

**STUDI EKSPERIMEN APLIKASI LARUTAN *STYROFOAM* DAN
KOMBINASINYA DENGAN SILIKON SEBAGAI *ANTIFOULING* KAYU
DI LINGKUNGAN PERAIRAN LAUT SURAMADU**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam memperoleh gelas sarjana
sains (S. Si) pada Program Studi Ilmu Kelautan



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

Disusun Oleh:

BELLA OCTAVIA PUTRI ALMIA

NIM. 09020422026

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

2026

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Bella Octavia Putri Almia

Nim : 09020422026

Program Studi : Ilmu Kelautan

Angkatan : 2022

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penelitian skripsi saya yang berjudul "STUDI EKSPERIMEN APLIKASI LARUTAN *STYROFOAM* DAN KOMBINASINYA DENGAN SILIKON SEBAGAI *ANTIFOULING* KAYU DI LINGKUNGAN PERAIRAN LAUT SURAMADU". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindak plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah diciptakan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 25 Mei 2026



Bella Octavia Putri Almia

NIM.09020422026

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh:

Nama : Bella Octavia Putri Almia

Nim : 09020422026

Judul : “Studi Eksperimen Aplikasi Larutan *Styrofoam* dan Kombinasinya dengan Silikon sebagai *Antifouling* Kayu di Lingkungan Perairan Laut Suramadu”

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan

Surabaya, 26 Mei 2026

Dosen Pembimbing 1



Rizqi Abdi Perdanawati, M.T.
NIP. 198809262014032002

Dosen Pembimbing 2



Khoirothul Ummah M. Si
NIP. 199105302019032019

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi Bella Octavia Putri Almia ini telah dipertahankan
di depan tim penguji skripsi
Di Surabaya, 5 Juni 2026


Mengesahkan,
Dewan Penguji

Dosen Penguji I




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

Dosen Penguji II




Dwi Ramadva Risqiana Putri, M.Sc.
NIP.199701152025052005

Dosen Penguji III



Rizqi Abdi Perdanawati, MT
NIP. 198809262014032002

Dosen Penguji IV



Khoirotul Ummah, M.Si.
NIP. 199105302019032019

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya



Saebud Hamdani, M.Pd
NIP. 196507312000031002

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI



UIN SUNAN AMPEL
SURABAYA

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 : Bella Octavia Putri Almia
NIM : 09020422026
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/ Ilmu Kelautan
E-mail address : bellaalmia@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 :

**STUDI EKSPERIMEN APLIKASI LARUTAN STYROFOAM DAN APLIKASINYA DENGAN SILIKON
SEBAGAI ANTIFOULING KAYU DI LINGKUNGAN LAUT 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 2026

Penulis

(BELLA OCTAVIA PUTRI ALMIA)

ABSTRAK

STUDI EKSPERIMEN APLIKASI LARUTAN *STYROFOAM* DAN KOMBINASINYA DENGAN SILIKON SEBAGAI *ANTIFOULING* KAYU DI LINGKUNGAN PERAIRAN LAUT SURAMADU

Perahu kayu merupakan sarana utama yang digunakan nelayan tradisional Indonesia dalam aktivitas penangkapan ikan, namun seringkali memiliki permasalahan penempelan organisme makrofouling yang dapat menurunkan efisiensi operasional kapal. Salah satu Upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan penggunaan cat antifouling. Namun, cat *antifouling* komersil biasanya mengandung logam berat sehingga dibutuhkan alternatif untuk mengatasi masalah tersebut dan lebih ramah lingkungan yaitu dengan cat berbasis limbah *styrofoam* dan silikon. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat hidrofobisitas lapisan serta pengaruh variasi lapisan terhadap pertumbuhan makrofouling pada sampel kayu yang terendam di perairan laut suramadu. Penelitian ini dilakukan di tiang pancang keempat jembatan Suramadu selama 80 hari dengan enam kali masa pemantauan. Penelitian ini mencakup 2 aspek yaitu karakteristik lapisan dan pertumbuhan biota. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa tingkat hidrofobisitas tertinggi ada pada sampel F50-S50. Hasil daya serap terbaik pada sampel F100-S0 dan daya rekat terbaik pada sampel K-. Analisis efektifitas lapisan terhadap pertumbuhan biota makrofouling dilakukan melalui pengukuran kualitas air, jumlah dan tutupan makrofouling serta kelimpahan dan keragaman makrofouling. Hasil menunjukkan bahwa sampel F50-F50 memiliki jumlah biota paling rendah sejalan dengan tutupan dan kelimpahan makrofouling. Pada keragaman makrofouling, semua sampel termasuk pada kategori rendah. Tingkat hidrofobisitas lapisan berpengaruh pada penyerapan air dan pertumbuhan makrofouling.

Kata Kunci: *antifouling*, makrofouling, *styrofoam*, silikon, hidrofobisitas, perahu kayu

ABSTRACT

EXPERIMENTAL STUDY OF STYROFOAM SOLUTION APPLICATION AND ITS COMBINATION WITH SILICONE AS WOOD ANTIFOULING IN THE MARINE WATERS OF SURAMADU

Wooden boats are the primary means used by traditional Indonesian fishermen for fishing activities; however, they often face problems related to the attachment of macrofouling organisms, which can reduce the operational efficiency of the vessels. One effort to address this issue is the application of antifouling coatings. However, commercial antifouling paints generally contain heavy metals, creating the need for more environmentally friendly alternatives, such as coatings based on waste styrofoam and silicone. This study aimed to determine the hydrophobicity level of the coating and evaluate the effect of coating variations on the growth of macrofouling organisms on wooden samples submerged in the Suramadu waters. The study was conducted at the fourth pier of the Suramadu Bridge for 80 days with six monitoring periods. The research covered two aspects: coating characteristics and biota growth. The results showed that the highest hydrophobicity was observed in the F50-S50 sample. The best water absorption resistance was found in the F100-S0 sample, while the highest adhesion strength was recorded in the K- sample. The effectiveness of the coatings against macrofouling growth was analyzed through measurements of water quality, macrofouling abundance and coverage, as well as macrofouling abundance and diversity indices. The results indicated that the F50-S50 sample had the lowest number of organisms, which was consistent with its lower macrofouling coverage and abundance. In terms of macrofouling diversity, all samples were classified as having low diversity. The hydrophobicity level of the coating influenced water absorption and the growth of macrofouling organisms.

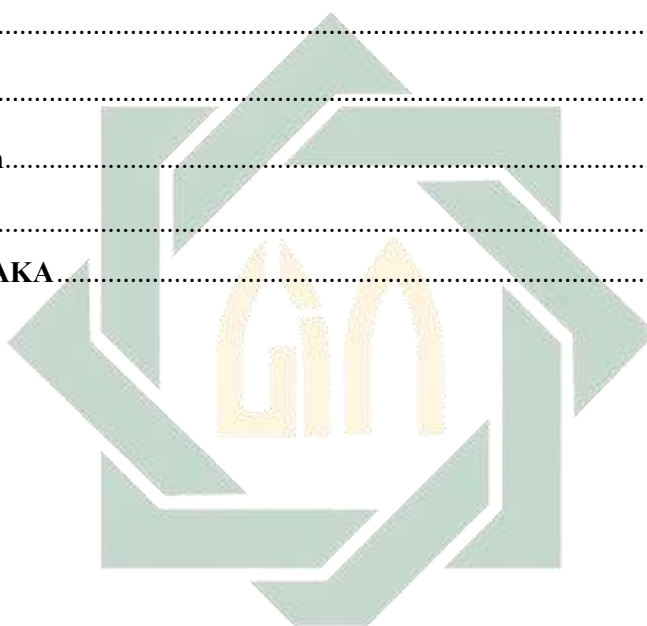
Keywords: antifouling, macrofouling, styrofoam, silicone, hydrophobicity, wooden boats

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASIKATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GRAFIK	xv
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB 2	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Biofouling.....	6
2.1.1 Proses Pembentukan <i>Biofouling</i>	7
2.1.2 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan <i>Biofouling</i>	8
2.1.3 Dampak Pertumbuhan Biofouling pada Kapal Nelayan	11
2.1.4 Cara Pengendalian Biofouling	12
2.2 <i>Antifouling</i>	13
2.3 <i>Styrofoam</i>	14

2.4 Silikon	16
2.5 Thinner	17
2.6 Hidrofobik	17
2.7 Pengaruh Lingkungan Laut terhadap Bahan Antifouling	19
2.8 Integrasi Sains dan Keislaman.....	20
BAB 3.....	27
METODOLOGI PENELITIAN.....	27
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan Penelitian	27
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	28
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	30
3.4 Metode Pengambilan/Pengumpulan Data	31
3.4.1 Tahap Persiapan Media	31
3.4.3 Tahap Pengkombinasian dengan Silikon.....	33
3.4.4 Tahap Aplikasi pada Kayu.....	34
3.4.6 Tahap Pemantauan Media	36
3.4.7 Pengujian Karakteristik Lapisan Cat Antifouling.....	36
3.5 Analisis Data.....	37
3.5.1 Analisis Karakteristik Sifat Lapisan Cat <i>Antifouling</i>	37
3.5.2 Analisis Efektivitas Lapisan terhadap Pertumbuhan Makrofouling.....	40
BAB 4.....	45
HASIL PENELITIAN.....	45
4.1 Karakteristik Sifat Lapisan Cat Antifouling	45
4.1.1 Hasil Pengukuran Hidrofobisitas Lapisan Cat Antifouling	45
4.1.2 Hasil Pengukuran Daya Serap Lapisan Cat Antifouling	50
4.1.3 Hasil Pengukuran Daya Rekat Lapisan Cat Antifouling	55
4.2 Analisis Efektivitas Lapisan terhadap Pertumbuhan Makrofouling	56
4.2.1 Hasil Pengukuran Parameter Perairan.....	56
4.2.2 Hasil Analisis Jumlah dan Tutupan Makrofouling	61

4.2.3 Hasil Analisis Kelimpahan dan Keragaman Makrofouling.....	73
BAB 5.....	84
PEMBAHASAN.....	84
5.1 Pengaruh Kombinasi <i>Styrofoam</i> dan Silikon terhadap Karakteristik Sifat Lapisan Cat Antifouling.....	84
5.2 Pengaruh Kombinasi <i>Styrofoam</i> dan Silikon pada Lapisan Cat terhadap Efektivitas Lapisan terhadap Pertumbuhan Makrofouling.....	88
BAB 6.....	96
PENUTUP.....	96
6.1 Kesimpulan.....	96
6.2 Saran.....	96
DAFTAR PUSTAKA.....	97
LAMPIRAN	



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

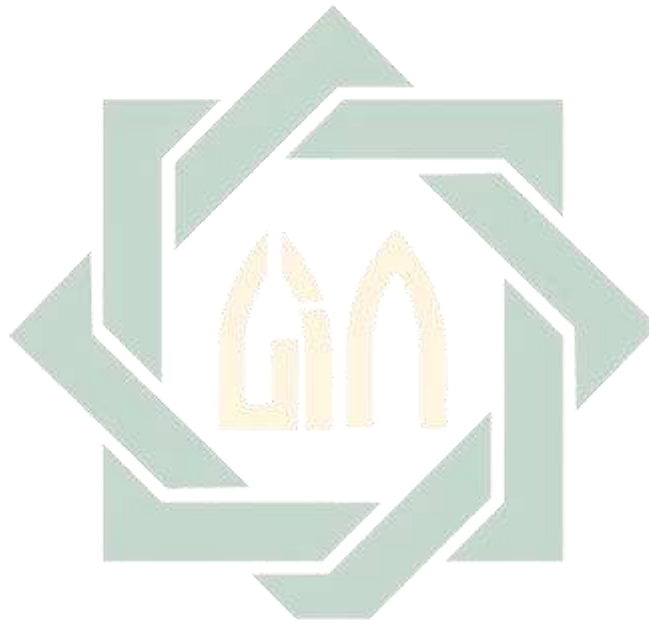
Gambar 2.1 (a) Mikrofouling (b) Makrofouling.....	6
Gambar 2.2 Proses Pembentukan Biofouling	7
Gambar 2.3 Biaya yang Dikeluarkan karena Pengotoran Lambung Kapal oleh Biofouling.....	11
Gambar 2.4 (a) Molekul polistirena (b) Unit Berulang Polistirena	15
Gambar 2.5 Tingkat Hidrofobisitas Membran	18
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian.....	27
Gambar 3.2 Diagram alir penelitian.....	30
Gambar 3.3 (a) styrofoam, (b) lem silikon, (c) cat akrilik, (d) cat antifouling komersil, (e) thinner PU	31
Gambar 3.4 Pelarutan styrofoam	32
Gambar 3.5 (a) Silikon (b) styrofoam dan silikon yang sudah jadi	33
Gambar 3.6 (a) Tagging sampel, (b) selesai pelapisan.....	34
Gambar 3.7 Peletakan media	35
Gambar 3.8 Penimbangan media	36
Gambar 3.9 Metode Menentukan Sudut Kontak	38
Gambar 3.10 Panduan uji daya rekat	39
Gambar 4. 1 (a) K+, (b) K-, (c) F100-S0, (d) F85-S15, (e) F75-S25, (f) F50-S50.....	45
Gambar 4. 2 (a) K+, (b) K-, (c) F100-S0, (d) F85-S15, (e) F75-S25, (f) F50-S50.....	47
Gambar 4. 3 (a) K+, (b) K-, (c) F100-S0, (d) F85-S15, (e) F75-S25, (f) F50-S50.....	48

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu.....	21
Tabel 3.1 Pelaksanaan pemantauan.....	28
Tabel 3.2 Alat dan Bahan Media Pengujian.....	28
Tabel 3.3 Alat dan bahan pengukuran parameter perairan.....	28
Tabel 3.4 Alat dan bahan uji hidrofobik.....	29
Tabel 3. 5 Alat dan bahan uji daya rekat.....	29
Tabel 3.6 Alat dan bahan uji daya serap	29
Tabel 3.7 Alat dan bahan peletakan dan pemantauan media.....	29
Tabel 3. 8 Variasi Sampel Pengujian.....	34
Tabel 3.9 Komposisi lapisan	37
Tabel 3.10 Klasifikasi Sudut Kontak kriteria Hidrofobik.....	38
Tabel 3.11 Baku mutu kualitas perairan untuk biota.....	41
Tabel 3.12 Klasifikasi kelas keragaman makrofouling.....	44
Tabel 4. 1 Perulangan pertama sudut kontak	46
Tabel 4. 2 Perulangan kedua sudut kontak.....	47
Tabel 4. 3 Perulangan ketiga sudut kontak	49
Tabel 4. 4 Kategori hidrofobisitas lapisan	49
Tabel 4. 5 Daya serap lapisan	50
Tabel 4. 6 Massa media uji	51
Tabel 4. 7 Klasifikasi daya rekat lapisan	55
Tabel 4. 8 Rata-rata salinitas.....	56
Tabel 4. 9 Rata-rata DO	57
Tabel 4. 10 Rata-rata pH.....	58
Tabel 4. 11 Rata-rata suhu.....	59
Tabel 4. 12 Hasil nitrat dan fosfat.....	60
Tabel 4. 13 Jumlah pertumbuhan makrofouling	61
Tabel 4. 14 Tutupan makrofouling (%).....	62
Tabel 4. 15 Tutupan makrofouling K- 1.....	64
Tabel 4. 16 Tutupan makrofouling K+1.....	64
Tabel 4. 17 Tutupan makrofouling F85-S15	65
Tabel 4. 18 Tutupan makrofouling F100-S0 1	65
Tabel 4. 19 Tutupan makrofouling F75-S25 1	66
Tabel 4. 20 Tutupan makrofouling F50-S50 1	66
Tabel 4. 21 Tutupan makrofouling K- 2.....	67
Tabel 4. 22 Tutupan makrofouling K+ 2.....	67
Tabel 4. 23 Tutupan makrofouling F100-S0 2	68
Tabel 4. 24 Tutupan makrofouling F85-S15	68
Tabel 4. 25 Tutupan makrofouling F50-S50 2	69
Tabel 4. 26 Tutupan makrofouling F75-S25 2	69
Tabel 4. 27 Tutupan makrofouling K- 3.....	70
Tabel 4. 28 Tutupan makrofouling K+ 3.....	70
Tabel 4. 29 Tutupan makrofouling F100-S0 3	71
Tabel 4. 30 Tutupan makrofouling F85-S15 3	71
Tabel 4. 31 Tutupan makrofouling F75-S25 3	72
Tabel 4. 32 Tutupan makrofouling F50-S50 3	72

Tabel 4. 33 Tingkat taksonomi genus yang ditemukan pada sampel	73
Tabel 4. 34 Identifikasi genus Amphibalanus sp.....	75
Tabel 4. 35 Identifikasi genus Saccostrea sp.	77
Tabel 4. 36 Identifikasi genus Crassostrea sp.	79
Tabel 4. 37 Identifikasi genus Spirobranchus sp.....	80
Tabel 4. 38 Hasil kelimpahan makrofouling	81
Tabel 4. 39 Hasil keragaman makrofouling.....	82



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Tingkat hidrofobisitas lapisan berdasarkan sudut kontak.....	50
Grafik 4. 2 Daya serap lapisan	51
Grafik 4. 3 Massa sampel K+.....	52
Grafik 4. 4 Massa sampel K-.....	52
Grafik 4. 5 Massa sampel F100-S0	53
Grafik 4. 6 Massa sampel F85-S15	53
Grafik 4. 7 Massa sampel F75-S25	54
Grafik 4. 8 Massa sampel F50-S50	54
Grafik 4. 9 Persentase keretakan lapisan.....	55
Grafik 4. 10 Rata-rata salinitas.....	56
Grafik 4. 11 Rata-rata Dissolve oxygen	57
Grafik 4. 12 Rata-rata ph.....	58
Grafik 4. 13 Rata-rata suhu	59
Grafik 4. 14 Fosfat	60
Grafik 4. 15 Nitrat	60
Grafik 4. 16 Jumlah pertumbuhan makrofouling	61
Grafik 4. 17 Persentase tutupan makrofouling.....	62
Grafik 4. 18 Jumlah genus pada tiap sampel.....	81
Grafik 4. 19 Kelimpahan makrofouling	82
Grafik 4. 20 Keragaman makrofouling	83



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulrohiim, M. S., Widagdo, S., & Prasita, V. D. (2022). *Distribusi Salinitas dan Temperatur Permukaan Berdasarkan Angin dan Arus di Selat Madura*. 4(1), 1–15.
- Agarwal, S., Lu, M., & Sarkar, J. (2023). *Fabrication of micropatterned thin films through controlled phase separation of polystyrene / polydimethylsiloxane blends by spin coating*. December, 1–11. <https://doi.org/10.3389/frsfm.2023.1306346>
- Albayani, M., Junaidi, M., & Rachmat, A. (2022). *Pengaruh Kedalaman yang Berbeda terhadap Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup Kerang Mutiara (Pinctada Maxim) dengan Sistem Terintegrasi di Perairan Teluk Ekas Kabupaten Lombok Timur*. 10(1), 302–321.
- Archana, S., Sundaramoorthy, B., & Mohamed Faizullah, M. (2019). Review on Impact of Biofouling in Aquafarm Infrastructures. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(07), 2942–2953. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.807.365>
- Arnanda, N., Maisaroh, D. S., & Perdanawati, R. A. (2025). Potensi Antifouling Ekstrak Teripang (*Phyllophorus* sp .) terhadap Bakteri Biofilm di Beton Perairan Jembatan Suramadu. *Jurnal Kelautan*, 18(2), 118–126.
- B C Duncan; Broughton, W. R. (2023). Absorption and di usion of moisture in polymeric materials. *The National Physical Laboratory (NPL)*, 102.
- Byrne, M. O., & Pakrashi, V. (n.d.). *Semantic Segmentation of Underwater Imagery Using Deep Networks Trained on Synthetic Imagery*. <https://doi.org/10.3390/jmse6030093>
- Cima, F. (2023). *Larval Settlement on Marine Surfaces : The Role of Physico-Chemical Interactions*. 2021, 2021–2023.
- Clavijo, C. E., Crockett, J., & Maynes, D. (2016). Wenzel to Cassie transition

- during droplet impingement on a superhydrophobic surface. *Physical Review Fluids*, 1(7). <https://doi.org/10.1103/PhysRevFluids.1.073902>
- Crowley, R., Suiter, T. S., Pollock, J., & Nakatsuka, M. A. (2025). Enhancing Antifouling Strategies with Ultrasonic Treatment and Acoustic Metamaterials. *Proceedings of the Annual Offshore Technology Conference*. <https://doi.org/10.4043/35967-MS>
- Dang, H., & Lovell, C. R. (2016). *Microbial Surface Colonization and Biofilm Development in Marine Environments*. 80(1), 91–138. <https://doi.org/10.1128/MMBR.00037-15.Address>
- Dwi, A. P., Fittroh, L. M., Indriyawati, N., Dewi, K., Aprilia, N. A., Adila, I., Ariyanti, A. P., Qolbi, D. L., Amanda, V. T., & Tauri, S. (2025). Growth Rate and Diversity of Biofouling in The Waters of Socah Village, Socah District, Bangkalan. *Juvenil*, 6(1), 31–43.
- E. Samsons, E. a. (2020). *Community Structure of Sea Cucumber (Holothuroidea) In Pombo Island Conservation Area , Central Maluku Community Structure of Sea Cucumber (Holothuroidea) In Pombo Island Conservation Area , Central Maluku*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1463/1/012027>
- Faghihnejad, A., & Zeng, H. (2012). *Hydrophobic Interactions between Polymer Surfaces : Using Polystyrene as a Model System*. 1–3.
- Fang, X., Liao, R., Wang, K., Zheng, M., Li, H., Wang, R., Liu, X., Dong, Y., Wang, K., & Li, J. (2024). Fabrication of bulk superhydrophobic wood by grafting porous poly(divinylbenzene) to wood structure using isocyanatoethyl methacrylate. *RSC Advances*, 14(22), 15201–15208. <https://doi.org/10.1039/d4ra00889h>
- Febriani, S. (2022). *Analisis Deskriptif Standar Deviasi*. 6, 910–913.
- 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>

- Gama, N., Barros-Timmons, A., & Ferreira, A. (2024). The Recycling of Construction Foams: An Overview. *Springer Tracts in Civil Engineering, Part F1844*, 95–105. https://doi.org/10.1007/978-3-031-45980-1_9
- Garibay-Valdez, E., Martínez-Córdova, L. R., Vargas-Albores, F., Emerenciano, M. G. C., Miranda-Baeza, A., Cortés-Jacinto, E., Ortiz-Estrada, Á. M., Cicala, F., & Martínez-Porchas, M. (2023). The biofouling process: The science behind a valuable phenomenon for aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 15(3), 976–990. <https://doi.org/10.1111/raq.12770>
- George, R., Job, S., Semba, M., Monga, E., Lugendo, B., & Tuda, A. O. (2024). *High-frequency dynamics of pH, dissolved oxygen, and temperature in the coastal ecosystems of the Tanga- Pemba Seascape: implications for upwelling-enhanced ocean acidification and deoxygenation*. January, 1–13. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1286870>
- Giri, T., Goutam, U., Arya, A., & Gautam, S. (2022). *Effect of Nutrients on Diatom Growth: A Review*. 19(2), 1–9.
- Godet, R., Hoytema, N. van, Russell, J., Losada, S., Bersuder, P., & Reeve, C. (2022). *Review of Expanded Polystyrene (EPS) and Extruded Polystyrene (XPS) as a raw material: general characteristics, implementations, and suppliers*.
- Gu, Y., Yu, L., Mou, J., Wu, D., Xu, M., Zhou, P., & Ren, Y. (2020). Research strategies to develop environmentally friendly marine antifouling coatings. *Marine Drugs*, 18(7). <https://doi.org/10.3390/MD18070371>
- Hanifah, F. N., Widianingtyas, H. N., Kartini, I., & Kartika, T. (2023). Pengolahan Limbah Styrofoam Menjadi Model Molekul 3D Sebagai Basis Pengembangan Ekonomi Kreatif Masyarakat. *Enviroous*, 2(2), 49–55. <https://doi.org/10.33005/enviroous.v2i2.109>
- Hu, Y., Fuller, S. C., Castagna, M., Vrijenhoek, R. C., & Lutz, R. A. (1993). *Shell Morphology and Identification of Early Life History Stages of Congeneric*

Species of Crassostrea and Ostrea. 471–496.

Husain, T. (2022). *Penentuan Sifat Hidrofobik dan Hidrofilik Bahan Dengan Metode Sudut Kontak.* 5(3), 257–265.

Ip, J. C., Qiu, J., & Chan, B. K. K. (2021). Heliyon Genomic insights into the sessile life and biofouling of barnacles (Crustacea : Cirripedia). *Heliyon*, 7(6), e07291. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07291>

Iswadi, A., & Priyotomo, G. (2020). Biofouling dan Korosi pada Infrastruktur Energi Laut di Indonesia: Analisis Bibliometrik. *Jurnal Ilmiah Giga*, 23(2), 52. <https://doi.org/10.47313/jig.v23i2.924>

Jingyi Hang, X. Y. and J. L. (2024). A Review on the Effect of Wood Surface Modification on Paint. *Coating Mdpi*.

Khaleel, R., Rolf, M., Wagenhofer, J., Jaax, L., Lu, Y., Laermanns, H., Nitsche, F., & Bogner, C. (2025). *Hydrodynamics shape riverine biofilms on microplastics : insights from an in-situ incubation study.* 8.

Kupriyanova, H. A. T. H. & E. K. (2009). *Zootaxa* 2036.

Lam, K., & Morton, B. (2006). *Morphological and Mitochondrial-Dna Analysis of The Indo-West Pacific Rock Oysters (Ostreidae: Saccostrea Species).* April, 235–245. <https://doi.org/10.1093/mollus/eyl002>

Liu, X. M. (n.d.). *The influence of pressure and thinner on the bonding properties of adhesives to metal and composite materials The influence of pressure and thinner on the bonding properties of adhesives to metal and composite materials.* <https://doi.org/10.1088/1755-1315/585/1/012155>

Maan, A. M. C., Hofman, A. H., de Vos, W. M., & Kamperman, M. (2020). Recent Developments and Practical Feasibility of Polymer-Based Antifouling Coatings. *Advanced Functional Materials*, 30(32). <https://doi.org/10.1002/adfm.202000936>

- Mirza, N., Dewiyanti, I., & Octavina, C. (2017). *Kepadatan Teritip (Balanus Sp .) di Kawasan Rehabilitasi Mangrove Pemukiman Rigaih Kecamatan Setia Bakti Kabupaten Aceh Jaya , Provinsi Aceh Density of Barnacles (Balanussp .) in Mangrove Rigaih Settlement Rehabilitation Area of Setia Bakti Sub-District*. 2(November), 534–540.
- Misbakudin, I., Zamzami, A. L., Yona, D., Faqih, A. B. D. R., & Kurniawan, A. (2025). *Decoding halophilic biofilm development across salinity gradients in hypersaline environments*. 26(6), 2773–2785. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d260622>
- Moeinadini, A., Sari, A., Shahdadi, A., & Katouzian, A. (2023). *Adding the Molecular Diversity Information of the Common Fouling Barnacle Amphibalanus amphitrite (Darwin , 1854) (Crustacea : Cirripedia) from the Persian Gulf and Gulf of Oman to the Global Diversity Pattern*. 16, 1–17. <https://doi.org/10.6620/ZS.2023.62-16>
- Nainggolan, R. P. (2015). *Pengendalian Fouling pada Sistem Pengolahan Air Berbasis Membran Pengendalian Fouling pada Sistem Pengolahan Air Berbasis Membran*. December.
- Nardone, J. A., Patel, S., Siegel, K. R., Tedesco, D., McNicholl, C. G., Malley, J. O., Herrick, J., Metzler, R. A., Orihuela, B., Rittschof, D., Dickinson, G. H., & Reitzel, A. M. (2018). *Assessing the Impacts of Ocean Acidification on Adhesion and Shell Formation in the Barnacle Amphibalanus amphitrite*. 5(October), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00369>
- Nasution M.A, M. A. (2016). *Kepadatan dan Sebaran Teritip (Amphibalanus Spp.) di Pelabuhan Kota Dumai Barnacle (Amphibalanus Spp.)*. *Jurnal Perikanan Tropis*, 3, 40–53.
- Nwuzor, I. C., Idumah, C. I., Nwanonyi, S. C., & Ezeani, O. E. (2021). *Emerging trends in self-polishing anti-fouling coatings for marine environment*. *Safety in Extreme Environments*, 3(1), 9–25. <https://doi.org/10.1007/s42797-021-00031-3>

- Pakaya, F., Ardhyananta, H., & Wicaksono, S. T. (2017). *Mechanical Properties and Thermal Stability of Epoxy / RTV Silicone Rubber*. 28(1).
- Pipit Pitriana, ndreas Wessel, Tina Aschenbach, and K. von R. (2020). Exploring Sponge-Inhabiting Barnacles of Eastern Indonesia Using Micro-Ct Scanning. *Treubia*, 47(2), 77–98.
- Qian, P.-Y., Cheng, A., & Wang, R. (2022). *Marine biofilms : diversity , interactions and biofouling*. 20(November), 671–684. <https://doi.org/10.1038/s41579-022-00744-7>
- R. S. Maksimov, E. V. Matveev, A. V. Z. (2022). Silicone Polymers: Structure, Properties, and Applications – A Comprehensive Review. *Polymers (MDPI)*, 14(19), Ar.
- Richard, K. N., Hunsucker, K. Z., & Swain, G. (2025). *Comparing the Effectiveness of UV-C on Dynamically Formed Field Biofilms*. 1–17.
- Rismana, E., Sambowo, K. A., Musalamah, S., & Jakarta, N. (n.d.). *Uji kuat tekan bata beton untuk pasangan dinding dengan campuran limbah styrofoam (expanded polystyrene)*. 17(11).
- Rusev, I., Koeva, V., Veselinov, D., Yankova, R., & Skulev, H. (2024). Biofouling in the Marine Environment: Mechanisms, Impacts, and Modern Solutions. a Brief Review. *Unitech – Selected Papers*. <https://doi.org/10.70456/sibe2594>
- Shi, X., Liang, H., & Li, Y. (2024). *Review of Progress in Marine Anti-Fouling Coatings : Manufacturing Techniques and Copper- and Silver-Doped Antifouling Coatings*. 1–36.
- Soroldoni, S., Abreu, F., Braga, Í., Andrei, F., Lopes, G., & Pinho, L. (2017). Are antifouling paint particles a continuous source of toxic chemicals to the marine environment? *Journal of Hazardous Materials*, 330, 76–82. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2017.02.001>

- Stanley, J., Chauvaud, L., Cervello, G., Winkler, G., Mathias, D., & Juanes, F. (2023). *Impact of anthropogenic sounds (pile driving, drilling and vessels) on the development of model species involved in marine biofouling*. May, 1–15. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1111505>
- Tarigan, M., Safitri, A. H., Lubis, S. K. S., Hermaini, U., & Rozzaq, B. K. (2024). Manusia Sebagai Abdullah dan Manusia Sebagai Khalifah Fil Ardh. *Innovative: Journal Of Social Science Research Volume*, 4(3), 16974–16980.
- Taylor, P., & Koehl, M. R. A. (2007). *Biofouling : The Journal of Bioadhesion and Biofilm Mini review : Hydrodynamics of larval settlement into fouling communities Mini review : Hydrodynamics of larval settlement into fouling communities*. January 2015, 37–41. <https://doi.org/10.1080/08927010701492250>
- Tilic, E., Rouse, G. W., & Bartolomaeus, T. (2021). Comparative ultrastructure of the radiolar crown in Sabellida (Annelida). *Zoomorphology*, 140(1), 27–45. <https://doi.org/10.1007/s00435-020-00509-x>
- Ubagan, M. D., Lee, Y., Lee, T., Hong, J., & Kim, I. H. (2021). *Settlement and Recruitment Potential of Four Invasive and One Indigenous Barnacles in South Korea and Their Future*. 1–14.
- Uzun, D., Demirel, Y. K., Coraddu, A., & Turan, O. (2019). Time-dependent biofouling growth model for predicting the effects of biofouling on ship resistance and powering. *Ocean Engineering*, 191. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2019.106432>
- Vena, A., Kolle, S., Stafslie, S., Aizenberg, J., & Kim, P. (2020). *Self-Stratifying Porous Silicones with Enhanced Liquid Infusion and Protective Skin Layer for Biofouling Prevention*. 2000359, 1–10. <https://doi.org/10.1002/admi.202000359>
- Wahyuni E. A. (2017). Karakteristik pH dan Pengaruhnya terhadap Bakteri Coliform di Perairan Selat Madura kabupaten Pamekasan. *Depik Jurnal*

Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir Dan Perikanan, 6(3), 214–220.
<https://doi.org/10.13170/depik.6.3.5875>

Wenten, I. G., Nurul, H., & Sofiatun, A. (2015). Membran Superhidrofobik. *Diktat Institut Teknologi Bandung*, 1, 1–42.

Wijayanti, H., Herbowo, D.G, D. A. (2020). Keberadaan Hewan Pengotor Teritip di Infrastruktur Teluk Kunyit , Pantai. *Jurnal Biologi Tropis*, 20(1), 54–58.
<https://doi.org/10.29303/jbt.v20i1.1540>

Yuan, Y., Hays, M. P., Hardwidge, R., & Kim, J. (2017). *RSC Advances Surface characteristics in fl uencing bacterial adhesion to polymeric substrates †*. 14254–14261. <https://doi.org/10.1039/c7ra01571b>

Yusim, A. K. (2020). Studi Pengaruh Pertumbuhan Biofouling Pada Lambung Kapal Ikan Puger. *Riset Sains Dan Teknologi Kelautan*, 161–164.
<https://doi.org/10.62012/sensistek.v3i1.13310>

Zakiah A, Yonvitner, D. A. (2023). Dinamika Temporal dan Spasial Fosfat (Po4-P) dan Nitrat (No3-N) sebagai Indikator Kesuburan Perairan di Teluk Jakarta. *COJ (Coastal and Ocean Journal)*, 7(1), 42–51.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A