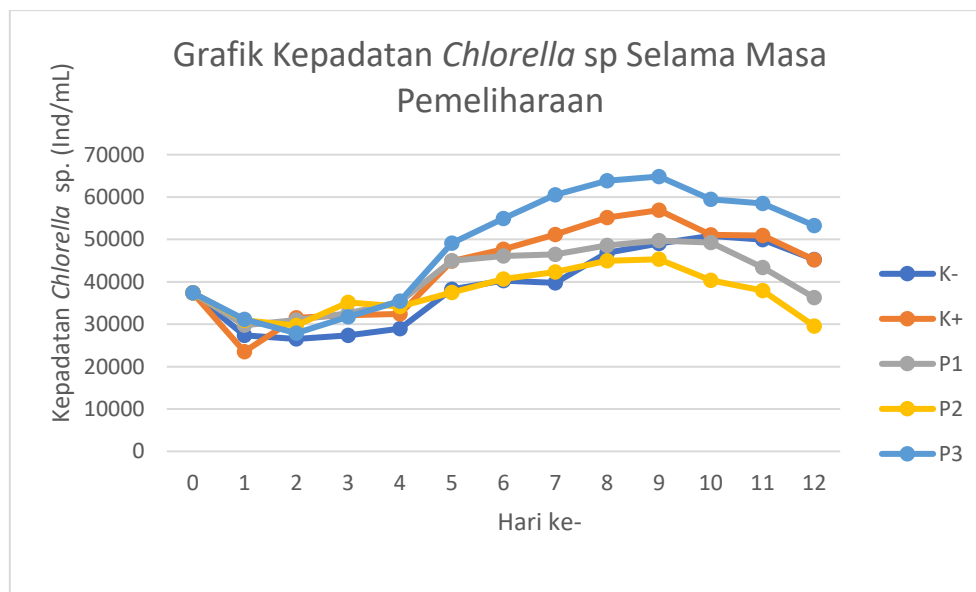
No	Perlakuan	Rerata pola puncak (Ind/mL)
1	K-	50841.67 ± 24720.47 <sup>a</sup>
2	K+	56900.00 ± 14974.17 <sup>a</sup>
3	P1	49708.33 ± 9129.50 <sup>a</sup>
4	P2	45316.67 ± 25543.74 <sup>a</sup>
5	P3	64850.00 ± 11410.06 <sup>a</sup>

Berdasarkan hasil uji statistik Kruskal–Wallis, diketahui bahwa tidak terdapat perbedaan nyata antar seluruh perlakuan, baik kontrol negatif, kontrol positif (NPK), maupun perlakuan limbah cair tahu difermentasi pada berbagai konsentrasi. Ketidak signifikanan ini menunjukkan bahwa penambahan limbah cair tahu, baik difermentasi maupun tidak, tidak memberikan pengaruh yang cukup kuat dalam meningkatkan kepadatan sel *Chlorella* sp., dibandingkan kontrol. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Pertama, kandungan nutrisi pada limbah cair tahu yang digunakan kemungkinan berada pada kisaran yang masih dapat disubstitusi secara alami oleh mikroalga melalui mekanisme mixotrofiknya, sehingga pertumbuhan tetap stabil pada seluruh perlakuan. Menurut Munir *et al.* (2017), *Chlorella* sp., mampu memanfaatkan sumber nutrisi organik dan anorganik pada limbah tahu dalam kisaran yang cukup luas, sehingga perbedaan konsentrasi tidak selalu menghasilkan respons pertumbuhan yang berbeda secara signifikan.

### 3.2. ANALISIS KEPADATAN *Chlorella* sp., SELAMA KULTIVASI

Grafik kepadatan *Chlorella* sp., menunjukkan fase-fase yang dilewati oleh *Chlorella* sp., untuk mencapai fase eksponensial. Fase-fase tersebut terjadi selama pemeliharaan. Fase pertama

merupakan fase penyesuain mikroalga dengan lingkungannya atau disebut fase lag (Hakim *et al.*, 2024) yang terjadi pada hari ke-0 sampai hari ke-4 setelah kultivan diberikan limbah cair tahu yang telah difermentasi menggunakan em4. Lamanya fase lag bergantung pada jumlah dan umur inokulum. Pada hari ke-5 sampai hari ke-10 terjadi peningkatan pertumbuhan yang signifikan dari masing-masing perlakuan karena *Chlorella* sp., telah menyesuaikan dengan lingkungannya dan memanfaatkan unsur hara yang terkandung dalam limbah cair tahu untuk melakukan pembelahan sel. Hari ke-11 dan hari ke-12 terjadi penurunan jumlah kepadatan karena pertumbuhan *Chlorella* sp., berlangsung secara *mixotropik* yaitu ketika mikroalga tumbuh memanfaatkan sumber karbon organik dan CO<sub>2</sub>. Glukosa, asetat serta gliserol yang dimanfaatkan sebagai energi (Safitri *et al.*, 2023). Ketika unsur organik berkurang maka *Chlorella* sp., akan mengalami penurunan jumlah kepadatan. Menurut Chamidah *et al.*, (2025) kemampuan mikroalga untuk tumbuh pada media limbah cair tahu dipengaruhi oleh konsentrasi nutrisi. Ketika nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan mikroalga tidak tersedia atau jumlah limbah terlalu tinggi, maka akan menghambat pertumbuhan mikroalga bahkan dapat beracun atau mematikan mikroalga.



**Gambar 1.** Grafik Kepadatan *Chlorella* sp., Selama Kultivasi

Keterangan:

K- = 15 mg/L Limbah cair tahu yang tidak terfermentasi (Kontrol negative)

K+ = 15 mg/L Pupuk NPK (Kontrol positif)

P1 = 15 mg/L Limbah cair tahu terfermentasi

P2 = 20 mg/L Limbah cair tahu terfermentasi

P3 = 25 mg/L Limbah cair tahu terfermentasi

Proses fermentasi menggunakan EM4 berpotensi mempercepat dekomposisi bahan organik menjadi bentuk yang lebih sederhana, namun hasilnya tidak selalu meningkatkan efektivitas nutrisi secara signifikan apabila kandungan awal limbah sudah mencukupi untuk pertumbuhan mikroalga. Telaumbanua *et al.*, (2023) menyatakan bahwa fermentasi hanya meningkatkan ketersediaan nutrisi apabila bahan organik awal memiliki kompleksitas tinggi. Perbedaan konsentrasi (15–25 ml/L) kemungkinan belum memenuhi kebutuhan nutrisi yang kontras sehingga tidak memunculkan variasi pertumbuhan yang signifikan.

### 3.3. PENGAMATAN KUALITAS AIR SELAMA KULTIVASI

Pengukuran kualitas air memperhatikan 2 parameter yaitu suhu dan pH keduanya berperan penting dalam menciptakan lingkungan yang optimal bagi perkembangan mikroalga.

**Table 2.** Kualitas air selama pemeliharaan

Kualitas air	Kisaran hasil pengukuran					Kisaran optimal (Boroh <i>et al.</i> , 2019)
	K-	K+	P1	P2	P3	
pH	9,3	8,6	9,3	9,2	9,25	6-9
Suhu	25,2	25,9	26,0	25,6	26,0	24-34

pH dan suhu yang relatif stabil dan masih berada pada kisaran optimal untuk pertumbuhan *Chlorella* sp.. Nilai pH yang berada pada kisaran 8,6–9,3 masih mendukung aktivitas enzimatik dan proses fotosintesis mikroalga (Simatupang *et al.*, 2022), sehingga kondisi lingkungan yang optimal berpotensi mengurangi efek perlakuan terhadap pertumbuhan. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa limbah cair tahu, baik difermentasi maupun tidak, memiliki potensi sebagai media alternatif, namun dosis antara 15–25 mg/L tidak menunjukkan keunggulan yang signifikan dibandingkan kontrol maupun pupuk komersial NPK.

Pengukuran suhu pada 5 perlakuan *Chlorella* sp., selama 14 hari menunjukkan rata-rata 25,2–26,0 °C. Suhu ini termasuk kisaran optimal untuk pertumbuhan *Chlorella* sp., (Boroh *et al.*, 2019). Suhu yang stabil dan pencahayaan yang cukup menciptakan lingkungan yang kondusif untuk melakukan fotosintesis. Proses fotosintesis ini tidak hanya menghasilkan biomassa, tetapi juga mempengaruhi metabolisme seluler, termasuk peningkatan ekskresi (Taradifa, Hasibuan, & Syafriadiman 2022). Pada penelitian membuktikan bahwa *Chlorella* sp., tidak bertahan hidup pada suhu 40 °C, tetapi tumbuh optimal pada kisaran suhu 25 – 30°C (Aprilliyanti *et al.*, 2016). Pada proses kultivasi yang dilakukan parameter suhu masih dalam kategori normal.

Nilai kisaran optimal pH yang tercantum dalam tabel menunjukkan dari seluruh perlakuan dalam kondisi basa (alkalin). Nilai pH yang tinggi diakibatkan oleh penggunaan pupuk cair limbah tahu, yang umumnya mengandung senyawa organik serta anorganik. Selama proses biodegradasi dan mineralisasi limbah oleh mikroorganisme termasuk *Chlorella* sp., serta proses nitrifikasi terjadi pelepasan zat yang dapat mempengaruhi keseimbangan pH pada proses kultivasi (Selvarajan *et al.*, 2021). Nilai pH berkisar 8,6-9,3 menunjukkan media masih dalam keadaan optimal bagi pertumbuhan *Chlorella* sp., *Chlorella* sp., dikenal sebagai mikroalga yang mampu bertahan dalam kondisi perairan yang alkali ringan (pH 7,5-9,0). Kisaran pH tersebut memastikan ketersediaan nutrisi dan aktivitas enzim dalam sel mikroalga tetap terjaga (Simatupang *et al.*, 2022).

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah cair tahu terfermentasi pada konsentrasi 15–25 mg/L belum memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan *Chlorella* sp., sebagaimana ditunjukkan oleh hasil uji Kruskal–Wallis yang tidak berbeda nyata antar perlakuan. Seluruh perlakuan termasuk kontrol menunjukkan pola pertumbuhan yang serupa, dengan puncak kepadatan terjadi pada hari ke-9 hingga ke-10. Kualitas air selama pemeliharaan berada pada kisaran optimal dan mendukung pertumbuhan mikroalga. Dapat disimpulkan bahwa limbah cair tahu terfermentasi memiliki potensi sebagai media alternatif kultivasi *Chlorella* sp., namun diperlukan pengujian konsentrasi yang lebih luas atau perlakuan tambahan untuk memperoleh efektivitas yang lebih tinggi serta perlakuan kontrol direkomendasikan memakai walne sesuai dengan kebutuhan nutrisi pada mikroalga.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih penulis sampaikan pada seluruh tim Riset HIMAKUA yang telah kebersamai mini riset ini sampai diakhir periode. Terimakasih kepada Himpunan Mahasiswa Akuakultur yang telah memfasilitasi segala hal yang tim kami butuhkan.

#### DAFTAR PUSTAKA

Aprilliyanti, S., Soeprobowati, T. R., & Yulianto, B. (2016). Hubungan kelimpahan *Chlorella* sp dengan kualitas lingkungan perairan pada skala semi masal di bbbpbap jepara. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 14(2), 77–81.

- Boroh, R., Litaay, M., Umar, M. R., & Ambeng, A. (2019). Pertumbuhan *Chlorella* sp. pada beberapa kombinasi media kultur. *BIOMA: Jurnal Biologi Makassar*, 4(2), 129–137.
- Chaudhary, V. (2011). Nitrate Toxicity and Possible Contaminant Sources in Groundwater of Western UP, India. *Vegetos*, 24, 55–61.
- Faturrahman, A., Rahmawati, A., Anggoro, A. D., Rahmah, A. F., & Haksara, M. F. (2025). Optimasi Konsorsium Mikroalga *Chlorella* Sebagai Upaya Revitalisasi Lingkungan Berbasis Biodegradasi Limbah POME (Palm Oil Mill Effluent). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 23(3), 721–729.
- Hakim, M. F., Wardana, J. T., Shidiq, M. J., Assegaf, M., & Radianto, D. O. (2024). Pemanfaatan Mikroalga Sebagai Perbaikan Ekosistem Air Akibat Limbah Cair Ampas Tahu. *KOLONI*, 3(2), 94–100.
- Chamidah, M. P., Ahmad, M. G., Pi, S., Arisandi, D., Pi, S., Taufiq, M., & Novita, A. (2025). *Chlorella vulgaris* Mikroalga Kecil Berpotensi Besar. Media Nusa Creative (MNC Publishing).
- Pratiwi, k. R., & Arfiati, D. (2021). Upaya Penurunan Bahan Organik Air Sisa Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) Dengan Konsorsium Bakteri Dan Kepadatan *Chlorella* Sp. Yang Berbeda. *Indonesian Journal of Fisheries Community Empowerment*, 1(3), 188–195.
- Li, Z., Liu, Y., Zhou, T., Cao, L., Cai, Y., Wang, Y., Cui, X., Yan, H., Ruan, R., & Zhang, Q. (2022). Effects of Culture Conditions on the Performance of *Arthrospira platensis* and Its Production of Exopolysaccharides. *Foods*, 11(14).
- Munir, F., Hariyati, R., & Wiryani, E. (2017). Pengaruh limbah cair tahu terhadap pertumbuhan populasi *Chlorella pyrenoidosa* H. Chick dalam skala laboratorium. *Jurnal Akademika Biologi*, 6(2), 84–92.
- Muria, S. R., Shiddiq, F. M., Damayanti, I., & Purnama, I. (2023). Kultivasi mikroalga *Chlorella* sp. secara fed-batch menggunakan limbah cair tahu untuk produksi lipid. *Journal of Bioprocess, Chemical and Environmental Engineering Science*, 4(1), 37–56.
- Oktarina, Y., Garini, M. puspa, Cahyani, R. wilda, & Amrina, D. H. (2021). Dampak Aktivitas Ekonomi: Produksi Pembuatan Tahu Terhadap Pencemaran Lingkungan (Studi Kasus Industri Tahu Kecamatan Jati Agung, Lampung Selatan). *Holistic Journal of Management Research*, 6(2), 30–41.

- Olszewski, M. P., Nicolae, S. A., Arauzo, P. J., Titirici, M.-M., & Kruse, A. (2020). Wet and dry? Influence of hydrothermal carbonization on the pyrolysis of spent grains. *Journal of Cleaner Production*, 260.
- Raya, I. P. (2018). *Kepadatan Sel Fitoplankton Chaetoceros calsitrans dan Navicula sp sebagai Pakan Sea Urchin pada Skala Laboratorium*.
- Safitri, L. N., Susanty, D., Nurlela, N., & Oksari, A. A. (2023). Metabolit Sekunder Ekstrak *Chlorella sorokiniana* Hasil Kultur pada Media Limbah Tahu dengan Variasi Waktu Panen. *Prosiding Seminar Nasional Sinergi Riset Dan Inovasi*, 1(1), 44–55.
- Selvarajan, R., Osunmakinde, C. O., Sibanda, T., Ashafa, A., & Elumalai, S. (2021). Biofuels from Microalgae: Future Bio-Energies for Sustainable Development. In *Phycobiotechnology* (pp. 109–140). Apple Academic Press.
- Simatupang, D. F., Candra, S. D., Lestari, M., Sondakh, R. C., & Amini, Z. (2022). Pengantar Bioteknologi. *Galiono Digdaya Kawthar*, 91.
- Taradifa, S., Hasibuan, S., & Syafriadiman, S. (2022). Pemanfaatan Pupuk Organik Cair *Azolla* Sp. Terhadap Kepadatan Sel *Chlorella* sp. *Jurnal Riset Akuakultur*, 17(2), 85–93.
- Telaumbanua, B. V., Telaumbanua, P. H., Lase, N. K., & Dawolo, J. (2023). penggunaan probiotik EM4 pada media budidaya ikan. *Triton: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, 19(1), 36–42.
- Wahyuni, N., Rahardja, B. S., & Azhar, H. (2019). Pengaruh Pemberian Kombinasi Konsentrasi Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*) dengan Pupuk Walne dalam Media Kultur terhadap Laju Pertumbuhan dan Kandungan Karotenoid *Dunaliella salina*. *Journal of Aquaculture Science*, 4(1), 37–49.