

ABSTRAK

TASYA VALENTINA PUTRI. Eksplorasi dan Karakterisasi Bakteri Fotosintetik Asal Limbah Cair Pengolahan Kelapa Sawit (di bawah bimbingan Bapak **LA MUDI**).

Produksi kelapa sawit yang tinggi secara alami akan menghasilkan limbah yang cukup melimpah salah satunya adalah limbah cair pengolahan kelapa sawit atau *Palm Oil Mill Effluent* (POME). POME merupakan limbah yang dapat menyebabkan bahaya lingkungan yang serius jika dibuang langsung ke lingkungan terutama untuk perairan. Namun, pada limbah POME juga terdapat bakteri fotosintetik yang digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman dan mendukung sistem pengembangan pertanian berkelanjutan dan ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan mengkarakterisasi mikroba asal limbah cair pengolahan kelapa sawit yang berpotensi sebagai bakteri fotosintetik.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium agronomi Program Studi Budidaya Tanaman Perkebunan Politeknik Pertanian Negeri Samarinda. Penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai bulan Juli 2024, meliputi persiapan penelitian, pengamatan dan penyusunan laporan. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental, dimana pengamatan dilakukan berdasarkan karakterisasi morfologi mikroba hasil isolasi secara makroskopis bentuk, ukuran, elevasi, margin dan warna sesuai dengan *LibreTexts TMBiology*.

Berdasarkan hasil penelitian, bakteri fotosintetik terdapat pada limbah POME dan memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Karakteristik morfologi bakteri fotosintetik yaitu berbentuk bulat, berukuran sangat kecil hingga kecil, warna putih susu hingga cream, tekstur halus hingga kasar, elevasi datar hingga berkawah, margin rata hingga bergelombang dan berpenampilan mengkilap menangkap cahaya hingga kabur. Kemampuan bakteri fotosintetik ditandai dengan adanya perubahan warna menjadi merah dan coklat kehijauan pada media SWC cair di bawah lampu tungsten 40 watt selama 7 hari, sementara berdasarkan hasil uji tersebut, bakteri fotosintetik termasuk pada reaksi gram negatif.

Kata kunci: Bakteri Fotosintetik, Limbah Cair, Media SWC, POME

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR HAK CIPTA	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK	vi
RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	1
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
A. Karakteristik Limbah POME (<i>Palm Oil Mill Effluent</i>).....	4
B. Bakteri Fotosintetik.....	5
C. Peranan Bakteri Fotosintetik.....	7
BAB III. METODE PENELITIAN	10
A. Tempat dan Waktu	10
B. Alat dan Bahan Penelitian	10
C. Metode Pengambilan Data	10
D. Prosedur Kerja.....	11
E. Analisis Data	14
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	15
A. Hasil	15
B. Pembahasan	25
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	30
A. Kesimpulan.....	30
B. Saran.....	30
DAFTAR PUSTAKA.....	32
LAMPIRAN.....	37

I. PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas tanaman perkebunan yang cukup terkenal di Kalimantan Timur. Berdasarkan data, luas areal lahan yang ditanami kelapa sawit mencapai 1.374.543 ha dengan total produksi 17.721.970 ton, atau setara dengan 3,8 juta ton *Crude Palm Oil* (CPO) (Dinas Perkebunan Kaltim, 2021). Dengan produksi kelapa sawit yang tinggi secara alami akan menghasilkan limbah yang cukup melimpah salah satunya adalah limbah cair pengolahan kelapa sawit atau *Palm Oil Mill Effluent* (POME). Limbah cair kelapa sawit merupakan sisa hasil pabrik tanaman kelapa sawit yang bukan dalam produk utama atau hasil sampingan dari proses pengolahan kelapa sawit (Hanim dan Wibowo, 2020). Berdasarkan penelitian Sinaga dan Nasution (2016) POME berasal dari proses produksi minyak mentah kelapa sawit atau biasanya disebut CPO.

POME merupakan limbah dengan kandungan bahan organik tinggi, dan juga dapat menyebabkan bahaya lingkungan yang serius jika dibuang langsung ke lingkungan terutama untuk perairan. Hal ini disebabkan tingginya konsentrasi oksigen kimia dan kebutuhan oksigen biokimia. Ketika POME yang tidak diolah dibuang langsung ke sungai, dekomposisi alami akan terjadi, dimana oksigen terlarut dalam air sungai akan habis dengan cepat. Hal ini akan menyebabkan kerusakan pada kehidupan air dan ekosistem alami (Chan and Chong, 2019).

Meskipun demikian, limbah POME tersebut diduga terdapat mikroorganisme yang cukup melimpah yang dapat bermanfaat untuk mendukung pengembangan pertanian berkelanjutan dan ramah lingkungan. Salah satu mikroorganisme yang terdapat pada limbah cair pengolahan

kelapa sawit tersebut adalah bakteri fotosintetik. Karakteristik limbah cair yang berwarna gelap, berbau bahkan menghasilkan gas menjadi salah satu indikasi adanya bakteri fotosintetik anoksigenik (Batubara dkk., 2021)

Bakteri fotosintetik adalah mikroba yang mampu melakukan aktivitas fotosintesis, Hal ini karena bakteri fotosintetik merupakan bakteri yang memiliki kemampuan untuk melakukan penetrasi dalam jaringan daun tanaman dan melakukan fotosintesis sekaligus mampu mengikat nitrogen bebas di atmosfer (Baba dkk., 2022). Bakteri fotosintetik dapat membantu tanaman dalam mengubah energi matahari menjadi energi yang dapat digunakan oleh tanaman secara maksimal dalam proses fotosintesis, sehingga tanaman selalu terlihat subur dan segar (Brahmana dkk., 2022). Penelitian terkait bakteri fotosintetik yang memiliki kemampuan metabolisme yang bermanfaat dan banyak digunakan dalam bioremediasi lingkungan, produksi bioenergi dan pertanian banyak dilaporkan (Vareeket and Soyong, 2016; Sakpirom *et al.*, 2017; Cai *et al.*, 2019; Chan and Chong, 2019; Chen *et al.*, 2020; Lee *et al.*, 2021; Kis *et al.*, 2022), namun penelitian terkait eksplorasi bakteri fotosintetik asal limbah cair pengolahan kelapa sawit masih sangatlah terbatas terutama di Kalimantan Timur.

Berdasarkan potensi dan keunggulan inilah, dijelaskan bahwa limbah cair pengolahan kelapa sawit diduga terdapat bakteri fotosintetik yang digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman dan mendukung sistem pengembangan pertanian berkelanjutan dan ramah lingkungan. Oleh karena itu, dilakukan penelitian “Eksplorasi dan Karakterisasi Bakteri Fotosintetik Asal Limbah Cair Pengolahan Kelapa Sawit”

Berdasarkan uraian pada diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu Apakah terdapat bakteri fotosintetik asal limbah cair pengolahan kelapa sawit dan jika ya?, apakah bakteri tersebut memiliki karakteristik yang berbeda pada setiap?.

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini yaitu untuk mengeksplorasi dan mengkarakterisasi mikroba asal limbah cair pengolahan kelapa sawit yang berpotensi sebagai bakteri fotosintetik.

Manfaat dari hasil penelitian ini yaitu dapat menginformasikan kepada perusahaan, bahwa terdapat bakteri fotosintetik asal limbah cair pengolahan kelapa sawit yang dapat dimanfaatkan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman sehingga meningkatkan pertumbuhan tanaman, serta dapat digunakan oleh peneliti selanjutnya yang relevan dengan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Angga, K. B., dan Suharyono, E. 2022. *Income Differences in Rice Seeds Breeding of Inpari 32Hdb With Ciherang Variety in Banyutowo Kendal Regency. Jurnal Pertanian Agros*, 24(1).
- Awotoye, O., Dada, A., and Arawomo, G. 2011. *Impact of Palm Oil Processing Effluent Discharge on the Quality of Receiving Soil and River in South Western Nigeria. Journal of Applied Sciences Research*. 7 (2), 111-118.
- Baba, B., Darwis, R., dan Padidi, N. 2022. Pembuatan Bakteri Fotosintesis untuk Aplikasi pada Pertanaman Kacang Panjang. *Jurnal Aplikasi Teknologi Rekayasa dan Inovasi*, 1(1), 28–35.
- Badjoeri, M., dan Widiyanto, T. 2000. Isolasi dan Morfologi Isolat Bakteri Fotosintetik Anoksigenik (BFA) Asal Perairan Tambak Serang dan Segara Anakan. 303–321.
- Batubara, U. M., Aini, F., and Manurung, M. M. 2021. *Screening and Characterization of Anoxigenic Photosynthetic Bacteria as Carotenoid Pigments Producer from Palm Liquid Sewages. Jurnal Pembelajaran Dan Biologi Nukleus*, 7(1), 253–263.
- Brahmana, E. M. B., Dahlia, D., Mubarrak, J., Lestari, R. L., Karno, R. K., dan Purnama, A. A. P. 2022. Sosialisasi Pembuatan Bakteri Fotosintesis sebagai Penyubur Tanaman. *Consen: Indonesian Journal of Community Services and Engagement*, 2(2), 67–71. <https://doi.org/10.57152/consen.v2i2.463>
- Cai, J., Zhao, Y., Fan, J., Li, F., Feng, C., Guan, Y., Wang, R., and Tang, N. 2019. *Photosynthetic Bacteria Improved Hydrogen Yield of Combined Dark- and Photo-Fermentation. Journal of Biotechnology*, 302, 18–25. <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2019.06.298>
- Cao, K., Zhi, R., and Zhang, G. 2020. *Photosynthetic Bacteria Wastewater Treatment with the Production of Value-Added Products: A Review. Bioresource Technology*, 299, 122648. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.122648>
- Chan, Y. J., and Chong, M. F. 2019. *Palm Oil Mill Effluent (POME) Treatment—Current Technologies, Biogas Capture and Challenges. In D. C. Y. Foo & M. K. Tun Abdul Aziz (Eds.), Green Technologies for the Oil Palm Industry (pp. 71–92). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-2236-5_4*
- Castenholz, R.W. 2001. *Oxygenic Photosynthetic Bacteria. University of Oregon, Department of Biology, EugenBergey's Manual® of Systematic*

Bacteriology Eugene OR, 97403-1210, USA. DOI:
10.1002/9781118960608.cbm00020.

- Chen, J., Wei, J., Ma, C., Yang, Z., Li, Z., Yang, X., Wang, M., Zhang, H., Hu, J., and Zhang, C. 2020. *Photosynthetic bacteria-based technology is a potential alternative to meet sustainable wastewater treatment requirement? Environment International, 137, 105417.* <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105417>
- Danuji, S., dan Sukamto, D. S. 2019. Potensi Asosiasi Bakteri Fotosintetik *Synechococcus* sp. dengan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.). *Bio-Cons, Jurnal Biologi & Konservasi, 1(1), 35–45.*
- Dinas Perkebunan Kalimantan Timur. 2021. *Produksi Tanaman Kelapa Sawit Kalimantan Timur.* Kalimantan Timur.
- Dominic, D., and Baidurah, S. 2022. *Recent Development in Biological Processing Technology for Palm Oil Mill Effluent Treatment-A review. Biology, 2022(11): 525.* <https://doi.org.10.3390/biology11040525>
- Fatimah. 2017. *Teknologi Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit.* Depok : Penebar Swadaya
- Feng, K., Cai, Z., Ding, T., Yan, H., Liu, X., and Zhang, Z. 2019. *Effects of Potassium-Solubilizing and Photosynthetic Bacteria on Tolerance to Salt Stress in Maize. Journal of Applied Microbiology, 126(5), 1530–1540.* <https://doi.org/10.1111/jam.14220>
- Georgea, D, M., Vincent, A,S., and Mackey, H, R. 2020. *An overview of anoxygenic phototrophic bacteria and their applications in environmental biotechnology for sustainable Resource recovery. Biotechnology Reports, 28.* <https://doi.org/10.1016/j.btre.2020.e00563>
- Hanim, W., dan Wibowo, S. G. 2020. Pengolahan Limbah Cair di Pabrik Minyak Kelapa Sawit PT. Sisirau Desa Sidodadi Kecamatan Kejuruan Muda Kabupaten Aceh Tamiang. *Environment Science, 4(2), 67–76.*
- Hardiansyah, M. Y., Musa, Y., dan Jaya, A. M. 2020. Identifikasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* pada Rizosfer Bambu Duri dengan Gram KOH 3%. *Agrotechnology Research Journal, 4(1), 41–46.* <https://doi.org/10.20961/agrotechresj.v4i1.40875>
- Idi, A., Md Nor, M. H., Abdul Wahab, M. F., and brahim, Z. 2015. *Photosynthetic bacteria: An eco-friendly and cheap tool for bioremediation. Reviews in Environmental Science and Bio/Technology, 14(2), 271–285.* <https://doi.org/10.1007/s11157-014-9355-1>
- Imhoff, J. F. 2015. *Rhodobacter . In Bergey’s Manual of Systematics of Archaea and Bacteria. Wiley Online Library. Publisher by John Wiley & Sons, Inc. pp 342.* <https://doi.org/10.1002/9781118960608.gbm00862>

- Imhoff, J. F. 2005. *Rhodobacter Imhoff, Trüper and Pfennig 1984, 342VP*. In D. J. Brenner, N. R. Krieg, G. M. Garrity, J. T. Staley, D. R. Boone, P. Vos, M. Goodfellow, F. A. Rainey, and K.-H. Schleifer (Eds.). *Bergey's Manual® of Systematic Bacteriology* (pp. 161–167). Springer-Verlag. https://doi.org/10.1007/0-387-29298-5_43
- Kis, M., Smart, J. L., and Maróti, P. 2022. *Capacity and kinetics of light-induced cytochrome oxidation in intact cells of photosynthetic bacteria*. *Scientific Reports*, 12(1), 14298. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-18399-y>
- Lam, M. K., and Lee, K. T. 2011. *Renewable and sustainable bioenergies production from palm oil mill effluent (POME): win–win strategies toward better environmental protection*. *Biotechnology Advances*. 29 (1), 124-141.
- Lee, S.-K., Lur, H.-S., and Liu, C.-T. 2021. *From Lab to Farm: Elucidating the Beneficial Roles of Photosynthetic Bacteria in Sustainable Agriculture*. *Microorganisms*, 9(12), 2453. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9122453>
- Lin, S., Mackey, H. R., Hao, T., Guo, G., van Loosdrecht, M. C. M., and Chen, G. 2018. *Biological sulfur oxidation in wastewater treatment: A review of emerging opportunities*. *Water Research*, 143, 399–415. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.06.051>
- LibreTextsTMBiology, 2023. *Microbiology Labs I*. https://bio.libretexts.org/Learning_Objects/Laboratory_Experiments/Microbiology_Labs/Microbiology_Labs_I (Diunduh pada tanggal 15 Februari 2023).
- Lu, H., Zhang, G., Zheng, Z., Meng, F., Du, T., and He, S. 2019. *Bio-conversion of photosynthetic bacteria from non-toxic wastewater to realize wastewater treatment and bioresource recovery: A review*. *Bioresource Technology*, 278, 383–399. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.01.070>
- Lunina, O. N., Gorlenko, V. M., Solov'eva, O. A., Akimov, V. N., Rusanov, I. I., and Pimenov, N. V. 2005. *Seasonal Changes in The Structure of The Anoxygenic Phototrophic Bacterial Community in Lake Mogilnoe, A Relict Lake on Kil'din Island in The Barents Sea*. *Mikrobiologiya*. 76(3): 416-424.
- Madigan, M. T., and Jung, D. O. 2009. *An Overview of Purple Bacteria: Systematics, Physiology, and Habitats*. Department of Microbiology. USA : Southern Illinois University. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8815-5_1
- Madukasi, E. I., Chunhua, H., and Zhang, G. 2011. *Isolation and application of a wild strain photosynthetic bacterium to environmental waste management*. *International Journal of Environmental Science & Technology*, 8(3), 513–522. <https://doi.org/10.1007/BF03326237>

- Maharani, D., Rafika., Hasan, Z.A., dan Artati. Pengaruh Replikasi Pemanasan Media Nutrient Agar terhadap Nutrisi Media, Ph Media dan Jumlah Koloni Bakteri. Prosiding Rapat Kerja Nasional Asosiasi Institusi Perguruan Tinggi Teknologi Laboratorium Medika Indonesia, 2, 73-85. <https://doi.org/10.2020/prosidingaiptlmi.v2i>
- Maryani, D., dan Umar, L. 2021. Identifikasi Limbah *Palm Oil Mill Effluent* (POME) menggunakan Biosensor Berbasis Alga. *Journal Online Of Physics*, 7(1), 1–6. <https://doi.org/10.22437/jop.v7i1.14387>
- Maulana, E. H. 2023. Intensitas Aplikasi PSB (*Photosynthetic Bacteria*) dan Pemberian Pupuk Daun pada Tanaman Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.). *Jurnal Agroplant*, 6(1), 1–13.
- Muliaraja, P., Giyanto, G., dan Barus, S. 2021. Karakteristik Kandungan Unsur N, P dan K Limbah Cair Kelapa Sawit Kolam Anaerob dengan Kontak Kuantitas Bentonit. *Jurnal Agrium*, 18(2), 95–101. <https://doi.org/10.29103/agrium.v18i2.5326>
- Rajta, A., Bhatia, R., Setia, H., and Pathania, P., 2019. *Role of Heterotrophic Aerobic Denitrifying Bacteria in Nitrate Removal from Wastewater*. *Journal of Applied Microbiology*. 128:1261-1278.
- Respati, N, Y., Yulianti, E., Rakhmawati, A. 2017. Optimasi Suhu dan pH Media Pertumbuhan Bakteri Pelarut Fosfat dari Isolat Bakteri Termofilik. *Jurnal Prodi Biologi*. 6 (7). 423-430. <http://dx.doi.org/10.21831/kingdom.v6i7.7864>
- Sakarika, M., Spanoghe, J., Sui, Y., Wambacq, E., Grunert, O., Haesaert, G., Spiller, M., and Vlaeminck, S. E. 2020. *Purple non-sulphur bacteria and plant production: Benefits for fertilization, stress resistance and the environment*. *Microbial Biotechnology*, 13(5), 1336–1365. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.13474>
- Sakpirom, J., Kantachote, D., Nunkaew, T., and Khan, E. 2017. *Characterizations of purple non-sulfur bacteria isolated from paddy fields, and identification of strains with potential for plant growth-promotion, greenhouse gas mitigation and heavy metal bioremediation*. *Research in Microbiology*, 168(3), 266–275. <https://doi.org/10.1016/j.resmic.2016.12.001>
- Saputro, A, S. 2023. Kajian *Trichoderma* dan Bakteri Fotosintetik sebagai Penunjang Budidaya Padi Organik. *Agrisaintifika: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 7(1), 218-227. <https://doi.org/10.32585/ags.v7i2.4471>
- Sinaga, N., dan Nasution, A. S. B. 2016. Simulasi Pengaruh Komposisi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (POME) terhadap Kandungan Air Biogas dan Daya Listrik yang Dihasilkan Sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Biogas. *Eksergi Jurnal Teknik Energi*, 11(3), 66–72.
- Subagiyo., Margino,S., Triyanto dan Setyati, W. A. 2015. Pengaruh pH, Suhu dan Salinitas terhadap Pertumbuhan dan Produksi Asam Organik Bakteri Asam

Laktat yang Diisolasi dari Intestinum Udang Penaeid. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 20(4), 187-194. DOI: 10.14710/ik.ijms.20.4.187-194

Sumardi, S., Agustrina, R., Irawan, B., dan Mardiana, S. 2022. Pengaruh Bakteri Fotosintetik Anoksigenik terhadap Pertumbuhan Padi (*Oryza sativa* L.) Inpari 34 pada Media Salin. *Agrovital: Jurnal Ilmu Pertanian*, 7(1), 55. <https://doi.org/10.35329/agrovital.v7i1.2020>

Suresh, G., Sailaja, B., Ashif, A., Dave, B. P., Sasikala, C., and Ramana, C. V. 2017. *Description of Rhodobacter azollae and Rhodobacter lacus. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 67(9): 463-464. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.002107>

Tan, K. M., Liew, W. L., Muda, K., and Kassim, M. A. 2016. *Microbiological Characteristics of Palm Oil Mill Effluent*. 186–200.

Tang, K., Jia, L., Yuan, B., Yang, S., Li, H., Meng, J., Zeng, Y., and Feng, F. 2018. *Aerobic Anoxygenic Phototrophic Bacteria Promote the Development of Biological Soil Crusts. Frontiers in Microbiology*, 9, 2715. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02715>

Udaiyappan, M. A. F., Hasan, H. A., Takriff, M. S., Abdullah, S. R. S., Maeda, T., Mustapha, N. A., Mohd Yasin, N. H., and Nazashida Mohd Hakimi, N. I. 2020. *Microalgae-Bacteria Interaction In Palm Oil Mill Effluent Treatment. Journal Of Water Process Engineering*, 35, 101203. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101203>

Vareeket, R., and Soyong, K. 2016. *Screening of Photosynthetic Bacteria, Rhodospirillum centenum for Stimulation of Rice Seed Germination. International Journal of Agricultural Technology*, 12(7.1), 1449–1453.

Winarno., Ali, M., Pratiwi, Y. I., Nisak, F. 2023 Peningkatan Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakchoy. *Agrika: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 17(2), 272-282. doi: 10.31328/ja.v17i2.5050

Zhang, H., and Hu, Q. 2015. *Isolation, Identification and Physiological Characteristics Of High Carotenoids Yield Rhodospseudomonas Faecalis Psb-B. Int J Recent Sci Res*, 6(5): 3893-3899.

Zulkifli, A. 2016. Analisis Kelayakan Potensi Pembangunan Pltbg di Wilayah Perkebunan Sawit. *Jurnal Pasti*, 10(2): 192-207.