



Kepadatan Mikroalga Mixculture Pada Media POME Skala Laboratorium

^{1*}Aulia Juanda Djaingsastro, ²Saroha Manurung, ³Maisarah, ⁴Rahmad Dian, ⁵Rusdi Machrizal

^{1,2,3,4}Institut Teknologi Sawit Indonesia, Deli Serdang, Indonesia.

⁵Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Labuhanbatu, Rantauprapat, Indonesia.

*Corresponding Author e-mail: aulia_juanda@itsi.ac.id

Received: November 2025; Revised: November 2025; Accepted: December 2025; Published: December 2025

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kepadatan mikroalga mixculture yang dikultivasi pada media POME dengan variasi konsentrasi serta mengevaluasi pengaruh konsentrasi POME terhadap pertumbuhan mikroalga. Mikroalga mixculture dikultivasi pada media POME dengan tiga variasi konsentrasi, yaitu 10%, 20%, dan 30%. Kultivasi dilakukan selama 15 hari dengan pengamatan kepadatan sel setiap tiga hari menggunakan hemositometer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan mikroalga meningkat seiring bertambahnya waktu kultivasi pada seluruh perlakuan. Konsentrasi POME 30% menghasilkan kepadatan mikroalga tertinggi pada setiap waktu pengamatan, dengan kepadatan maksimum sebesar 12.564 sel/ml pada hari ke-15, diikuti oleh konsentrasi 20% dan 10% masing-masing sebesar 11.980 sel/ml dan 10.080 sel/ml. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi POME berpengaruh positif terhadap pertumbuhan mikroalga mixculture dalam rentang konsentrasi yang digunakan. Kepadatan mikroalga meningkat seiring bertambahnya waktu kultivasi pada seluruh perlakuan. Konsentrasi POME 30% menghasilkan kepadatan mikroalga tertinggi, menunjukkan bahwa ketersediaan nutrisi yang lebih tinggi dalam POME mendukung pertumbuhan mikroalga. Dengan demikian, POME berpotensi dimanfaatkan sebagai media alternatif untuk kultivasi mikroalga sekaligus sebagai upaya pengelolaan limbah cair industri kelapa sawit.

Kata Kunci: Palm Oil Mill Effluent; mikroalga mixculture; kepadatan sel; fitoremediasi; limbah cair

Abstract: This study aims to analyse the density of microalgae mixculture cultivated in POME media with varying concentrations and to evaluate the effect of POME concentration on microalgae growth. Microalgae mixculture was cultivated in POME media with three concentration variations, namely 10%, 20%, and 30%. Cultivation was carried out for 15 days with cell density observations every three days using a haemocytometer. The results showed that microalgae density increased over time in all treatments. A POME concentration of 30% produced the highest microalgae density at each observation time, with a maximum density of 12,564 cells/ml on the 15th day, followed by concentrations of 20% and 10% at 11,980 cells/ml and 10,080 cells/ml, respectively. These results indicate that an increase in POME concentration has a positive effect on the growth of microalgae mixculture within the concentration range used. Microalgae density increased with cultivation time in all treatments. A 30% POME concentration resulted in the highest microalgae density, indicating that the higher nutrient availability in POME supports microalgae growth. Thus, POME has the potential to be utilised as an alternative medium for microalgae cultivation as well as an effort to manage palm oil industry wastewater.

Keywords: Palm Oil Mill Effluent; microalgae mixculture; cell density; phytoremediation; wastewater treatment

How to Cite: Djaingsastro, A. J., Manurung, S., Maisarah, Dian, R., & Machrizal, R. (2025). Kepadatan Mikroalga Mixculture Pada Media POME Skala Laboratorium. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 13(4), 3100–3106. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i4.18891>



<https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i4.18891>

Copyright© 2025, Djaingsastro et al

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](#) License.



PENDAHULUAN

Palm Oil Mill Effluent (POME) merupakan limbah cair utama dari proses produksi minyak sawit yang memiliki beban pencemar tinggi, sehingga menimbulkan tantangan signifikan terhadap pengelolaan lingkungan (Mosunmola & Olatunde, 2020; Deb et al., 2023; Putri & Febria, 2023; Ratnasari et al., 2024). POME umumnya memiliki nilai *Chemical Oxygen Demand (COD)* yang sangat tinggi, dengan nilai mencapai 114.800 (Iwuagwu & Ugwuanyi, 2014) mg/L, dan beberapa studi mencatat konsentrasi spesifik sebesar 96.300 mg/L (Hafiz et al., 2024) serta 88.100 mg/L (Abdurahman et al., 2023).

Selain itu, POME mengandung konsentrasi nitrogen signifikan, dengan studi menunjukkan kadar sekitar 91 mg/L, yang berpotensi memicu eutrofikasi apabila dibuang tanpa pengolahan. Karakteristik kimia POME juga cenderung bersifat asam dengan pH sekitar 5,73 (Sisnayati *et al.*, 2022), sehingga beban organik dan sifat kimianya dapat menyebabkan kerusakan ekologis yang parah jika tidak ditangani.

Meskipun demikian, POME tidak hanya dipandang sebagai limbah, tetapi juga memiliki potensi pemanfaatan karena kandungan nutrisinya yang tinggi. Penelitian menunjukkan bahwa penerapan POME dapat meningkatkan sifat kimia tanah, seperti kandungan karbon organik, pH, dan ketersediaan nutrisi, sehingga berkontribusi terhadap produktivitas kelapa sawit (Ratnasari *et al.*, 2024). POME kaya akan unsur hara penting seperti karbon, nitrogen, dan fosfor (Mahdi *et al.*, 2022; Sari *et al.*, 2022), bahkan hasil fermentasi POME dilaporkan mengandung hingga 7,80% protein mentah (Gunawan *et al.*, 2025), sehingga telah dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan, termasuk sebagai pakan ternak (Gunawan *et al.*, 2025), dan media tumbuh mikroalga (Sari *et al.*, 2022).

Peran mikroalga dalam pemanfaatan POME menjadi menarik karena konsentrasi tinggi nitrogen dan fosfor dalam POME memfasilitasi penyerapan nutrisi, meningkatkan produksi biomassa (Fernando *et al.*, 2021). Mikroalga seperti *Chlorella pyrenoidosa* dan *Botryococcus braunii* telah terbukti memiliki kemampuan signifikan dalam penyerapan nutrisi, dengan efektivitas penghilangan nitrogen dan fosfor dari POME mencapai hingga 95% (Nasution *et al.*, 2019; Nur *et al.*, 2024). Proses fikoremediasi yang melibatkan mikroalga tidak hanya berkontribusi terhadap penurunan beban pencemar organik, tetapi juga efektif dalam mengurangi risiko eutrofikasi pada badan air penerima (Nur *et al.*, 2024). Mikroalga yang dibudidayakan pada media POME terbukti mampu mengurangi polutan, termasuk COD dan nutrisi, sekaligus menghasilkan biomassa yang dapat diolah menjadi produk bernilai ekonomi seperti biodiesel, astaxanthin, dan pakan ternak (Fernando *et al.*, 2021; Nur *et al.*, 2024; Idris, 2018).

Berbagai spesies mikroalga, seperti *Spirulina*, *Chlorella*, *Nannochloropsis*, *Tetradismus*, dan *Tetraselmis*, telah menunjukkan pertumbuhan signifikan di media POME (Mahdi *et al.*, 2022; Sari *et al.*, 2022; Shah *et al.*, 2016; Wais *et al.*, 2024), dengan konsentrasi 20% POME dilaporkan optimal untuk pertumbuhan, terutama dengan dukungan cahaya terus menerus dan penambahan nutrisi spesifik (Sari *et al.*, 2022; Wais *et al.*, 2024). Namun demikian, penelitian yang ada masih banyak berfokus pada kultur tunggal (monokultur), sementara kajian mengenai penggunaan mixculture alga dalam media POME masih sangat terbatas. Padahal, pendekatan mixculture berpotensi lebih efektif dalam mereduksi polutan COD karena adanya interaksi sinergis antarspesies.

Dengan demikian, penelitian mengenai mixculture alga pada media POME perlu dilakukan untuk mengevaluasi efektivitasnya dalam menurunkan beban pencemar organik sekaligus meningkatkan nilai tambah POME sebagai sumber biomassa berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kepadatan mikroalga mixculture yang dikultivasi pada media POME dengan variasi konsentrasi serta mengevaluasi pengaruh konsentrasi POME terhadap pertumbuhan mikroalga.

METODE

Bahan penelitian meliputi mikroalga mixculture, dan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) dari PT Perkebunan Nusantara IV Adolina Kabupaten Serdang Bedagai Sumatera Utara, serta nutrisi berupa urea dan natrium bikarbonat yang diperoleh dari

toko bahan kimia di Medan. Variabel bebas yang digunakan meliputi jenis media pertumbuhan (POME). Karakteristik POME disajikan sebagai berikut:

Tabel 1. Karakteristik POME berdasarkan sertifikat hasil uji

No	Parameter	Satuan	Metode Uji	Hasil Uji
1	pH	-	SNI 06-698911-2004	8.27
2	BOD	Mg/L	Lovibond Method	807
3	COD	Mg/L	Colorimetric	1612
4	N-Total	Mg/L	Persulfate digestion	283.6
5	NH ₃ -N	Mg/L	Spektrofotometri	196.6
6	Minyak & Lemak	Mg/L	SNI 06-698910-2004	0.61
7	Tembaga (Cu)	Mg/L	Spektrofotometri	0.07
8	Timbal (Pb)	Mg/L	Spektrofotometri	0.008
9	Seng (Zn)	Mg/L	Spektrofotometri	0.04
10	Kadmium (Cd)	Mg/L	Spektrofotometri	0.011
11	Posfor (P)	Mg/L	Spektrofotometri	78

Pembuatan Media POME 5× Pengenceran

Media disiapkan dengan mencampurkan 180 ml POME dan 720 ml akuades dalam erlenmeyer 1.000 ml hingga volume akhir 900 ml, sesuai persamaan pengenceran ($M_1V_1 = M_2V_2$). Berdasarkan pendekatan ini dibuat media POME dengan tiga konsentrasi berbeda, masing-masing 10%, 20% dan 30%.

Penghitungan Jumlah Sel Mikroalga

Siapkan mikroskop dan haemositometer yang akan digunakan lalu bersihkan haemositometer menggunakan alkohol 70 %. Kemudian ambil sampel menggunakan pipet tetes dan teteskan 1 ml sampel ke haemositometer. Pasang haemositometer pada mikroskop lalu hitung jumlah sel yang ada.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kepadatan mikroalga mixculture

Kepadatan mikroalga mixculture pada berbagai konsentrasi media dihitung setiap tiga hari selama 15 hari. Kepadatan mikroalga dapat dilihat pada tabel 2. Kepadatan mikroalga meningkat seiring bertambahnya waktu kultivasi pada seluruh konsentrasi POME. Konsentrasi POME 30% menghasilkan kepadatan sel tertinggi pada setiap waktu pengamatan, diikuti oleh POME 20% dan 10%. Pada hari ke-15, kepadatan maksimum tercapai pada konsentrasi 30% sebesar 1.39×10^7 sel/ml, sedangkan konsentrasi 20% dan 10% masing-masing mencapai 1.26×10^7 sel/ml dan 1.08×10^7 sel/ml. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi POME berpengaruh positif terhadap pertumbuhan mikroalga.

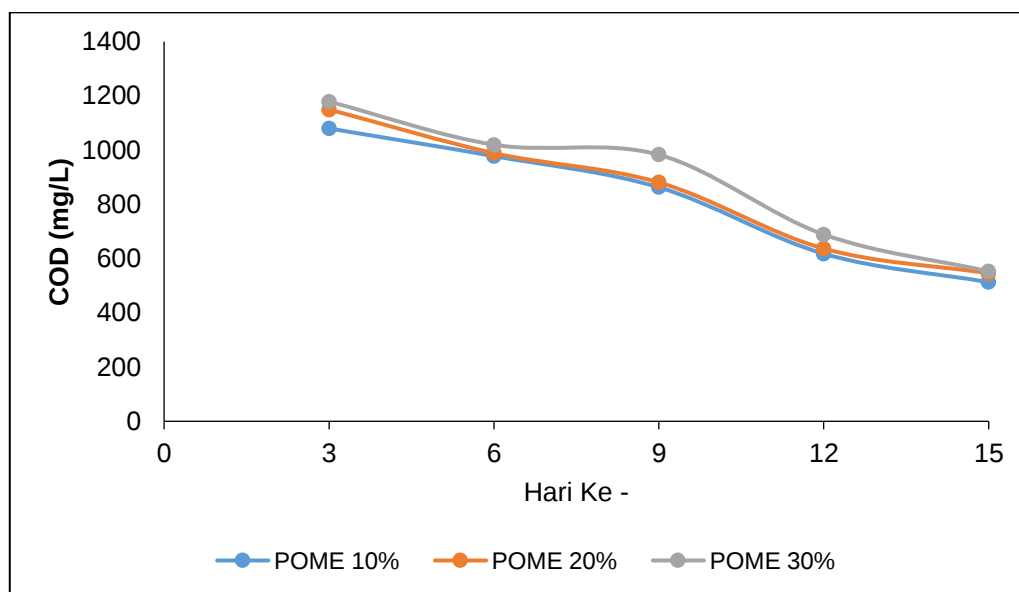
Tabel 2. Kepadatan mikroalga mixculture pada berbagai konsentrasi media dan waktu pengamatan

Konsentrasi	Satuan	Kepadatan Mikroalga (Hari ke-)				
		3	6	9	12	15
10 %	Sel/ml	4.07×10^3	6.13×10^4	7.91×10^5	9.07×10^6	1.08×10^7
20 %	Sel/ml	4.32×10^3	6.46×10^4	8.13×10^5	10.29×10^6	1.26×10^7
30 %	Sel/ml	4.62×10^3	6.92×10^4	8.79×10^5	10.68×10^6	1.39×10^7

Kepadatan mikroalga dalam media *Palm Oil Mill Effluent* (POME) dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk konsentrasi nutrisi, jenis mikroalga, dan kondisi pertumbuhan spesifik. Penelitian menunjukkan bahwa memvariasikan konsentrasi

POME dan penambahan nutrisi secara signifikan mempengaruhi tingkat pertumbuhan mikroalga dan kepadatan biomassa. Konsentrasi nutrisi yang lebih tinggi, terutama nitrogen (N) dan fosfor (P), meningkatkan pertumbuhan mikroalga. Misalnya, *Spirulina platensis* menunjukkan pertumbuhan optimal pada konsentrasi POME 20% dengan penambahan nutrisi spesifik urea, TSP, dan NaHCO_3 (Sari et al., 2022). *Nannochloropsis* sp. mencapai kepadatan sel maksimum dengan perawatan nutrisi yang diperkaya, menunjukkan bahwa komposisi nutrisi sangat penting untuk memaksimalkan pertumbuhan (Sanuddin et al., 2023).

Mikroalga yang berbeda merespons POME secara bervariasi. *Spirulina* mengungguli *Chlorella* dan *Nannochloropsis* di media POME, menunjukkan adaptasi spesifik spesies terhadap ketersediaan nutrisi (Mahdi et al., 2022). *Chlorella pyrenoidosa* juga menunjukkan pertumbuhan yang signifikan pada POME, dengan perawatan khusus menghasilkan kepadatan sel tinggi (Barat et al., 2023). Aerasi terus menerus dan paparan cahaya sangat penting untuk pertumbuhan yang optimal. *Spirulina* dibudidayakan dalam kondisi cahaya 24 jam, yang berkontribusi pada tingkat pertumbuhannya (Sari et al., 2022).



Gambar 1. Fluktuasi Kadar COD selama penelitian

Kepadatan mikroalga dalam media POME dipengaruhi oleh konsentrasi POME, dengan konsentrasi yang lebih tinggi menghambat pertumbuhan karena tingkat COD awal yang tinggi, membatasi penetrasi cahaya, dan mengurangi fotosintesis, yang mengarah ke konsentrasi biomassa yang lebih rendah dan efisiensi penghilangan COD (Emparan et al., 2019). *Chlorella vulgaris* telah digunakan untuk mengolah limbah pabrik kelapa sawit, mencapai efisiensi pengurangan COD hingga 93,75% ketika rasio limbah terhadap mikroalga dioptimalkan pada 1000 mL: 500 mL dalam kondisi cahaya kontinu (Sidabutar et al., 2024). Dalam pengolahan air limbah domestik, *Chlorella vulgaris* dikombinasikan dengan metode dekantasi dan filtrasi mencapai pengurangan COD 80%, menyoroti keefektifannya dalam konteks air limbah yang beragam (El-Moustaqim et al., 2023).

Menurut Dewinta et al. (2020) ketika populasi *Spirulina* sp. meningkat, kadar COD menurun secara signifikan, dengan efisiensi fitoremediasi tertinggi 79,19% diamati pada konsentrasi limbah cair 30%. Hal ini menunjukkan bahwa mengoptimalkan kepadatan mikroalga meningkatkan kemampuan mereka untuk menyerap polutan organik, sehingga meningkatkan efektivitas fitoremediasi secara

keseluruhan dalam badan air yang terkontaminasi. Selanjutnya (El-Moustaqim *et al.*, 2023) pengurangan maksimum COD mencapai 80%, menunjukkan bahwa kepadatan mikroalga yang lebih tinggi meningkatkan efisiensi penghilangan nutrisi. Penggabungan pengolahan mikroalga dengan filtrasi semakin meningkatkan efisiensi penghilangan, mencapai 86,34% untuk COD, menyoroti pentingnya kepadatan mikroalga dalam mengoptimalkan proses pengolahan air limbah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa mikroalga mixculture mampu tumbuh dengan baik pada media POME dengan variasi konsentrasi 10%, 20%, dan 30%. Kepadatan mikroalga meningkat seiring bertambahnya waktu kultivasi pada seluruh perlakuan. Konsentrasi POME 30% menghasilkan kepadatan mikroalga tertinggi, menunjukkan bahwa ketersediaan nutrisi yang lebih tinggi dalam POME mendukung pertumbuhan mikroalga. Dengan demikian, POME berpotensi dimanfaatkan sebagai media alternatif untuk kultivasi mikroalga sekaligus sebagai upaya pengelolaan limbah cair industri kelapa sawit.

REKOMENDASI

Penulis menyarankan untuk melakukan penelitian lanjutan dengan mengkaji penurunan parameter pencemar, khususnya COD, BOD, dan nutrisi, guna mengevaluasi efektivitas fitoremediasi secara kuantitatif. Selain itu, penelitian dengan variasi cahaya, aerasi, serta komposisi mikroalga mixculture perlu dilakukan untuk memperoleh kondisi optimal pertumbuhan dan efisiensi pengolahan POME pada skala yang lebih besar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Republik Indonesia atas dukungan pendanaan yang diberikan melalui Skema Penelitian Dosen Pemula Tahun Anggaran 2025, berdasarkan Surat Keputusan No. 0419/C3/DT.05.00/2025 sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurahman, N. H., Rosli, Y. M., Azhari, N. H., Hayder, G., & Norasyikin, I. (2023). A Hybrid Ultrasonic Membrane Anaerobic System (UMAS) Development for Palm Oil Mill Effluent (POME) Treatment. *Processes*, 11(8), 2477. doi: 10.3390/pr11082477
- Barat, W. O. B., Silaen, S., & S, E. H. (2023). Utilization of Palm Oil Mill Effluent (POME) Liquid Waste to Increase Density and Growth Rate of Microalgae *Chlorella Pyrenoidosa*. *Journal of Applied Geospatial Information*, 7(1), 769–773. doi: 10.30871/jagi.v7i1.5236
- Deb, N., Alam, Md. Z., Rahman, T., Al-Khatib, M. F. R., Jami, M. S., & Mansor, M. F. Bt. (2023). Acid–Base Pretreatment and Enzymatic Hydrolysis of Palm Oil Mill Effluent in a Single Reactor System for Production of Fermentable Sugars. *International Journal of Polymer Science*, 2023, 1–15. doi: 10.1155/2023/8711491
- Dewinta, A. F., Hartono, E. S., Yusni, E., Susetya, I. E., & Siregar, R. F. (2020). The Ability of *Spirulina* sp. Microalgae as A Phytoremediation Agents in Liquid Waste

- of Handling Fish from Cemara Market, Medan. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 12(2), 286–295. doi: 10.20473/jipk.v12i2.22224
- El-Moustaqim, K., El Bakraoui, H., Mabrouki, J., Fouad, Y., Slaoui, M., Hmouni, D., Igbigbi, T. L. (2023). Combination of Microalgae Method, Decantation, and Filtration for Domestic Wastewater Treatment. *Sustainability*, 15(22), 16110. doi: 10.3390/su152216110
- Emparan, Q., Harun, R., & Jye, Y. S. (2019). Phycoremediation of treated palm oil mill effluent (TPOME) using *Nannochloropsis* sp. cells immobilized in the biological sodium alginate beads: Effect of POME concentration. *BioResources*, 14(4), 9429–9443. doi: 10.15376/biores.14.4.9429-9443
- Fernando, J. S. R., Premaratne, M., Dinalankara, D. M. S. D., Perera, G. L. N. J., & Ariyadasa, T. U. (2021). Cultivation of microalgae in palm oil mill effluent (POME) for astaxanthin production and simultaneous phycoremediation. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(4), 105375. doi: 10.1016/j.jece.2021.105375
- Gunawan, G., Utami, S., Lestari, S., Sulasmi, S., & Haryanto, S. (2025). Potensi Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit di PT GMM Kabupaten Halmahera Selatan sebagai Pakan Alternatif bagi Ternak Ruminansia. *Jurnal Pertanian Khairun*, 4(1). doi: 10.33387/jpk.v4i1.9722
- Hafiz, M., Purwanto, H., Rahimah, & Giyanto. (2024). Analisa Hubungan Nilai Perubahan Chemical Oxygen Demand (COD) dan pH Pada Palm Oil Mill Effluent (POME) dalam Proses Pembuatan Biogas. *Jurnal Agro Fabrica*, 6(1), 23–36. doi: 10.47199/jaf.v6i1.240
- Idris, N. A. (2018). Palm Oil Mill Effluent As Algae Cultivation Medium For Biodiesel Production. *Journal of Oil Palm Research*. doi: 10.21894/jopr.2018.0011
- Iwuagwu, J. O., & Ugwuanyi, J. O. (2014). Treatment and Valorization of Palm Oil Mill Effluent through Production of Food Grade Yeast Biomass. *Journal of Waste Management*, 2014, 1–9. doi: 10.1155/2014/439071
- Mahdi, M. Z., Titisari, Y. N., Hadiyanto, H., & Christwardana, M. (2022). Evaluation Of *Spirulina*, *Nannochloropsis*, and *Chlorella* Micro-algae Growth in Palm Oil Mill Effluent (POME) Medium with Variation of Medium Types and Time Adding Nutrient. *Journal of Bioresources and Environmental Sciences*, 1(1), 27–32. doi: 10.14710/jbes.2022.14239
- Mosunmola, A. G., & Olatunde, S. K. (2020). Palm Oil Mill Effluents (POME) and its Pollution Potentials: A biodegradable Prevalence. *Journal of Pollution Effects & Control*, 8(258), 1–5. doi: 10.35248/2375-4397.20.8.258.
- Nasution, R. W., Hambali, E., & Suprihatin, S. (2019). Utilization of Palm Oil Mill Effluent (POME) from the Residual Biogas Power Plant for Microalgae Production as Raw Material of Biodiesel. *International Journal of Engineering and Management Research*, 09(05), 141–145. doi: 10.31033/ijemr.9.5.20
- Nur, M. M. A., Rao, A. R., & Ravishankar, G. A. (2024). Phycoremediation of Palm Oil Mill Effluent by Selected Algal Forms Leading to Biomass Production and High Value Products. In G. A. Ravishankar, A. R. Rao, & S. Kim (Eds.), *Algae Mediated Bioremediation* (1st ed., pp. 317–333). Wiley. doi: 10.1002/9783527843367.ch15
- Putri, G. E., & Febria, F. A. (2023). Isolasi Dan Pengujian Isolat Bakteri Dari Limbah POME (Palm Oil Mill Effluent) Sebagai Agen Dekolorisasi Dalam Upaya Penyehatan Lingkungan. *Jurnal Kesehatan Medika Saintika*, 14(2), 414. doi: 10.30633/jkms.v14i2.2159

- Ratnasari, I. F. D., Devi, D., & Yanuar Setyawan, I. A. (2024). Aplikasi Limbah Palm Oil Mill Effluent (POME) terhadap Sifat Kimia Tanah pada Perkebunan Kelapa Sawit. *Jurnal Media Pertanian*, 9(2), 113. doi: 10.33087/jagro.v9i2.247
- Sanuddin, N., Hairol, M., Robles, R. J., Illud, H., Muyong, J., Ebbah, J., & Sarri, J. (2023). Impact of Different Nutrient Enrichment Concentrations on the Growth of Microalga *Nannochloropsis* sp. (*Monodopsidaceae*) Culture. *Acta Natura et Scientia*, 4(1), 87–93. doi: 10.29329/actanatsci.2023.353.09
- Sari, F. Y. A., Suryajaya, I. M. A., Christwardana, M., & Hadiyanto, H. (2022). Cultivation of Microalgae *Spirulina platensis* in Palm Oil Mill Effluent (POME) Media with Variations of POME Concentration and Nutrient Composition. *Journal of Bioresources and Environmental Sciences*, 1(2), 57–62. doi: 10.14710/jbes.2022.15052
- Shah, S. M. U., Ahmad, A., Othman, M. F., & Abdullah, M. A. (2016). Effects of palm oil mill effluent media on cell growth and lipid content of *Nannochloropsis oculata* and *Tetraselmis suecica*. *International Journal of Green Energy*, 13(2), 200–207. doi: 10.1080/15435075.2014.938340
- Sidabutar, R., Trisakti, B., Irvan, Bani, O., & Nasution, J. A. (2024). Pengurangan Nilai COD pada Effluent Fermentor Biogas UASB-HCPB dengan Memanfaatkan Mikroalga *Chlorella vulgaris*. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 13(2), 105–112. doi: 10.32734/jtk.v13i2.16161
- Sisnayati, S., Dewi, D. S., Komala, R., Meilianti, M., & Faizal, M. (2022). Pengolahan limbah Palm Oil Mill Effluent (POME) menggunakan proses aerasi dalam kolom aerator plat berlubang. *Jurnal Teknik Kimia*, 28(3), 107–115. doi: 10.36706/jtk.v28i3.996
- Wais, M. N., Zulkifly, S., Ibrahim, M. H., Mohamed, A., & Zana Rudin, Z. R. (2024). Evaluation of Microalgae *Chlorella vulgaris* and *Tetradesmus bernardii* for Cultivation and Nutrient Removal in Palm Oil Mill Effluent. *Pertanika Journal of Science and Technology*, 32(3), 1161–1185. doi: 10.47836/pjst.32.3.10