

**ISOLASI DAN UJI RESISTENSI BAKTERI ENDOFIT AKAR ECENG  
GONDOK (*Eichhornia crassipes*) TERHADAP *Linear Alkylbenzene Sulfonate***

**SKRIPSI**



**UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A**

**Disusun Oleh:  
Arini Nurul Mahmudah  
NIM: 09020120022**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL  
SURABAYA  
2024**

## **PERNYATAAN KEASLIAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Arini Nurul Mahmudah  
NIM : 09020120022  
Program Studi : Biologi  
Angkatan : 2020

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul "ISOLASI DAN UJI RESISTENSI BAKTERI ENDOFIT ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) TERHADAP *Linear Alkylbenzene Sulfonate*". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 10 Juni 2024

Yang menyatakan,  
  
(Arini Nurul Mahmudah)  
NIM. 09020120022

## **HALAMAN PERSETUJUAN**

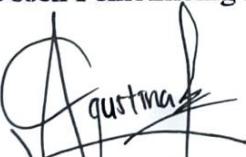
Skripsi

**ISOLASI DAN UJI RESISTENSI BAKTERI ENDOFIT AKAR ECENG  
GONDOK (*Eichhornia crassipes*) TERHADAP *Linear Alkylbenzene Sulfonate***

Diajukan oleh:  
**Arini Nurul Mahmudah**  
NIM: 09020120022

Telah diperiksa dan disetujui  
Di Surabaya, 10 Juni 2024

**Dosen Pembimbing I**



Eva Agustina, M.Si.  
NIP. 198908302014032008

**Dosen Pembimbing II**



Hanik Faizah, S.Si., M.Si.  
NIP. 199008062023212045

## PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi Arini Nurul Mahmudah ini telah dipertahankan  
di depan tim penguji skripsi  
di Surabaya, 12 Juni 2024

Mengesahkan,  
Dewan Penguji

Penguji I



Eva Agustina, M.Si.  
NIP. 198908302014032008

Penguji II



Hanik Faizah, S.Si., M.Si.  
NIP. 199008062023212045

Penguji III



Misbakhul Munir, S.Si., M.Kes.  
NIP. 198107252014031002

Penguji IV



Saiful Bahri, S.Pd., M.Si.  
NIP. 198804202018011002

Mengetahui  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Ampel Surabaya



Dr. A. Saepul Hamdani, M.Pd.  
NIP. 196507312000031002



**KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA  
PERPUSTAKAAN**

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300  
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

## LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : ARINI NURUL MAHMUDAH  
NIM : 09020120022  
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI/BIOLOGI  
E-mail address : arininm131@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Sekripsi       Tesis       Desertasi       Lain-lain (.....)  
yang berjudul :

## ISOLASI DAN UJI RESISTENSI BAKTERI ENDOFIT AKAR ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) TERHADAP *Linear Alkylbenzene Sulfonate*

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 12 Juni 2024

Penulis

(Arini Nurul Mahmudah)

## ABSTRAK

### ISOLASI DAN UJI RESISTENSI BAKTERI ENDOFIT AKAR ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) TERHADAP *Linear Alkylbenzene Sulfonate*

*Linear alkylbenzene sulfonate* (LAS) merupakan salah satu jenis surfaktan anionik yang secara luas digunakan sebagai bahan utama deterjen dan produk pembersih rumah tangga dan industri. Pembuangan limbah LAS secara langsung ke lingkungan tanpa diolah terlebih dahulu akan menyebabkan pencemaran lingkungan karena sifat toksik dari LAS. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan yang tepat untuk mengurangi efek toksik LAS, salah satunya dengan metode bioremediasi menggunakan bakteri endofit. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengisolasi dan mengetahui kemampuan resistensi bakteri endofit dari eceng gondok terhadap LAS. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dan penelitian eksperimental laboratorium menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 5 ulangan untuk setiap isolat bakteri endofit yang didapatkan. Identifikasi isolat bakteri endofit dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Uji resistensi bakteri terhadap LAS dilakukan menggunakan media NB yang mengandung LAS dengan konsentrasi 10 ppm selama 14 hari. Tingkat resistensi bakteri dilihat berdasarkan pengukuran nilai OD bakteri dengan Spektrofotometer UV-Vis. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan sebanyak 4 isolat bakteri endofit dari akar tanaman eceng gondok. Hasil pengamatan makroskopis dan mikroskopis isolat bakteri menunjukkan masing-masing isolat termasuk ke dalam genus *Bacillus*, *Streptomyces*, *Micrococcus*, dan *Neisseria*. Hasil uji resistensi tertinggi berdasarkan pengukuran nilai OD ditunjukkan oleh isolat bakteri dari genus *Streptomyces* dengan rata-rata nilai OD sebesar  $0,728 \pm 0,11$  dan tingkat resistensi terendah ditunjukkan oleh isolat bakteri dari genus *Bacillus* dengan rata-rata nilai OD sebesar  $0,361 \pm 0,04$ .

Kata kunci: Bakteri Endofit, Bioremediasi, Eceng Gondok, *Linear Alkylbenzene Sulfonate*, Resistensi

## ABSTRACT

### ISOLATION AND RESISTANCE TEST OF WATER HYACINTH (*Eichhornia crassipes*) ROOTS ENDOPHYTIC BACTERIA TOWARDS *Linear Alkylbenzene Sulfonate*

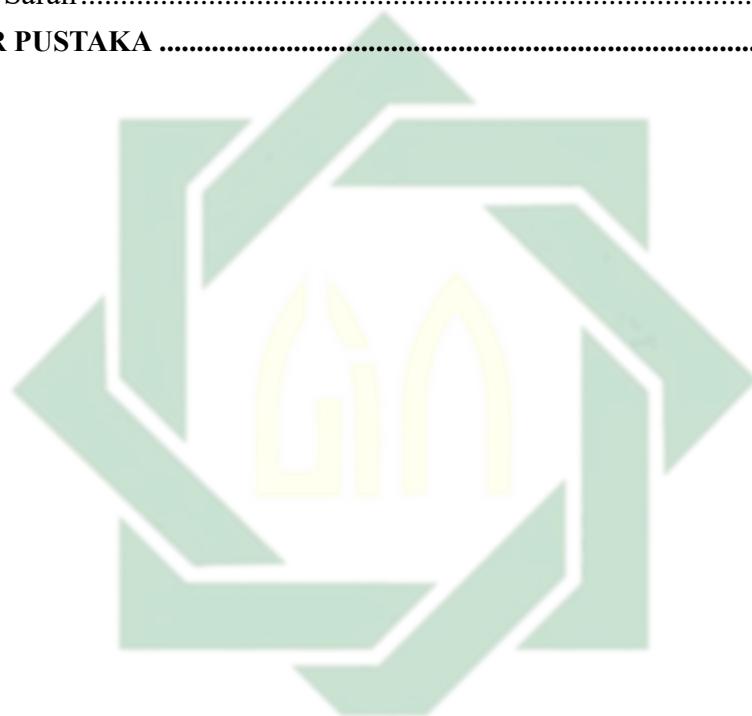
*Linear alkylbenzene sulfonate* (LAS) functions as a prevalent anionic surfactant found predominantly within detergents and cleansing solutions intended for both domestic and industrial use. Disposing of waste matter containing LAS directly into the environment sans appropriate treatment shall result in environmental contamination attributable to the toxic properties inherent to LAS. Consequently, a requisite for management arises to mitigate the adverse effects of LAS, with one viable approach being bioremediation leveraging endophytic bacteria. The principal objective of this scholarly investigation involves the isolation and evaluation of resistance capabilities exhibited by endophytic bacteria sourced from water hyacinth vegetation when challenged with LAS. Methodologically positioned as descriptive research, this study was conducted through controlled laboratory experiments adopting a Completely Randomized Design framework with 5 replication instances allotted to each discerned endophytic bacterial strain. Characterization of the endophytic bacterial isolates necessitates both macroscopic and microscopic examinations. The bacterial resistance test to LAS was carried out using NB media containing LAS at a concentration of 10 over a span of 14 days. The determination of bacterial resistance levels was predicated on gauging the optical density (OD) of the bacteria utilizing a UV-Vis Spectrophotometer instrument. Based on the research results, it was revealed that 4 distinct endophytic bacterial isolates were successfully obtained from the root system of water hyacinth plants. The macroscopic and microscopic analyses of the bacterial isolates confirmed their taxonomical classification within the genera *Bacillus*, *Streptomyces*, *Micrococcus*, and *Neisseria*. Notably, the isolate *Sterptomyces* exhibited the highest level of resistance to LAS with an average OD value of  $0.728 \pm 0.11$ , whereas isolate *Bacillus* demonstrated the lowest level of resistance with an average OD value of  $0.361 \pm 0.04$ .

Keywords: Bioremediation, Endophytic Bacteria, *Linear Alkylbenzene Sulfonate*, Resistance, Water Hyacinth

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN .....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iv
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
ABSTRAK .....	x
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	7
1.3    Tujuan Penelitian .....	7
1.4    Manfaat Penelitian .....	7
1.5    Batasan Penelitian .....	8
1.6    Hipotesis Penelitian .....	8
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA .....</b>	<b>9</b>
2.1    Pencemaran Air .....	9
2.2 <i>Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS)</i> .....	11
2.3    Bioremediasi .....	13
2.4    Uji Resistensi Bakteri .....	15
2.5    Bakteri Endofit .....	16
2.6    Mekanisme Biodegradasi LAS oleh Bakteri .....	17
2.7    Isolasi Bakteri .....	19
2.8    Identifikasi Bakteri .....	20
2.9    Tanaman Eceng Gondok ( <i>Eichhornia crassipes</i> ) .....	24
2.10    Spektrofotometer UV-Vis .....	27
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>28</b>
3.1    Rancangan Penelitian .....	28
3.2    Tempat dan Waktu Penelitian .....	28
3.3    Alat dan Bahan Penelitian .....	29
3.4    Variabel Penelitian .....	30

3.5	Prosedur Penelitian.....	30
3.6	Analisis Data .....	36
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>37</b>
4.1	Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Endofit Akar Eceng Gondok .....	37
4.2	Uji Resistensi Bakteri Endofit Eceng Gondok Terhadap <i>Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS)</i> .....	53
<b>BAB V PENUTUP.....</b>		<b>68</b>
5.1	Kesimpulan.....	68
5.2	Saran .....	68
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>69</b>



**UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A**

## **DAFTAR TABEL**

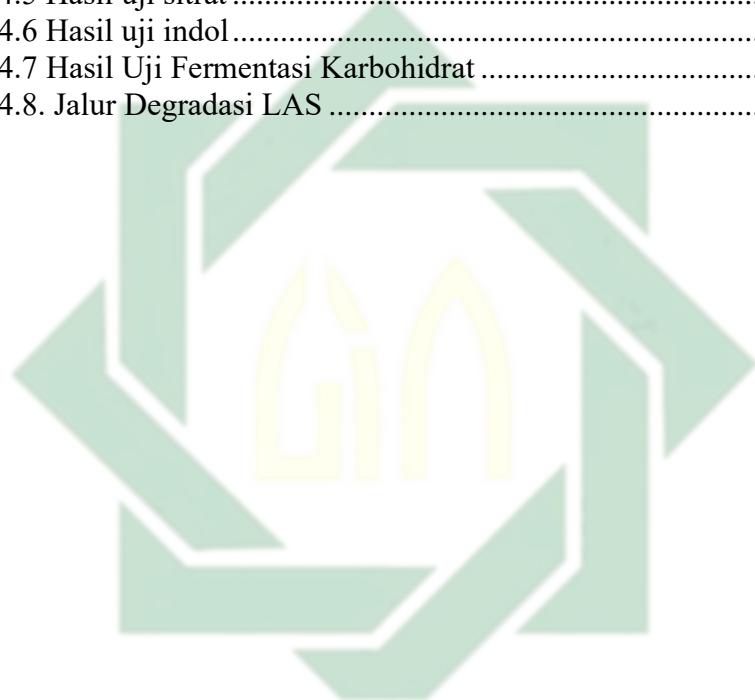
Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian .....	28
Tabel 4.1 Pengamatan Makroskopis Morfologi Isolat Bakteri Endofit .....	38
Tabel 4.2 Hasil Pewarnaan Gram Isolat Bakteri Endofit .....	40
Tabel 4.3 pengamatan karakteristik mikroskopis isolat bakteri endofit.....	43
Tabel 4.4. Rata-rata Nilai OD bakteri setelah inkubasi selama 14 hari .....	55



**UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2 Struktur Kimia <i>Linear alkylbenzene Sulfonate</i> .....	12
Gambar 2.5 Jalur Biodegradasi LAS .....	18
Gambar 2.7 Tanaman Eceng Gondok ( <i>Eichornia crassipes</i> ).....	24
Gambar 2.8 Bakteri Endofit pada Akar Eceng Gondok.....	26
Gambar 4.1 Hasil pengamatan morfologi bakteri secara makroskopis.....	38
Gambar 4.2 Hasil pewarnaan gram.....	41
Gambar 4.3 Hasil Uji Katalase.....	44
Gambar 4.4 Hasil uji TSIA .....	44
Gambar 4.5 Hasil uji sitrat .....	45
Gambar 4.6 Hasil uji indol .....	46
Gambar 4.7 Hasil Uji Fermentasi Karbohidrat .....	47
Gambar 4.8. Jalur Degradasi LAS .....	58



**UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A**

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Pembuatan Stok Media pertumbuhan dan Uji Biokimia .....	76
Lampiran 2 Perlakuan .....	77
Lampiran 3 Uji SPSS .....	80



**UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A**

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Hakim, L., Fitriandi, E., & Rahmawati. (2018). Deteksi Keberadaan Bakteri Resisten Logam Merkuri (Hg) Pada Penambangan Emas Tanpa Izin (Peti) Di Simpi, Sekadau, Kalimantan Barat. *Indonesian Journal of Pure and Applied Chemistry*, 1(2), 56–61.
- Adeleke, I. F., & Oluwaseun, F. M. (2022). Water Hyacinth (*Eichhornia Crassipes*) As an Inoculum Carrier for Biofertilizer. *Science World Journal*, 17(1), 2022. www.scienceworldjournal.org
- Afzal, M., Khan, Q. M., & Sessitsch, A. (2014). Endophytic bacteria: Prospects and applications for the phytoremediation of organic pollutants. *Chemosphere*, 117(1), 232–242.
- Ahmari, H., Zeinali Heris, S., & Hassanzadeh Khayyat, M. (2016). Photo catalytic degradation of linear alkylbenzene sulfonic acid. *Research on Chemical Intermediates*, 42(8), 6587–6606.
- Ahriani, Zelviani, S., Hernawati, Fitriyanti, & Jurusan. (2021). Analisis Nilai Absorbansi Untuk Menentukan Kadar Flavonoid Daun Jarak Merah (*Jatropha Gossypifolia L.*) Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. *Jurnal Fisika Dan Terapannya*, 8, 56–64.
- Al-blooshi, S. Y., Latif, M. A. A., Sabaneh, N. K., Mgaogao, M., & Hossain, A. (2021). Development of a novel selective medium for culture of Gram - negative bacteria. *BMC Research Notes*, 14(1), 211.
- Al-Saadi, A., & Mohammad Jaralla, E. (2013). Isolation and Identification of Streptomyces from Different Sample of Soils. *Journal of Biology and Medical Sciences -JBMS An Open Access International Journal Published by University of Babylon Iraq*, 1(0), 31–36.
- Anggraini, R., Dwinna Aliza, & Mellisa, S. (2016). Identifikasi Bakteri Aeromonas hydrophila dengan Uji Mikrobiologi pada Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang Dibudidayakan di Kecamatan Baitussalam Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan Unsyiah*, 1(2), 270–286.
- Apriyanthi, D. P. R. V., Laksmita, A. S., & Widayanti, N. P. (2022). Identifikasi Bakteri Kontaminasi pada Gelang Tri Datu. *Jurnal Biologi Makassar*, 7(2), 24–33.
- Asok, A. K., Fathima, P. A., & Jisha, M. S. (2015). Biodegradation of Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS) by Immobilized *Pseudomonas* sp. *Advances in Chemical Engineering and Science*, 05(04), 465–475.

- Asok, A. K., & Jisha, M. S. (2012). Biodegradation of the anionic surfactant linear alkylbenzene sulfonate (LAS) by autochthonous pseudomonas sp. *Water, Air, and Soil Pollution*, 223(8), 5039–5048.
- Awasthi, S., Srivastava, P., Singh, P., Tiwary, D., & Mishra, P. K. (2017). Biodegradation of thermally treated high-density polyethylene (HDPE) by Klebsiella pneumoniae CH001. *3 Biotech*, 7(5), 1–10.
- Bala, S., Garg, D., Thirumalesh, B. V., Sharma, M., Sridhar, K., Inbaraj, B. S., & Tripathi, M. (2022). Recent Strategies for Bioremediation of Emerging Pollutants: A Review for a Green and Sustainable Environment. *Toxics*, 10(8),
- Baounea, H., Puccib, A. O. E. H.-K. G., Sinelic, P., Loucifd, L., & Polti, M. A. (2018). Petroleum degradation by endophytic Streptomyces spp. isolated from plants grown in contaminated soil of southern Algeria. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 147, 602–609.
- Barka, E. A., Vatsa, P., Sanchez, L., Gaveau-Vaillant, N., Jacquard, C., Meier-Kolthoff, J. P., Klenk, H.-P., Clément, C., Ouhdouch, Y., & van Wezel, G. P. (2016). Correction for Barka et al., Taxonomy, Physiology, and Natural Products of Actinobacteria. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 80(4).
- Baz, S. El, Baz, M., Barakate, M., Hassani, L., Gharmali, A. El, & Imziln, B. (2015). Resistance to and Accumulation of Heavy Metals by Actinobacteria Isolated from Abandoned Mining Areas. *The Scientific World Journal*, 2015(761834).
- Belanger, S. E., Brill, J. L., Rawlings, J. M., & Price, B. B. (2016). Development of acute toxicity quantitative structure activity relationships (QSAR) and their use in linear alkylbenzene sulfonate species sensitivity distributions. *Chemosphere*, 155, 18–27.
- Ben Bakrim, W., Ezzariai, A., Karouach, F., Sobeh, M., Kibret, M., Hafidi, M., Kouisni, L., & Yasri, A. (2022). Eichhornia crassipes (Mart.) Solms: A Comprehensive Review of Its Chemical Composition, Traditional Use, and Value-Added Products. *Frontiers in Pharmacology*, 13(March), 1–21.
- Bolivar-Anillo, H. J., González-Rodríguez, V., Cantoral, J., García-Sánchez, D., Collado, I., & Garrido, C. (2021). as Potential Biocontrol Agent against Botrytis cinerea. *Biology*, 10(492), 2–26.
- Brandt, K. K., Hesselsøe, M., Roslev, P., Henriksen, K., & Sørensen, J. (2001). Toxic Effects of Linear Alkylbenzene Sulfonate on Metabolic Activity, Growth Rate, and Microcolony Formation of Nitrosomonas and Nitrosospira Strains. *Applied and Environmental Microbiology*, 67(6), 2489–2498.
- Budiawan, Fatisa, Y., & Khairani, N. (2009). Optimasi Biodegradabilitas Dan Uji

- Toksisitas Hasil Degradasi Surfaktan Linear Alkilbenzena Sulfonat (Las) Sebagai Bahan Deterjen Pembersih. *MAKARA of Science Series*, 13(2), 125–133.
- Dawaiyah, A. (2020). Identifikasi dan Uji Resistensi Logam Berat Timbal (Pb) pada Bakteri Yang Diiisolasi dari Perairan Paciran Lamongan. *Skripsi. Surabaya : Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel.*
- Djinni, I., & Djoudi, W. (2021). Streptomyces sp . WR1L1S8 a potent endophytic marine strain for heavy metal resistance and copper removal enhanced by RSM modeling. *Acta Ecologica Sinica*, 42(2), 80–89.
- Ek-Ramos, M. J., Gomez-Flores, R., Orozco-Flores, A. A., Rodríguez-Padilla, C., González-Ochoa, G., & Tamez-Guerra, P. (2019). Bioactive products from plant-endophytic Gram-positive bacteria. *Frontiers in Microbiology*, 10(MAR), 1–12.
- El-Deeb, B., Gherbawy, Y., & Hassan, S. (2012). Molecular Characterization of Endophytic Bacteria from Metal Hyperaccumulator Aquatic Plant (Eichhornia crassipes) and Its Role in Heavy Metal Removal. *Geomicrobiology Journal*, 29(10), 906–915.
- El-Sebaaye, N. N., Elsayed, A. A., & El-Amier, Y. A. (2024). Bioremediation of heavy metals from synthetic water by endophytic bacteria isolated from floating hydrophytes. *Egyptian Journal of Chemistry*, 67(02), 437–451.
- Fahrudin, Haedar, N., Santosa, S., & Wahyuni, S. (2019). Uji kemampuan tumbuh isolat bakteri dari air dan sedimen Sungai Tallo terhadap logam timbal (Pb). *Jurnal Ilmu Alam Dan Lingkungan*, 10(2), 58–64.
- Fakhar, V., Ghasemi, H., Naghmachi, M., Amini, J., Amirmahani, F., & Danaei, M. (2021). Screening of Bacteria in the Biodegradation of Linear Alkyl Benzene Sulfonate ( LBAS ) From Car Wash Waste Water in Tehran ( Iran ). *Research Square*, 1, 1–12.
- Fan, D., Schwinghamer, T., Liu, S., Xia, O., Ge, C., Chen, Q., & Smith, D. L. (2023). Characterization of endophytic bacteriome diversity and associated beneficial bacteria inhabiting a macrophyte Eichhornia crassipes. *Frontiers in Plant Science*, 14(June), 1–20.
- Farida. (2020). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Penghasil Antibiotik dari Pantai Kenjeran Surabaya. *Skripsi : UIN Sunan Ampel Surabaya*, 19–23.
- Farisna, S. T., & Zulaika, E. (2015). Resistensi Bacillus Endogenik Kalimas Surabaya Terhadap Logam Besi ( Fe ). *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 4(1), 4–7.
- Furqonita, A., Aritonang, A. B., & Wibowo, M. A. (2021). Sintesis TiO<sub>2</sub> Terdoping

- Bi3+ Dan Uji Aktivitas Fotokatalisis Antibakteri E.coli Dengan Bantuan Sinar Tampak. *Indonesian Journal of Pure and Applied Chemistry*, 4(2), 69–80.
- Ghose, N. C., Saha, D., & Gupta, A. (2009). Synthetic Detergents (Surfactants) and Organochlorine Pesticide Signatures in Surface Water and Groundwater of Greater Kolkata, India. *Journal of Water Resource and Protection*, 01(04), 290–298.
- Glick, B. R., & Stearns, J. C. (2011). Making phytoremediation work better: Maximizing a plant's growth potential in the midst of adversity. *International Journal of Phytoremediation*, 13(SUPPL.1), 4–16.
- Hamdan, A. M., Abd, H., Mageed, E., & Ghanem, N. (2021). Biological treatment of hazardous heavy metals by Streptomyces rochei ANH for sustainable water management in agriculture. *Scientific Reports*, 11(9314), 1–12.
- Herlambang, P., & Hendriyanto, O. (2017). Fitoremediasi Limbah Deterjen Menggunakan Kayu Apu (Pistia Stratiotes L.) Dan Genjer (Limnocharis Flava L.). *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 7(2), 100–114.
- Hidayat, R., & Alhadi, F. (2012). Identifikasi Streptococcus Equi dari Kuda yang Diduga Menderita Strangles Identification Streptococcus Equi from Horses Suspected Strangles. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, 17(3), 199–203.
- Holt, J.G., Krig, N.R., Sneath P., Staley, J., and Williams, S. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 9th Edition*, Lipincott Williams and Wilkins Company, Philadelphia (USA).
- Jiao, Y., Chen, X., Wang, X., Liao, X., Xiao, L., Miao, A., Wu, J., & Yang, L. (2013). Identification and Characterization of a Cold-Active Phthalate Esters Hydrolase by Screening a Metagenomic Library Derived from Biofilms of a Wastewater Treatment Plant. *PLoS ONE*, 8(10).
- Kaida, H., Syed, M. A., Shukor, M. Y., & Othman, A. R. (2021). Biodegradation of Linear Alkylbenzene Sulfonates (LAS): A Mini Review. *Bioremediation Science and Technology Research*, 9(1), 1–6.
- Karunia, E., Kurniatuhadi, R., & Hepi Yanti, A. (2021). Karakterisasi Bakteri Bacillus sp. (KODE NrLtF5) Yang Diisolasi Dari Usus Cacing Nipah (Namalycastis rhodochorde). *Jurnal Protobiont*, 10(3), 69–73.
- Khadayat, K., Sherpa, D. D., Malla, K. P., Shrestha, S., Rana, N., Marasini, B. P., Khanal, S., Rayamajhee, B., Bhattacharai, B. R., & Parajuli, N. (2020). Molecular Identification and Antimicrobial Potential of Streptomyces Species from Nepalese Soil. *International Journal of Microbiology*, 2020.
- Kumar, A., Dhall, P., & Kumar, R. (2010). Redefining BOD:COD ratio of pulp mill industrial wastewaters in BOD analysis by formulating a specific microbial

- seed. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 64(3), 197–202.
- Kumar, U., & Garg, A. P. (2017). Isolation, Identification And Characterization Of Heavy Metals Resistant Bacteria From Root Ofornia crassipes. *HortFlora Research Spectrum*, 6(3), 137–144.
- Kurniasih. (2021). Keanekaragaman Koloni Bakteri Endofit Pada Daun Dan Batang Tanaman Nampu (Homalomena javanica V.A.V.R.). *Skripsi*, 1–80.
- Kurniatuhadi, R., Setyawati, T. R., & Yanti, A. H. (2020). Aktivitas enzimatik Streptomyces spp. yang diisolasi dari usus dan feses Cacing Nipah (Namalycastis rhodochorde). *Seminar Nasional Peningkatan Mutu Pendidikan*, 1(1), 125–130.
- Kurniawan, A., Suslam, P., & Untung, S. (2017). Biodegradasi Surfaktan Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS) oleh Pseudomonas sp. dari Ekosistem Irigasi Sekunder Tercemar Deterjen di Kota Batu. *Agrika: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 11(1), 52–65.
- Lailiyah, M. (2021). Uji Potensi Isolat Jamur Phanerochaete chrysosporium dalam biodegradasi beberapa pewarna tekstil sintesis. In *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
- Larasati, N. N., Wulandari, S. Y., Maslukah, L., Zainuri, M., & Kunarso, K. (2021). Kandungan Pencemar Detejen Dan Kualitas Air Di Perairan Muara Sungai Tapak, Semarang. *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(1), 1–13.
- Latifah, L., Marhayuni, Y., Studi Biologi, P., Studi Kimia, P., Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, F., & Marsda Adisucipto, J. (2023). Bioremediasi sebagai Implementasi Q.S Al-A'raf Ayat 56 dalam Menangani Pencemaran Tanah. *Kaunia : Integration and Interconnection of Islam and Science Journal*, 19(1), 23–28.
- Lestari, S., Mukarlina, & Kurniatuhadi, R. (2019). Identifikasi dan Deteksi Aktivitas Daya Hambat Bakteri Actinomycetes yang diisolasi dari Tanah Gambut di Desa Tajok Kayong Kalimantan Barat. *Jurnal Protobiont*, 8(1), 13–19.
- Madigan, M. (2005). *Brock Biology of Microorganism*. Englewood Cliff: Prentice Hall.
- Miarti, A., & Legasari, L. (2022). Ketidakpastian Pengukuran Analisa Kadar Biuret, Kadar Nitrogen, Dan Kadar Oil pada Pupuk Urea di Laboratorium Kontrol Produksi PT Pupuk Sriwidjaja Palembang. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 2(3), 861–874.
- Mirandri, S. D., & Purnomo, Y. S. (2021). Penurunan Kadar Detergen (LAS) dan Fosfat Dengan Metode Biofilter Aerob-Anaerob Dan Anaerob-Aerob. *Jurnal*

- Envirous*, 1(2), 67–76.
- Miranti, I., Lingga, R., & Fabiani, V. A. (2021). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Resisten Timbal dari Sedimen Laut Terdampak Penambangan Timah Inkonvensional di Pantai Sampur, Bangka Tengah. *Jurnal Biosains*, 7(3), 121–126.
- Mungray, A. K., & Kumar, P. (2009). Fate of linear alkylbenzene sulfonates in the environment: A review. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 63(8), 981–987.
- Ngatilah, Y., & Kurniawan, O. (2016). Kebijakan Perbaikan Kualitas Air Sungai Pegiran Dengan Metode Sistem Dinamik. *Joernal of Industrial Engineering and Management*, 1–15.
- Nofu, K., Khotimah, S., & Lovadi, I. (2014). Isolasi dan Karakteristik Bakteri Pendegradasi Selulosa pada Ampas Tebu Kuning ( Bagasse ). *Protobiont*, 3(1), 25–33.
- Nurcahyani, N., Mayasari, U., Nasution, R. A., Islam, U., Sumatera, N., & Pertambangan, L. (2024). *Bioremediasi Timbal (Pb) Menggunakan Bakteri Indigenous Dari Sungai Tercemar Limbah Cair Pertambangan Emas Martabe Batang Toru*. 7(1), 218–224.
- Nurhelmi, & Putri, D. H. (2021). Optimasi Sterilisasi Permukaan Jaringan Daun Andalas (*Morus macroura* Miq.) dengan NaOCl untuk Isolasi Mikroba Endofit. *Serambi Biologi*, 6(1), 13–18.
- Nurkanto, A. (2007). Identification of soil actinomycetes in Bukit Bangkirai fire forest East Kalimantan and its potentiation as cellulolytic and phosphate solubilizing. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 8(4), 314–319.
- Nurmalasari, A., Oedjijono, & Lestari, S. (2020). Isolasi dan Uji Resistensi Bakteri Endofit Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* Mart.) terhadap Krom Secara In-Vitro. *Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 2(2), 266–272.
- Pancho, Juan V., and Muhammad S., 1978. *Aquatic Weeds of Southeast Asia. Tropical Pest Biology*. Program Biotrop, Seameo. Regional Center for Biology. Bogor.
- Patil, S. S., & Jena, H. M. (2023). Process optimization and kinetic study of biodegradation of dimethyl phthalate by KS2 , a novel strain of *Micrococcus* sp . *Scientific Reports*, 1–10.
- Peressutti, S. R., Olivera, N. L., Babay, P. A., Costagliola, M., & Alvarez, H. M. (2008). Degradation of linear alkylbenzene sulfonate by a bacterial consortium isolated from the aquatic environment of Argentina. *Journal of Applied Microbiology*, 105, 476–484.

- Poznyak, T., Oria, J. I. C., & Poznyak, A. S. (2019). *Ozonation and Biodegradation in Environmental Engineering: Dynamic Neural Network Approach*.
- Pradana, A. P., Putri, D., & Munif, A. (2015). Eksplorasi Bakteri Endofit dari Akar Tanaman Adam Hawa dan Potensinya sebagai Agens Hayati dan Pemacu Pertumbuhan Tanaman Padi Exploration of Endophytic Bacteria from Root of Adam Hawa Plant and Their Potency as a Biocontrol Agents and Plant Growth Promot. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 11(3), 73–78.
- Pratamadina, E., & Wikaningrum, T. (2022). Potensi Penggunaan Eco Enzyme pada Degradasi Deterjen dalam Air Limbah Domestik. *Serambi Engineering*, VII(1), 2722–2728.
- Priya, E. S., & Selvan, P. S. (2017). Water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) – An efficient and economic adsorbent for textile effluent treatment – A review. *Arabian Journal of Chemistry*, 10, S3548–S3558.
- Purnamasari, E. N. (2014). Karakteristik Kandungan Linear Alkyl Benzene Sulfonat (Las) pada Limbah Cair Laundry. *Jurnal Media Teknik*, 11(1), 32–36.
- Putra, I. G. P. A. F. S., Julian dara, I. K. P., & Setiawati, N. P. D. (2018). Uji Potensi Bakteri *Bacillus cereus* dalam Menurunkan Kadar Linier Alkil Sulfonat *Bacillus cereus* Bacterial Potential Test in Reducing Alkyl Sulfonate Linear Levels. *Jurnal Media Sains*, 2(September), 71–75.
- Rajkumar, M., Ae, N., & Freitas, H. (2009). Endophytic bacteria and their potential to enhance heavy metal phytoextraction. *Chemosphere*, 77(2), 153–160.
- Ran, Z.-L., Zhu, J., Zhou, L., & Ji, R.-W. (2016). Study on Degradation Kinetics of Co-metabolic Biodegradation of Linear Alkylbenzene Sulfonate Strains. *Ifeesd*, 1071–1074.
- Robert S. Breed, E.G.D. Murray and Nathan R. Smith. 1957. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology seventh edition*. The Williams and Wilkins Company. United State of America.
- Rodríguez-Fonseca, M. F., Sánchez-Suárez, J., Ruiz-Balaguera, S., & Díaz, L. E. (2021). Streptomyces as Potential Synthetic Polymer Degraders: A Systematic Review. *Bioengineering*, 8(154), 1–12.
- Rohmah, N. S. 2017. Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Yang Berpotensi Sebagai Agen Bioremediasi Timbal (Pb) Dari Lumpur Lapindo, *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- S. Soemarmo. (2017). *Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Klinik*. Universitas Udayana.

- Saadoun, I., Alawawdeh, M., Jaradat, Z., Ababneh, Q., Al-joubori, B. M., & Elsheikh, E. A. E. (2023). Characterization of diesel-degrading , hydrolytic enzymes-producing *Streptomyces* spp . isolated from fuel-oil polluted soils. *Arab Journal of Basic and Applied Sciences*, 30(1), 248–255.
- Sablayrolles, C., Montréjaud-Vignoles, M., Silvestre, J., & Treilhou, M. (2009). Trace Determination of Linear Alkylbenzene Sulfonates: Application in Artificially Polluted Soil—Carrots System. *International Journal of Analytical Chemistry*, 2009, 1–6.
- Saputri, D. D., Bintang, M., & Pasaribu, F. H. (2015). Isolation and Characterization of Endophytic Bacteria from Tembelekan ( Lantana camara L.) as Antibacterial Compounds Producer. *Current Biochemistry*, 2(2), 77–89.
- Sari, D. P. (2023). Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Endofit Eceng Gondok ( *Eichhornia crassipes* ( Mart ) Solms .) Yang Resisten Terhadap Logam Kadmium ( Cd ) Secara in Vitro. *SKRIPSI*. Universitas Sriwijaya.
- Shehzadi, M., Fatima, K., Imran, A., Mirza, M. S., Khan, Q. M., & Afzal, M. (2016). Ecology of bacterial endophytes associated with wetland plants growing in textile effluent for pollutant-degradation and plant growth-promotion potentials. *Plant Biosystems*, 150(6), 1261–1270.
- Shihab, M. Q. (2009). *Tafsir Al-Misbah: Pesan, Kesan, dan Keserasian al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati.
- Sianipar, G. W. S., Sartini, & Riyanto. (2020). Isolasi dan Karakteristik Bakteri Endofit pada Akar Pepaya (*Carica papaya* L.). *Jurnal Ilmiah Biologi UMA (JIBIOMA)*, 2(2), 83–92.
- Sibarani, R. (2015). Penurunan Konsentrasi Linier Alkilbenzen Sulfonat (LAS) Dalam Air Limbah Laundry Menggunakan Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dan Walingi (*Scirpus grossus*). *Skripsi*. ITS Surabaya.
- Silalahi, L. F., Mukarlina, M., & Rahmawati, R. (2020). Karakterisasi Dan Identifikasi Genus Bakteri Endofit Dari Daun Dan Batang Jeruk Siam (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*) Sehat Di Desa Anjungan Kalimantan Barat. *Jurnal Protobiont*, 9(1), 26–29.
- Silva, S. G., Pinheiro, M., Pereira, R., Dias, A. R., Ferraz, R., Prudêncio, C., Eaton, P. J., Reis, S., & do Vale, M. L. C. (2022). Serine-based surfactants as effective antimicrobial agents against multiresistant bacteria. *Biochimica et Biophysica Acta - Biomembranes*, 1864(9).
- Sopiah, R. N. (2006). Laju Degradasi Surfaktan Linear Alkil Benzena Sulfonat (LAS) Pada Limbah Deterjen Secara Anaerob Pada Reaktor Lekat Diam Bermedia Sarang Tawon. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 7(3), 243–250.

- Su, Y. Y., Guo, L. D., & Hyde, K. D. (2010). Response of endophytic fungi of *Stipa grandis* to experimental plant function group removal in Inner Mongolia steppe, China. *Fungal Diversity*, 43, 93–101.
- Sudiana, I. M. (2003). Karakteristik Biodegradasi Alkil Sulfonat Linear Oleh *Pseudomonas aeruginosa*. *Berk. Penel. Hayati*, 9, 27–31.
- Sulistiyono, A., & Mutiara, E. (2023). Pengujian bakteri patogen pada ikan hias di Stasiun Karantina Ikan Pengendalian Mutu Dan Keamanan Hasil Perikanan Palembang. *Sriwijaya Bioscientia*, 3(3), 1–9.
- Suraya, U. (2019). Inventarisasi Dan Identifikasi Tumbuhan Air di Danau Hanjalutung Kota Palangka Raya. *Daun: Jurnal Ilmiah Pertanian Dan Kehutanan*, 6(2), 149–159.
- Suryani, S., & A'yun, Q. (2022). Isolasi Bakteri Endofit Dari Mangrove Sonneratia Alba Asal Pondok 2 Pantai Harapan Jaya Muara Gembong, Bekasi. *Bio Sains: Jurnal Ilmiah Biologi*, 1(2), 12–18.
- Tiwari, S., Sarangi, B. K., & Thul, S. T. (2016). Identification of arsenic resistant endophytic bacteria from *Pteris vittata* roots and characterization for arsenic remediation application. *Journal of Environmental Management*, 180, 359–365.
- Turista, D. D. R. (2017). Biodegradation of organic liquid waste by using consortium bacteria as material preparation of environmental pollution course textbook. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 3(2), 95–102.
- Ulfah, A., Purwiyanto, A. I. S., & Diansyah, G. (2017). Determination of Organic Pollution Based on Bod (Biological Oxygen Demand), Cod (Chemical Oxygen Demand), and Tom (Total Organic Matter) Concentration in Muara Sungai Lumpur Ogan Komering Ilir. *Maspuri Journal*, 9(2), 105–110.
- Wu, Q., Zhao, L., Song, R., & Ma, A. (2019). Research progress of surfactant biodegradation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 227(5).
- Yanti, D., Rahmawati, R., & Kurniatuhadi, R. (2022). Karakteristik Morfologis dan Fisiologis Bakteri Endofit dari Akar Napas Tumbuhan *Avicennia marina* (fork) vierh di Mempawah Mangrove Park. *Biologica Samudra*, 3(2), 166–183.
- Yulianto, R. M., Safitri, E., Sintya, I., Savira, W., Fitrihidajati, H., Rachmardiarti, F., & Lailani, I. (2021). Kemampuan Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) sebagai Agen Fitoremediasi LAS (Linier Alkyl Benzene Sulphonate) Detergen. *Prosiding SEMNAS BIO*, 952–960.

- Yulvizar, C. (2013). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Probiotik pada Rastrelliger sp. Isolation and Identification of Probiotic Bacteria in Rastrelliger sp. *Biospecies*, 6(2), 1–7.
- Yunita, R. (2012). Studi Biodegradasi Surfaktan Linear Alkylbenzene Sulfonates (LAS) Menggunakan Isolat Bakteri dari Situ Universitas Indonesia. In *Skripsi*. Universitas Indonesia.
- Yusra, Azima, F., Novelina, & Periadnadi. (2014). Isolasi dan Identifikasi Mikroflora Indigenous dalam Budu. *Agritech*, 34(3), 316–321.
- Zhou, J., Wu, Z., Yu, D., Pang, Y., Cai, H., & Liu, Y. (2018). Toxicity of linear alkylbenzene sulfonate to aquatic plant *Potamogeton perfoliatus* L. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(32), 32303–32311.



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A