

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

PENGARUH KONSENTRASI LINDI YANG DIFERMENTASI DENGAN AKTIFATOR MIKROORGANISME EM₄ TERHADAP KEPADATAN SEL *Chlorella* sp.

Khairul Hadi[#] dan Rosyadi

Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Riau
Jalan Kaharuddin Nasution Perhentian Marpoyan Pekanbaru, Riau

(Naskah diterima: 05 Januari 2023; Revisi final: 08 Agustus 2023; Disetujui publikasi: 08 Agustus 2023)

ABSTRAK

Lindi merupakan cairan yang terbentuk dalam timbunan sampah yang kaya akan nutrisi dan dapat digunakan sebagai unsur hara untuk kultur mikroalga jenis *Chlorella* sp. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi lindi yang difermentasi dengan aktifator mikroorganisme EM₄ terhadap kepadatan sel *Chlorella* sp. *Design experiment* yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan tiga ulangan, yaitu P1 konsentrasi lindi 5%, P2 (10%), P3 (15%) P4 (20%), dan P5 (25%). Parameter yang diamati yaitu kepadatan sel, laju pertumbuhan spesifik, kadar nitrat dan fosfat, serta kualitas air (suhu, pH, dan oksigen terlarut). Data dianalisis dengan ANAVA menggunakan *software* SPSS 25. Kepadatan tertinggi diperoleh pada konsentrasi 25% sebesar $731,1 \pm 2,55 \times 10^4$ sel mL⁻¹, dengan puncak pertumbuhan pada hari ke-16. Kepadatan sel terendah pada konsentrasi 5% sebesar $256,4 \pm 6,25 \times 10^4$ sel mL⁻¹, dengan puncak pertumbuhan pada hari ke-6, laju pertumbuhan spesifik tertinggi pada konsentrasi lindi 5% sebesar $0,19 \pm 0,00$ sel mL⁻¹ hari⁻¹ dan terendah pada konsentrasi lindi 20% sebesar $0,08 \pm 0,00$ sel mL⁻¹ hari⁻¹. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa perbedaan konsentrasi lindi yang difermentasi dengan EM₄ berpengaruh sangat nyata terhadap produksi *Chlorella* sp.

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

ABSTRACT: *Effect of different leachate concentrations fermented using EM₄ microorganism activator on cells density of Chlorella sp.*

Leachate is a liquid formed in heaps of waste that is rich in nutrients and could be used to supply the required nutrients in microalgae cultures such as Chlorella sp. This experiment aimed to determine the effect of different concentrations of leachate fermented using EM₄ microorganism activator on the cell density of Chlorella sp. The experimental design used a Completely Randomized Design (CRD) with five treatments and three replications: P1 (5% leachate concentration), P2 (10%), P3 (15%), P4 (20%), and P5 (25%). The observed parameters were cell density, specific growth rate, nitrate and phosphate levels, and water quality (temperature, pH, and dissolved oxygen). The data were analyzed using ANOVA using SPSS 25 software. The highest density of Chlorella sp. was $731.1 \pm 2.55 \times 10^4$ cells mL⁻¹ obtained by P5 treatment recorded at the growth peak in the 16th day. The lowest cell density of Chlorella sp. was measured in P1 treatment at $256.4 \pm 6.25 \times 10^4$ cells mL⁻¹ during the

[#]Korespondensi: Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Riau,
Jalan Kaharuddin Nasution Perhentian Marpoyan Pekanbaru, Riau
Email: khairulhadi1605@gmail.com

growth peak on day 6th. The highest and lowest specific growth rates of *Chlorella sp.* were observed in P1 ($0.19 \pm 0.00 \text{ cells mL}^{-1} \text{ day}^{-1}$) and P4 treatments ($0.08 \pm 0.00 \text{ cells mL}^{-1} \text{ day}^{-1}$), respectively based on these results, this recent study concludes that the fermented leachate using *EM₄* is capable of supplying sufficient nutrient and thus has a very significant effect on the production of *Chlorella sp.*

KEYWORDS: leachate; fermentation; *Chlorella sp.*; cell density

PENDAHULUAN

Ketersediaan pakan alami memiliki peran penting dalam usaha pembenihan ikan air tawar, karena nilai nutrisinya yang relatif tinggi. Kendala yang masih sering dihadapi dalam usaha pembenihan adalah tingginya tingkat mortalitas larva terutama pada saat kuning telur larva habis adalah kurangnya ketersediaan pakan alami. Salah satu jenis pakan alami yang mudah dicerna, memiliki gizi tinggi, ukurannya sesuai dengan bukaan mulut larva ikan, mudah dibudidayakan, dan dapat berkembang biak dengan cepat adalah *Chlorella sp.*

Selain sebagai pakan alami, masyarakat di negara maju sudah memanfaatkan *Chlorella sp.* sebagai makanan suplemen untuk kesehatan. Menurut Novianti *et al.* (2019) *Chlorella sp.* sudah dimanfaatkan sebagai makanan tambahan atau suplemen karena kandungan nutrisinya lengkap. Hafizhah *et al.* (2012) menyatakan bahwa *Chlorella sp.* memiliki kandungan klorofil 2,8%, protein 59,8%, karbohidrat 16,7%, lemak 11,6%, serta mengandung vitamin A, B1, B2, B6, B12, C, E, dan K.

Chlorella sp. diperoleh dengan cara dikultur dan pertumbuhannya sangat ditentukan oleh ketersediaan nutrisi atau unsur hara. Salah satu pupuk yang dalam penggunaannya belum sepenuhnya dimanfaatkan, yaitu dengan menggunakan lindi, yang berasal dari cairan yang terbentuk dalam timbunan sampah. Namun, bila diolah memiliki nilai ekonomi, mudah diproduksi dan dari segi lingkungan dapat mengurangi pencemaran atau gangguan kelestarian alam.

Lindi mengandung padatan tersuspensi dan zat terlarut, zat-zat kimia baik organik maupun

anorganik yang terkandung dalam sampah yang konsentrasinya cukup tinggi seperti amonia, nitrat, nitrit, sulfida, logam berat, nitrogen, dan sebagainya (Said & Hartaja, 2015). Kandungan senyawa tersebut dibutuhkan *Chlorella sp.* dalam jumlah yang optimal untuk pertumbuhan dan perkembangan sel. Tingginya konsentrasi polutan menyebabkan lindi berpotensi menimbulkan pencemaran, baik pencemaran air tanah maupun air permukaan, namun lindi memiliki unsur-unsur yang dibutuhkan oleh tanaman.

Proses pembuatan pupuk lindi memiliki kekurangan, yaitu lamanya proses pengomposan lindi tersebut, maka pembuatan lindi dilakukan dengan penambahan bahan aktivator (mikroorganisme). Salah satu aktivator yang sering digunakan adalah *Effective Microorganism₄* (*EM₄*).

Fermentasi terjadi karena adanya aktivitas mikroorganisme *EM₄* (*Lactobacillus sp.* dan *Saccharomyces sp.*) pada substrat organik yang sesuai, proses ini dapat menyebabkan perubahan sifat bahan organik lindi. Pada proses fermentasi terjadi penguraian terhadap bentuk fisik padatan dan pembebasan sejumlah unsur penting dalam bentuk senyawa-senyawa kompleks maupun senyawa sederhana yang nantinya dapat dimanfaatkan *Chlorella sp.* untuk pertumbuhan dan perkembangan sel. Penelitian dengan menggunakan *EM₄* sebagai aktivator telah banyak dilakukan, seperti penelitian Roza *et al.* (2022) dengan melakukan fermentasi limbah sayuran dengan jenis berbeda (limbah sayur bayam, kol, katu, dan sawi) memperoleh kepadatan sel *Chlorella sp.* tertinggi sebanyak $1.118,33 \times 10^4 \text{ sel mL}^{-1}$ pada limbah sayur sawi. Fitra & Budijono (2019) juga melakukan fermentasi campuran

sisanya produksi industri tahu dan minyak kelapa sawit dan memperoleh kepadatan sel *Chlorella* sp. tertinggi pada dosis 50% sebesar $12,812 \times 10^9$ sel mL^{-1} .

Serangkaian penelitian telah dilakukan untuk mendapatkan cara pengolahan lindi yang terbaik. Di antaranya pemanfaatan lindi tanpa *treatment* (tanpa disaring) dengan konsentrasi berbeda diperoleh kepadatan sel tertinggi sebanyak $551,7 \times 10^4$ sel mL^{-1} (Rosyadi *et al.*, 2022); pemanfaatan lindi dengan penyaringan diperoleh kepadatan sel tertinggi sebanyak $225,0 \times 10^4$ sel mL^{-1} (Fadilla, 2022). Sementara pemanfaatan lindi yang disaring dan difermentasi EM₄ belum dilakukan, karena lindi berasal dari bahan organik dan anorganik mengandung bahan-bahan tersuspensi dan zat terlarut yang tinggi. Fermentasi diharapkan dapat memperbaiki kualitas unsur hara pada lindi dan dapat dimanfaatkan *Chlorella* sp. dengan mudah. Bertitik tolak dari permasalahan di atas dilakukan penelitian ini dengan tujuan untuk mendapatkan konsentrasi lindi yang difermentasi dengan aktifator mikroorganisme EM₄ terhadap kepadatan sel *Chlorella* sp.

BAHAN DAN METODE

Biakan yang digunakan sebagai bibit *Chlorella* sp. diperoleh dari stok murni di Laboratorium Mikroalga dan Nutrisi Ikan, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Riau, Pekanbaru. Lindi merupakan unsur hara yang diperoleh dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah daerah Muara Fajar Rumbai, Kota Pekanbaru. Karakteristik lindi memiliki warna yang bervariasi dari coklat muda hingga hampir mendekati hitam. Selain itu, lindi umumnya berbau busuk, karena cairan lindi ini hasil dekomposisi dari cairan yang masuk ke *landfill*.

Bahan fermentasi yang digunakan yaitu EM₄ untuk tanaman yang diperoleh secara komersial. Bahan ini mengandung mikroorganisme fermentor berupa *Lactobacillus* sp. dan *Saccharomyces* sp. yang mampu memfermentasi bahan organik menjadi unsur-unsur organik. Bahan ini juga mengandung

bakteri penambat N dan bakteri pelarut P, penghasil fitohormon serta perombak bahan organik.

Sebelum lindi difermentasi, terlebih dahulu dilakukan pembiakan mikroorganisme dengan cara melarutkan 15 mL EM₄ ditambah 20 g gula merah, kemudian dilarutkan ke dalam 1 L air dan didiamkan selama 24 jam. Setelah mikroorganisme EM₄ berkembang baru lindi difermentasi dengan dosis 10 mL dan biarkan selama 24 jam (Rosyadi *et al.*, 2022).

Kultur *Chlorella* sp.

Proses kultur dimulai dengan mempersiapkan wadah berupa galon kapasitas 20 L yang diisi air tawar dengan volume kultur yang digunakan 16 L, dan dilengkapi dengan aerasi. Masing-masing wadah kultur ditempatkan di bawah lampu TL 40 watt dengan intensitas cahaya 2500 lux, yang diukur menggunakan *lux meter* (Smart Sensor). Lindi yang sudah difermentasi kemudian dimasukkan ke dalam wadah kultur yang sudah berisi air sesuai dengan konsentrasi yang sudah ditetapkan. Kepadatan sel *Chlorella* sp. yang ditebar sebanyak $30,6 \times 10^4$ sel mL^{-1} . Penghitungan kepadatan sel *Chlorella* sp. dilakukan 2 hari sekali dengan tiga kali pengulangan pada setiap sampel. Pengamatan kandungan nitrat dan fosfat dianalisis dengan interval waktu 4 hari, sehingga ada lima kali analisis selama penelitian. Kualitas air seperti suhu, derajat keasaman (pH), dan oksigen terlarut diukur setiap dua hari sekali. Waktu penelitian kultur *Chlorella* sp. berlangsung selama 20 hari.

Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan yang diberikan yaitu P1 = konsentrasi lindi 5%, P2 = 10%, P3 = 15%, P4 = 20%, dan P5 = 25%. Penyiapan lindi dengan konsentrasi tersebut dilakukan dengan menyaring lindi terlebih dahulu dengan *Dahril Filter*. Saringan

ini merupakan alat yang dirancang khusus untuk menyaring air limbah yang terdiri dari kerikil, pasir, arang, dan ijuk (Dahril *et al.*, 2021). Setelah itu lindi tersebut difermentasi menggunakan EM₄ dan kemudian dimasukkan ke media kultur sesuai persentase lindi tiap perlakuan dari volume media kultur.

Pengamatan Kepadatan Sel dan Laju Per-tumbuhan Spesifik *Chlorella* sp.

Untuk menghitung jumlah kepadatan sel *Chlorella* sp. digunakan alat *haemocytometer* tipe Neubauer, dengan rumus menurut Mukhlis *et al.* (2017):

$$N = n \times 10^4 \text{ (sel mL}^{-1}\text{)} \quad (1)$$

Dimana N adalah total sel hasil perhitungan (sel mL⁻¹), dan n adalah jumlah total sel mL⁻¹ pada setiap sampel.

Laju pertumbuhan spesifik (μ) dihitung dengan rumus menurut Moheimani *et al.* (2013):

$$\mu = \frac{\ln \left(\frac{N_2}{N_1} \right)}{t_2 - t_1} \quad (2)$$

Dimana μ adalah laju pertumbuhan spesifik (sel mL⁻¹ hari⁻¹), t adalah hari, N₁ dan N₂ adalah jumlah sel pada waktu 1 (t₁) dan 2 (t₂) pada fase eksponensial.

Analisis Data

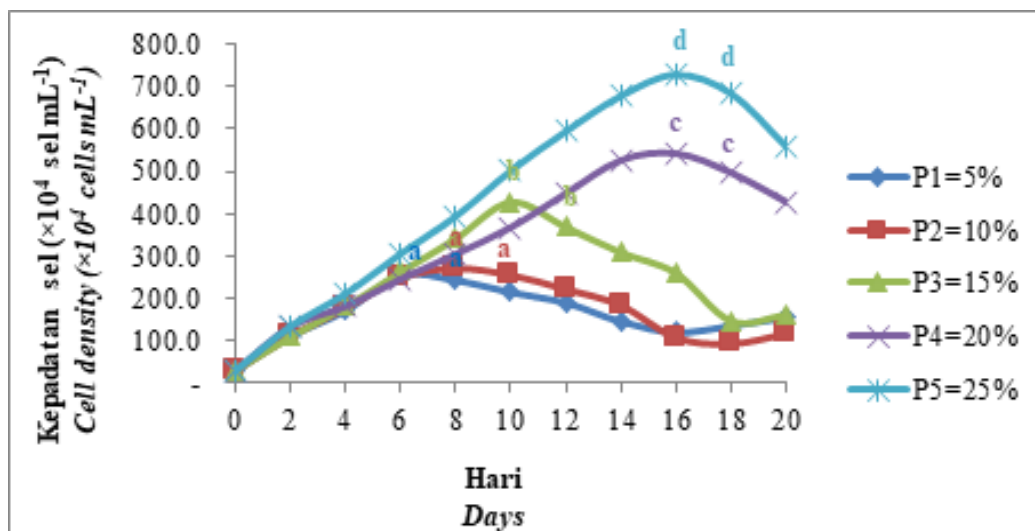
Data pada penelitian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Pengaruh konsentrasi lindi yang difermentasi EM₄ terhadap kepadatan sel *Chlorella* sp. diuji menggunakan analisis variansi (ANOVA) dengan SPSS 25. Jika dari analisis perlakuan menunjukkan pengaruh berbeda nyata atau berbeda sangat nyata, maka dilanjutkan dengan uji Tukey untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan.

HASIL DAN BAHASAN

Kepadatan Sel *Chlorella* sp.

Pertumbuhan *Chlorella* sp. dalam media kultur ditandai dengan meningkatnya kepadatan sel dari waktu ke waktu. Kepadatan sel *Chlorella* sp. pada masing-masing perlakuan yang dikultur selama 20 hari dapat dilihat pada Gambar 1.

Dari Gambar 1 memperlihatkan bahwa pemberian konsentrasi lindi yang difermentasi EM₄ berpengaruh sangat nyata terhadap peningkatan kepadatan sel *Chlorella* sp. (p<0,01). Peningkatan kepadatan sel di



Gambar 1. Pola kepadatan sel *Chlorella* sp. yang dikultur dengan perbedaan konsentrasi lindi yang difermentasi dengan EM₄

Figure 1. Patterns of cell density of *Chlorella* sp. cultured with different concentrations of leachate fermented using EM₄

semua perlakuan terjadi pada saat fase *lag* hingga fase eksponensial (Taradifa *et al.*, 2022). Kepadatan sel tertinggi diperoleh pada perlakuan P5 sebanyak $731,1 \pm 2,55 \times 10^4$ sel mL^{-1} dengan puncak kepadatan pada hari ke-16. Fase *lag* masing-masing perlakuan setelah pemasukan inokulan tidak terlihat jelas. Hal ini dikarenakan pada saat dilakukan kultur inokulan *Chlorella* sp. yang digunakan sudah berada pada fase stasioner, sehingga fase *lag* pada tiap perlakuan tidak terlihat (Rosyadi *et al.*, 2022). Dalam fase *lag* yang menentukan adalah sel-sel inokulasi yang cepat beradaptasi dengan media kultur sehingga sel *Chlorella* sp. mampu tumbuh dan membelah dengan cepat (Umainana *et al.*, 2019). *Chlorella* sp. akan tumbuh dan mengalami pembelahan sel sesuai dengan lingkungan barunya (Roza *et al.*, 2022).

Setelah fase *lag*, diperkirakan pada hari ke-1 sampai dengan ke-6 memasuki fase eksponensial pada perlakuan P1, hari ke-8 (P2), hari ke-10 (P3), dan hari ke-16 (P4 dan P5). Hasil analisis statistik pada fase eksponensial antarperlakuan menunjukkan bahwa perlakuan P1 dan P2 tidak berbeda nyata ($p > 0,01$) dengan kepadatan sel *Chlorella* sp. masing-masing $256,4 \pm 6,25 \times 10^4$ sel mL^{-1} dan $272,5 \pm 9,01 \times 10^4$ sel mL^{-1} . Pada perlakuan P3, P4, dan P5 menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,01$) untuk perolehan kepadatan sel *Chlorella* sp. Kepadatan sel *Chlorella* sp. yang diperoleh pada perlakuan P5 yaitu $731,1 \pm 2,55 \times 10^4$ sel mL^{-1} , sedangkan pada perlakuan P4 dan P3 masing-masing kepadatan sel sebesar $541,2 \pm 34,01 \times 10^4$ sel mL^{-1} dan $428,9 \pm 86,67 \times 10^4$ sel mL^{-1} . Adanya perbedaan kepadatan sel antarperlakuan disebabkan karena perbedaan konsentrasi lindi yang diberikan, sehingga unsur hara pada lindi menjadi faktor pembatas. Meningkatnya kepadatan sel dikarenakan adanya interaksi positif antara *Chlorella* sp. dengan lindi yang difermentasi, sehingga unsur hara terurai dan dapat dimanfaatkan dengan baik oleh *Chlorella* sp. (Rosyadi *et al.*, 2022). Terjadinya fase eksponensial pada semua perlakuan disebabkan karena mikroalga telah berhasil beradaptasi dengan media kultur (Fadila *et al.*, 2021). Pertumbuhan sel *Chlorella*

sp. pada fase eksponensial ini ditandai adanya peningkatan jumlah sel yang dimulai dari hari pertama sampai hari puncak (Leksono *et al.*, 2017; Umainana *et al.*, 2019; Indriana *et al.*, 2020).

Fase stasioner terjadi pada hari ke-8 (P1), hari ke-10 (P2), hari ke-12 (P3), dan hari ke-18 (P4 dan P5). Berdasarkan hasil analisis statistik pada fase stasioner antarperlakuan menunjukkan bahwa perlakuan P1 dan P2 tidak berbeda nyata ($p > 0,01$) dengan kepadatan sel *Chlorella* sp. masing-masing $244,4 \pm 5,09 \times 10^4$ sel mL^{-1} dan $256,7 \pm 5,20 \times 10^4$ sel mL^{-1} . Pada perlakuan P3, P4, dan P5 menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,01$) untuk perolehan kepadatan sel *Chlorella* sp. Kepadatan sel *Chlorella* sp. yang diperoleh pada perlakuan P5 yaitu $686,1 \pm 4,19 \times 10^4$ sel mL^{-1} , sedangkan pada perlakuan P4 dan P3 masing-masing kepadatan sel sebesar $496,1 \pm 19,46 \times 10^4$ sel mL^{-1} dan $370,0 \pm 76,53 \times 10^4$ sel mL^{-1} . Fase stasioner merupakan fase dimana jumlah sel *Chlorella* sp. relatif konstan dan ketersediaan unsur hara pada medium akan berkurang (Price & Farag, 2013). Penurunan kepadatan sel terjadi karena tidak terdapat penambahan nutrisi baru dari luar media kultur (Utomo *et al.*, 2020). Fase kematian ditandai dengan menurunnya kepadatan sel *Chlorella* sp. secara drastis (Taradifa *et al.* 2022). Kematian sel pada mikroalga disebabkan karena adanya perubahan kualitas air ke arah yang tidak baik, umur kultivasi yang terlalu lama, dan terjadinya penurunan kandungan nutrisi dalam media kultur (Rosahdi *et al.*, 2015). Kepadatan sel *Chlorella* sp. mulai naik kembali pada hari ke-18 (P1) dan hari ke-20 (P2 dan P3). Hal ini dikarenakan *Chlorella* sp. dan mikroorganisme yang sudah mati mengalami proses penguraian dan kemudian dimanfaatkan lagi oleh *Chlorella* sp. sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhannya. Nurlaili *et al.* (2015) menyatakan bahwa mikroorganisme dan mikroalga yang mati akan didekomposisi oleh mikroba aerob menjadi nutrisi yang dapat digunakan lagi sebagai nutrisi dalam media kultur.

Perbedaan konsentrasi lindi ini

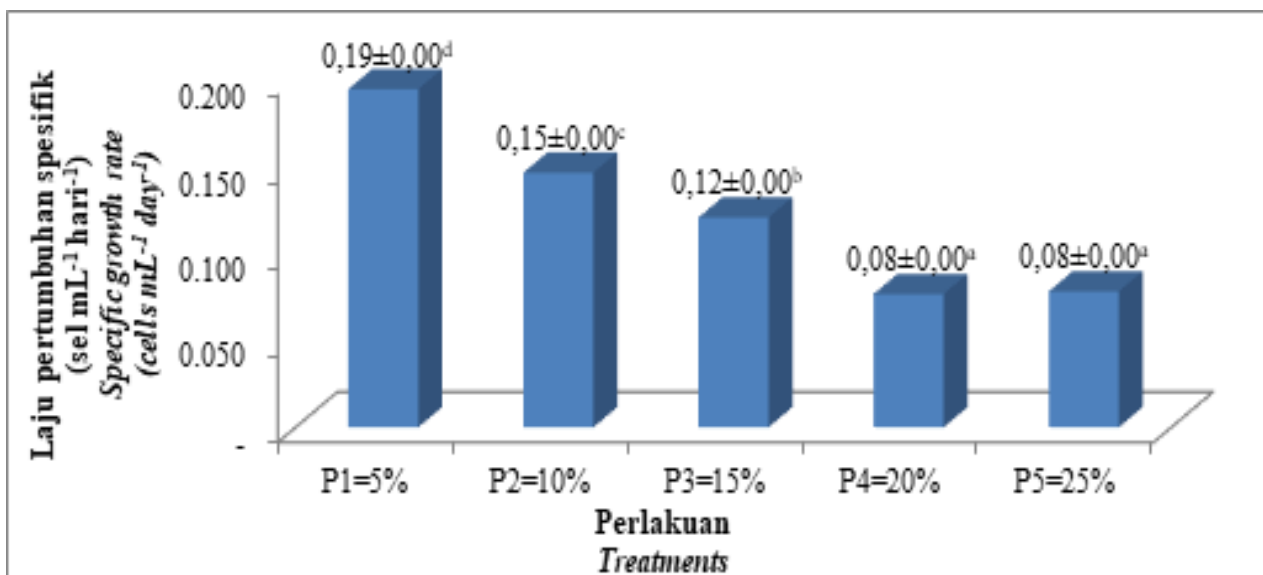
memberikan pengaruh terhadap kepadatan dan pertumbuhan sel *Chlorella* sp. Semakin tinggi konsentrasi lindi yang digunakan, maka proses dekomposisi yang dilakukan oleh mikroorganisme akan semakin tinggi pula, sehingga *Chlorella* sp. akan mudah menyerapnya untuk pertumbuhan (Rosyadi *et al.*, 2022). Dalam EM₄ terkandung bakteri fotosintetik serta bakteri asam laktat yang berfungsi untuk fermentasi bahan organik menjadi asam laktat dan mempercepat perombakan unsur hara (Sulistiono, 2018).

Laju Pertumbuhan Spesifik *Chlorella* sp.

Laju pertumbuhan spesifik (LPS) merupakan gambaran pertumbuhan sel *Chlorella* sp. per satuan waktu. Perbedaan laju pertumbuhan

spesifik *Chlorella* sp. pada masing-masing perlakuan disajikan pada Gambar 2.

Berdasarkan Gambar 2 terlihat bahwa konsentrasi lindi yang difermentasi EM₄ berpengaruh sangat nyata terhadap LPS *Chlorella* sp. ($p < 0,01$). Berdasarkan uji Tukey antara P4 dan P5 tidak berbeda nyata, namun pada P1, P2, dan P3 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Perbedaan nilai LPS pada tiap perlakuan disebabkan karena kemampuan sel *Chlorella* sp. dalam menyerap unsur hara pada media kultur (Meriatna *et al.*, 2018). Selain itu, perbedaan nilai LPS pada semua perlakuan dikarenakan perbedaan lingkungan, yaitu tingkat kekeruhan pada media kultur. Semakin tinggi konsentrasi lindi yang diberikan, maka tingkat kekeruhan pada media kultur juga semakin tinggi, sehingga fosfat



Gambar 2. Laju pertumbuhan spesifik *Chlorella* sp. selama kultur dengan perbedaan konsentrasi lindi yang difermentasi EM₄

Figure 2. Specific growth rates of *Chlorella* sp. cultured using different concentrations of EM₄ fermented leachate

semakin tidak termanfaatkan oleh *Chlorella* sp. Hal ini diperkuat Azhar *et al.* (2017) bahwa penyebab lambatnya laju pertumbuhan adalah kekeruhan. Kekeruhan dapat menghalangi penetrasi cahaya yang dapat mengganggu fitoplankton dalam melakukan fotosintesis.

Tingginya nilai LPS pada perlakuan P1 disebabkan karena unsur hara seperti nitrat

jumlahnya lebih sedikit dan sel *Chlorella* sp. dapat menyerap dan memanfaatkan unsur hara, sehingga hari puncak kepadatannya lebih singkat (Rosyadi *et al.*, 2022). Semakin tinggi konsentrasi lindi yang diberikan maka laju pertumbuhan spesifik *Chlorella* sp. semakin lambat, dimana semakin rendah konsentrasi yang digunakan, maka hari

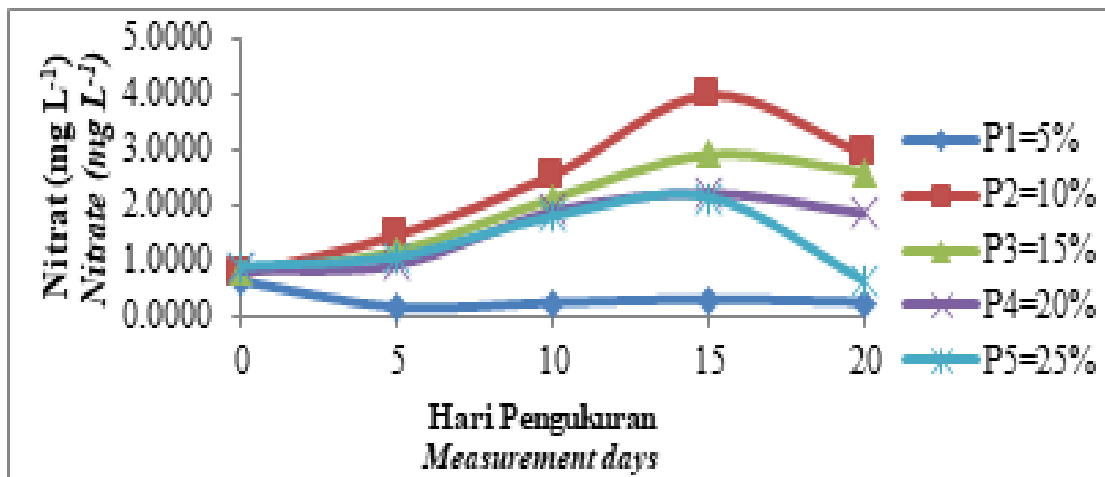
puncak kepadatan sel semakin cepat. Hal ini dikarenakan dengan konsentrasi yang rendah bahan organik pada lindi dapat diurai dengan cepat oleh mikroorganisme yang terkandung dalam EM₄ dan dapat dimanfaatkan oleh *Chlorella* sp. untuk perkembangan sel, akan tetapi jumlah nutrisi pada lindi cepat habis dan menyebabkan terjadinya penurunan pertumbuhan (Hadi, 2022). Pemanfaatan unsur hara dengan konsentrasi yang lebih tinggi oleh *Chlorella* sp. membutuhkan waktu yang lebih panjang dan menyebabkan semakin lamanya puncak populasi (Rosyadi *et al.*, 2022).

Kualitas Air

Nitrat merupakan salah satu unsur hara makronutrien yang dapat memengaruhi

kepadatan sel *Chlorella* sp. Hasil pengukuran kandungan nitrat pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.

Dari Gambar 3 terlihat bahwa kandungan nitrat memiliki pengaruh terhadap jumlah sel *Chlorella* sp. Pada awal perlakuan (hari ke-0) kandungan nitrat tertinggi terdapat pada perlakuan P5 dan P4 yaitu masing-masing 0,8875 mg L⁻¹ dan 0,8458 mg L⁻¹. Sementara, pada perlakuan P3, P2, dan P1 masing-masing diperoleh konsentrasi sebesar 0,7938 mg L⁻¹, 0,7729 mg L⁻¹, dan 0,6271 mg L⁻¹. Faktor lain yang mendukung pertumbuhan *Chlorella* sp. di antaranya kebutuhan nitrat dengan kisaran 0,9-3,5 mg L⁻¹. Bila kandungan nitrat <0,1 mg L⁻¹ atau >45 mg L⁻¹ maka nitrat dapat menjadi faktor pembatas (Atmanisa *et al.*, 2020).



Gambar 3. Nilai kadar nitrat (NO₃) pada media kultur *Chlorella* sp. dengan perbedaan konsentrasi lindi yang difermentasi EM₄

Figure 3. The value of nitrate (NO₃) levels in the culture medium of *Chlorella* sp. with different concentrations of EM₄-fermented leachate

Kandungan nitrat pada perlakuan P1 mengalami penurunan hingga akhir penelitian. Hal ini dikarenakan *Chlorella* sp. dapat memanfaatkan nitrat untuk pertumbuhannya (Juneja *et al.*, 2013). Selain itu, menurunnya kandungan nitrat dapat disebabkan karena adanya pengaruh proses fermentasi EM₄ yang menyebabkan zat terlarut dan bahan-bahan tersuspensi pada lindi mengalami penurunan

(Rosyadi *et al.*, 2022).

Kandungan nitrat mengalami kenaikan pada hari ke-5 hingga ke-15 (P2, P3, P4, dan P5). Hal ini dikarenakan terjadinya proses fermentasi yang dilakukan oleh mikroorganisme pengurai terhadap bahan organik yang terkandung dalam lindi. Rosyadi *et al.* (2022) melaporkan bahwa kenaikan nitrat pada media kultur disebabkan karena lindi yang difermentasi

proses dekomposisinya berlangsung lambat, sehingga proses pembentukan nitrat dalam media kultur berjalan lambat.

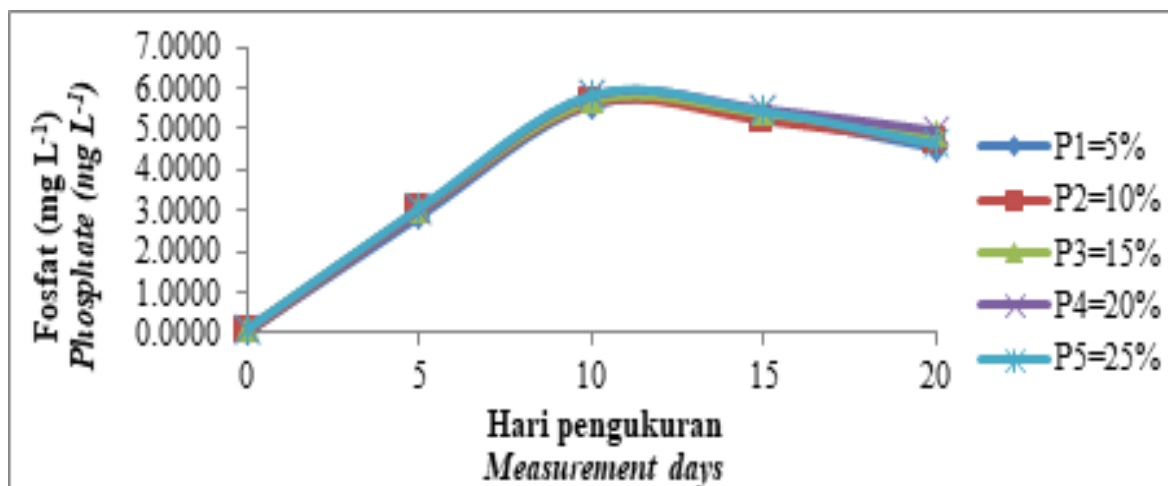
Kandungan nitrat pada perlakuan P2, P3, P4, dan P5 baru dapat dimanfaatkan oleh *Chlorella* sp. pada hari ke-15 hingga 20. Pemanfaatan nitrat ditandai dengan menurunnya kandungan nitrat pada media kultur, karena dimanfaatkan oleh *Chlorella* sp. untuk tumbuh (Roza *et al.*, 2022). Nitrat merupakan salah satu nutrisi yang memengaruhi kepadatan sel *Chlorella* sp. (Dahril *et al.*, 2020; Nur *et al.*, 2023).

Fosfat termasuk salah satu unsur hara makronutrien yang berperan untuk pembelahan sel, pembentukan klorofil, metabolisme, dan lain sebagainya. Hasil pengukuran kadar fosfat pada tiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar

4.

Berdasarkan Gambar 4 ditunjukkan bahwa terjadi peningkatan kadar fosfat pada semua perlakuan hingga hari ke-10. Meningkatnya kadar fosfat pada media kultur ini dikarenakan proses fermentasi dengan EM₄ belum sempurna, sehingga *Chlorella* sp. belum dapat memanfaatkan fosfat untuk proses metabolisme (Rosyadi *et al.*, 2022). Penambahan atau penurunan konsentrasi fosfat pada media kultur kemungkinan dipengaruhi oleh aktivitas mikroba dan juga dipengaruhi oleh aktivitas yang dilakukan *Chlorella* sp. (Restuhadi *et al.*, 2017).

Setelah itu, kadar fosfat pada semua perlakuan mengalami penurunan di hari ke-15 hingga ke-20. Penurunan kadar fosfat pada lindi yang difermentasi ini terjadi karena



Gambar 4. Nilai kadar fosfat (PO_4) pada media kultur *Chlorella* sp. dengan perbedaan konsentrasi lindi yang difermentasi EM₄

Figure 4. The value of phosphate (PO_4) levels in the culture medium of *Chlorella* sp. with different concentrations of EM₄-fermented leachate

Chlorella sp. dapat memanfaatkan fosfat dalam media kultur untuk pembentukan klorofil dan pembelahan sel (Nurdiana *et al.*, 2021). Selain itu, fosfat juga berfungsi sebagai penghasil energi metabolisme untuk pertumbuhan dan reproduksi (Restuhadi *et al.*, 2017).

Parameter kualitas air lainnya adalah suhu, derajat keasaman (pH), dan oksigen terlarut atau *dissolved oxygen* (DO). Kualitas air yang optimal memengaruhi pertumbuhan sel

Chlorella sp. pada media kultur, untuk kisaran kualitas air disajikan pada Tabel 1.

Suhu merupakan faktor pembatas pertumbuhan, dalam keberlangsungan hidup dan pembelahan sel secara ekologis perubahan suhu ini dapat menyebabkan perbedaan komposisi dan kepadatan sel *Chlorella* sp. Selama penelitian diperoleh suhu dengan kisaran 28-29°C. Nilai ini masih optimal

untuk pertumbuhan dan perkembangan sel *Chlorella* sp. karena menurut Boroh *et al.* (2019) pertumbuhan *Chlorella* sp. berlangsung secara normal pada kisaran suhu 25-32°C.

Rata-rata hasil pengamatan pH selama penelitian tidak jauh berbeda, yaitu antara 4,63-7,74. Umumnya semakin tinggi konsentrasi lindi yang diberikan maka nilai pH pada media

Tabel 1. Hasil pengukuran parameter fisika dan kimia media kultur *Chlorella* sp. dengan perbedaan konsentrasi lindi yang difermentasi EM₄

Table 1. Variation of physical and chemical parameters of the culture medium of *Chlorella* sp. with different concentrations of EM₄-fermented leachate

Parameter Parameters	P1 (5%)	P2 (10%)	P3 (15%)	P4 (20%)	P5 (25%)	Optimal Optimal
Suhu (°C) Temperature (°C)	28-29	28-29	28-29	28-29	28-29	25-32*
pH	4,63-7,30	5,95-7,37	6,69-7,51	7,08-7,62	7,23-7,74	4,5-9,3**
Oksigen terlarut (mg L ⁻¹) Dissolved oxygen (mg L ⁻¹)	3,6-6,7	4,0-5,8	3,9-6,8	3,9-6,0	3,8-7,9	7***

Sumber: *(Boroh *et al.*, 2019), **(Maharsyah *et al.*, 2013), *** (Rahmawati & Nadya, 2020).

Source: *(Boroh *et al.*, 2019), **(Maharsyah *et al.*, 2013), *** (Rahmawati & Nadya, 2020).

kultur juga akan meningkat. Maharsyah *et al.* (2013) melaporkan bahwa kisaran pH yang bagus untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. berkisar antara 4,5-9,3.

Oksigen terlarut selama penelitian berkisar 3,6-7,9 mg L⁻¹. Kandungan DO berkisar antara 3-5 mg L⁻¹ kurang produktif, 5-7 mg L⁻¹ produktivitasnya tinggi, dan >7 mg L⁻¹ produktivitasnya sangat tinggi (Rahmawati & Nadya, 2020). Ketersediaan DO dalam media kultur merupakan faktor penting untuk fitoplankton, karena secara langsung digunakan sebagai bahan untuk membentuk molekul-molekul organik melalui proses fotosintesis (Jadid *et al.*, 2017; Rosyadi *et al.*, 2022).

KESIMPULAN

Penggunaan lindi yang difermentasi dengan fermentor EM₄ pada konsentrasi 25% menghasilkan kepadatan sel *Chlorella* sp.

tertinggi ($731,1 \pm 2,55 \times 10^4$ sel mL⁻¹) dengan puncak pertumbuhan lebih lambat, dan pada konsentrasi 5-15% kepadatan sel relatif rendah dengan puncak pertumbuhan lebih cepat. Perbedaan konsentrasi lindi yang difermentasi dengan EM₄ berpengaruh sangat nyata terhadap produksi *Chlorella* sp. yang disebabkan oleh mikroorganisme dan perbedaan jumlah unsur hara pada lindi yang menjadi faktor pembatas untuk pertumbuhan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (DPPM) Universitas Islam Riau, yang telah memberi bantuan pendanaan penelitian dosen. Terima kasih juga disampaikan pada saudara Rivandhika Wahyu Fadilla, mahasiswa Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Riau, yang telah membantu dalam persiapan penelitian ini.

DAFTAR ACUAN

- Atmanisa, A., Mustarin, A., & Taufieq, N.A.S. (2020). Analisis kualitas air pada kawasan budidaya rumput laut *Eucheuma cottoni* di kabupaten Jeneponto. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 6(1), 11-22. <http://eprints.unm.ac.id/id/eprint/16543>
- Azhar, A., Dharma, A., Armaini., Nasir, N., Syafrizayanti., & Chaidir, Z. (2017). Integrasi bioremediasi limbah peternakan sapi dan kultivasi mikroalga *Chlorella vulgaris* dan *Chlorella pyrenoidosae*. *Jurnal Katalisator*, 2(2), 67-78. <https://doi.org/10.22216/jk.v2i2.2127>
- 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>
- Dahril, T., Mulyadi, A., & Eddywan. (2020). A prospect to develop *Chlorella* industry in Riau province, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 460(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/460/1/012042>
- Dahril, T., Mulyadi, A., & Eddywan. (2021). The growth, production and chemical compounds of *Chlorella* sp. in various concentrations of palm oil wasterwater in laboratory culture media. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 749, 1-5. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/749/1/012004>.
- Fadila, A.R., Suminto, S., Subandiyono, S., & Chilmawati, D. (2021). Pengaruh rasio n:p dalam media kultur terhadap pola pertumbuhan dan kandungan protein *Thalassiosira* sp. *Sains Akuakultur Tropis*, 5(2), 147–158. <https://doi.org/10.14710/sat.v5i2.11478>
- Fadilla, R. W. (2022). Pengaruh pemberian lindi hasil penyaringan dengan dosis berbeda terhadap kelimpahan *Chlorella* sp. *Skripsi*. Universitas Islam Riau.
- Fitra, M., & Budijono. (2019). Pemanfaatan hasil fermentasi dari campuran sisa produksi industri tahu dan minyak kelapa sawit terhadap pertumbuhan *Chlorella* sp. pada media air gambut. *Prosiding Seminar Nasional Pelestarian Lingkungan*, hal 690-695.
- Hadi, K. (2022). Pengaruh pemberian lindi dengan dosis berbeda yang difermentasi EM₄ terhadap kelimpahan *Chlorella* sp. *Skripsi*. Universitas Islam Riau.
- Hafizhah, R., Hariyati, R., & Murningsih. (2012). Pengaruh pemberian kompos sampah rumah tangga terhadap pertumbuhan *Chlorella vulgaris* pada skala laboratorium. *BIOMA*, 14(2), 73-77.
- Indriana, N., Iba, W., Idris, M., Ruslaini., Abidin, L.O.B., & Aslan, L.O.M. (2020). Pengaruh konsentrasi pupuk organik cair lemna (*Lemna minor*) yang berbeda terhadap pertumbuhan mikroalga *Chlorella vulgaris*. *Media Akuatika: Jurnal Ilmiah Jurusan Budidaya Perairan*, 5(1), 1-12. <http://dx.doi.org/10.33772/jma.v5i1.11754>
- Jadid, R., Dewiyanti, I., & Nurfadillah. (2017). Penambahan air kelapa pada media pertumbuhan populasi *Nannochloropsis* sp. *JIM : Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 2(1), 113-118.
- Juneja, A., Ceballos, R.M., & Murthy, G.S. (2013). Effects of environmental factors and nutrient availability on the biochemical composition of algae for biofuels production: a review. *Energies*, 6(9), 4607–4638. <https://doi.org/10.3390/en6094607>
- Leksono, A.W., Mutiara, D., & Yusanti, I.A. (2017). Penggunaan pupuk organik cair hasil fermentasi dari *Azolla pinnata* terhadap kepadatan sel *Spirulina* sp. *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 12(1), 56-65. <https://doi.org/10.31851/jipbp.v12i1.1414>
- Maharsyah, T., Lutfi, M., & Nugroho, W.A. (2013). Efektivitas penambahan plant

- growth promoting bacteria (*Azospirillum* sp) dalam meningkatkan pertumbuhan mikroalga (*Chlorella* sp) pada media limbah cair tahu setelah proses anaerob. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 1(3), 258-264.
- 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. <https://doi.org/10.29103/jtku.v7i1.1172>
- Moheimani, N.R., Borowitzka, M.A., Isdepsky, A., & Sing, F.S. (2013). Standard methods for measuring growth of algae and their composition. *Algae for Biofuels and Energy*, pp 265–284. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-5479-9>
- 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.
- Novianti, T., Zainuri, M., & Widowati, I. (2019). Aktivitas antioksidan dan identifikasi golongan senyawa aktif ekstrak kasar mikroalga *Chlorella vulgaris* yang dikultivasi berdasarkan sumber cahaya yang berbeda. *Barakuda 45: Jurnal Ilmu Perikanan dan Kelautan*, 1(2), 72–87. <https://doi.org/10.47685/barakuda45.v1i2.44>
- 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)
- Nurdiana, J.I., Candrahanifa, N., Kamilalita, N., & Hidayah, E.N. (2021). Perbandingan antara mikroalga *Chlorella* sp. dan *Spirulina plantesis* dalam penurunan nitrat fosfat pada air limbah domestik menggunakan oxidation ditch algae reactor (odar). *Prosiding ESEC*, 2(1), 14–19.
- Nurlaili, F.R., Hendrawan, Y., & Nugroho, W.A. (2015). Pengaruh dosis penambahan bakteri (*Azospirillum* sp) terhadap kelimpahan populasi mikroalga (*Chlorella* sp) pada media kultur limbah cair biogas (setelah proses anaerob). *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 3(2): 121-126.
- Price, K., & Farag, I.H. (2013). Resources conservation in microalgae biodiesel production. *International Journal of Engineering and Technical Research*, 1(8),49-56.
- Rahmawati, & Nadya, D. (2020). Pengaruh pupuk organik cair *Azolla* sp. strain isolat lokal dengan konsentrasi yang berbeda terhadap kelimpahan *Chaetoceros* sp. *Brawijaya Knowledge Garden*, 1(2), 102–119.
- Restuhadi, F., Zalfiatri, Y., & Pringgondani, D. A. (2017). Pemanfaatan simbiosis mikroalga *Chlorella* sp. dan starbact untuk menurunkan kadar polutan limbah cair sagu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 11(2), 140–153. <http://dx.doi.org/10.31258/jil.11.2.p.140-153>
- Rosahdi, T.D., Susanti, Y., & Suhendar, D. (2015). Uji aktivitas daya antioksidan biopigmen pada fraksi aseton dari mikroalga *Chlorella vulgaris*. *Jurnal Istek*, 9(1), 1-16.
- Rosyadi., Agusnimar, A., & Melati, H. (2022). Pengaruh perbedaan konsentrasi olahan air lindi terhadap kelimpahan *Chlorella* sp. *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 9(1), 32-38. <https://doi.org/10.31258/dli.9.1.p.32-38>
- Rosyadi., Dahril, T., Mulyadi, A., Siregar, S.H., & Windarti. (2022). Growth of *Chlorella* sp. reared in a leachate enriched media. *AACL 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

- Said, N.I., & Hartaja, D.R.K. (2015). Pengolahan air lindi dengan proses biofilter anaerob-aerob dan denitrifikasi. *Jurnal Air Indonesia*, 8(1), 1-20. <https://doi.org/10.29122/jai.v8i1.2380>
- Sulistiono, E. (2018). Pengolahan limbah cair tahu dengan menggunakan effective microorganism organik (EM₄ organik). *Jurnal Abdimas Berdaya: Jurnal Pembelajaran, Pemberdayaan dan Pengabdian Masyarakat*, 1(1): 22-28.
- Taradifa, S., Hasibuan, S., & Syafriadiman. (2022). Pemanfaatan pupuk organik cair *Azolla* sp. terhadap kepadatan sel *Chlorella* sp. *Jurnal Riset Akuakultur*, 17 (2), 85-93.
- Umainana, M.R., Mubarak, A.S., & Masithah, E.D. (2019). Pengaruh konsentrasi pupuk daun turi putih (*Sesbania grandiflora*) terhadap populasi *Chlorella* sp. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 8(1), 1-7.
- Utomo, A.N.S., Julyantoro, P.G.S., & Dewi, A.P.W.K. (2020). Pengaruh penambahan air cucian beras terhadap laju pertumbuhan *Spirulina* sp. *Current Trends in Aquatic Science III*, 22(1), 15–22.