

**ANALISIS KUALITAS PERAIRAN DAN INDEKS PENCEMARAN DI
PELABUHAN TANJUNG PERAK, SURABAYA**

SKRIPSI



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

Disusun oleh

RAFLY RAMADHAN BIMANTORO

NIM. 09010420016

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

2024

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Rafly Ramadhan Bimantoro

Nim : 09010420016

Program studi : Ilmu Kelautan

Angkatan : 2020

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penelitian skripsi saya yang berjudul **"ANALISIS KUALITAS PERAIRAN DAN INDEKS PENCEMARAN DI PELABUHAN TANJUNG PERAK SURABAYA"**. 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, 3 Juni 2024

Yang menyatakan,



Rafly Ramadhan Bimantoro

NIM 09010420016

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh :

Nama : Rafly Ramadhan Bimantoro

NIM : 09010420016

Judul : Analisis Kualitas Perairan dan Indeks Pencemaran di Wilayah
Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 29 Mei 2024

Dosen Pembimbing 1



Mauludiyah, M.T
NUP.201409003

Dosen Pembimbing 2



Asri Sawiji, MT., M.Sc.
NIP. 198706262014032003

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi Rafly Ramadhan Bimantoro ini telah dipertahankan
di depan Tim Penguji Skripsi
di Surabaya, 3 Juni 2024

Mengesahkan,

Dewan Penguji

Penguji I



Fajar Setiawan, M.T

NIP. 19840506201403001

Penguji II



Rizqi Abdi Perdanawati, M.T

NIP. 198809262014032002

Penguji III



Mauludiyah, M.T

NUP.201409003

Penguji IV



Asri Sawiji, MT., M.Sc

NIP. 198706262014032003

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya



Dr. Abdul Hafid Hamdani, M.Pd

NIP. 196507312000031002

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : RAFLY RAMADHAN BIMANTORO
NIM : 09010420016
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / ILMU KELAUTAN
E-mail address : rafly.bimantoro246@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 ANALISIS KUALITAS PERAIRAN DAN INDEKS PENCEMARAN DI
PELABUHAN TANJUNG PERAK, SURABAYA**

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, 27 Agustus 2024

Penulis



(Rafly Ramadhan Bimantoro)

ABSTRAK

ANALISIS KUALITAS PERAIRAN DAN INDEKS PENCEMARAN DI PELABUHAN TANJUNG PERAK, SURABAYA

Padatnya aktivitas Pelabuhan Tanjung Perak membuat perairan di sekitarnya menjadi rawan dan rentan terhadap pencemaran yang diakibatkan oleh berbagai aktivitas pelabuhan. Salah satu cara untuk mengidentifikasi status atau kondisi perairan di Pelabuhan Tanjung Perak adalah dengan menggunakan metode Indeks Pencemaran. Metode ini dapat memberikan informasi mengenai kondisi perairan sesuai peruntukannya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kualitas dan status pencemaran perairan Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. Penentuan status pencemaran ditentukan dengan indeks pencemaran berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil sampel di 5 titik di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. Hasil dari penelitian ini parameter suhu, pH, BOD, salinitas, DO (Oksigen Terlarut) sebagian besar telah sesuai dengan baku mutu. Kadar ammonia, kecerahan, timbal (Pb), tembaga (Cu), TSS, nitrat dan fosfat yang ada pada Pelabuhan Tanjung Perak tidak memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor 51 tahun 2004 peruntukan pelabuhan. Nilai Indeks Pencemaran yang di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya adalah 5,27 termasuk dalam kategori tercemar sedang.

Kata kunci : Kualitas perairan, Indeks Pencemaran



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

ABSTRACT
ANALYSIS OF WATER QUALITY AND POLLUTION INDEX AT
TANJUNG PERAK PORT, SURABAYA

The dense activity of Tanjung Perak Port makes the surrounding waters vulnerable to pollution caused by various port activities. One way to identify the status or condition of waters in Tanjung Perak Harbor is to use the Pollution Index method. This method can provide information about the condition of waters according to their designation. The purpose of this study was to analyze the quality and status of pollution in the waters of Tanjung Perak Port Surabaya. Determination of pollution status is determined by the pollution index based on the Decree of the Minister of Environment Number 115 of 2003 concerning Guidelines for Determining Water Quality Status. This research was conducted by taking samples at 5 points in Tanjung Perak Port Surabaya. The results of this study showed that the parameters of temperature, pH, BOD, salinity, DO (Dissolved Oxygen) were mostly in accordance with the quality standards. Ammonia, brightness, lead (Pb), copper (Cu), TSS, nitrate and phosphate levels in Tanjung Perak Port do not meet the quality standards set in the Decree of the Minister of Environment number 51 of 2004 for port designation. The Pollution Index value in Tanjung Perak Port Surabaya is 5.27, which is included in the moderately polluted category.

Keywords: Water quality, Pollution Index



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Daftar Isi

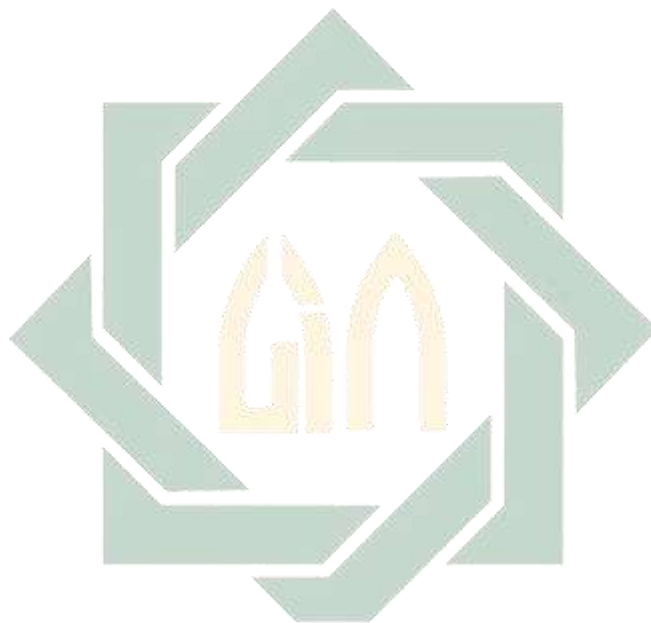
ABSTRAK.....	v
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel	xi
Bab I Pendahuluan	1
1.1.Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	5
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Manfaat Penelitian	5
1.5. Batasan Masalah	5
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Pengertian Kualitas Perairan.....	6
2.2. Faktor Yang Mempengaruhi Kualitas Perairan	6
2.3. Potensi Pencemaran Laut di Perairan Sekitar Pelabuhan.....	9
2.4. Indeks Pencemaran	10
2.5. Penelitian Terdahulu	10
BAB III	15
METODOLOGI PENELITIAN.....	15
3.1. Waktu dan Lokasi Penelititan	15
3.1. Alat dan Bahan.....	16
3.3. Prosedur Penelitian	17
3.3.1. Studi Pendahuluan	18
3.3.2. Penentuan Titik Sampling.....	19
3.3.3. Pengambilan data	20
3.4. Metode Pengolahan dan Analisis data	28

3.4.1. Kualitas Fisika dan Kimia Perairan	28
3.4.7. Metode Indeks Pencemaran	29
BAB IV	31
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1. Hasil Pengujian Parameter Perairan.....	31
4.1.1. Suhu	31
4.1.2. DO (Oksigen terlarut)	32
4.1.3. Derajat Keasaman (pH).....	34
4.1.4. Salinitas.....	35
4.1.5. TSS (Padatan Tersuspensi Total).....	36
4.1.6. Kecerahan	38
4.1.7. Amonia.....	39
4.1.8. BOD	41
4.1.9. Fosfat	42
4.1.10. Nitrat	44
4.1.11. Pb (Timbal).....	46
4.1.12. Cu (Tembaga)	47
4.2. Hasil Status Indeks Pencemaran	49
BAB V	52
KESIMPULAN.....	52
5.1. Kesimpulan	52
5.2. Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
Lampiran.....	57

Daftar Gambar

Gambar 1. 1 Proses bongkar muat (CPO) di pelabuhan Tanjung Perak Surabaya	2
Gambar 1. 2 Sisa minyak dari hasil bongkar muat di pelabuhan Tanjung Perak Surabaya	3
Gambar 3. 1. Peta Lokasi penelitian	15
Gambar 3. 2. Diagram alir penelitian.....	17
Gambar 3. 3 Pengukuran Kecerahan	20
Gambar 3. 4. Pengukuran suhu	21
Gambar 3. 5. Pengukuran pH.....	21
Gambar 3. 6. Pengukuran salinitas	22
Gambar 3. 7. Pengukuran DO (Oksigen Terlarut)	22
Gambar 3. 8. Pengambilan sampel air	23
Gambar 3. 9. Pengukuran nitrat dan fosfat menggunakan spektrofotometer UV-Vis	24
Gambar 3. 10. Pengukuran amonia.....	25
Gambar 3. 11. Pengukuran berat TSS.....	26
Gambar 3. 12 Pengukuran Pb dan Cu menggunakan (SSA).....	28
Gambar 4. 1 Hasil Pengukuran suhu (tengah) secara <i>insitu</i> di lokasi penelitian	31
Gambar 4. 2 Nilai rata-rata suhu (°C) di lokasi penelitian.....	32
Gambar 4. 3 Hasil Pengukuran DO secara <i>insitu</i> di lokasi penelitian	32
Gambar 4. 4 Nilai rata-rata DO (mg/L) di lokasi penelitian	33
Gambar 4. 5 Nilai rata-rata DO (mg/L) di lokasi penelitian	34
Gambar 4. 6 Hasil pengukuran salinitas di lokasi penelitian.....	35
Gambar 4. 7 Nilai rata-rata salinitas (%) di lokasi penelitian	36
Gambar 4. 8 TSS yang telah diuji.....	37
Gambar 4. 9 Nilai rata-rata pengukuran TSS (mg/L) di lokasi penelitian	38
Gambar 4. 10 Nilai rata-rata pengukuran kecerahan (cm) di lokasi penelitian.....	39
Gambar 4. 11. Hasil pengujian amonia.....	40
Gambar 4. 12 Nilai rata-rata pengukuran amonia (mg/L) di lokasi penelitian	41
Gambar 4. 13 Nilai rata-rata pengukuran BOD (mg/L) di lokasi penelitian	42
Gambar 4. 14 Hasil Pengukuran fosfat menggunakan Spektrofotometer UV-Vis	43
Gambar 4. 15 Nilai rata-rata pengukuran fosfat (mg/L) di lokasi penelitian.....	44
Gambar 4. 16 Hasil Pengukuran nitrat menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.....	45
Gambar 4. 17 Nilai rata-rata pengukuran nitrat (mg/L) di lokasi penelitian	46

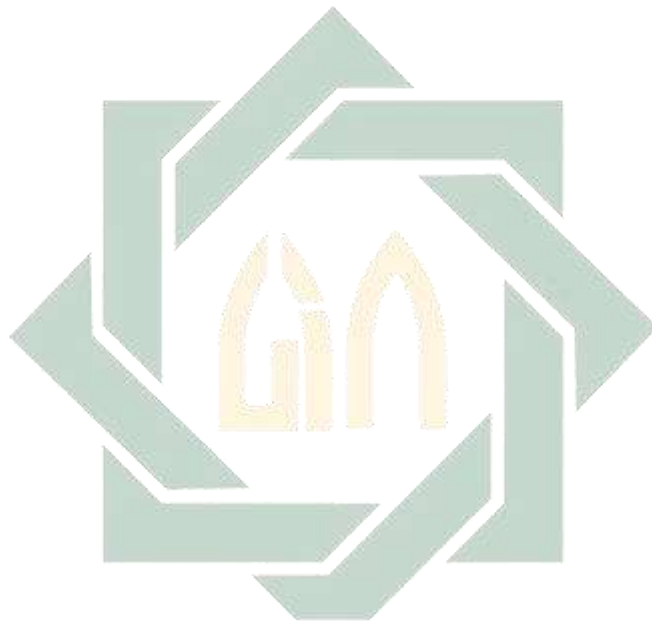
Gambar 4. 18 Nilai rata-rata pengukuran Pb (mg/L) di lokasi penelitian..... 47
Gambar 4. 19 Nilai rata-rata pengukuran Cu (mg/L) di lokasi penelitian 48
Gambar 4. 20 Nilai indeks pencemaran di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya 49



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Daftar Tabel

Tabel 3 1. Alat dan bahan penelitian	16
Tabel 3 2. Baku mutu air laut untuk peruntukan kawasan pelabuhan berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004	29
Tabel 3 3. Tabel Kelas Indeks Pencemaran	30
Tabel 4. 1 Keterangan nilai indeks pencemaran di Pelabuhan Tanjung Perak	50



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Anisyah, A. U., Joko, T., & Nurjazuli. (2016). Studi Kandungan dan Beban Pencemaran Logam Timbal (Pb) Pada Air Balas Kapal Barang dan Penumpang di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(4), 843–851. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkm>
- Arianti, M. P., & Fadilah, K. (2023). Analisis Kualitas Air Laut Terhadap Aktivitas Kapal Di Pelabuhan Surabaya Berdasarkan Parameter Anti-fouling. *EnviroUS*, 4(1), 86–90.
- Asrini, K., Sandi Adnyana, I. W., & Rai, I. N. (2017). Studi Analisis Kualitas Air Di Daerah Aliran Sungai Pakerisan Provinsi Bali. *ECOTROPHIC : Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, 11(2), 101. <https://doi.org/10.24843/ejes.2017.v11.i02.p01>
- Asuhadi, S., & Manan, A. (2018). Status Mutu Air Pelabuhan Panggulubelo Water Quality Status of Panggulubelo Harbour Based on Storet Index. 12(2), 109–119.
- Badriani, R. E. (2016). Analisis Kualitas Air Laut di Area Alur Pelayaran Barat Surabaya di Selat Madura (Quality Analysis of the Saltwater in West Surabaya Fairway in Madura Strait). *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Lingkungan*, 1(01), 42. <https://doi.org/10.19184/jrsl.v1i01.3743>
- Citra, L. S., Supriharyono, S., & Suryanti, S. (2020). Analisis Kandungan Bahan Organik, Nitrat dan Fosfat pada Sedimen Mangrove Jenis Avicennia dan Rhizophora di Desa Tapak Tugurejo, Semarang. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 9(2), 107–114.
- Damaianto, B., & Masduqi, A. (2014). Indeks Pencemaran Yang Disebabkan Oleh Pestisida. *Jurnal Teknik Pomits*, 3(1), 3–6.
- Ditjen PPKL-KLHK. (2017). *Metode Penentuan Indeks Kualitas Air (IKA) di Indonesia. Evaluasi Produktivitas Primer Di Situ Cileunca*. (2013). 452.
- Fernandez, Y. H. (2023). Tingkat Pencemaran Perairan Laut di Pesisir Teluk Kupang, Nusa Tenggara Timur, Indonesia. *Water and Marine Pollution Journal: PoluSea*, 1(1). <https://doi.org/10.21776/ub.polusea.2023.001.01.3>
- Ghaisani, H., & Fadilah, K. (2023). Analisis Kualitas Air Laut di Sekitar Pelabuhan

- Tanjung Perak, Kota Surabaya. *Jwikal*, 2(1), 24–32. <https://doi.org/10.58169>
- Guntur, G., Yanuar, A. T., Sari, S. H. J., & Kurniawan, A. (2017). Analisis kualitas perairan berdasarkan metode indeks pencemaran di Pesisir Timur Kota Surabaya. *Depik*, 6(1), 81–89. <https://doi.org/10.13170/depik.6.1.5709>
- Hadinah, D. A., Haribowo, R., & Yuliani, E. (2023). Analisis Kualitas Air Menggunakan Metode Indeks Pencemaran, CCME-WQI, dan NSF-WQI di Sungai Surabaya, Jawa Timur. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 3(2), 251–260. <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2023.003.02.022>
- Handayani, P., Rizwan, R., & Kandi, O. (2022). Analisis Kualitas Air Di Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Kutaraja Yang Berwawasan Lingkungan. *Jurnal Kelautan Dan Perikanan Indonesia*, 2(1), 31–38. <https://doi.org/10.24815/jkpi.v2i1.25877>
- Harahap, M. K. A., Rudiyaniti, S., & Widyorini, N. (2020). Analisis Kualitas Perairan Berdasarkan Konsentrasi Logam Berat Dan Indeks Pencemaran Di Sungai Banjir Kanal Timur Semarang. *Jurnal Pasir Laut*, 4(2), 108–115. <https://doi.org/10.14710/jpl.2020.33691>
- Hariyati, L., Syah, A. F., & Triajie, H. (2010). Studi Komunitas Fitoplankton di Pesisir Kenjeran Surabaya sebagai Bioindikator Perairan. In *Jurnal Kelautan* (Vol. 3, Issue 2, pp. 117–131).
- Hendrawati, Tri Heru Prihadi, & Rohmah, N. N. (2007). Analisis kadar fosfat dan N-nitrogen (amonia, nitrat, nitrit) pada tambak air payau akibat rembesan lumpur lapindo. *Badan Riset Kelautan Dan Perikanan*, 8, 135–143. <http://www.foxitsoftware.com>
- Jewlaika, Lady, Mubarak, & Nurrachmi, I. (2014). Studi Padatan Tersuspensi Di Perairan Pulau Topang Kabupaten Kepulauan Meranti Provinsi Riau. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 19(2), 53–66.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup. (2003). Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. *Jakarta : Menteri Negara Lingkungan Hidup*, 1–15. <http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf>
- Khabibah, R., Sutanto, H. T., & Astuti, Y. P. (n.d.). *SURABAYA*.
- Labib, W., El-Dahhar, A. A., Shahin, S. A., Ismail, M. M., Hosny, S., & Diab, M.

- H. (2023). Water quality indices as tools for assessment of the Eastern Harbor's water status (Alexandria, Egypt). *SN Applied Sciences*, 5(3). <https://doi.org/10.1007/s42452-023-05304-z>
- Morsy, A., Ebeid, M., Soliman, A., Halim, A. A., Ali, A., & Fahmy, M. (2022). Evaluation of the water quality and the eutrophication risk in Mediterranean sea area: A case study of the Port Said Harbour, Egypt. *Environmental Challenges*, 7(February), 100484. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2022.100484>
- Patty, S. I., Arfah, H., & Abdul, M. S. (2015). Zat Hara (Fosfat, Nitrat), Oksigen Terlarut dan pH Kaitannya Dengan Kesuburan di Perairan Jikumerasa, Pulau Buru. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, 3(1), 43. <https://doi.org/10.35800/jplt.3.1.2015.9578>
- Putra, E. I., Maryani, T. A., & Syarifuddin, H. (2018). Analisis Indeks Kepekaan Lingkungan (IKL) Pesisir Pantai Timur Kabupaten Tanjung Jabung Timur- Provinsi Jambi Terhadap Potensi Tumpahan Minyak (Oil Spill). *Pembangunan Berkelanjutan*, 1(1), 26–38.
- Risuana, I. G. S., Hendrawan, I. G., & Suteja, Y. (2017). Distribusi Spasial Total Padatan Tersuspensi Puncak Musim Hujan Di Permukaan Perairan Teluk Benoa, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 3(2), 223. <https://doi.org/10.24843/jmas.2017.v3.i02.223-232>
- Romdania, Y., Herison, A., Eko Susilo, G., Novilyansa, E., Fakultas Teknik, M., Lampung, U., & Revisi Dipublikasikan, D. (2018). *Spatial: Wahana Komunikasi dan Informasi Geografi |1 Kajian Penggunaan Metode IP, Storet, dan CCME WQI dalam Menentukan Status Kualitas Air Informasi artikel A B S T R A K Sejarah artikel. 3*, 1–14.
- Sadar Husaini¹, Muhammad Ruslan², Mijani Rahman³, L. A. S. (2020). SEBARAN KUALITAS AIR TELUK PAMUKAN The. *EnviroScienteeae Vol. 16 No. 3, November 2020 Halaman 446-453 ISSN 2302-3708 (Online) SEBARAN*, 22(2). <https://doi.org/10.15548/jt.v22i2.152>
- Sari, E. K., & Wijaya, O. E. (2019). Penentuan Status Mutu Air Dengan Metode Indeks Pencemaran Dan Strategi Pengendalian Pencemaran Sungai Ogan Kabupaten Ogan Komering Ulu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(3), 486. <https://doi.org/10.14710/jil.17.3.486-491>

- Sudirman, N., Husrin, S., & Ruswahyuni. (2013). Baku Mutu Air Laut Untuk Kawasan pelabuhan Dan Indeks Pencemaran Perairan Di Pelabuhan Perikanan Nusantara Kejawanan, Cirebon. *Jurnal Saintek Perikanan*, 9(1), 14–22.
- Sundjono, S., Priyotomo, G., Nuraini, L., & Prifiharni, S. (2017). Corrosion behavior of mild steel in seawater from northern coast of java and southern coast of Bali, Indonesia. *Journal of Engineering and Technological Sciences*, 49(6), 770–784. <https://doi.org/10.5614/j.eng.technol.sci.2017.49.6.5>
- Syarifuddin, M., Musadieg, M., & Yulianto, E. (2016). Pentingnya Pelabuhan Tanjung Perak Bagi Perekonomian Jawa Timur (Studi pada PT. PELINDO III Tanjung Perak Surabaya). *Jurnal Administrasi Bisnis SI Universitas Brawijaya*, 35(1), 172–178.
- Thahir, M. T., & Lagoa, Y. (2018). Analysis of Seawater Pollution Index Based on Cu and Pb Parameter in Tourism Area of Raja Ampat West Papua. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 2(115), 113. <https://doi.org/10.30862/jsai-fpik-unipa.2018.vol.2.no.2.53>
- Wahyudi, A., Lubis, E., & Pane, A. B. (2018). Strategi Pencegahan Pencemaran Lingkungan Pelabuhan Perikanan : Kasus Pelabuhan Perikanan Nusantara Palabuhanratu. *ALBACORE Jurnal Penelitian Perikanan Laut*, 1(2), 139–152. <https://doi.org/10.29244/core.1.2.139-152>
- Webber, D. F., & Webber, M. K. (1998). The water quality of Kingston Harbour: Evaluating the use of the planktonic community and traditional water quality indices. *Chemistry and Ecology*, 14–15(1–4), 357–374. <https://doi.org/10.1080/02757549808037614>
- Yusnita, E. A., & Triajie, H. (2021). Penentuan Status Mutu Air Di Perairan Estuari Kecamatan Socah. *Juvenil*, 2(2), 157–165.
- Zulfa, N. (2018). Pengendalian Pencemaran Organik di PPP Tasikagung Rembang dengan metode Analisis Hierarki Proses (AHP). *Jurnal Ilmiah Teknosains*, 4(1), 16–23. <https://doi.org/10.26877/jitek.v4i1.2127>