



PERTUMBUHAN *Chlorella pyrenoidosa* DENGAN PEMBERIAN PUPUK ORGANIK CAIR (POC) YANG BERBEDA

Abel Lerisa¹, Husuma Kusuma^{1*}

¹Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Universitas Bung Hatta, Padang, Sumatera Barat, Indonesia

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh pupuk organik cair (POC) terhadap pertumbuhan *Chlorella Pyrenoidosa*. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan empat perlakuan dan tiga ulangan, yaitu A (kontrol), B (POC limbah nanas dan pepaya), C (POC limbah sawi dan kol), dan D (POC limbah nanas, pepaya, sawi, dan kol). Hasil menunjukkan perlakuan B menghasilkan kepadatan tertinggi ($9.690 \pm 1.371 \times 10^6$ sel/ml) dan laju pertumbuhan harian terbaik ($782 \pm 232 \times 10$ sel/ml), sedangkan yang terendah pada perlakuan A (kontrol). Kandungan klorofil-a tertinggi diperoleh pada perlakuan D (27,49 sel/ml) dan terendah perlakuan A (14,18 mg/m³). Parameter kualitas air masih sesuai kisaran optimal yaitu suhu 26,2–27 °C, pH 7,45–7,60, DO 5,4–7,6 ppm, amonia 0,20–0,65 ppm, dan nitrat 0,82–0,90 ppm.

Kata Kunci : *Chlorella pyrenoidosa*, Kepadatan, Pertumbuhan, Intensitas Cahaya, Klorofi-A, Kualitas Air.

ABSTRACT

This study aims to analyze the effect of liquid organic fertilizer (POC) on the growth of Chlorella Pyrenoidosa. The study used a completely randomized design with four treatments and three replications, namely A (control), B (POC pineapple and papaya waste), C (POC mustard greens and cabbage waste), and D (POC pineapple, papaya, mustard greens, and cabbage waste). The results showed that treatment B produced the highest density ($9,690 \pm 1,371 \times 10^6$ cells/ml) and the best daily growth rate ($782 \pm 232 \times 10$ cells/ml), while the lowest was in treatment A (control). The highest chlorophyll-a content was obtained in treatment D (27.49 cells/ml) and the lowest in treatment A (14.18 mg/m³). Water quality parameters remained within the optimal range, namely temperature 26.2–27°C, pH 7.45–7.60, DO 5.4–7.6 ppm, ammonia 0.20–0.65 ppm, and nitrate 0.82–0.90 ppm.

Keywords: *Chlorella pyrenoidosa*, Density, Growth, Light Intensity, Chlorophyll-A, Water Quality.

PENDAHULUAN

Mikroalga memiliki peran penting dalam ekosistem perairan sebagai produsen primer dan sumber nutrisi bernilai tinggi (Kusuma *et al.*, 2024). Salah satu spesies yang banyak

dimanfaatkan adalah *Chlorella pyrenoidosa*, yang kaya protein, vitamin, mineral, dan asam amino esensial, serta sangat potensial sebagai pakan alami larva ikan (Hanifa, 2019). Namun, kendala utama dalam budidaya adalah biaya media kultur yang relatif mahal dan ketersediaan inokulan yang terbatas (Lestari *et al.*, 2025).

Sebagai alternatif, Pupuk Organic Cair (POC) dari limbah organik diketahui mengandung unsur hara utama seperti nitrogen (N), dan fosfor (P) yang diperlukan mikroalga untuk pertumbuhan (Ginting *et al.*, 2023). Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa POC dapat meningkatkan produktivitas. Mikroalga dengan biaya lebih rendah dan ramah lingkungan (Apriliyanti *et al.*, 2016). Namun, informasi mengenai efektivitas berbagai sumber POC terhadap pertumbuhan *Chlorella pyrenoidosa* masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh pemberian POC yang berbeda terhadap pertumbuhan *Chlorella pyrenoidosa*.

Metode Penelitian

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada Juni sampai Juli 2025 yang berlokasi di Laboratorium Terpadu Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Universitas Bung Hatta, Padang, Sumatera Barat.

Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas empat perlakuan dan tiga ulangan yaitu Perlakuan A: Pupuk Urea 8 g, TSP 2 g, Kapur Dolomit 0,8 g, Dedak 1,6 g, Tepung Ikan 0,8 g, Tekung Kedelai 0,8 g; Perlakuan B: POC limbah nanas dan papaya; Perlakuan C: POC limbah sawi dan kol), dan Perlakuan D: POC limbah nanas, papaya, sawi, dan kol.

Kultur *Chlorella pyrenoidosa*

Bibit *Chlorella pyrenoidosa* yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari kultur massal laboratorium terpadu Fakultas Perikanan, Universitas Bung Hatta. Sedangkan Pupuk Organik Cair (POC) diproses secara mandiri di laboratorium terpadu Fakultas Perikanan. Kultur *Chlorella pyrenoidosa* dilakukan dalam toples berukuran 10 liter dengan volume air sebanyak 8 liter, serta dilengkapi dengan instalasi aerasi. Air yang telah dimasak kemudian dimasukkan ke dalam wadah sebanyak 6,4 liter. Pupuk yang digunakan adalah Pupuk Organik

Cair (POC) dengan dosis 5 ml/liter media kultur. Bibit *C. pyrenoidosa* kemudian ditambahkan ke dalam media sebanyak 1,6 liter. Proses kultur berlangsung selama 20 hari.

Parameter Yang Diamati Selama Masa Penelitian

1. Perhitungan kepadatan

Penghitungan kepadatan dilakukan selama dua hari sekali, dan perhitungan dilakukan setiap perlakuan serta ulangan. Kemudian dihitung dengan menggunakan rumus menurut (Kusuma *et al.*, 2024):

$$K = nx 10^4$$

Keterangan:

K = Kepadatan

N = Jumlah sel yang diperoleh

10^4 = Konstanta hemositometer

2. Laju Pertumbuhan Harian

Untuk perhitungan laju pertumbuhan harian *Chlorella pyrenoidosa* menggunakan rumus (Kusuma *et al.*, 2024):

$$GR(\text{Growth Rate}) = \frac{Wt - Wo}{t_1 - t_2}$$

Keterangan:

GR = Laju Pertumbuhan (sel/ml)

Wo = Pertumbuhan rata-rata pada awal (sel/ml)

Wt = Pertumbuhan rata-rata pada Akhir (sel/ml)

T = Durasi pemilihan (hari)

3. Klorofil-a

Perhitungan klorofil-a *C. pyrenoidosa* dilakukan pada hari ke 12 dihitung dengan menggunakan rumus klorofil-a (Zainuddin *et al.*, 2017) sebagai berikut:

$$\text{Klorofil} - a = \left(\frac{mg}{m^3} \right) = \frac{(11.85 \times A_{664}) - (1.54 \times A_{667}) - (0.08 \times A_{630}) \times Ve}{vs \times d}$$

Keterangan:

A₆₆₄ = Nilai absorbansi pada 664

A₆₆₇ = Nilai absorbansi pada 667

A₆₃₀ = Nilai absorbansi pada 630

V_s = Volume contoh air yang disaring (liter)

D = Tebar diameter cuvet (1cm)

Analisis Data

Data diperoleh penelitian ini terlebih dahulu diuji statistik One Way ANOVA dengan menggunakan SPSS 25. Apabila hasil analisis menunjukan bahwa nilai sig (P Value <0,05) maka terdapat perbedaan secara signifikan atau terdapat pengaruh pemberian pupuk organik cair terhadap kepadatan dan laju pertumbuhan *C. Pyrenoidoso* (H_0 diterima, H_i ditolak). Sebaliknya jika nilai sig (P Value >0,05) maka tidak ada perbedaan secara signifikan atau tidak ada pengaruh pemberian pupuk organik cair terhadap kepadatan dan laju pertumbuhan *C. Pyrenoidoso* (H_0 diterima, H_i ditolak). Apabila hasil ANOVA menunjukkan perbedaan yang signifikan, maka dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan untuk mengetahui perlakuan yang menunjukkan perbedaan secara nyata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis ANOVA menunjukan kepadatan *Chlorella pyrenoidosa* tertinggi pada perlakuan B ($9.690 \pm 1.371 \times 10^4$ sel/ml), diikuti D ($6.055 \pm 2.146 \times 10^4$ sel/ml), C ($4.992 \pm 82 \times 10^4$ sel/ml), dan terendah pada perlakuan A ($4.783 \pm 256 \times 10^4$ sel/ml). Analisis ANOVA menunjukan nilai signifikansi ($P < 0,05$) menunjukan POC berpengaruh nyata terhadap kepadatan dan laju pertumbuhan. Uji Duncan memperlihatkan perlakuan B berbeda nyata dari A, C, dan D tidak berbeda nyata. Hasil pengukuran kepadatan *Chlorella pyrenoidosa* pada akhir masa penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kepadatan *Chlorella pyrenoidosa*.

Perlakuan	Kepadatan $\times 10^4$ (sel/ml)
A	4.783 ± 256^a
B	9.690 ± 1.371^b
C	4.992 ± 82^a
D	6.055 ± 2.146^a

Chlorella pyrenoidosa yang dikultur menggunakan POC hasil fermentasi limbah nanas dan pepaya, menunjukkan pertumbuhan tertinggi. Limbah tersebut mengandung unsur hara esensial seperti nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K) yang penting dalam metabolisme sel, khususnya nitrat dengan kisaran 0,74-0,94 mg/l (Iba *et al.*, 2019). Pertumbuhan *Chlorella pyrenoidosa* berlangsung melalui fase adaptasi, eksponensial, stasioner dan kematian, dengan meningkatkan populasi sel paling signifikan pada fase eksponensial (Shidik *et al.*, 2021).

Ketersediaan unsur hara tidak hanya mempercepat pembelahan sel tetapi juga mendukung akumulasi biomassa (Iba *et al.*, 2019). Hal ini menunjukkan bahwa fermentasi

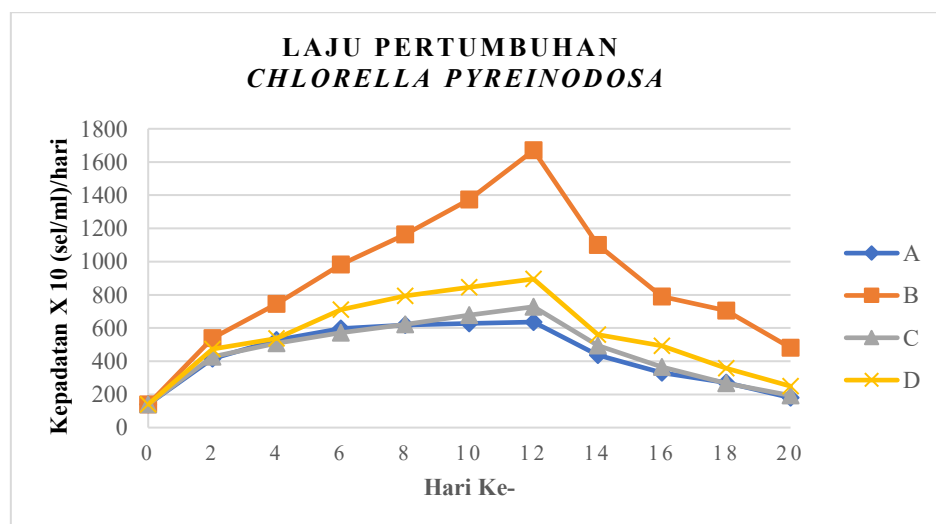
limbah organik dapat meningkatkan kepadatan dan produktivitas mikroalga secara signifikan (Shidik *et al.*, 2021).

Berdasarkan hasil laju pertumbuhan harian *Chlorella pyrenoidosa* tertinggi diperoleh pada perlakuan B (782×10^4 sel/ml), diikuti D (376×10^4 sel/ml) dan C (311×10^4 sel/ml), sedangkan terendah pada A (248×10^4 sel/ml). Analisis ANOVA menunjukkan nilai signifikansi ($P < 0,05$), yang berarti pemberian POC berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan *Chlorella pyrenoidosa*. Hasil laju pertumbuhan *Chlorella pyrenoidosa* dengan Pemberian Pupuk Organik (POC) yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-Rata Laju Pertumbuhan

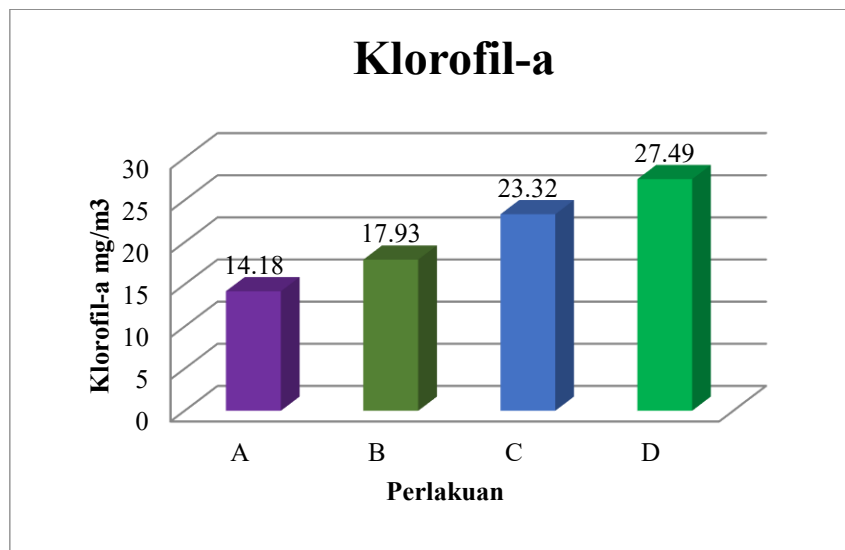
Perlakuan	Laju pertumbuhan $\times 10^4$ (sel/ml)/hari
A	248 ± 76^a
B	782 ± 232^b
C	311 ± 36^a
D	376 ± 48^a

Berdasarkan Gambar 1, pemberian POC hasil fermentasi berpengaruh signifikan terhadap fase eksponensial *Chlorella pyrenoidosa*, dengan puncak populasi pada hari ke-12 sebelum menurun pada hari ke-16–20 akibat keterbatasan nutrisi (Budianto *et al.*, 2023; Chamizo *et al.*, 2018). Nitrat menjadi faktor penting bagi pertumbuhan dengan kisaran optimal 0,9–3,5 mg/L, sementara konsentrasi terlalu rendah atau tinggi dapat membatasi perkembangan mikroalga (Nur *et al.*, 2023).



Gambar 1. Grafik Laju Pertumbuhan

POC berbasis pepaya dan nanas terbukti menghasilkan kepadatan *Chlorella pyrenoidosa* hingga 50% lebih tinggi dibandingkan POC berbahan sayuran, karena kandungan nitrogen, fosfor, asam amino, dan hormon hasil fermentasi lebih mudah diserap sel (Li *et al.*, 2022; Xian-wei *et al.*, 2025). Selain meningkatkan biomassa, POC buah juga memperkuat ketahanan mikroalga terhadap kondisi lingkungan kurang optimal berkat kandungan antioksidan alami (Shivagangaiah *et al.*, 2021; Lei *et al.*, 2023). Uji kandungan klorofil-a *Chlorella pyrenoidosa* pada penelitian ini dilakukan sebanyak 1 kali yaitu pada hari ke-12 penelitian.



Gambar 2. Kandungan Klorofil-a

Hasil penelitian menunjukkan kandungan klorofil-a tertinggi pada perlakuan D (27,49 mg/m³) dan terendah pada perlakuan A (14,18 mg/m³). Perbedaan ini dipengaruhi oleh variasi komposisi pupuk organik cair (POC) yang digunakan. Menurut Silva *et al.* (2023), nitrogen merupakan unsur dominan dalam sintesis klorofil yang menentukan kapasitas fotosintetik sel, sementara Ribeiro *et al.*, (2020) menegaskan bahwa ketersediaan nitrogen organik yang cukup sangat penting untuk meningkatkan produksi klorofil pada *Chlorella* sp. Unsur fosfor mendukung pembentukan ATP dan kloroplas, sedangkan kalium berfungsi dalam aktivasi enzim fotosintesis dan menjaga tekanan osmotik sel (Pane *et al.*, 2022).

Selain unsur hara, Telussa *et al.*, (2021) menjelaskan bahwa kandungan klorofil tidak hanya ditentukan oleh jumlah sel fitoplankton, tetapi juga kapasitas kloroplas dalam mensintesis pigmen. POC berbahan limbah nanas dan pepaya menyediakan nitrogen dan fosfor yang lebih mudah terurai, sedangkan sawi dan kol menyumbang unsur kalium. Kombinasi nutrisi makro tersebut mendorong proses fotosintesis yang lebih efisien. Hal ini sejalan dengan

Tanti *et al.*, (2020) yang melaporkan bahwa perbedaan bahan baku POC berpengaruh terhadap kualitas nutrisi dan akumulasi klorofil mikroalga. Dengan demikian, perlakuan D menghasilkan kandungan klorofil-a tertinggi karena memiliki keseimbangan nutrisi yang lebih optimal. Pengukuran kualitas air dilakukan dua kali, yaitu pada awal dan akhir masa penelitian yang berlangsung selama 20 hari. Data hasil pengukuran kualitas air dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-Rata Parameter Kualitas

Parameter	Perlakuan			
	A	B	C	D
Suhu (°C)	26,30 ± 0,10 ^{ab}	26,26 ± 0,11 ^a	26,50 ± 0,10 ^b	26,40 ± 0,10 ^{ab}
pH	7,45 ± 0,32 ^a	7,60 ± 0,1 ^b	7,59 ± 0,06 ^b	7,62 ± 0,07 ^b
DO (ppm)	5,53 ± 0,10 ^a	5,50 ± 0,13 ^a	5,45 ± 0,10 ^a	5,41 ± 0,12 ^a
Amonia (ppm)	0,65 ± 0,00 ^a	0,27 ± 0,00 ^a	0,20 ± 0,00 ^a	0,22 ± 0,00 ^a
Nitrat (ppm)	0,82 ± 0,00 ^a	0,88 ± 0,00 ^a	0,90 ± 0,00 ^a	0,9 ± 0,00 ^a
Cahaya (lux)	3.410 ± 0,00 ^a	3.410 ± 0,00 ^a	3.410 ± 0,00 ^a	3410 ± 0,00 ^a

Parameter kualitas air selama penelitian masih berada pada kisaran optimal untuk pertumbuhan mikroalga. Suhu media berkisar 26,2–27 °C, sesuai dengan kisaran optimal pertumbuhan *Chlorella* sp. (25–30 °C; Mufidah *et al.*, 2017). Nilai pH 7,45–7,57 juga masih ideal untuk mendukung pertumbuhan *Chlorella pyrenoidosa* (Han *et al.*, 2013). Oksigen terlarut (DO) tercatat 5,4–5,6 mg/L, berada dalam kisaran ideal 5–10 mg/L (Xu *et al.*, 2016). Konsentrasi amonia 0,20–0,65 mg/L relatif aman, masih mendukung pemanfaatan untuk sintesis protein dan biomassa (Delilla *et al.*, 2022). Sementara itu, kadar nitrat 0,82–0,90 mg/L menunjukkan adanya variasi antarperlakuan dan mendekati kisaran optimal pertumbuhan fitoplankton 0,9–3,5 mg/L (Aprilliyanti *et al.*, 2016).

KESIMPULAN

Pemberian pupuk organik cair (POC) berpengaruh signifikan terhadap kepadatan sel, laju pertumbuhan harian, dan kandungan klorofil-a *Chlorella pyrenoidosa* ($p < 0,05$). POC berbahan limbah nanas dan pepaya mendukung pertumbuhan lebih optimal dibandingkan perlakuan lainnya, sehingga berpotensi sebagai sumber nutrisi alternatif ramah lingkungan dalam budidaya mikroalga.

DAFTAR PUSTAKA

Aprilliyanti, S., T.R. Soeprbowati dan B. Yulianto. 2016. Hubungan Kelimpahan *Chlorella* sp Dengan Kualitas Lingkungan Perairan Pada Skala Semi Masal di BBBPBAP Jepara.

- Jurnal Ilmu Lingkungan. 14 (2): 77-81
<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/ilmulingkungan/article/view/14597>
- Budianto, G., Wibowo, Y., Hadiyanto, H., & Widayat, W. (2023). Zeolite addition in microalgae *Chlorella* sp. for treatment of bacteria contaminated vinasse. *Environmental Quality Management*, 33(3), 121-127. <https://doi.org/10.1002/tqem.22072>
- Chamizo, S., Mugnai, G., Rossi, F., Certini, G., & Philippis, R. (2018). Cyanobacteria inoculation improves soil stability and fertility on different textured soils: gaining insights for applicability in soil restoration. *Frontiers in Environmental Science*, 6. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2018.00049>
- Delilla, S., Syafriadiman, S., & Hasibuan, S. (2022). Pengaruh penambahan boster manstap terhadap kepadatan sel *Chlorella* sp. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 27(2), 219. <https://doi.org/10.31258/jpk.27.2.219-226>
- Ginting, M. S., Pulungan, D. R., Aznur, T. Z., & Purba, K. F. (2023). Pemanfaatan Pupuk Organik Cair (POC) dari Daun Kipahit (*Tithonia diversifolia*) untuk Peningkatan Produksi Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.). *ALKHIDMAH: Jurnal Pengabdian dan Kemitraan Masyarakat*, 1(1), 89-100. <https://doi.org/10.59246/alkhidmah.v1i1.185>
- Han, F., Huang, J., Li, Y., Wang, W., Wan, M., Shen, G., & Wang, J. (2013). Enhanced lipid productivity of *Chlorella pyrenoidosa* through the culture strategy of semi-continuous cultivation with nitrogen limitation and pH control by CO₂. *Bioresource technology*, 136, 418-424. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.02.049>
- Hanifa, F. (2019). Pengaruh perbedaan salinitas dan dosis pupuk walne terhadap pertumbuhan populasi *Chlorella* sp pada skala laboratorium. *Jurnal Online Mahasiswa Bidang Perikanan dan Ilmu Kelautan*, 6, 1-14.
- Iba et al., "The Growth of *Chlorella vulgaris* Cultured in Liquid Organic Fertilizer of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) at Different Salinities," *Aquacultura indonesia* (2019). <https://doi.org/10.21534/ai.v20i2.158>.
- Kusuma, H., Eriza, M., & Sari, S. N. (2024). Effectiveness of direct and indirect sunlight irradiation in the cultivation of *Chlorella pyrenoidosa*. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*, 48(1)75–82. <https://ijpsat.org/index.php/ijpsat/article/view/6799ijpsat.org+3>
- Kusuma, H., Syandri, H., & Eriza, M. (2025). Exogenous feeding in larvae of bilih fish (*Mystacoleucus padangensis* Blkr). *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 1(1), 57-62. <https://ojs.unimal.ac.id/index.php/acta-aquatica/article/view/19115>
- Lei et al. "Chlorella pyrenoidosa mitigated the negative effect of cylindrospermopsin-producing and non-cylindrospermopsin-producing *Raphidiopsis raciborskii* on *Daphnia magna* as a dietary supplement" *Frontiers in Microbiology* (2023) <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1292277>
- Lestari, D., Ela, N., Yuniati, D., Nasyrah, A. F. A., & Nur, R. (2025). Kombinasi Pupuk Walne dan Pupuk Guillard Terhadap Pertumbuhan *Chlorella* sp. Skala Laboratorium. *Sains*

- Akuakultur Tropis: Indonesian Journal of Tropical Aquaculture*, 9(2), 116-123.
<https://doi.org/10.14710/sat.v9i2.27493>
- Li, M., Ma, L., An, Y., Wei, D., Ma, H., Zhu, J., ... & Wang, C. (2023). Bioremoval efficiency and metabolomic profiles of cellular responses of *Chlorella pyrenoidosa* to phenol and 4-fluorophenol. *Journal of Water Reuse and Desalination*.
<https://doi.org/10.2166/wrd.2023.003>
- Mufidah, A., Agustono, Sudarno Dan D. D. Nindarwi. 2017. Teknik Kultur *Chlorella* Sp. Skala Laboratorium Dan Intermediet Di Balai Perikanan Budidaya Air Payau (Bpbap) Situbondo Jawa Timur. *Journal Of Aquaculture And Fish Health* . 7(2): 50-56.
- Nur, M., Jabbar, F. M., & Hadi, K. (2023). Pemberian Pupuk Organik Cair (Poc) Dengan Dosis Berbeda Terhadap Kelimpahan *Chlorella* Sp. *Dinamika Pertanian*, 39(1), 113-120. Adang, A., A. Lestaluhu Dan R. Siding. 2018. Pertumbuhan Fitoplankton *Dunaliella* Sp. Dengan Cahaya Berbeda Pada Skala Laboratorium. *Jurnal Agribisnis Perikanan*. 11(1): 1-7. <https://journal.uir.ac.id/index.php/dinamikapertanian/article/view/14072>
- Pane, R., Ginting, E., & Hidayat, F. (2022). Mikroba pelarut fosfat dan potensinya dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. *Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, 27(1), 51-59. <https://doi.org/10.22302/iopri.war.warta.v27i1.81>
- Ribeiro, D., Roncaratti, L., Possa, G., Garcia, L., Cançado, L., Williams, T., ... & Brasil, B. (2020). A low-cost approach for *Chlorella sorokiniana* production through combined use of urea, ammonia and nitrate based fertilizers. *Bioresource Technology Reports*, 9, 100354. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2019.100354>
- Shivagangaiah et al. "Phycoremediation and photosynthetic toxicity assessment of lead by two freshwater microalgae" *Physiologia Plantarum* (2021) <https://doi.org/10.1111/ppl.13368>
- Silva, M., Albuquerque, M., Rodrigues, R., Ramos, R., Costa, E., Lopes, W., ... & Leite, V. (2023). Ammonianitrogen removal by *Chlorella* sp. in different landfill leach dilutions..<https://doi.org/10.56238/methofocusinterv1-120>
- Tanti, N., Nurjannah, N., & Kalla, R. (2020). Pembuatan pupuk organik cair dengan cara aerob. *Iltek Jurnal Teknologi*, 14(2), 2053-2058. <https://doi.org/10.47398/iltek.v14i2.415>
- Telussa, I., Hattu, N., & Sahalessy, A. (2021). Morphological observation, identification and isolation of tropical marine microalgae from ambon bay, maluku. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 9(3), 137-143. <https://doi.org/10.30598/ijcr.2022.9-ivo>
- Xian-Wei et al. "Effects of Sodium Selenate on Growth, Selenium Forms, and Nutritional Quality of *Chlorella pyrenoidosa*" *Foods* (2025) <https://doi.org/10.3390/foods14030405>
- Xu, Y.; Ibrahim, IM; Harvey, PJ (2016) Pengaruh periode cahaya dan intensitas cahaya terhadap pertumbuhan dan fotosintesis *Dunaliella salina* (chlorophyta) CCAP 19/30. *Plant Physiol. Biochem.* 2016, 106, 305–315. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.05.021>