

1761888933 1761888933

1761888933

 Shahjalal University of Science & Technology

Document Details

Submission ID

trn:oid::3117:520875720

Submission Date

Oct 31, 2025, 5:35 AM UTC

Download Date

Oct 31, 2025, 5:37 AM UTC

File Name

Jurnal Salinitas Fix MApel.docx

File Size

2.1 MB

12 Pages

2,811 Words

17,829 Characters

14% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text
- Cited Text
- Small Matches (less than 8 words)

Top Sources

- 14%  Internet sources
- 1%  Publications
- 0%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Top Sources

14%  Internet sources
1%  Publications
0%  Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	www.unars.ac.id	6%
2	Internet	unars.ac.id	4%
3	Internet	www.researchgate.net	<1%
4	Internet	journal.ipb.ac.id	<1%
5	Internet	jptam.org	<1%
6	Internet	ojs.unud.ac.id	<1%
7	Internet	pt.scribd.com	<1%
8	Internet	rep.knlu.edu.ua	<1%
9	Publication	Nurul Qomariyah, Hari Suprpto, Sudarno Sudarno. "Pemberian Vaksin Formalin ...	<1%
10	Internet	docobook.com	<1%
11	Internet	mafiadoc.com	<1%

12

Internet

www.coursehero.com

<1%

Jurnal Manajemen Pesisir dan Laut (MAPEL)
E-ISSN 3021-7725 dan P-ISSN 2987-4777
Doi : <https://doi.org/10.36841/mapel.v2i02>

JURNAL PENELITIAN 
Volume..Nomor..Bulan Tahun

A. Judul artikel : Pengaruh Perendaman Paving Block terhadap Salinitas Air Laut

B. First author:

a. Name : Thutug Rahardiant Primadi, S.Si., M.Si
b. Afiliation : Teknik Kimia Universitas Insan Budi Utomo
c. E-mail : thutugprimadi@uibu.ac.id
d. Orcid ID (opsional) :
e. Phone/HP/WA : 087766687733

C. Second author:

a. Name : Ani Listriyana, S.Si, M.T
b. Afiliation : Teknik Kelautan Universitas Abdurachman Saleh Situbondo
c. E-mail : ani.listriyana@unars.ac.id
d. Orcid ID (opsional) :
e. Phone/HP/WA : 081336236041

D. Third author:

a. Name : Nurul Amalia Silviyanti, S.Si, M.Si
b. Afiliation : Teknik Kelautan Universitas Abdurachman Saleh Situbondo
c. E-mail : nurul_amalia_silvi@unars.ac.id
d. Orcid ID (opsional) :
e. Phone/HP/WA : 082352459595

E. Fourth author:

a. Name : Wulan Afni Choiriyah
b. Afiliation : Teknik Kelautan Universitas Abdurachman Saleh Situbondo
c. E-mail : wulanafnichoyriya@gmail.com
d. Orcid ID (opsional) :
e. Phone/HP/WA : 089505470383

F. Fifth author:

a. Name : Syaifudridzal, S.T, M.Eng
b. Afiliation : Teknik Sipil Universitas Jember
c. E-mail :
d. Orcid ID (opsional) :
e. Phone/HP/WA : 08980379009

Pengaruh Perendaman Paving Block terhadap Salinitas Air Laut

Thutug Rahardiant Primadi¹, Ani Listriyana², N.A. Silviyanti³, Wulan Afni Choiriyah⁴, dan Syaifudridzal⁵

¹Teknik Kimia, Universitas Insan Budi Utomo, Malang

^{2,3,4}Teknik Kelautan, Universitas Abdurachman Saleh Situbondo, Situbondo

⁵Teknik Sipil, Universitas Jember, Jember

*Email: ani.listriyana@unars.ac.id

Received : Jan 02, 2025 / Accepted : Jan 03, 2025 / Published : Jan 06, 2025

Abstract

Environmental changes in marine ecosystems due to pollution and synthetic materials are a growing concern. This study investigates the impact of soaking *plasbut* paving blocks, made from recycled plastic, on seawater salinity. Initial salinity measurements indicated a decrease from 31 ‰ to 27 ‰ after 3 days of immersion, suggesting the absorption of seawater salts by the paving blocks. However, by day 5, salinity began to rise, reaching 46 ‰ by day 15, indicating that the paving blocks released substances that increased salinity. This non-linear interaction highlights a complex relationship between *plasbut* paving blocks and seawater, where initial salt absorption is followed by the release of ions, such as sodium and chloride, that enhance salinity. The study emphasizes the importance of understanding the long-term effects of using *plasbut* paving blocks in coastal areas, as changes in salinity could disrupt sensitive marine ecosystems. Further research is recommended to explore the chemical processes involved and the ecological implications of these findings.

Keyword: *Plasbut Paving Block, Salinity, Soaking Time*

Abstrak

Perubahan lingkungan pada ekosistem laut akibat pencemaran dan bahan sintesis menjadi perhatian yang semakin meningkat. Penelitian ini mengkaji pengaruh perendaman paving block *plasbut*, yang terbuat dari plastik daur ulang, terhadap salinitas air laut. Pengukuran salinitas awal menunjukkan penurunan dari 31‰ menjadi 27‰ setelah 3 hari perendaman, yang mengindikasikan adanya penyerapan garam laut oleh paving block. Namun, pada hari ke-5, salinitas mulai meningkat dan mencapai 46‰ pada hari ke-15, menunjukkan bahwa paving block melepaskan zat-zat yang meningkatkan salinitas. Interaksi non-linier ini menyoroti hubungan yang kompleks antara *Plasbut Paving Block* dan air laut, di mana penyerapan garam pada awalnya diikuti oleh pelepasan ion, seperti natrium dan klorida, yang meningkatkan salinitas. Penelitian ini menekankan pentingnya memahami dampak jangka panjang penggunaan *Plasbut Paving Block* di wilayah pesisir, karena perubahan salinitas dapat mengganggu keseimbangan ekosistem laut yang sensitif. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengeksplorasi proses kimia yang terlibat serta implikasi ekologis dari temuan ini.

Kata Kunci: *Plasbut Paving Block, Salinitas, Waktu Perendaman*

1. PENDAHULUAN

Perubahan lingkungan pada ekosistem laut akibat pencemaran dan bahan buatan manusia menjadi perhatian utama dalam penelitian lingkungan. Salah satu isu yang perlu mendapat perhatian adalah dampak penggunaan Plasbut Paving Block, yang terbuat dari plastik daur ulang, terhadap kualitas air laut. Plastik daur ulang diketahui memiliki interaksi kimia dengan air, yang dapat menyebabkan perubahan komposisi kimia, termasuk salinitas air laut(1).

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh perendaman Plasbut Paving Block terhadap salinitas air laut, yang merupakan komponen penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem laut. Perubahan salinitas yang signifikan dapat mengganggu kehidupan laut, terutama organisme yang sangat sensitif terhadap variasi kadar garam di lingkungan sekitarnya(2). Salinitas air laut memengaruhi kerapatan air, keseimbangan osmotik organisme, serta distribusi spesies di berbagai zona laut(3).

Plasbut Paving Block(Plastik Serabut) merupakan material inovatif yang mengombinasikan plastik daur ulang, pasir, dan serabut kelapa. Meskipun material ini dianggap ramah lingkungan, masih terdapat kekhawatiran mengenai dampaknya terhadap air laut, khususnya terkait salinitas(4). Bahan plastik diketahui dapat melepaskan mikroplastik dan bahan kimia lainnya ke lingkungan laut, yang berpotensi memengaruhi salinitas air laut(5). Penelitian oleh Ani dan Nurul juga mencatat bahwa paving block yang mengandung serabut kelapa memiliki kemampuan penyerapan yang lebih baik terhadap senyawa tertentu dalam air, yang secara potensial dapat memengaruhi salinitas air laut(6).

Dalam penelitian berjudul “*Leaching of Plastic Additives to Marine Organisms*”, plastik direndam dalam air laut selama periode waktu tertentu, dan pengukuran salinitas dilakukan secara berkala untuk memantau perubahan yang terjadi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ion seperti natrium dan klorida diserap pada tahap awal perendaman, kemudian diikuti oleh pelepasan bahan kimia pada tahap selanjutnya yang menyebabkan

peningkatan signifikan pada salinitas air laut(7). Proses interaksi ini bersifat non-linier karena bahan plastik membutuhkan waktu untuk terdegradasi atau secara bertahap melepaskan senyawa kimia ke dalam air.

Mengingat pentingnya salinitas dalam menjaga keseimbangan osmotik organisme laut, pemahaman yang lebih mendalam tentang dampak Plasbut Paving Block menjadi sangat penting (Talsness et al., 2009). Dampak jangka panjang dari penggunaan Plasbut Paving Block di wilayah pesisir perlu diteliti lebih lanjut, terutama untuk memastikan bahwa penggunaannya tidak berdampak negatif terhadap ekosistem laut yang sudah rentan.

Beberapa penelitian sebelumnya oleh Someh S. et al. dan Matthew S. et al. menyoroti bahwa bahan sintetis seperti plastik dapat memengaruhi komposisi kimia air di sekitarnya(8)(9). Dalam konteks ini, Plasbut Paving Block yang terbuat dari plastik daur ulang diduga dapat memengaruhi salinitas karena kemampuannya menyerap atau melepaskan zat tertentu ke dalam air. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan adanya interaksi kimia antara material paving block dan air laut yang dapat memengaruhi kadar garam atau salinitas air.

Penelitian mengenai interaksi antara bahan sintetis dan lingkungan laut telah banyak dilakukan(10). Plastik memiliki kemampuan memengaruhi kualitas air melalui proses degradasi kimia dan pelepasan zat aditif plastik ke dalam air. Plastik yang terendam dalam air laut dalam jangka waktu lama dapat melepaskan mikroplastik dan senyawa kimia yang memengaruhi kualitas air, termasuk kandungan garamnya.

Material komposit yang mengandung plastik daur ulang menunjukkan potensi untuk berinteraksi dengan ion dalam air laut. Hal ini menyebabkan perubahan salinitas air laut, karena material tersebut dapat menyerap atau melepaskan senyawa tertentu yang memengaruhi komposisi kimia air. Paving block yang mengandung plastik memiliki kemampuan penyerapan terhadap zat kimia tertentu dalam air, yang secara tidak langsung dapat memengaruhi tingkat salinitas.

Seiring meningkatnya penggunaan bahan daur ulang dalam konstruksi, seperti paving block berbasis plastik daur ulang (plasbut), kekhawatiran terhadap dampak lingkungannya semakin meningkat. Bahan plastik, terutama ketika terpapar air laut, dapat melepaskan bahan kimia dan partikel mikroplastik yang berpotensi mengganggu ekosistem laut(11). Selain itu, perubahan tingkat salinitas di perairan pesisir dapat memengaruhi keseimbangan osmotik organisme laut, yang sangat sensitif terhadap perubahan kecil dalam komposisi kimia air(12). Oleh karena itu, sangat penting untuk kami melakukan penelitian ini dalam rangka memahami bagaimana interaksi antara material seperti plasbut dan air laut dapat memengaruhi salinitas serta kualitas air secara keseluruhan.

2. METODE PENELITIAN

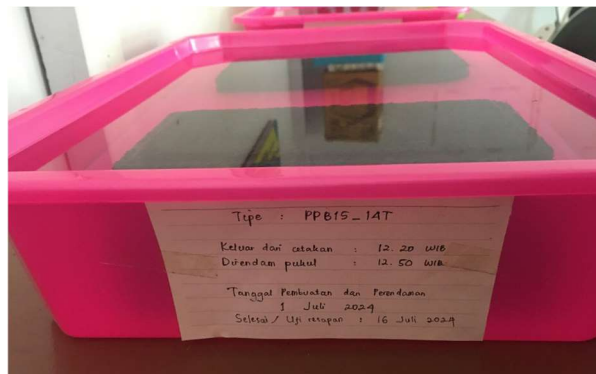
Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini meliputi bahan matriks yaitu plastik dari galon bekas dan bahan filler berupa pasir, dan serabut kelapa. Adapun alat yang digunakan meliputi alat cetak plasbut paving block, baskom sebagai wadah perendaman, timbangan, kompor, panci dan alat uji tekan.

Penelitian ini menggunakan Plasbut Paving Block yang direndam dalam air laut untuk mengamati perubahan salinitas selama periode waktu yang berbeda, mulai dari 0 hingga 15 hari. Pengukuran dilakukan setiap dua hari untuk memantau pola perubahan yang terjadi. Komposisi satu buah paving block terdiri dari 771,6 gram plastik, 1800,4 gram pasir, dan 11 gram serabut kelapa, dengan serabut kelapa ditempatkan di bagian tengah cetakan.

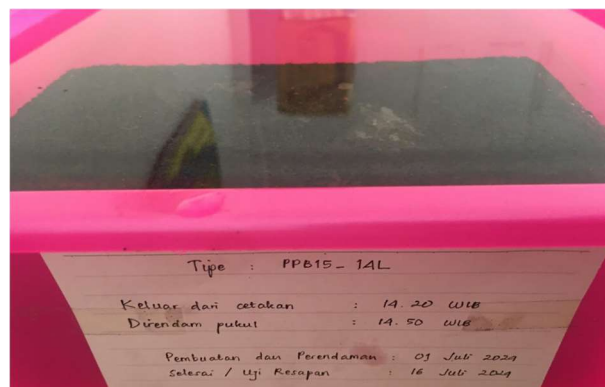
Untuk mempermudah proses pelepasan dari cetakan, Plasbut Paving Block terlebih dahulu direndam dalam air selama 30 menit. Setelah dilepaskan dari cetakan, paving block dibiarkan selama 30 menit sebelum ditimbang dan dilanjutkan ke tahap berikutnya, yaitu perendaman dalam air laut. Sebelum proses perendaman, salinitas air laut terlebih dahulu diuji. Selanjutnya, Plasbut Paving Block(disebut sebagai **PPB**) direndam dalam air tawar dan air laut dengan durasi berbeda, yaitu selama 3, 5, 7, 9, 11, 13, dan 15 hari.

Jurnal Manajemen Pesisir dan Laut (MAPEL)
E-ISSN 3021-7725 dan P-ISSN 2987-4777
Doi : <https://doi.org/10.36841/mapel.v2i02>

JURNAL PENELITIAN 
Volume..Nomor...Bulan Tahun



Gambar 1. Perlakuan perendaman paving dengan air tawar



Gambar 2. Perlakuan perendaman paving dengan air laut



Gambar 3. Perbandingan kondisi paving setelah beberapa hari perendaman

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 menunjukkan data salinitas pada berbagai durasi perendaman:

Hari Perendaman	Salinitas (‰)
0	31
3	27
5	35
7	38
9	39
11	44
13	42
15	46

Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran salinitas berdasarkan lama waktu perendaman. Salinitas awal pada hari ke-0 sebesar 31‰, menurun menjadi 27‰ setelah 3 hari. Hal ini menunjukkan bahwa paving block menyerap sebagian garam dari air laut. Pada hari ke-5, salinitas meningkat menjadi 35‰ dan terus naik hingga mencapai 46‰ pada hari ke-15, mengindikasikan bahwa paving block melepaskan zat-zat yang meningkatkan salinitas air laut.

Dari grafik di atas, dapat disimpulkan bahwa terjadi perubahan salinitas yang signifikan setelah perendaman paving block plasbut dalam air laut. Pada hari ke-0, salinitas air laut berada pada tingkat normal yaitu 31‰. Setelah 3 hari perendaman, salinitas menurun menjadi 27‰, kemungkinan karena material paving block menyerap sebagian garam dari air laut. Namun, setelah hari ke-5, salinitas mulai meningkat lagi menjadi 35‰ dan terus naik hingga mencapai 46‰ pada hari ke-15.

Peningkatan ini menunjukkan bahwa paving block plasbut dapat melepaskan zat-zat tertentu yang meningkatkan salinitas air laut setelah jangka waktu tertentu. Nilai

salinitas antara hari ke-11 dan ke-13 menunjukkan bahwa pelepasan tersebut tidak berlangsung secara linier dan kemungkinan dipengaruhi oleh faktor lain seperti tingkat penyerapan atau reaksi kimia antara air laut dan material paving block. Berdasarkan hasil analisis data, dapat disimpulkan bahwa terdapat pola perubahan salinitas air laut yang kompleks setelah perendaman paving block plasbut. Berikut penjelasan tambahan terkait temuan tersebut:

1. Salinitas dari Hari ke-0 hingga Hari ke-3

Pada awal perendaman, salinitas air laut yang awalnya berada pada tingkat normal 31‰ menurun menjadi 27‰ setelah 3 hari. Penurunan ini menunjukkan bahwa material paving block plasbut kemungkinan menyerap sebagian garam dari air laut. Proses ini dapat terjadi karena adanya pori-pori pada material paving block yang memungkinkan ion garam (seperti natrium dan klorida) terserap ke dalam struktur material. Plastik daur ulang, terutama yang dicampur dengan bahan organik seperti serabut kelapa, memiliki potensi kemampuan adsorpsi yang dapat memengaruhi keseimbangan kimia air.

2. Salinitas dari Hari ke-5 hingga Hari ke-15

Mulai hari ke-5, salinitas mulai meningkat hingga mencapai 35‰ dan terus naik secara signifikan menjadi 46‰ pada hari ke-15. Hal ini menunjukkan bahwa setelah fase awal penyerapan garam, paving block plasbut mulai melepaskan zat-zat tertentu ke dalam air laut. Zat-zat tersebut kemungkinan berupa ion-ion yang meningkatkan salinitas seperti natrium dan klorida, atau senyawa kimia lain yang terkandung dalam plastik maupun bahan tambahan lainnya.

Pelepasan zat ini dapat terjadi akibat degradasi material plastik atau interaksi kimia antara bahan paving block dan air laut. Plastik yang terendam dalam air laut selama periode tertentu dapat bereaksi secara kimia dengan air dan garam, menyebabkan pelepasan mikroplastik atau senyawa lain yang mengandung ion pembentuk garam, sehingga meningkatkan salinitas air.

3. Fluktuasi Salinitas antara Hari ke-11 hingga Hari ke-13

Fluktuasi salinitas yang terjadi antara hari ke-11 dan ke-13 menunjukkan bahwa proses pelepasan zat dari paving block plasbut tidak berlangsung secara linier. Kemungkinan besar, laju penyerapan dan pelepasan garam oleh material tidak terjadi secara konstan, tetapi dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti suhu, tekanan air, atau variasi komposisi kimia dari material paving block seiring waktu.

Fenomena ini juga mengindikasikan bahwa material plasbut mengalami beberapa fase dalam interaksi kimianya dengan air laut. Pada fase awal, material cenderung menyerap lebih banyak, kemudian memasuki fase pelepasan ion yang lebih intens seiring waktu. Faktor eksternal seperti suhu air laut, intensitas pergerakan air, serta komposisi awal paving block plasbut juga dapat memengaruhi kecepatan dan intensitas proses kimia tersebut.

4. Pengaruh Material Paving Block terhadap Salinitas

Dari data yang diperoleh, dapat dihipotesiskan bahwa material paving block plasbut memiliki dua mekanisme utama dalam memengaruhi salinitas air laut. Pertama, pada fase awal, material ini menyerap ion garam sehingga menyebabkan penurunan salinitas. Kedua, setelah jangka waktu tertentu, material mulai melepaskan ion atau senyawa lain yang meningkatkan salinitas air laut. Fluktuasi yang diamati menunjukkan bahwa proses kimia antara paving block plasbut dan air laut bersifat dinamis dan dipengaruhi oleh berbagai faktor yang masih perlu diteliti lebih lanjut.

5. Implikasi Lingkungan

Temuan ini memiliki implikasi penting dalam konteks dampak lingkungan dari penggunaan paving block plasbut di wilayah pesisir. Jika paving block ini digunakan dalam skala besar dan terus-menerus terpapar air laut, perubahan salinitas yang terjadi dapat memengaruhi ekosistem laut, termasuk kehidupan organisme laut yang sensitif terhadap perubahan komposisi kimia air. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut

diperlukan untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang dampak jangka panjang material ini terhadap lingkungan perairan.

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya fluktuasi salinitas selama proses perendaman paving block plasbut. Fenomena penyerapan ion pada tahap awal perendaman diikuti oleh pelepasan bahan kimia seperti ion natrium dan klorida, sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa bahan plastik memiliki kemampuan untuk berinteraksi dengan air melalui proses fisikokimia yang kompleks(13). Pelepasan bahan kimia ini dapat berasal dari aditif plastik atau proses degradasi plastik dalam air laut, yang kemudian melepaskan zat tambahan yang meningkatkan salinitas(7).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, paving block plasbut terbukti berpengaruh terhadap salinitas air laut. Pada awalnya, salinitas mengalami penurunan, namun kemudian meningkat secara signifikan selama periode perendaman. Hal ini menunjukkan adanya interaksi antara material paving block dan air laut yang dapat menyebabkan perubahan pada komposisi kimia air. Rekomendasi selanjutnya adalah melakukan penelitian tambahan mengenai komponen kimia yang terlibat serta dampak jangka panjang dari penggunaan paving block plasbut di lingkungan laut.

Selain itu, penting untuk mempertimbangkan potensi jangka panjang pelepasan zat kimia dari material paving block plasbut ke dalam ekosistem pesisir. Diperlukan penelitian yang lebih mendalam untuk memastikan bahwa penggunaan material ini tidak mengganggu keseimbangan ekosistem, serta untuk memahami bagaimana modifikasi material—seperti penambahan serat organik—dapat memengaruhi hasil keseluruhan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH (Jika diperlukan)

Penulis menyampaikan terima kasih kepada **tim peneliti** yang telah berkontribusi dalam pelaksanaan penelitian ini, serta kepada **Laboratorium Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Situbondo** atas dukungan fasilitas, sarana, dan bantuan teknis yang diberikan selama kegiatan penelitian berlangsung. Dukungan dan kerja sama

tersebut sangat membantu dalam kelancaran proses pengumpulan data, pengujian, dan analisis hasil penelitian ini.

REFERENSI

- [1] P. Lestari and Y. Trihadiningrum, "The impact of improper solid waste management to plastic pollution in Indonesian coast and marine environment," *Marine Pollution Bulletin*, vol. 149, pp. 110505, Dec. 2019.
- [2] N. Isobe, S. Ishii, and H. Nomaki, "Progress and prospects in polymer science addressing plastic pollution in marine environments, including the deep-sea floor," *Current Opinion in Chemical Engineering*, vol. 47, pp. 101089, Mar. 2025.
- [3] G. G. N. Thushari and J. D. M. Senevirathna, "Plastic pollution in the marine environment," *Heliyon*, vol. 6, no. 8, p. e04709, Aug. 2020.
- [4] B. Gewert, M. M. Plassmann, and M. MacLeod, "Pathways for degradation of plastic polymers floating in the marine environment," *Environmental Science: Processes & Impacts*, vol. 17, no. 9, pp. 1513–1521, Sep. 2015.
- [5] C. Maharja, R. A. Praptiwi, S. Sainal, P. Wulandari, M. Ashley, K. J. Wyles, *et al.*, "Multiple negative impacts of marine plastic pollution on tropical coastal ecosystem services, and human health and well-being," *Ocean & Coastal Management*, vol. 258, p. 107423, Nov. 2024.
- [6] A. Listriyana and N. A. Silviyanti, "Pengaruh Penambahan Serabut Kelapa terhadap Kuat Tekan Plasbut (Plastik Serabut) Paving Block," *Jurnal Sipil Sains*, vol. 13, no. 2, Aug. 2023. [Online]. Available: <https://ejournal.unkhair.ac.id/index.php/sipils/article/view/6493>
- [7] A. A. Koelmans, E. Besseling, and E. M. Foekema, "Leaching of plastic additives to marine organisms," *Environmental Pollution*, vol. 187, pp. 49–54, Apr. 2014.
- [8] "Monitoring plastic pollution using bioindicators: a global review and recommendations for marine environments," *Environmental Science Advances*, vol. 4, no. 1, pp. 10–32, Sep. 2024.
- [9] R. Muñiz and M. S. Rahman, "Microplastics in coastal and marine environments: A critical issue of plastic pollution on marine organisms, seafood contaminations, and human health implications," *Journal of Hazardous Materials Advances*, vol. 18, p. 100663, May 2025.
- [10] A. J. Folayan, A. Dosunmu, and B. Orij, "Aerobic and anaerobic biodegradation of synthetic drilling fluids in marine deep-water offshore environments: Process variables and empirical investigations," *Energy Reports*, vol. 9, pp. 2153–2168, Dec. 2023.

Jurnal Manajemen Pesisir dan Laut (MAPEL)
E-ISSN 3021-7725 dan P-ISSN 2987-4777
Doi : <https://doi.org/10.36841/mapel.v2i02>

JURNAL PENELITIAN 
Volume..Nomor...Bulan Tahun

- [11] S. Bertolazzi, A. Cuttitta, and V. Pipitone, "Addressing marine plastic pollution: a systematic literature review," *Current Opinion in Environmental Sustainability*, vol. 68, p. 101428, Jun. 2024.
- [12] ResearchGate, "The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review." [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/236096229_The_physical_impacts_of_microplastics_on_marine_organisms_A_review [Accessed: Mar. 8, 2025].
- [13] GESAMP, *Marine Biofouling: Non-indigenous Species and Management Across Sectors*, GESAMP Office, Rep. no. 114. [Online]. Available: <http://www.gesamp.org/publications/marine-biofouling-non-indigenous-species-and-management-across-sectors> [Accessed: Mar. 8, 2025].
- [14] L. Van de Pol, K. Van der Biest, S. E. Taelman, L. De Luca Peña, G. Everaert, S. Hernandez, *et al.*, "Impacts of human activities on the supply of marine ecosystem services: A conceptual model for offshore wind farms to aid quantitative assessments," *Heliyon*, vol. 9, no. 3, p. e13589, Mar. 2023.