

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

PEMANFAATAN HASIL FERMENTASI LINDI DENGAN KONSENTRASI YANG BERBEDA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KEPADATAN SEL *Chlorella* sp.

Rosyadi^{*)}, Agusnimar^{*)#}, dan Khairul Hadi^{*)}

^{*)}Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau
Jalan Kaharuddin Nasution Perhentian Marpoyan Pekanbaru, Riau, Indonesia

(Naskah diterima: 04 April 2023, Revisi final: 06 Oktober 2023, Disetujui publikasi: 18 November 2023)

ABSTRAK

Lindi merupakan limbah cair hasil dekomposisi sampah organik yang berasal dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) yang kaya akan nutrisi, yang dapat digunakan sebagai sumber bahan organik untuk kultur *Chlorella* sp. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemanfaatan hasil fermentasi lindi dengan konsentrasi berbeda terhadap pertumbuhan dan kepadatan sel *Chlorella* sp. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan 5 perlakuan serta 3 ulangan. Adapun perlakuan yang digunakan adalah konsentrasi lindi meliputi, P1=5%, P2=10%, P3=15%, P4=20% dan P5=25%. Organisme uji yang digunakan dalam penelitian ini *Chlorella* sp. Wadah kultur yang digunakan adalah galon volume 20 L. Lindi diambil dari TPA Muara Fajar, Pekanbaru. Parameter yang diukur adalah kepadatan sel *Chlorella* sp, laju pertumbuhan spesifik dan kualitas air. Hasil penelitian menunjukkan kepadatan sel *Chlorella* sp. tertinggi ditemukan pada perlakuan P2 (konsentrasi 10%) sebesar $307,78 \times 10^4$ sel mL⁻¹, terendah perlakuan P5 (konsentrasi 25%) sebesar $201,67 \times 10^4$ sel mL⁻¹. Laju pertumbuhan spesifik tertinggi pada konsentrasi 10% sebesar 0,197 sel mL⁻¹ hari⁻¹ dan terendah pada konsentrasi lindi 25% sebesar 0,144 sel mL⁻¹ hari⁻¹. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan hasil fermentasi lindi yang terbaik diperoleh pada perlakuan P2 (konsentrasi 10%). Oleh sebab itu, konsentrasi yang disarankan untuk kultur *Chlorella* sp. yaitu konsentrasi 10% pada perlakuan P2.

KATA KUNCI : *Chlorella* sp.; fermentasi; kepadatan sel; lindi; tanpa penyaringan

ABSTRACT : UTILIZATION OF FERMENTED LEACHATE WITH DIFFERENT CONCENTRATIONS ON THE GROWTH AND CELL DENSITY OF *Chlorella* sp.

Leachate is a liquid waste the result of the decomposition of organic waste originating from landfills that is rich in nutrients, which can be used as a source of organic matter for cultures *Chlorella* sp. This study aims to determine utilization of fermented leachate with different concentrations on the growth and cell density of *Chlorella* cells. The method used was an experimental design, Completely Randomized Design (CRD), with 5 treatments and 3 replication. The treatment were the concentration of leachate, mainly: P1=5%, P2=10%, P3=15%, P4=20% and P5=25%. The test organism in this study was *Chlorella* sp. The culture container used were gallons with a capacity of 20 L, leachate obtained from Muara Fajar landfill in Pekanbaru. The parameters measured were the cell density of *Chlorella* sp. cells, specific growth rate, and water quality. The results showed that cell density of *Chlorella* sp. was the highest at treatment P2 (10% concentration) of 307,78 cells mL⁻¹, lowest treatment P2 (25% concentration) of 201,67 cells mL⁻¹. The highest specific growth rate was 10% concentration of 0.197 cells mL⁻¹ day⁻¹, and the lowest was at a 25% leachate concentration of 0.144 cells mL⁻¹ day⁻¹. From this research it can be concluded that the best utilization of leachate fermentation results was obtained in the P2 treatment (10% concentration). Therefore, the recommended concentration for culturing *Chlorella* sp. namely a concentration of 10% in treatment P2.

KEYWORDS : Cell density; *Chlorella* sp.; fermentation; leachate; without filtering

Korespondensi: Agusnimar.
Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas
Islam Riau. Jalan Kaharuddin Nasution No 113 Perhentian
Marpoyan, Pekanbaru-Riau. 28284
E-mail: agusnimar@agr.uir.ac.id

PENDAHULUAN

Chlorella sp. merupakan pakan alami yang memiliki nilai nutrisi dan kandungan kalori yang relatif tinggi, mudah dicerna, ukurannya sesuai bukaan mulut larva ikan, mudah dikultur dan mempunyai kemampuan tumbuh yang cepat dalam waktu singkat (Hadi & Rosyadi, 2022), sehingga dapat digunakan sebagai pakan untuk meningkatkan kelulushidupan dan pertumbuhan larva ikan (Yulita, 2015; Supryady *et al.*, 2022).

Chlorella sp. membutuhkan unsur hara untuk pertumbuhan dan bereproduksi. Terdapat berbagai jenis bahan organik dan anorganik yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi untuk kultur *Chlorella* sp, diantaranya adalah lindi. Namun sampai saat ini belum banyak penelitian yang memanfaatkan lindi dari TPA sampah sebagai sumber nutrisi untuk kultur *Chlorella* sp. Dimiati & Hadi (2017) mengatakan bahwa unsur hara yang terdapat pada lindi banyak dibutuhkan oleh tanaman, seperti nitrat, fosfat, organik nitrogen, amonium nitrogen dan total besi. Menurut Sugiharto (2020) kandungan nutrisi *Chlorella vulgaris*, yaitu 55,30% protein kasar, 10,30% lemak kasar dan 5,80% serat kasar.

Lindi merupakan hasil dari proses dekomposisi bermacam jenis sampah, baik berupa sampah organik dan anorganik, yang mengandung unsur hara yang tinggi. Bila lindi tersebut tidak dimanfaatkan dan dialirkan ke lingkungan sekitar TPA, akan dapat menurunkan kualitas lingkungan (Hadi & Rosyadi, 2022). Lindi sebagai sumber materi organik mudah diperoleh serta biayanya murah dan tersedia setiap saat (Ertawati, 2015).

Untuk memanfaatkan lindi sebagai sumber hara dalam kultur *Chlorella* sp, maka sebelum digunakan lindi harus diolah terlebih dahulu. Menurut Hadi & Rosyadi (2022) lindi dapat diolah dengan cara difermentasi menggunakan aktifator mikroorganisme (EM_4). EM_4 pada lindi dapat menyebabkan terjadinya penguraian bentuk fisik cairan dan pelepasan beberapa unsur penting berupa senyawa kompleks dan senyawa sederhana yang dapat digunakan untuk tumbuh serta berkembang biak oleh *Chlorella* sp.

Beberapa riset mengenai pemanfaatan lindi telah dilakukan, diantaranya penelitian Rosyadi *et al.* (2022) tentang pertumbuhan *Chlorella* sp. yang dipelihara pada media yang diperkaya dengan lindi memperoleh kepadatan tertinggi $551,7 \times 10^4$ sel mL^{-1} , kemudian diikuti penelitian Fadilla (2022) mengenai lindi yang disaring menggunakan *Dahril Filter* memperoleh kepadatan tertinggi $225,0 \times 10^4$ sel mL^{-1} ; penelitian Hadi & Rosyadi (2022) pemanfaatan lindi yang disaring menggunakan *Dahril Filter* dan difermentasi dengan aktifator EM_4 memperoleh kepadatan sel tertinggi

sebanyak $731,1 \pm 2,55 \times 10^4$ sel mL^{-1} . Sementara lindi tanpa penyaringan dan difermentasi belum dilakukan, sehingga dengan tanpa disaring diharapkan nutrisi yang terkandung pada lindi dapat mencukupi kebutuhan *Chlorella* sp. untuk tumbuh dan mendapatkan jumlah kepadatan sel yang lebih tinggi. Berdasarkan permasalahan di atas dilakukan penelitian pemanfaatan hasil fermentasi lindi dengan konsentrasi berbeda terhadap pertumbuhan dan kepadatan sel *Chlorella* sp.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikroalga dan Nutrisi Ikan, Fakultas Pertanian (Faperta), Universitas Islam Riau (UIR), Pekanbaru, pada bulan September 2022.

Bahan dan Alat

Inokulum yang digunakan merupakan *Chlorella* sp. yang diperoleh dari hasil kultur murni di Laboratorium Mikroalga dan Nutrisi Ikan, Faperta UIR, Pekanbaru. Unsur hara sebagai sumber nutrisi berasal dari lindi, yaitu cairan yang terbentuk dari timbunan sampah organik (sampah rumah tangga dan perkotaan) yang diperoleh dari TPA sampah kota Pekanbaru. Bahan fermentasi yang digunakan EM_4 untuk tanaman, dengan kandungan bakteri *Lactobacillus* sp. dan *Saccharomyces* sp. yang dapat mengurai bahan-bahan organik menjadi unsur sederhana. Wadah kultur yang digunakan adalah galon dengan kapasitas 20 L dan air sumur bor sebagai media kultur.

Metode Penelitian

Penelitian menggunakan metode eksperimen, dengan rancangan acak lengkap (RAL), terdiri dari 5 perlakuan dan ulangan sebanyak 3 kali. Penyiapan lindi pada penelitian ini dilakukan dengan tanpa penyaringan, sehingga sebelum difermentasi bakteri yang terkandung dalam EM_4 dibiakan terlebih dahulu sebanyak 15 mL ke dalam 1 liter air yang telah ditambah gula merah sebanyak 20 g. Tunggu hingga 24 jam dan selanjutnya lindi difermentasi selama 24 jam dengan dosis 10 mL (Hadi & Rosyadi, 2022). Media kultur kemudian diberi perlakuan dengan perbedaan konsentrasi lindi, yaitu P1= 5%, P2= 10%, P3= 15%, P4= 20% dan P5= 25% dari volume media kultur.

Penelitian dilakukan dengan mengisi galon dengan media kultur air tawar yang telah diendapkan selama tiga hari sebanyak 16 L, kemudian dimasukkan *Chlorella* sp. dengan kepadatan $30,65 \times 10^4$ sel mL^{-1} . Data yang dikumpulkan terdiri dari kepadatan sel *Chlorella* sp. yang dihitung sekali dua hari selama 14 hari. Parameter kualitas air seperti derajat keasaman (pH) diukur menggunakan pH tester H198108, *Dissolved oxygen* (DO) menggunakan DO meter Lutron PDO-519 ($mg L^{-1}$), nitrat dan fosfat menggunakan *spectrophotometer*

Spectronic 20D+ (mg L⁻¹), Zn dan Fe menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) (mg L⁻¹), yang diukur di awal dan akhir penelitian di Laboratorium Mikroalga dan Nutrisi Ikan, Faperta UIR; Laboratorium Kimia Laut dan Pengolahan Limbah Fakultas Perikanan dan Kelautan (Faperika), Universitas Riau (UR), dan Laboratorium Bahan Konstruksi PU Provinsi Riau. Pengukuran suhu dilakukan sekali dalam dua hari menggunakan *thermometer* (°C).

Analisis Data

Kepadatan sel *Chlorella* sp. dihitung menggunakan rumus Mukhlis *et al.* (2017) dengan bantuan *haemocytometer* tipe neubauer:

$$\text{Kepadatan sel (N)} = \text{jumlah } Chlorella \text{ sp.} \times 10^4 \text{ (sel mL}^{-1}\text{)}$$

Menurut Wahidin *et al.* (2013) laju pertumbuhan spesifik (LPS) dapat dihitung menggunakan rumus:

$$LPS = \frac{\ln(\text{kepadatan hari ke-2}) - \ln(\text{kepadatan hari ke-1})}{(\text{hari ke-2} - \text{hari ke-1})}$$

Data dianalisis secara statistik menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) dengan *software* SPSS 25. Apabila $p < 0,05$ maka ada pengaruh dari perlakuan yang diberikan dan dilakukan uji lanjut Duncan untuk melihat pengaruh antarperlakuan.

HASIL DAN BAHASAN

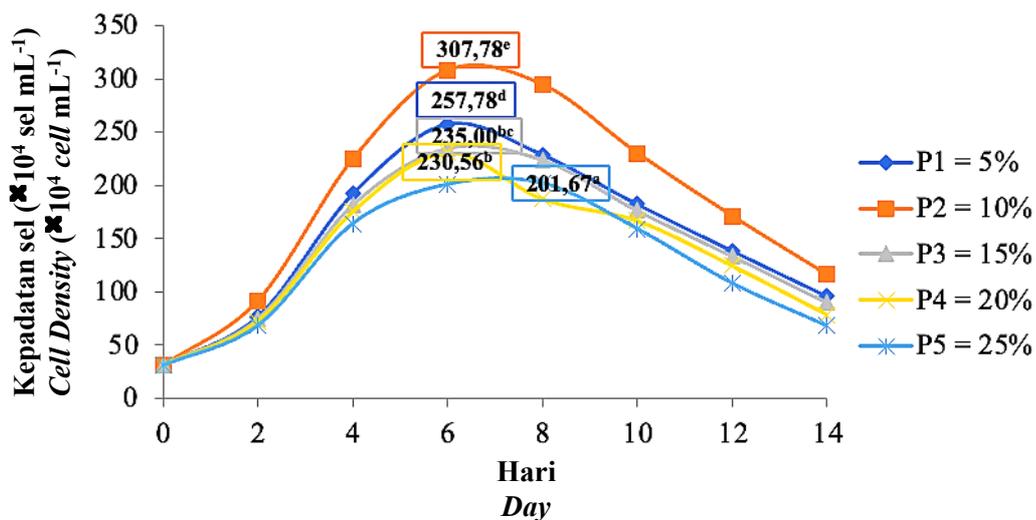
Kepadatan Sel *Chlorella* sp.

Secara umum, terjadinya pertambahan sel *Chlorella* sp. dalam media kultur dapat dilihat dari perubahan kepadatan sel dari waktu ke waktu (Hadi & Rosyadi, 2022). Perbedaan kepadatan sel *Chlorella* sp. di setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 1.

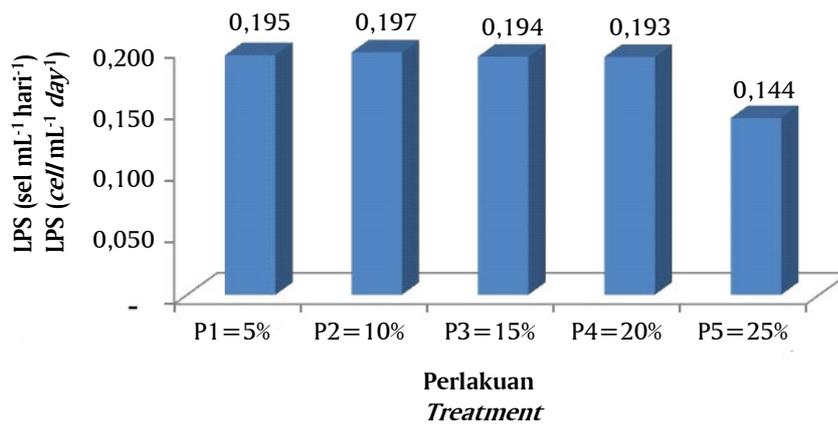
Gambar 1 menunjukkan bahwa pada awal kultur, pertumbuhan *Chlorella* sp. tidak mengalami fase adaptasi. Hal ini terlihat pada hari ke-1 kepadatan *Chlorella* sp. meningkat dan memasuki fase eksponensial. Hal ini menandakan *Chlorella* sp. yang diinokulasikan bisa melakukan adaptasi dengan media kultur yang baru. Tidak terjadinya fase adaptasi disebabkan karena unsur hara pada media kultur dapat diserap dengan baik oleh *Chlorella* sp. Utami *et al.* (2012) mengatakan bahwa meningkatnya kepadatan sel di awal kultur dikarenakan kandungan nutrisi dalam media kultur tersedia dalam jumlah yang banyak sehingga memungkinkan sel *Chlorella* sp. membelah secara berulang-ulang.

Pada penelitian ini dengan pemberian lindi konsentrasi berbeda memperoleh kepadatan *Chlorella* sp. yang berbeda pula (Gambar 1). Hal ini disebabkan karena mikroalga untuk tumbuh membutuhkan unsur hara dalam jumlah yang optimum. Ambarwati *et al.* (2018) dan Nur *et al.* (2023) menyatakan bahwa mikroalga dapat menyerap unsur hara dalam jumlah yang optimum maka mikroalga memasuki fase eksponensial dengan meningkatnya kepadatan sel kultur.

Hari puncak pertumbuhan sel *Chlorella* sp. di setiap perlakuan ditemukan pada hari ke-6, kecuali untuk perlakuan P5 dimana puncak kepadatannya terjadi di hari ke-10. Setelah memasuki fase puncak, kepadatan sel *Chlorella* sp. di perlakuan P1, P2, P3 dan P4, menunjukkan penurunan mulai hari ke-8 sampai hari 14, sementara perlakuan P5 penurunan di mulai dari hari 10. Hal ini disebabkan ketersediaan unsur hara pada media kultur tidak terpenuhi untuk tumbuh dan bereproduksi. Hermawan *et al.* (2017) dan Hadi &



Gambar 1. Grafik kepadatan sel *Chlorella* sp. menurut perlakuan dan hari pengukuran
 Figure 1. *Chlorella* sp. charts cell density by the treatment and day



Gambar 2. Laju pertumbuhan spesifik *Chlorella* sp.

Figure 2. The specific growth rate of *Chlorella* sp.

Rosyadi (2022) menyatakan ketersediaan jumlah nutrisi dalam media kultur menjadi faktor pembatas untuk pertumbuhan mikroalga.

Pada fase berikut kepadatan sel *Chlorella* sp. mulai menurun karena mengalami kematian. Menurut Hadi & Rosyadi (2022) fase kematian terjadi karena penurunan kualitas media kultur ke arah yang buruk, keadaan lingkungan tidak mendukung, lama masa kultur serta penurunan nutrisi pada media kultur. Novianti *et al.* (2017) dan Roza *et al.* (2022) menyatakan lamanya fase pertumbuhan sel *Chlorella* sp. dikarenakan beberapa faktor, diantaranya umur, nutrisi, suhu dan intensitas cahaya.

Gambar 1 menunjukkan bahwa perlakuan P2 menghasilkan kepadatan tertinggi yaitu sebanyak $307,78 \times 10^4$ sel mL⁻¹ (di hari ke-6). Sementara kepadatan terendah terjadi di perlakuan P5 yaitu sebesar $201,67 \times 10^4$ sel mL⁻¹ (di hari ke-8). Penelitian ini mengindikasikan semakin cepatnya perkembangan sel maka puncak kepadatannya akan semakin cepat. Hal ini disebabkan karena lindi hasil fermentasi dengan EM₄ tanpa penyaringan cepat terurai dan mudah diserap, sehingga meningkatnya konsentrasi lindi yang diberikan, kepadatan sel *Chlorella* sp. semakin lambat, karena untuk tumbuh *Chlorella* sp. membutuhkan unsur hara dalam jumlah yang optimum.

Berdasarkan hasil uji statistik antarperlakuan P1, P2 dan P5 berbeda nyata ($p < 0,01$) terhadap kepadatan sel *Chlorella* sp. dengan masing-masing sebanyak 257,78 sel mL⁻¹, 307,78 sel mL⁻¹ dan 201,67 sel mL⁻¹. Sementara perlakuan P3 dan P4 tidak berbeda nyata ($p > 0,01$), dengan perolehan perlakuan P3 yaitu 235,00 sel mL⁻¹, dan perlakuan P4 230,56 sel mL⁻¹.

Seperti dikemukakan di atas, puncak kepadatan sel dengan pemberian lindi yang difermentasi EM₄, diperoleh kepadatan sebesar $307,78 \times 10^4$ sel mL⁻¹ dan hasilnya lebih rendah bila dibandingkan penelitian menggunakan lindi hasil penyaringan dan difermentasi

EM₄, kepadatannya mencapai $731,1 \pm 2,55 \times 10^4$ sel mL⁻¹ (Hadi & Rosyadi, 2022). Tingginya kepadatan sel *Chlorella* sp. menggunakan lindi yang disaring dikarenakan melalui proses fermentasi dan penyaringan unsur hara pada lindi lebih mudah terurai, sehingga sel *Chlorella* sp. dapat memanfaatkan unsur hara untuk tumbuh dan bereproduksi. Mujiatul (2013) menyatakan mikroorganisme EM₄ dapat mengubah senyawa kimia kompleks menjadi sederhana sehingga dapat mempercepat penyerapan unsur hara.

Laju Pertumbuhan Spesifik

Laju pertumbuhan spesifik (LPS) adalah laju pertambahan sel *Chlorella* sp. dalam media kultur setiap harinya (Hadi & Rosyadi, 2022). Perbedaan LPS di setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 2.

Laju pertumbuhan spesifik sel *Chlorella* sp. berkisar dari 0,144 sampai 0,197 sel mL⁻¹ hari⁻¹. Nilai tertinggi diperoleh di perlakuan P2 sebesar 0,197 sel mL⁻¹ hari⁻¹. Laju pertumbuhan spesifik pada perlakuan P1 sampai P4, tidak memperlihatkan perbedaan yang signifikan. Namun pada perlakuan P5 nilainya lebih rendah. Laju pertumbuhan spesifik *Chlorella* sp. ini berkaitan dengan lamanya hari puncak populasi. Semakin cepat puncak populasi semakin besar nilai laju pertumbuhannya dan sebaliknya semakin lama puncak populasinya maka laju pertumbuhannya juga semakin kecil.

Tingginya laju pertumbuhan spesifik pada perlakuan P2 dikarenakan penyerapan nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan selnya lebih cepat dibanding perlakuan lainnya. Sebagaimana pernyataan Aulia *et al.* (2017) lambatnya pemanfaatan nutrisi pada media kultur dapat disebabkan oleh perbedaan konsentrasi pupuk dalam media kultur. Sehingga dapat mempengaruhi kemampuan *Chlorella* sp. dalam memanfaatkan nutrisi.

Kualitas Media Kultur

Kualitas air merupakan salah satu faktor yang

Tabel 1. Kisaran kualitas media kultur
 Table 1. Range of culture media qualities

Parameter <i>Parameters</i>	Kisaran <i>Range</i>	Optimal <i>Optimal</i>	Referensi <i>References</i>
Suhu (°C) <i>Temperature (°C)</i>	28-29	25-32	Boroh <i>et al.</i> (2019)
pH <i>pH</i>	6,75-8,45	6-9	Hadiyanto & Kumoro (2012)
DO (mg L ⁻¹) <i>Dissolved oxygen (mg L⁻¹)</i>	4,2-4,8	5-7	Novianti <i>et al.</i> (2017)
COD (mg L ⁻¹) <i>Chemical oxygen demand (mg L⁻¹)</i>	83,63-138,00	<300	PermenLHKRI.No.P.59/MenLHK/ Setjen/Kum.1/7/2016
BOD ₅ (mg L ⁻¹) <i>Biological oxygen demand₅ (mg L⁻¹)</i>	0,204-2,856	<150	

mendukung keberhasilan dalam proses kultur *Chlorella* sp. Kisaran parameter kualitas air dapat dilihat pada Tabel 1.

Selama kultur, suhu berkisar antara 28-29°C dan nilainya relatif stabil karena kultur dilakukan dalam satu ruangan. Bila suhu terlalu rendah pertumbuhan *Chlorella* sp. dapat terhambat, begitu juga jika terlalu tinggi dapat mengakibatkan kematian. Menurut Boroh *et al.* (2019) suhu optimum untuk pertumbuhan fitoplankton berkisar antara 25-32°C.

Nilai pH media kultur berkisar antara 6,75-8,45. Nilai pH hasil penelitian memenuhi untuk tumbuh dan bereproduksi sel *Chlorella* sp. Menurut Hadiyanto & Kumoro (2012), pH optimum pertumbuhan mikroalga jenis *Chlorella* sp. adalah 6-9.

Kandungan oksigen terlarut (DO) media kultur selama penelitian berkisar antara 4,2-4,8 mg L⁻¹. Kandungan oksigen dalam media kultur ditentukan oleh hasil proses fotosintesis, respirasi *Chlorella* sp. dan pemberian aerator disetiap wadah kultur. Menurut Facta *et al.* (2006), kisaran oksigen terlarut optimal untuk mikroalga adalah 5-7 mg L⁻¹.

Kandungan COD awal dan akhir pengukuran berkisar antara 87,46-138,00 mg L⁻¹ dan 83,63-133,80 mg L⁻¹. Nilai COD pada akhir penelitian mengalami penurunan

pada setiap perlakuan. Hal ini dikarenakan probiotik dapat mempercepat proses fermentasi bahan organik. Meriatna *et al.* (2018), EM₄ adalah campuran dari mikroorganisme yang dapat mempercepat proses fermentasi, sehingga unsur hara yang terkandung akan mudah terserap.

BOD₅ awal penelitian nilainya sebesar 0,204-1,632 mg L⁻¹ dan akhir sebesar 1,214-2,856 mg L⁻¹. Setelah dilakukan kultur *Chlorella* sp. nilai BOD₅ meningkat disetiap perlakuan. Hal ini disebabkan *Chlorella* sp. mengalami pertumbuhan melalui proses fotosintesa. Berdasarkan Permen LHKRI.No. P.59/MenLHK/ Setjen/ Kum.1/7/2016, tentang Baku Mutu Lindi, untuk kadar COD paling tinggi diperbolehkan sebesar 300 mg L⁻¹ dan BOD tertinggi sebesar 150 mg L⁻¹.

Unsur Hara Makronutrien dan Mikronutrien

Unsur hara makronutrien merupakan unsur hara yang dibutuhkan *Chlorella* sp. dalam jumlah yang besar, sedangkan unsur hara mikronutrien merupakan unsur hara yang dibutuhkan dalam jumlah yang sedikit. Hasil pengukuran kandungan unsur makro dan mikronutrien tertera pada Tabel 2.

Pada Tabel 2 dijelaskan bahwa kadar nitrat selama kultur berkisar antara 0,085-4,575 mg L⁻¹, menurut Aprilliyanti *et al.* (2016), fitoplankton dapat tumbuh

Tabel 2. Data hasil pengukuran unsur hara makro dan mikronutrien
 Table 2. Data of measurements of macro and micronutrients

Unsur hara <i>Nutrient</i>	Kisaran (mg L ⁻¹) <i>Range (mg L⁻¹)</i>	Optimal (mg L ⁻¹) <i>Optimal (mg L⁻¹)</i>	Referensi <i>References</i>
Nitrat <i>Nitrate</i>	0,085-4,575	0,9-3,5	(Aprilliyanti <i>et al.</i> , 2016)
Fosfat <i>Phosphate</i>	0,082-0,387	0,27-5, 51	
Fe <i>Iron</i>	0,045-0,218	5-50	Permentan.70/2011
Zn <i>Zinc</i>	0,025-0,077	125-2500	

dengan optimal pada nitrat kisaran 0,9-3,5 mg L⁻¹. Kadar nitrat dalam media kultur dibutuhkan *Chlorella* sp. untuk tumbuh dan bereproduksi. Menurut Acevedo *et al.* (2017), senyawa organik dan anorganik yang terdapat dalam air limbah dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan mikroalga.

Selama kultur kandungan fosfat berkisar antara 0,082-0,387 mg L⁻¹. Kisaran tersebut masih optimal untuk pertumbuhan fitoplankton sebagaimana pernyataan Aprilliyanti *et al.* (2016), bahwa kadar fosfat yang optimal untuk fitoplankton berkisar 0,27-5,51 mg L⁻¹. Menurut Hadi & Rosyadi (2022) kadar fosfat dalam media kultur dimanfaatkan *Chlorella* sp. untuk pembelahan sel, pembentukan klorofil dan sebagai penghasil energi metabolisme untuk pertumbuhan dan reproduksi.

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa unsur hara mikronutrien, seperti Fe dan Zn nilainya masih dalam batas toleransi baku mutu air. Berdasarkan Permentan No 70/2011 tentang pupuk organik cair, baku mutu unsur Fe berkisar antara 5-50 mg L⁻¹ dan menurut Peraturan Pemerintah No 82/2001 tentang baku mutu airnya sebesar 0,3 mg L⁻¹. Sedangkan unsur Zn berdasarkan Permentan No 70/2011 standar baku mutunya berkisar antara 125-2500 mg L⁻¹ dan untuk standar baku mutu air sebesar 2 mg L⁻¹. Sehingga lindi dapat dimanfaatkan dan layak sebagai sumber bahan organik untuk kultur *Chlorella* sp.

Mikroalga membutuhkan unsur hara Fe dalam jumlah yang sangat sedikit untuk proses metabolisme dan pertumbuhan. Sihotang *et al.* (2021) menyatakan bahwa Zn termasuk unsur yang sangat penting bagi makhluk hidup, khususnya organisme mikroalga yang dibutuhkan dalam proses fotosintesis dan dalam pembentukan protein.

KESIMPULAN

Pemanfaatan hasil fermentasi lindi dengan konsentrasi yang berbeda mempengaruhi pertumbuhan dan kepadatan sel *Chlorella* sp. Kepadatan tertinggi diperoleh pada perlakuan P2 (pemberian lindi konsentrasi 10%), yaitu sebesar $307,78 \times 10^4$ sel mL⁻¹, dengan puncak di hari ke-6. Kepadatan terendah pada perlakuan P5 (konsentrasi 25%) sebesar $201,67 \times 10^4$ sel mL⁻¹, dengan puncak hari ke-8. Laju pertumbuhan spesifik selama kultur berkisar antara 0,197-0,144 sel mL⁻¹ hari⁻¹. Konsentrasi yang disarankan untuk kultur *Chlorella* sp. yaitu konsentrasi 10% pada perlakuan P2.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Islam Riau melalui Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DPPM) yang telah

memberi dukungan dana penelitian untuk dosen dengan nomor kontrak 128/KONTRAK/P-PT/DPPM-UIR/07-2022. Ucapan terima kasih penulis sampaikan juga kepada Kurnia Zulfahmi mahasiswa Program studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Riau, yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR ACUAN

- Acevedo, S., Pino, N. J., & Peñuela, G. A. (2017). Remoción de nitrógeno, fósforo y producción de biomasa de *Scenedesmus* sp en agua residual domestica. *Ingeniería y Competitividad*, 19(1), 185-193. <https://doi.org/10.25100/iy.v19i1.2142>
- Ambarwati, D. P., Yudiati, E., Supriyantini, E., & Maslukah, L. (2018). Pola pertumbuhan, biomassa dan kandungan protein kasar kultur *Skeletonema costatum* skala massal dengan konsentrasi kalium nitrat berbeda. *Buletin Oseanografi Marina*, 7(2), 75-80. <https://doi.org/10.14710/buloma.v7i2.20896>
- Aprilliyanti, S., Soeprbowati, T. R., & Yulianto, B. (2016). Hubungan kemelimpahan *Chlorella* sp dengan kualitas lingkungan perairan pada skala semi masal di BBBPBAP Jepara. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 14(2), 77-81. <https://doi.org/10.14710/jil.14.2.77-81>
- Aulia, M., Istirokhotun, T., & Sudarno. (2017). Penyisihan kadar COD dan nitrat melalui kultivasi *Chlorella* sp. dengan variasi konsentrasi limbah cair tahu. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(2), 1-9.
- 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. <https://doi.org/10.20956/bioma.v4i2.6759>
- Dimiati, D. D., & Hadi, W. (2017). Uji pemanfaatan pupuk organik cair lindi dengan penambahan bakteri starter terhadap pertumbuhan tanaman hortikultura (*Solanum Melongena* dan *Capsicum Frutescens*). *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), 349-354. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i2.25199>
- Ertawati., Ilza, M., & Nofrizal. (2015). Sistem pengolahan limbah TPA Muara Fajar dan pengaruh terhadap kualitas air tanah disekitarnya. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 9(1), 83-95. <http://dx.doi.org/10.31258/jil.9.1.p.83-95>
- Fadilla, R. W. (2022). Pengaruh pemberian lindi hasil penyaringan dengan dosis berbeda terhadap kelimpahan *Chlorella* sp. *Skripsi*. Universitas Islam Riau.
- Hadi, K., & Rosyadi. (2022). Pengaruh konsentrasi lindi yang difermentasi dengan aktifator mikroorganisme EM₄ terhadap kepadatan sel

- Chlorella* sp. *Jurnal Riset Akuakultur*, 17(4), 215-226. <http://doi.org/10.15578/jra.17.4.2022.215-226>
- Hadiyanto, W., & Kumoro, A.C. (2012). Potency of microalgae as biodiesel source in Indonesia, *Int. Journal of Renewable Energy Development*, 1: 23-27. <https://doi.org/10.14710/ijred.1.1.23-27>
- Hermawan, L.S., Tugiyono., Rusyani, E., & Murwani, S. (2017). Pertumbuhan dan kandungan nutrisi *Tetraselmis* sp dari lumpung mangrove center pada kultur skala laboratorium dengan pupuk pro analisis dan urea yang berbeda. *Jurnal Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati*, 4(1), 31-38. http://dx.doi.org/10.23960%2Fj_bekh.v4i1.2185
- Meriatna, M., Suryati, S., & Fahri, A. (2018). Pengaruh waktu fermentasi dan volume bio aktivator EM₄ (*Effective Microorganism*) pada pembuatan pupuk organik cair (POC) dari limbah buah-buahan. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 7(1), 13-29. <https://doi.org/10.29103/jtku.v7i1.1172>
- Mujiatul, M. (2013). Peningkatan kadar N, P dan K pada pupuk cair limbah tahu dengan penambahan tanaman matahari meksiko (*Thitonia diversivolia*), *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Mukhlis, A., Abidin, Z., & Rahman, I. (2017). Pengaruh konsentrasi pupuk ammonium sulfat terhadap pertumbuhan populasi sel *Nannochloropsis* sp. *BioWallacea Jurnal Ilmiah Ilmu Biologi*, 3(3), 149–155. <https://doi.org/10.31227/osf.io/7hgn8>
- Novianti, T., Zainuri, M., & Widowati, I. (2017). Studi tentang pertumbuhan mikroalga *Chlorella vulgaris* yang dikultivasi berdasarkan sumber cahaya yang berbeda. *Mangivera Edu: Jurnal Biologi and Pendidikan Biologi*, 1(2), 1-8. <https://doi.org/10.31943/mangiferaedu.v1i2.67>
- Nur, M., Rosyadi., Jabbar, F.M.A., & Hadi, K. (2023). Pemberian pupuk organik cair (POC) dengan dosis berbeda terhadap kelimpahan *Chlorella* sp. *Jurnal Dinamika Pertanian*, 39(1), 113-120. [https://doi.org/10.25299/dp.2023.vol39\(1\).14072](https://doi.org/10.25299/dp.2023.vol39(1).14072)
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. 2016. *Nomor. P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016. Tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah*. 12 hal.
- Peraturan Menteri Pertanian. 2011. *Nomor. 70/Permentan/SR.140/10/2011. tentang pupuk organik, pupuk hayati dan pembenah tanah*. 109 hal.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. 2001. *Peraturan pemerintah republik Indonesia. Nomor. 82 Tahun 2001. tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air*. Presiden Republik Indonesia. 28 hal.
- Rosyadi, Dahril, T., Mulyadi, A., Siregar, S. H., & Windarti. (2022). Growth of *Chlorella* sp. reared in a leachate enriched media. *AAFL Bioflux*, 15(4), 1899–1907.
- Roza, G.M., Rosyadi., Hasby, M., & Hadi, K. (2022). Pengaruh pemberian POC limbah sayuran dengan jenis berbeda terhadap kelimpahan *Chlorella* sp. *Dinamika Pertanian*, 38(2), 225–232. [https://doi.org/10.25299/dp.2022.vol38\(2\).11898](https://doi.org/10.25299/dp.2022.vol38(2).11898)
- Sihotang, A. Y. C., Santosa, G. W., & Sunaryo, S. (2021). Pengaruh konsentrasi logam berat Zn pada pertumbuhan mikroalga *Dunaliella salina* (Chlorophyceae: Dunaliellaceae). *Journal of Marine Research*, 10(3), 340–344. <https://doi.org/10.14710/jmr.v10i3.29291>
- Sugiharto, S. (2020). *Chlorella vulgaris* and *Spirulina platensis*: their nutrient contents and bioactive compounds for improving poultry productivity. *Indonesian Bulletin of Animal and Veterinary Sciences*, 30(3), 123-138. <https://doi.org/10.14334/wartazoa.v30i3.2523>
- Supryady., Kurniaji, A., & Deasty, E. (2022). Pertumbuhan larva ikan bandeng (*Chanos chanos*) yang diberikan pakan alami *Brachionus Plicatillis* dan *Chlorella* sp. *Jurnal Salamata*, 4(1), 23-28. <http://dx.doi.org/10.15578/salamata.v4i1.12917>
- Utami, N. P., Yuniarti, M. S., & Haetami, K. (2012). Pertumbuhan *Chlorella* sp yang dikultur pada perioditas cahaya yang berbeda. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3(3), 237-244.
- Wahidin, S., Idris, A., & Shaleh, S. R. M. (2013). The influence of light intensity and photoperiod on the growth and lipid content of microalgae *Nannochloropsis* sp. *Bioresource Technology*, 129, pp. 7-11. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.11.032>
- Yulita, E. (2015). Substitusi *Chlorella vulgaris* hasil isolasi dari limbah cair industri karet sebagai pakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 26(2), 131-138. <http://dx.doi.org/10.28959/jdpi.v26i2.1605>