

**ANALISIS PERTUMBUHAN *MICROFOULING* PADA BETON SEMEN DAN
BETON GEOPOLIMER DI ZONA TENGCELAM PERAIRAN SURAMADU**

SKRIPSI

Diajukan guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains (S.Si) pada program studi Ilmu Kelautan



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

Disusun Oleh:

Maulidiana Zahrotun Nisa

NIM. 09010421009

**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL**

SURABAYA

2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Maulidiana Zahrotun Nisa

NIM : 09010421009

Program Studi : Ilmu Kelautan

Angkatan : 2021

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penelitian skripsi saya yang berjudul “ANALISIS PERTUMBUHAN MICROFOULING PADA BETON SEMEN DAN BETON GEOPOLIMER DI ZONA TENGGELAM PERAIRAN SURAMADU”. Apabila suatu saat nanti saya terbukti melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 9 Juni 2025

Yang Menyatakan,



Maulidiana Zahrotun Nisa

NIM.09010421009

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

Nama : Maulidiana Zahrotun Nisa

NIM : 09010421009

Judul : "Analisis Pertumbuhan *Microfouling* Pada Beton Semen Dan Beton Geopolimer Di Zona Tenggelam Perairan Suramadu "

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 9 Juni 2025

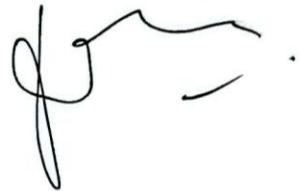
Dosen Pembimbing 1



Rizqi Abdi Perdanawati, M.T

NIP. 198809262014032002

Dosen Pembimbing 2



Mauludiyah, M.T

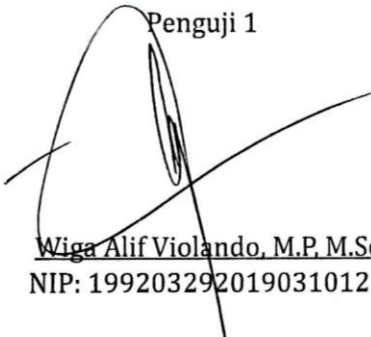
NIP. 198211172025212008

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi Maulidiana Zahrotun Nisa ini telah
dipertahankan di depan tim penguji skripsi
di Surabaya, 17 Juni 2025

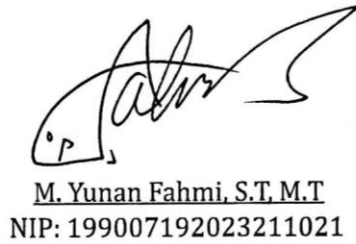
Mengesahkan,
Dewan Penguji

Penguji 1



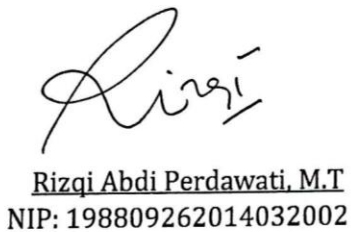
Wiga Alif Violando, M.P, M.Sc
NIP: 199203292019031012

Penguji 2



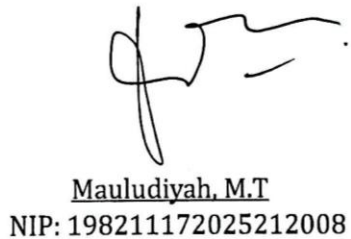
M. Yunan Fahmi, S.T, M.T
NIP: 199007192023211021

Penguji 3



Rizqi Abdi Perdawati, M.T
NIP: 198809262014032002

Penguji 4



Mauludiyah, M.T
NIP: 198211172025212008

Mengetahui,
Dekan Fakultas
UIN Sunan Ampel Surabaya



Dr. A. Saeful Hamdani, M.Pd
NIP: 196507312000031002





LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI
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 : Maulidiana Zahrotun Nisa
NIM : 09010421009
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/ Ilmu Kelautan
E-mail address : maulidianaz03@gmail.com

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

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

ANALISIS PERTUMBUHAN MICROFOULING PADA BETON SEMEN DAN BETON
GEOPOLIMER PADA ZONA TENGCELAM PERAIRAN SURAMADU

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif 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, 18 Juni 2025

(Maulidiana Zahrotun Nisa)

ABSTRAK

ANALISIS PERTUMBUHAN *MICROFOULING* PADA BETON SEMEN DAN BETON GEOPOLIMER DI ZONA TENGGELAM PERAIRAN SURAMADU

Mikrofouling merupakan tahap awal dari proses kolonisasi mikroorganisme di lingkungan laut, yang ditandai dengan pembentukan biofilm oleh bakteri pada permukaan struktur buatan seperti jembatan dan dermaga, sehingga berpotensi menyebabkan degradasi material secara bertahap. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi parameter perairan, serta morfologi dan jumlah pertumbuhan koloni bakteri biofilm pada beton semen dan beton geopolimer di zona tenggelam perairan Suramadu. Tahap penelitian meliputi pembuatan benda uji, pengukuran parameter perairan, isolasi bakteri, perhitungan koloni bakteri menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC), purifikasi dan kultur bakteri, teknik pewarnaan gram, serta uji pembentukan biofilm. Hasil penelitian menunjukkan parameter perairan berada dalam kisaran mendukung pertumbuhan bakteri. Hasil identifikasi morfologi ditemukan bentuk basil dan kokus dengan dominasi gram positif pada beton semen dan gram negatif pada beton geopolimer, sedangkan jumlah pertumbuhan koloni bakteri pada beton semen lebih tinggi, mencapai rata-rata 11×10^3 CFU/ml dibandingkan dengan beton geopolimer yang hanya mencapai $9,4 \times 10^3$ CFU/ml. Hasil tersebut menunjukkan komposisi kimia dan jenis beton sangat mempengaruhi potensi mikroorganisme dalam membentuk biofilm, sehingga beton geopolimer berpotensi lebih tahan terhadap mikrofuling di lingkungan laut.

Kata Kunci: Mikrofouling, biofilm, beton semen, beton geopolimer, koloni bakteri.

ABSTRACT
ANALYSIS OF MICROFOULING GROWTH ON CEMENT CONCRETE AND
GEOPOLYMER CONCRETE IN THE SINKING ZONE OF SURAMADU
WATERS

Microfouling is the initial stage of the microorganism colonization process in the marine environment, which is characterized by the formation of biofilms by bacteria on the surface of artificial structures such as bridges and docks, thus potentially causing gradual material degradation. This study aims to analyze the condition of water parameters, as well as the morphology and number of colony growth of biofilm bacteria on cement concrete and geopolymer concrete in the sinking zone of Suramadu waters. The research stage includes making test specimens, measuring water parameters, isolating bacteria, calculating bacterial colonies using the Total Plate Count (TPC) method, purifying and culturing bacteria, gram staining techniques, and biofilm formation tests. The results showed that the water parameters were in the range of supporting bacterial growth. Morphological identification results found bacilli and cocci forms with gram-positive dominance in cement concrete and gram-negative in geopolymer concrete, while the number of bacterial colony growth in cement concrete was higher, reaching an average of 11×10^3 CFU/ml compared to geopolymer concrete which only reached 9.4×10^3 CFU/ml. These results indicate that the chemical composition and type of concrete strongly influence the potential of microorganisms to form biofilms, thus geopolymer concrete is potentially more resistant to microfouling in the marine environment.

Keywords: Biofouling, biofilm, cement concrete, geopolymer concrete, bacterial colony.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Biofouling.....	5
2.2 Mikrofouling.....	6
2.3 Karakteristik <i>Microfouling</i>	7
2.4 Definisi Bakteri	7
2.5 Morfologi Bakteri.....	8
2.6 Siklus Pertumbuhan Bakteri	8
2.7 Parameter Perairan.....	9
2.7.1 Suhu	9
2.7.2 Kecerahan.....	10
2.7.3 Derajat Keasaman (pH).....	10

2.7.4 Sanilitas	11
2.7.5 Nitrat	11
2.7.6 Fosfat	12
2.7.7 Sulfat	12
2.8 Beton Semen	13
2.9 Beton Geopolimer	14
2.10 Penelitian Terdahulu	15
2.11 Integrasi Keislaman	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian	24
3.2 Lokasi dan waktu penelitian	25
3.3 Penentuan Lokasi Penelitian	25
3.4 Tahapan Penelitian	26
3.5 Pembuatan Benda Uji	27
3.6 Peletakan Benda Uji	29
3.7 Persiapan media dan sterilisasi	30
3.8 Pengamatan Biofilm Bakteri	31
3.9 Pengukuran Parameter Perairan	34
3.10 Analisis Data	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Parameter Perairan	43
4.1.1 Suhu	43
4.1.2 Kecerahan	44
4.1.3 Derajat Keasaman (pH)	45
4.1.4 Salinitas	46
4.1.5 Nitrat	47
4.1.6 Fosfat	48
4.1.7 Sulfat	49
4.2 Identifikasi Morfologi Bakteri Pada Beton Semen dan Geopolimer ..	50

4.2.1 Pengamatan Morfologi Makroskopis.....	51
4.2.2 Identifikasi Morfologi Mikroskopis.....	53
4.2.4 Pengamatan Pembentukan Biofilm Dari Beton Semen dan Beton Geopolimer.....	57
4.3 Jumlah Pertumbuhan Koloni Bakteri Pada Beton Semen dan Geopolimer	65
BAB V PENUTUP.....	75
5.1 Kesimpulan.....	75
5.2 Saran	75
DAFTAR PUSTAKA.....	76
LAMPIRAN.....	83

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Jembatan Suramadu.....	24
Gambar 3. 2 Lokasi Penelitian.....	25
Gambar 3. 3 Tahapan penelitian.....	26
Gambar 3. 4 Pembuatan Media.....	29
Gambar 4. 1 Suhu perairan.....	43
Gambar 4. 2 Kecerahan perairan.....	44
Gambar 4. 3 PH perairan.....	45
Gambar 4. 4 Salinitas perairan.....	46
Gambar 4. 5 Nitrat perairan.....	47
Gambar 4. 6 Fosfat perairan.....	49
Gambar 4. 7 Sulfat perairan.....	50

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jurnal 1 (penelitian terdahulu).....	15
Tabel 2. 2 Jurnal 2 (Penelitian terdahulu).....	17
Tabel 2. 3 Jurnal 3 (Penelitian terdahulu).....	19
Tabel 2. 4 Jurnal 4 (Penelitian terdahulu).....	21
Tabel 3. 1 Alat pembuatan benda uji.....	27
Tabel 3. 2 Bahan pembuatan benda uji.....	27
Tabel 3. 3 Perencanaan mix desain.....	28
Tabel 3. 4 Alat peletakan benda uji.....	29
Tabel 3. 5 Alat media dan sterilisasi.....	30
Tabel 3. 6 Bahan media dan sterilisasi.....	30
Tabel 3. 7 Alat pengamatan biofilm bakteri.....	31
Tabel 3. 8 Bahan pengamatan biofilm bakteri.....	32
Tabel 3. 9 Alat pengukuran parameter perairan.....	34
Tabel 3. 10 Bahan pengukuran parameter perairan.....	35
Tabel 3. 11 Analisis uji total plate count (TPC).....	41
Tabel 4. 1 Hasil pengamatan makroskopis beton semen.....	51
Tabel 4. 2 Hasil pengamatan makroskopis beton geopolimer.....	52
Tabel 4. 3 Hasil pengamatan mikroskopis beton semen.....	54
Tabel 4. 4 Hasil pengamatan mikroskopis beton geopolimer.....	55
Tabel 4. 5 Penambahan suplementasi NaCl 0%.....	58
Tabel 4. 6 Penambahan suplementasi NaCl 0,5 %.....	61
Tabel 4. 7 Rata -rata pertumbuhan koloni pada beton semen dan geopolimer.....	65
Tabel 4. 8 Kondisi permukaan beton tiap pemantauan.....	67

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulrahman, I., Jamal, M. T., Alshaery, M., Al-maaqar, S. M., & Satheesh, S. (2022). Isolation and Identification of Biofilm Bacteria from Microfouling Assemblage Developed on Artificial Materials Submerged in the Red Sea. *Journal of King Abdulaziz University, Marine Science*, 31(2), 45–54. <https://doi.org/10.4197/Mar.31-2.4>
- Abreu, C. I., Dal Bello, M., Bunse, C., Pinhassi, J., & Gore, J. (2023). Warmer temperatures favor slower-growing bacteria in natural marine communities. *Science Advances*, 9(19), 1–10. <https://doi.org/10.1126/sciadv.ade8352>
- Agustina, N., Asih, E. N. N., & Kartika, A. G. D. (2022). Jenis Gram dan Morfologi Koloni Bakteri Air Baku Garam. *Jurnal Ilmu Kelautan Lesser Sunda*, 2(1), 1–8. <https://doi.org/10.29303/jikls.v2i1.44>
- Ahmad, S. W., Yanti, N. A., & Albakar, F. A. (2021). Biodegradasi Pewarna Tekstil Rhodamin B oleh Bakteri Pembentuk Biofilm. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 17(2), 151. <https://doi.org/10.20961/alchemistry.17.2.49010.151-158>
- Al., S. N. et. (2022). Jurnal Reaksi (Journal of Science and Technology) Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe. *Jurnal Reaksi*, 15(01), 46–53.
- Andini, D. S. P., Masiran, H. S., & Piscesa, B. (2020). Modifikasi Perencanaan Struktur Atas Jembatan Suramadu Menggunakan Konstruksi Jembatan Gantung dengan Side Span Suspended. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v8i2.45445>
- Anil, A. C., Chiba, K., Okamoto, K., & Kurokura, H. (1995). Influence of temperature and salinity on larval development of *Balanus amphitrite*: Implications in fouling ecology. *Marine Ecology Progress Series*, 118(1–3), 159–166. <https://doi.org/10.3354/meps118159>
- Aprida, L. F., Dermawan, D., & Bayuaji, R. (2018). Identifikasi Potensi Pemanfaatan Limbah Karbit dan Abu Sekam Padi sebagai Bahan Alternatif Pengganti Semen. *Conference Proceeding on Waste Treatment Technology*, 4(2), 13–16.
- Atho, M., Tasya, F. R., Junaedi, A. S., & Farid, A. (2021). KONDISI KUALITAS PERAIRAN JEMBATAN BETON SURAMADU (SISI SURABAYA): STUDI AWAL BERDASARKAN PARAMETER MIKROBIOLOGI. 47–53.
- Badan Standardisasi Nasional. (2005). Air dan Air Limbah – Bagian 31 : Cara Uji Kadar Fosfat dengan Spektrofotometer Secara Asam Askorbat. *Sni (Standar Nasional Indonesia)*, 06-6989.31, 1–27.
- Carriot, N., Barry-Martinet, R., Briand, J. F., Ortalo-Magné, A., & Culioli, G.

- (2022). Impact of phosphate concentration on the metabolome of biofilms of the marine bacterium *Pseudoalteromonas lipolytica*. In *Metabolomics* (Vol. 18, Nomor 3). <https://doi.org/10.1007/s11306-022-01875-x>
- Chen, Y., Ma, G., Wu, C., Peng, Y., Song, X., Wu, Q. L., Han, B. P., & Ren, L. (2023). Bacterial communities exhibit apparent phosphate concentration-related patterns of community composition, alpha diversity, and phylogenetic structure in the subtropical Daya Bay. *Frontiers in Marine Science*, 9(January), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.1065973>
- Dewi, M., Darmawi, D., Helmi, T. Z., Erina, E., Gani, B., Eliawardani, E., & Azhar, A. (2019). Oxytetracycline Activities To *Staphylococcus aureus* Biofilm Inhibition Of Aceh Cattle Preputium Isolate. *Jurnal Medika Veterinaria*, 13(1), 125–131. <https://doi.org/10.21157/j.med.vet.v13i1.8884>
- Erviana, D., Widya Budaya, A., Hariani, S., Winda, A., Yulia Sari, L., Kimia, P., Sains dan Teknologi, F., & Islam Negeri Raden Fatah Palembang, U. (2018). Analisis Kualitatif Kandungan Sulfat dalam Aliran Air dan Air Danau di Kawasan Jakabaring Sport City Palembang. *ALKIMIA: Jurnal Ilmu Kimia dan Terapan*, 2(2), 1–4.
- Fajar, I., Yudha Perwira, I., & Made Ernawati, N. (2022). Pengaruh Derajat Keasaman (pH) terhadap Pertumbuhan Bakteri Toleran Kromium Heksavalen dari Sedimen Mangrove di Muara Tukad Mati, Bali. *Current Trends in Aquatic Science V*, 6(1), 1–6.
- Farhat, N. M., Vrouwenvelder, J. S., Van Loosdrecht, M. C. M., Bucs, S. S., & Staal, M. (2016). Effect of water temperature on biofouling development in reverse osmosis membrane systems. *Water Research*, 103, 149–159. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.07.015>
- Fitri, K., Astuti, S. P., Jupri, A., & Faturrahman, F. (2022). In Vitro Evaluation of Seagrass Extracts as a Prevention of Microfouling Formation. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(4), 1098–1107. <https://doi.org/10.29303/jbt.v22i4.4097>
- Fittroh, L. M., Indriyawati, N., Dewi, K., Ayu, N., Adila, I., Ariyanti, A. P., Qolbi, D. L., Amanda, V. T., Tauri, S., Timur, J., Socah, D., Socah, K., Jenis, K., & Air, P. K. (2025). LAJU PERTUMBUHAN DAN KEANEKARAGAMAN BIOFOULING DI PERAIRAN. 6(1), 31–43.
- HADI, S. (2021). Pengaruh Air Soda Terhadap Kuat Tekan Beton. *Ganec Swara*, 15(2), 1181. <https://doi.org/10.35327/gara.v15i2.234>
- Halim, L. N., Ekaputri, J. J., & Triwulan. (2017). The Influence of Salt Water

- on Chloride Penetration in Geopolymer Concrete. *MATEC Web of Conferences*, 97(January).
<https://doi.org/10.1051/mateconf/20179701002>
- Hamuna, B., Tanjung, R. H. R., Suwito, S., Maury, H. K., & Alianto, A. (2018). Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia di Perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1), 35. <https://doi.org/10.14710/jil.16.1.35-43>
- Hassard, F., Andrews, A., Jones, D. L., Parsons, L., Jones, V., Cox, B. A., Daldorph, P., Brett, H., McDonald, J. E., & Malham, S. K. (2017). Physicochemical factors influence the abundance and culturability of human enteric pathogens and fecal indicator organisms in estuarine water and sediment. *Frontiers in Microbiology*, 8(OCT), 1–18. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01996>
- Hayek, M., Salgues, M., Habouzit, F., Bayle, S., Souche, J. C., De Weerd, K., & Pioch, S. (2020). In vitro and in situ tests to evaluate the bacterial colonization of cementitious materials in the marine environment. *Cement and Concrete Composites*, 113(February). <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2020.103748>
- Hayek, M., Salgues, M., Souche, J. C., Cunge, E., Giraudel, C., & Paireau, O. (2021). Influence of the intrinsic characteristics of cementitious materials on biofouling in the marine environment. *Sustainability (Switzerland)*, 13(5), 1–24. <https://doi.org/10.3390/su13052625>
- Kalyoncu Erguler, G., & Dahi Taleghani, A. (2025). Geopolymer applications in deep-sea energy and mining infrastructure: a review of properties, challenges, and future prospects. *Environmental Earth Sciences*, 84(12). <https://doi.org/10.1007/s12665-025-12339-5>
- Khutni, I. D., Husna, N., Alie, K., Universitas, F., & Makassar, N. (2024). *Literature Review: Osmoregulation in Vertebrate & Invertebrate Animals*. 01(02), 38–45.
- Kosasi, C., Lolo, W. A., & Sudewi, S. (2019). ISOLASI DAN UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI DARI BAKTERI YANG BERASOSIASI DENGAN ALGA *Turbinaria ornata* (Turner) J. Agardh SERTA IDENTIFIKASI SECARA BIOKIMIA. *Pharmakon*, 8(2), 351. <https://doi.org/10.35799/pha.8.2019.29301>
- Kusumawati, N., & Wardani, A. K. (2023). Bakteriofag untuk Biokontrol Biofilm dalam Sistem Pangan Bacteriophages for Biocontrol of Biofilms in Food System. *Tropical Microbiome Journal*, 1(1), 47–72. <https://ejournal.uksw.edu/jtm>
- Laila Indah, R. (2023). *Analisis Kombinasi Campuran Serat Baja Dan Kawat*

- Bendrat Pada Beton Konvensional*. 11(3), 571–584.
- Lew, S., Glińska-Lewczuk, K., Burandt, P., Kulesza, K., Kobus, S., & Obolewski, K. (2022). Salinity as a Determinant Structuring Microbial Communities in Coastal Lakes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(8). <https://doi.org/10.3390/ijerph19084592>
- M. Nur, R., & Rahmawati, R. (2019). KOMBINASI UJI AKTIVITAS ANTIFOULING (Rhizophora apiculata) DI KABUPATEN PULAU MOROTAI. *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 14(1). <https://doi.org/10.31851/jipbp.v14i1.3365>
- Ma, L., She, W., Wu, G., Yang, J., Phurbu, D., & Jiang, H. (2021). Influence of temperature and sulfate concentration on the sulfate/sulfite reduction prokaryotic communities in the tibetan hot springs. *Microorganisms*, 9(3), 1–15. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9030583>
- Maria Agustina Pardede, Arif Habib Fasya, Dwi Retna Kumalaningrum, Mohammad Faizal Ulkhaq, Hapsari Kenconoaji, Dewi Ambarwati, M. H. M. (2024). IDENTIFICATION , ISOLATION , PURIFICATION , GRAM STAINING , AND BIOCHEMICAL. 19(3), 175–184.
- Marsden, A. E., Grudzinski, K., Ondrey, J. M., DeLoney-Marino, C. R., & Visick, K. L. (2017). Impact of salt and nutrient content on biofilm formation by *Vibrio fischeri*. *PLoS ONE*, 12(1), 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169521>
- Masruroh, A. H., Puspitasari, R. D. A., & Sakinah, W. (2023). Studi Eksperimen Laju Pertumbuhan Biofouling Pada Pelat Baja Dan Aluminium Dengan Lapisan Pelindung Lilin Dan Minyak Di Pantai Boom Banyuwangi. *Jurnal Manajemen Pesisir dan Laut*, 1(01), 21. <https://doi.org/10.36841/mapel.v1i01.2780>
- Meifina, & Priyotomo, G. (2023). Ulasan: Performa Cat Antibiotik Terhadap Pertumbuhan Biofouling Penempel Struktur di Perairan Laut Indonesia. *Jurnal Sumber Daya Akuatik Indopasifik*, 7(3), 345–354. <https://doi.org/10.46252/jsai-fpik-unipa.2023.Vol.7.No.3.287>
- Mestre, M., Höfer, J., Sala, M. M., & Gasol, J. M. (2020). Seasonal Variation of Bacterial Diversity Along the Marine Particulate Matter Continuum. *Frontiers in Microbiology*, 11(July), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01590>
- Mukti Nur Hamidah, Laras Rianingsih, dan R. (2019). AKTIVITAS ANTIBAKTERI ISOLAT BAKTERI ASAM LAKTAT DARI PEDAK DENGAN JENIS IKAN BERBEDA TERHADAP E. coli DAN S. aureus. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 1(2), 11–21.

- Nasional, S. (2015). *Standar Nasional Nasional Indonesia Cara uji mikrobiologi- Bagian 3 : 3 : Penentuan Pe nentuan Ang ka Lempeng Total (ALT) pada produk perikanan.*
- Noer, S. (2021). Identifikasi Bakteri secara Molekular Menggunakan 16S rRNA. *EduBiologia: Biological Science and Education Journal*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.30998/edubiologia.v1i1.8596>
- Novitasari, T. M., Rohmi, R., & Inayati, N. (2019). Potensi Ikan Teri Jengki (*Stolephorus indicus*) Sebagai Bahan Media Alternatif untuk Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Analis Medika Biosains (JAMBS)*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.32807/jambs.v6i1.119>
- Perdanawati, R. A., Risdanareni, P., Setiamarga, D. H. E., & Ekaputri, J. J. (2025). The Effect of Biofouling on Cement based Concrete Substrate: Insights from Microfouling and Macrofouling Growth. *BIO Web of Conferences*, 157. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202515706001>
- Philips, J., Rabaey, K., Lovley, D. R., & Vargas, M. (2017). Biofilm formation by *Clostridium ljungdahlii* is induced by sodium chloride stress: Experimental evaluation and transcriptome analysis. *PLoS ONE*, 12(1), 1–25. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170406>
- Pradiptaadi, B. P. A., & Fallahian, F. (2022). Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Air dan Sedimen di Kawasan Hilir DAS Brantas. *Environmental Pollution Journal*, 2(1), 344–352. <https://doi.org/10.58954/epj.v2i1.39>
- Pratiwi, W. S. W., Nuzula, N. I., Suci, D. S., Kartika, A. G. D., & Effendy, M. (2021). Produksi $MgCl_2$ dari Bittern melalui Optimalisasi Pemisahan Ion Sulfat Menggunakan Reagen Kalsium Klorida Dihidrat. *Journal of Marine Research*, 10(2), 243–251. <https://doi.org/10.14710/jmr.v10i2.30687>
- Purnamasari, E. (2023). *Kajian Awal Beton Geopolimer Ramah Lingkungan*. 2023(Senastika), 119–123.
- Rawi, R. A., Shallal, M. A., & Jabbar, A. I. (2021). Determination of Calcium Concentration in Different Brands of Portland Cements. *Annals of R.S.C.B*, 25(5), 4845–4856.
- Robika, R., Lingga, R., & Afriyansyah, B. (2022). Identification of Biofilm-Producing Bacteria From Nangka Island Marine Water in District of Bangka Tengah. *Jurnal Pembelajaran Dan Biologi Nukleus*, 8(1), 179–191. <https://doi.org/10.36987/jpbn.v8i1.2492>
- Rombe, K. H., Rosalina, D., Jusliana, Surachmat, A., Arafat, Y., Hawati, Najih, M. R., Amiluddin, M., Rahman, A., & Hermawan, R. (2023). Kepadatan Dan Keanekaragaman Animal Fouling Pada Dermaga Beton Di Pulau

- Harapan, Balai Taman Nasional Kepulauan Seribu Density and Diversity of Animal Fouling At the Concrete Pier on Pulau Harapan, Seribu Island. *Jurnal Kelautan*, 16(3), 243–250. <http://doi.org/10.21107/jk.v16i3.21201ABSTRAK>
- Sandya, Y., Prihantono, & Musalamah, S. (2019). Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Pada Beton Geopolimer. *Educ. Build. J. Pendidik. Tek. Bangunan dan Sipil*, 5(2), 59–63.
- Setiawan, R., Kusmiati, M., & Saputra, S. (2021). Optimasi Pembentukan Biofilm *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aeruginosa* Melalui Penambahan Glukosa dan NaCl. *Prosiding Biologi Achieving the Sustainable Development Goals with Biodiversity in Confronting Climate Change*, November, 342–347. <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/psb>
- Shilova, I. N., Mills, M. M., Robidart, J. C., Turk-Kubo, K. A., Björkman, K. M., Kolber, Z., Rapp, I., van Dijken, G. L., Church, M. J., Arrigo, K. R., Achterberg, E. P., & Zehr, J. P. (2017). Differential effects of nitrate, ammonium, and urea as N sources for microbial communities in the North Pacific Ocean. *Limnology and Oceanography*, 62(6), 2550–2574. <https://doi.org/10.1002/lno.10590>
- Silica, P., & Reologi, S. (2025). *JURMATEKS Studi Eksperimental High Volume Fly ash Self-Compacting Concrete (HVFA SCC) dengan Penambahan 5 % Silica Fume terhadap Sifat Reologi dan Mekanik*. January. <https://doi.org/10.30737/jurmateks.v7i2.6319>
- Suprijati, J., & Yakin, A. (2017). Pertumbuhan Ekonomi Di Kabupaten Bangkalan Setelah Adanya Pembangunan Jembatan Suramadu (Analisis Teori Harrod-Domar). *Develop*, 1(1). <https://doi.org/10.25139/dev.v1i1.294>
- Syahputra, F. S. (2019). Penambahan Ekstrak Larutan Kulit Mangrove Pada Cat Minyak Sebagai Antifouling. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 6(1), 37–40. <https://doi.org/10.29103/aa.v6i1.1062>
- Syaputra, D. A., Nugroho, F. R., Ay Lie, H., & Purwanto. (2018). Studi Experimental Pengaruh Perbedaan Molaritas Aktivator Pada Perilaku Beton Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 7(1), 89–98.
- Umasugi, S., Ismail, I., & Irsan. (2021). Kualitas Perairan Laut Desa Jikumerasa Kabupaten Buru Berdasarkan Parameter Fisik, Kimia dan Biologi. *Biopendix*, 8(1), 29–35.
- Wahyudi, D., & Soetarto, E. S. (2021). Pembentukan Biofilm *Pseudomonas aeruginosa* pada Beberapa Media Cair. *Jurnal Farmasi (Journal of*

- Pharmacy*), 10(2), 35–40. <https://doi.org/10.37013/jf.v10i2.142>
- Wahyuningsih, N., & Zulaika, E. (2019). Perbandingan Pertumbuhan Bakteri Selulolitik pada Media Nutrient Broth dan Carboxy Methyl Cellulose. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 7(2), 7–9. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v7i2.36283>
- Widyanto, S. W., Ma'muri, & Prasetiawan, N. R. (2019). Desain Prototipe Antifouling Pada Pengembangan Teknologi Pemantauan. *Artikel Pemakalah Paralel*, 407–416.
- Wildan Al-Kautsar, Rizqi Abdi Perdanawati, N. (2020). *Laju penempelan macrofouling pada tiang pancang jembatan Suramadu*. 3(2), 211–221.
- Wulan, D. R., Azkiya, N. I., Widjajanti, K., Wardani, N. B., & Maryanty, Y. (2022). Asam Askorbat, Natrium Nitrit dan Natrium Fosfat sebagai Inhibitor Laju Korosi pada Alumunium dan Seng dalam Media Biosolar. *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*, 6(1), 36–43. <https://doi.org/10.33795/jtkl.v6i1.245>
- YANTI, I. (2022). Penentuan Cr (VI) and SO₄²⁻ Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis dalam Sampel Air Sungai di Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 6(2), 51–58. <https://doi.org/10.20885/ijcr.vol6.iss2.art1>
- Yulma, Ihsan, B., & Rafikah, A. (2018). the Diversity of Bacteria in the Waters of Mangrove Conservation Area and the Proboscis Monkey (Kkmb) Town of Tarakan. *Jurnal Borneo Saintek*, 1(3), 55–62.
- Yusal, M. S., & Hasyim, A. (2022). Kajian Kualitas Air Berdasarkan Keanekaragaman Meiofauna dan Parameter Fisika-Kimia di Pesisir Losari, Makassar. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(1), 45–57. <https://doi.org/10.14710/jil.20.1.45-57>