

# Dampak Kualitas Air Terhadap Kelangsungan Hidup Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) di Tambak Area Bekas Pabrik Peleburan Aki

<sup>1</sup>Nurul Faizzah, <sup>1</sup>Marsha Savira Agatha Putri\*, <sup>1</sup>Rizky Rahadian Wicaksono, <sup>1</sup>Muhammad Hanif, <sup>2</sup>Achmad Chusnun Ni'am, <sup>3</sup>Carri Noer Fida Yanik

<sup>1</sup> Program Studi Kesehatan Lingkungan, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Islam Lamongan

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

<sup>3</sup> Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Argopuro Jember

\*Corresponding author: [marshasavira@unisla.ac.id](mailto:marshasavira@unisla.ac.id)

Info Artikel: Diterima bulan Januari 2025 ; Disetujui Bulan Juni 2025 ; Publikasi bulan Juni 2025

## ABSTRACT

Pucuk Subdistrict, located in Lamongan Regency, is one of the areas utilized for aquaculture activities, particularly fish farming in brackish water ponds. However, the presence of a former battery smelting factory in the vicinity has led to environmental contamination, with residual waste potentially affecting the surrounding aquaculture zones. This study aims to identify the potential impact of lead (Pb) contamination originating from the former smelting facility by assessing the water quality of the ponds, as well as to evaluate the influence of water quality parameters on the survival rate of milkfish (*Chanos chanos*). The research employed an observational method with a quantitative approach. Observations were conducted over a period of 14 days, specifically on days 1, 7, and 14. The measured parameters included pH, temperature, dissolved oxygen (DO), total suspended solids (TSS), chemical oxygen demand (COD), and lead (Pb) concentration. Data were analyzed using linear regression with SPSS 21 to determine the effect of water quality on the survival rate of milkfish. The results indicated that pH (average 7.2), temperature (average 28°C), and DO (average 4 mg/L) met the applicable quality standards (pH 6–8, temperature 22–28°C, DO  $\geq 3$  mg/L). On day 0, TSS (110 mg/L) and Pb (0.6 mg/L) levels exceeded the permissible limits (TSS: 100 mg/L; Pb: 0.03 mg/L). However, by days 7 and 14, TSS (20 mg/L) and Pb (0.15 mg/L) levels had decreased and were within or close to standard thresholds. COD levels remained consistently high throughout the observation period (average 620 mg/L), surpassing regulatory limits. Linear regression analysis revealed a significant relationship between water quality and the survival rate of milkfish, with a coefficient of determination ( $R^2$ ) of 0.805. The most influential parameters were TSS ( $\beta = 0.587$ ), pH ( $\beta = 0.384$ ), Pb ( $\beta = 0.296$ ), and COD ( $\beta = 0.280$ ). Based on these findings, aquaculture and agricultural activities are not recommended in areas surrounding the former battery smelting factory due to the persistent risk of heavy metal contamination, which poses a threat to both the environment and aquatic organisms.

**Keywords :** Water Quality; Survival Rate; Milkfish.

## ABSTRAK

Kecamatan Pucuk, Kabupaten Lamongan merupakan salah satu wilayah yang dimanfaatkan untuk kegiatan perikanan tambak. Namun, di wilayah tersebut terdapat bekas pabrik peleburan aki yang limbahnya masih berdampak pada wilayah tambak disekitarnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi potensi dampak limbah timbal dari bekas pabrik peleburan aki dengan menguji kualitas air tambaknya. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui pengaruh kualitas air terhadap *survival rate* ikan bandeng (*Chanos chanos*). Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu observasional dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian ini dilakukan selama 14 hari dan dilakukan pengamatan pada hari ke 1, ke 7 dan ke 14 dengan mengukur parameter pH, suhu, DO, TSS, COD, dan Pb. Hasil pengaruh kualitas air terhadap *survival rate* ikan bandeng dianalisis menggunakan SPSS 21 *Regresi Linier*. Berdasarkan hasil pengukuran parameter pH (rata-rata 7.2), Suhu (rata-rata 28°C), dan DO (rata-rata 4 mg/L) dari hari ke-0, hari ke-7 sampai hari ke-14 nilainya memenuhi baku mutu rata-rata pH 6-8, suhu 22°C-28°C dan DO minimal 3 mg/L. Untuk parameter TSS (110 mg/L), dan Pb (0,6 mg/L), hari ke-0 melebihi baku mutu (0,03 mg/L), kemudian pada hari ke-7 sampai hari ke-14 nilai TSS (20 mg/L) dan Pb (0.15 mg/L) menurun hingga memenuhi baku mutu (TSS 100 mg/L dan Pb 0.03 mg/L). Parameter COD dari hari ke-0, hari ke-7 sampai hari ke-14 nilainya tinggi (rata-rata 620 mg/L) sehingga melebihi baku mutu. Berdasarkan hasil regresi linear didapatkan bahwa terdapat pengaruh kualitas air tambak terhadap *survival rate* Ikan Bandeng dengan  $r^2 = 0.805$  dengan beberapa parameter kualitas air yang mempengaruhi secara dominan antara lain: pH (0.384), TSS (0.587), COD (0.280), dan Pb (0.296). Sehingga berdasarkan hasil penelitian diatas tidak direkomendasikan untuk membudidayakan perikanan atau pertanian didekat area bekas Pabrik Aki.

**Kata Kunci :** Kualitas Air; *Survival Rate*; Ikan Bandeng.

## PENDAHULUAN

Kualitas air menentukan kelangsungan hidup biota perairan, salah satunya pada pertumbuhan ikan, mengingat air adalah media hidup ikan jika perairan tercemar, maka akan mengganggu pertumbuhan ikan yang dibudidayakan (Willem H. Siegers, 2019). Kualitas air pada sektor perikanan sangat penting untuk memastikan kesehatan dan pertumbuhan ikan. Kualitas air dilihat dari karakteristik fisik, kimia dan biologinya (Y. Tyen K. Panggabean, Ade Dwi Sasanti 2016). Beberapa parameter yang diukur dalam kualitas air pada sektor perikanan menyesuaikan dengan kondisi yang ada, umumnya menggunakan parameter pH, Kecerahan, DO, TSS, COD (D. Utami, I. Herdiana, 2021). Untuk memastikan kualitas air yang baik perlu dilakukan sistem monitoring pada budidaya perikanan. Salah satu permasalahan di sektor budidaya perikanan adalah sistem kontrol kualitas air yang buruk sehingga menyebabkan hama dan penyakit pada air tambak budidaya akan berdampak pada ikan yang stres dan mati (Y. Yuniar, K. Kusriani, 2021).

Menurut Ambari (2019), sektor perikanan sebagai salah satu sektor utama dalam perekonomian, yang memiliki peran sangat penting dalam menyediakan sumber protein hewani, dan mendukung perekonomian. Salah satu jenis ikan yang memiliki peran signifikan pada budidaya perikanan tambak adalah ikan bandeng (*Chanos chanos*), karena Ikan bandeng (*Chanos chanos*) mudah beradaptasi dengan lingkungan, sehingga mudah untuk dibudidayakan di perairan manapun khususnya di tambak (Rakhfid et al., 2020). Ikan bandeng (*Chanos chanos*) bukan hanya menjadi komoditas ekspor, tetapi juga menjadi bagian integral dari kehidupan dan mata pencaharian sebagian besar masyarakat, khususnya di Kecamatan Pucuk Kabupaten Lamongan. Sementara itu, di sekitar tambak terdapat industri peleburan aki yang sudah lama tidak beroperasi. Walaupun pabrik peleburan aki sudah lama tidak beroperasi tetapi memungkinkan masih terdapat limbah Pb yang larut dalam air karena adanya kontak antara air dengan tanah atau udara tercemar timbal, air yang tercemar oleh limbah industri atau akibat korosi pipa (Purnomo Tarzan, 2017). Peleburan aki dapat berdampak buruk bagi lingkungan sekitar yang berujung pada ancaman bagi kesehatan masyarakat (Asnawi, 2022). Oleh karena itu penelitian ini dilakukan supaya mengetahui dampak kualitas air tambak sekitar pabrik peleburan aki di Kecamatan Pucuk Kabupaten Lamongan yang sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia (PP RI) Nomor 22 Tahun 2021 dan untuk menganalisis pengaruh kualitas air tambak sekitar pabrik peleburan aki terhadap tingkat *survival rate* ikan bandeng (*Chanos chanos*).

## MATERI DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian observasional dengan pendekatan kuantitatif, yang bertujuan untuk mengamati secara langsung berbagai parameter lingkungan dan biologi yang terkait dengan kualitas air tambak dan dampaknya terhadap kelangsungan hidup ikan bandeng (*Chanos chanos*). Parameter yang diukur meliputi pH, suhu, dissolved oxygen (DO), total suspended solids (TSS), chemical oxygen demand (COD), dan konsentrasi logam berat timbal (Pb). Selain itu, survival rate ikan bandeng juga dipantau sebagai indikator biologi. Pengambilan sampel dilakukan secara purposive sampling pada dua tambak yang berlokasi dekat dengan bekas pabrik peleburan aki, yaitu Tambak A (berjarak 2 meter dari lokasi pabrik) dan Tambak B (berjarak 5 meter dari lokasi pabrik). Pengumpulan data dilakukan pada bulan April 2024 dengan mempertimbangkan dua kondisi cuaca, yaitu cuaca cerah dan cuaca hujan, untuk mengidentifikasi pengaruh variabel lingkungan terhadap kualitas air dan biota tambak. Pengamatan survival rate ikan bandeng dilakukan di Laboratorium. Analisis laboratorium dilakukan di Laboratorium Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Islam Lamongan. Data hasil pengukuran dianalisis menggunakan metode regresi linier dengan perangkat lunak SPSS versi 21 untuk mengidentifikasi hubungan antara parameter kualitas air dengan survival rate ikan bandeng. Pengukuran pH dilakukan menggunakan pH meter digital, Suhu air diukur menggunakan thermometer digital, DO diukur menggunakan DO meter, TSS diukur menggunakan gravimetri, COD diukur dengan metode reflus tertutup (closed reflux method), Konsentrasi Pb diukur menggunakan Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). Rumus untuk menghitung Survival Rate (SR) ikan bandeng adalah sebagai berikut:

$$SR (\%) = \left( \frac{N_t}{N_0} \right) \times 100$$

Dimana:

$N_t$  = Jumlah ikan yang hidup pada akhir pengamatan (periode tertentu).

$N_0$  = Jumlah ikan awal pada awal pengamatan (sebelum perlakuan).

Untuk menganalisis hubungan antara kualitas air (misalnya, pH, kadar logam berat, oksigen terlarut, dll.) dengan Survival Rate (SR) ikan bandeng, Anda dapat menggunakan analisis statistik seperti korelasi Pearson atau regresi linier dengan tingkat kepercayaan 95%. Jika hasil analisis menunjukkan nilai p yang lebih kecil dari tingkat signifikansi yang ditetapkan (biasanya 0,05), maka hipotesis nol dapat ditolak, dan dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara kualitas air dan survival rate ikan bandeng.

## HASIL

### Pengukuran parameter pH

Hasil pengukuran kualitas air tambak dapat dilihat pada tabel 1. Nilai pH masih memenuhi standar baku mutu PP RI No. 22 Tahun 2021 untuk budidaya ikan air tambak.

Tabel 1 Pengukuran parameter pH

Tambak	Cuaca	Hari Ke-			Baku Mutu
		0	7	14	
A	Cerah	8,25	7,14	7,13	6 - 9
B	Cerah	7,07	7,22	7,06	6 - 9
A	Hujan	7,96	7,08	7,16	6 - 9
B	Hujan	7,08	7,15	7,15	6 - 9

\*) Berdasarkan PP RI No. 22 Tahun 2021

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa nilai pH di Tambak A dan Tambak B pada hari ke-0, hari ke-7, dan hari ke-14 masih sesuai dengan standar baku mutu, diduga adanya campuran air hujan yang menyebabkan nilai pH cenderung stabil. Pernyataan ini diperkuat oleh Awaluddin et al., (2020) yang menyatakan bahwa pergantian air dapat mempertahankan nilai pH agar stabil, dilakukan dengan cara membuang air lama bersamaan dengan memasukkan air baru. Penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Wahyuni et al., (2020), yang menunjukkan bahwa nilai pH yang stabil merupakan indikator lingkungan tambak yang sehat, yang mendukung pertumbuhan dan keberlanjutan ikan. Namun, penelitian ini tidak sejalan dengan Zaidy, (2022), yang menunjukkan bahwa pergantian air yang tidak teratur justru dapat menyebabkan fluktuasi nilai pH yang signifikan, sehingga nilai pH sering berada di luar rentang yang ditetapkan. Selain itu juga, menurut Supriatna, (2020), menunjukkan bahwa penambahan air hujan yang berlebihan dapat menyebabkan penurunan pH yang tajam, terutama di daerah dengan tingkat polusi yang tinggi. Air hujan yang tercemar dapat membawa polutan yang mempengaruhi kualitas air tambak, sehingga tidak selalu menjaga stabilitas pH.

### Pengukuran parameter Suhu

Hasil pengujian laboratorium dapat dilihat pada tabel 2. Nilai Suhu air tambak masih memenuhi baku mutu PP RI No. 22 Tahun 2021 untuk budidaya ikan air tambak.

Tabel 2 Pengukuran Suhu Air Tambak

Tambak	Cuaca	Suhu air tambak (°C) pada hari ke-			Baku Mutu
		0	7	14	
A	Cerah	28,6	23,8	22,9	22 - 28
B	Cerah	28,5	23,7	22,6	
A	Hujan	25,1	24,1	23,7	
B	Hujan	26,2	24,2	23,6	

\*) Berdasarkan PP RI No. 22 Tahun 2021 Kadar Yang melebihi baku mutu

Hasil penelitian di tabel 2 didapati nilai suhu pada hari ke-0 hanya tambak A dan tambak B cuaca cerah yang melebihi baku mutu. Hari ke-7 dan hari ke-14 nilai suhu menurun hingga memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 yaitu deviasi 3, atau 22°C - 28°C. Diduga pada hari ke-0 nilai suhu tinggi melebihi baku mutu disebabkan adanya penyerapan panas dari teriknya matahari. pernyataan ini diperkuat oleh Willem H. Siegers, (2019), yang menyatakan bahwa perubahan suhu disuatu perairan dikarenakan adanya pengaruh penyerapan dan

pelepasan panas dari teriknya matahari. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Kelana et al., (2021), yang menyatakan bahwa suhu air yang terpapar sinar matahari secara langsung cenderung lebih tinggi dan dapat mempengaruhi kualitas air dan kesehatan ikan. Penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian Yolanda, (2023), yang menyatakan bahwa suhu air dapat turun ketika terhindar dari paparan sinar matahari langsung. Selain itu, menurut Thoifur & Fajar, (2021), mengatakan bahwa perubahan suhu yang drastis, baik peningkatan maupun penurunan, dapat menyebabkan stres pada ikan dan mengganggu ekosistem tambak secara keseluruhan.

### Pengukuran parameter DO

Berdasarkan hasil pengujian DO diketahui bahwa nilai DO dari hari ke-0 sampai dengan hari ke-7 mengalami penurunan. Tetapi pada hari ke-14 nilai DO mengalami peningkatan pada tambak B cuaca cerah dan cuaca hujan. Menurut standar baku mutu PP RI No. 22 Tahun 2021, nilai DO yang baik untuk budidaya ikan bandeng yaitu  $\geq 3$  untuk kategori air kelas III.

Tabel 3 Pengukuran kadar DO pada sampel air tambak

Tambak	Cuaca	Suhu air tambak (°C) pada hari ke-			Baku Mutu (mg/l)
		0	7	14	
A	Cerah	5,0	4,1	3,2	3
B	Cerah	4,2	2,5	3,0	
A	Hujan	5,3	2,1	2,9	
B	Hujan	4,3	2,3	3,2	

\*) Berdasarkan PP RI No. 22 Tahun 2021      Kadar Yang melebihi baku mutu

Berdasarkan tabel 3 hasil penelitian diketahui bahwa nilai DO Tambak A dan Tambak B dari hari ke-0 sampai dengan hari ke-7 mengalami penurunan. Tetapi pada hari ke-14 nilai DO mengalami peningkatan pada tambak B cuaca cerah dan cuaca hujan. Menurut standar baku mutu PP RI No. 22 Tahun 2021, nilai DO yang baik untuk budidaya ikan bandeng yaitu lebih dari 3 untuk kategori air kelas III. Adanya penurunan DO hari ke- 0 diduga awal adanya aktivitas ikan bandeng sehingga menyebabkan penggunaan oksigen yang lebih tinggi, yang dapat menurunkan konsentrasi DO dalam air sampai dengan hari ke-7 dan memungkinkan adanya perubahan suhu air dari hari ke-7 hingga hari ke-14 sehingga dapat mempengaruhi kelarutan oksigen dalam air, suhu yang rendah cenderung meningkatkan kelarutan oksigen. Pernyataan ini diperkuat oleh Willem H. Siegers, (2019), yang menyatakan bahwa kandungan DO di dalam tambak secara umum mengalami perubahan dari waktu ke waktu. Jika oksigen terlarut tidak seimbang maka akan menyebabkan stres pada ikan, karena tidak mendapatkan suplai oksigen yang cukup, kekurangan oksigen menimbulkan kematian pada ikan. Penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Nugraha et al., (2022), yang menyatakan bahwa aktivitas ikan dan suhu air merupakan faktor utama yang mempengaruhi kadar DO di tambak. Namun, tidak sejalan dengan penelitian Arthana, (2021), yang menunjukkan bahwa ketidakstabilan DO tidak selalu disebabkan oleh aktivitas ikan dan perubahan suhu saja. Tetapi ada faktor lain seperti kualitas air dan keberadaan mikroorganisme juga memainkan peran penting dalam kadar DO.

### Pengukuran parameter TSS

Tabel 4 Pengukuran kadar TSS pada sampel air tambak

Tambak	Cuaca	Suhu air tambak (°C) pada hari ke-			Baku Mutu (mg/l)
		0	7	14	
A	Cerah	108	19	26	100
B	Cerah	145	26	20	
A	Hujan	44	32	22	
B	Hujan	59	39	18	

\*) Berdasarkan PP RI No. 22 Tahun 2021      Kadar Yang melebihi baku mutu

Berdasarkan hasil penelitian pada tabel 4 didapatkan hasil pada Tambak A dan Tambak B hari ke-0 nilai TSS tinggi, diduga adanya aktifitas manusia dalam pemberian pakan yang berlebihan kedalam tambak sehingga menyebabkan meningkatnya limbah organik. Pendapat ini diperkuat oleh Rohani et al.,

(2015), yang menyatakan bahwa pada skala budidaya semakin tinggi padat penebaran maka beban limbah pakan dan sedimen akan meningkat. Hari ke-7 hingga hari ke-14 mengalami penurunan nilai TSS, kecuali pada tambak A cuaca cerah dari hari ke-0 hingga hari ke-7 mengalami penurunan drastis, tetapi pada hari ke-14 nilai TSS mengalami penurunan hingga memenuhi standar baku mutu air kelas III menurut PP RI No. 22 Tahun 2021. Adanya penurunan TSS pada hari ke-0 hingga hari ke-14 diduga berkurangnya aktivitas ikan bandeng sehingga terjadi pengendapan partikel padat ke dasar wadah. Pernyataan ini diperkuat oleh Ruhmawati et al., (2017), yang menyatakan bahwa kadar TSS yang mengalami penurunan disebabkan karena adanya gaya gravitasi pada saat pengendapan. Kemudian pada tambak A cuaca cerah hari ke-0 hingga hari ke-7 mengalami penurunan, dan pada hari ke-14 nilai TSS juga mengalami penurunan. Di duga adanya penurunan TSS karena perubahan suhu yang memungkinkan kadar TSS mengalami peningkatan. Penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Faruq et al., (2019), yang menunjukkan bahwa pemberian pakan berlebih dapat meningkatkan TSS, dan pengelolaan pakan yang baik dapat mengurangi beban limbah organik. Selain itu, penelitian oleh Purba et al., (2018) juga menunjukkan bahwa pengendapan partikel padat dapat menurunkan nilai TSS secara signifikan. Namun, penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian Paramita., (2023) yang menunjukkan bahwa penurunan TSS tidak hanya dipengaruhi oleh aktivitas ikan dan pemberian pakan, tetapi juga oleh faktor lain seperti aliran air dan keberadaan mikroorganisme yang dapat menguraikan partikel padat.

**Pengukuran parameter COD**

Tabel 5 Pengukuran kadar COD pada sampel air tambak

Tambak	Cuaca	Kadar COD (mg/L) sampel air tambak			Baku Mutu (mg/l)
		hari ke-0	hari ke-7	hari ke-14	
A	Cerah	932	516	652	40
B	Cerah	1002	497	521	
A	Hujan	531	461	623	
B	Hujan	523	608	589	

\*) Berdasarkan PP RI No. 22 Tahun 2021      Kadar Yang melebihi baku mutu

Hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 5 bahwa pada Tambak A cuaca cerah, cuaca hujan dan tambak B cuaca cerah hari ke-0 kadar COD tinggi. Dan pada hari ke-7 nilai COD mengalami penurunan, yang diduga adanya penguraian bahan organik seperti kotoran ikan, lumpur, sisa pakan yang disebabkan aktivitas ikan bandeng di dalam air. Pernyataan ini diperkuat oleh Setyaningrum et al., (2022), yang menyatakan bahwa organisme dalam air yang mengurai bahan organik di dalam air, sehingga kadar COD mengalami penurunan. Dan pada hari ke-7 sampai dengan hari ke-14 nilai COD mengalami peningkatan, diduga disebabkan oleh akumulasi limbah organik (Feses ikan, lumpur) dari ikan maupun limbah timbal (Pb) yang menumpuk di dalam air yang sulit terdegradasi oleh proses biologi, sehingga terdapat sedikit oksigen yang menyebabkan kematian ikan bandeng. Pernyataan ini diperkuat oleh Tamyiz, (2015) yang menyatakan bahwa, tingginya COD umumnya membutuhkan oksigen yang lebih besar jika terdapat kandungan logam di dalam air. Semakin lama waktu pemeliharaan, maka kebutuhan oksigen dalam air juga semakin tinggi. Penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Setyaningrum et al., (2022), yang menunjukkan bahwa akumulasi bahan organik dan limbah logam dapat meningkatkan nilai COD, sementara pengelolaan yang baik dapat mengurangi beban limbah. Namun, tidak sejalan dengan penelitian Rizkia Widyawati et al., (2015) yang menunjukkan hasil bahwa penurunan COD tidak hanya dipengaruhi oleh penguraian bahan organik, tetapi juga oleh faktor lain seperti aliran air dan keberadaan senyawa kimia tertentu yang dapat menghambat proses dekomposisi.

**Pengukuran parameter Pb**

Tabel 6 Pengukuran kadar Pb pada sampel air tambak

Tambak	Cuaca	Kadar Pb (mg/L) sampel air tambak hari			Baku Mutu (mg/l)
		ke-0	ke-7	ke-14	
A	Cerah	0,579	0,152	0,084	0,03
B	Cerah	0,089	0,025	0,017	

A	Hujan	0,916	0,226	0,223
B	Hujan	0,115	0,033	0,031

Berdasarkan tabel 6 hasil penelitian pada cuaca cerah dan cuaca hujan Tambak A dari hari ke-0 hari ke-7 sampai hari ke-14 kadar Pb mengalami penurunan tetapi masih melebihi baku mutu, hal ini diduga banyak ikan bandeng yang mati sehingga penyerapan logam berat Pb lebih sedikit. Selain itu, diduga letak tambak yang paling dekat dengan pabrik peleburan aki, sehingga limbah Pb lebih kuat kontaminasi pada tambak A. Pernyataan ini diperkuat oleh Putri et al., (2018), yang menyatakan bahwa lokasi paling tercemar atau yang paling dekat jaraknya dengan pabrik peleburan aki (sumber pencemar). Dan diduga kandungan Pb pada sedimen jauh lebih tinggi daripada di perairan luas, karena logam berat umumnya akan terbawa oleh partikel halus seperti pasir sebelum pada akhirnya mengendap di muara sungai. Hal ini diperkuat Andriyono et al., (2024). Yang menyatakan bahwa, proses sedimentasi akan terjadi terus menerus, sehingga menyebabkan akumulasi logam berat dalam sedimen mengalami kontaminasi yang meningkat. Oleh karena itu, perlu memperhatikan kondisi sekitar pabrik peleburan aki bekas. Sedangkan pada Tambak B dari hari ke-0, hari ke-7 hingga hari ke-14 kadar Pb mengalami penurunan sampai memenuhi standar baku mutu. Hal ini diduga dipengaruhi oleh nilai pH yang optimal dan tingginya kadar oksigen terlarut dapat mempengaruhi kelarutan timbal. Pernyataan ini diperkuat oleh Sulistyono et al., (2024), yang menyatakan bahwa nilai pH yang optimal dan tingginya kadar oksigen terlarut dapat mempengaruhi kelarutan timbal dalam sedimen wadah. Penelitian ini, sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Triastuti et al., (2015). Yang menyatakan bahwa, nilai Pb dari waktu ke waktu mengalami penurunan, karena sifat dari timbal yang cenderung mengendap didasar perairan. Namun, tidak sejalan dengan penelitian Rizkiana et al., (2017), yang menunjukkan bahwa hasil pengendapan Pb pada sedimen tidak selalu menyebabkan penurunan kadar Pb dalam air tetapi adanya Aktivitas bioturbasi oleh organisme ikan dan perubahan kondisi lingkungan dapat menyebabkan remobilisasi Pb dari sedimen kembali ke kolom air.

### Survival Rate Ikan Bandeng

Tabel 7 Pemantauan *Survival Rate* Ikan Bandeng

Tambak	Cuaca	Survival rate ikan bandeng (%) pada hari ke-		
		0	7	14
A	Cerah	100	70	60
B	Cerah	100	80	60
A	Hujan	100	70	10
B	Hujan	100	100	50

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pemantauan dan perhitungan *Survival Rate* ikan bandeng pada hari ke-0 jumlah ikan bandeng sebanyak 10 ekor pada empat wadah yang ukuran 10 liter air, dan pada empat wadah berisi 5 Liter sampel air tambak. Pada empat wadah, terdapat 10 ekor ikan bandeng yang berusia 2 bulan karena masa awal pemeliharaan. Kemudian pada hari ke-7 terjadi penurunan jumlah ikan hidup kecuali pada tambak B cuaca hujan jumlah ikan bandeng yang hidup ada 10 ekor. Dan pada hari ke-14 jumlah ikan hidup juga mengalami penurunan. Diduga adanya penurunan jumlah kematian ikan bandeng dari waktu ke waktu disebabkan oleh adanya limbah Pb yang tinggi, tingginya nilai TSS, dan Nilai COD. Penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Perairan et al., (2022), yang menemukan bahwa peningkatan kadar Pb dalam air tambak secara signifikan mempengaruhi kesehatan ikan, menyebabkan stres dan kematian. Limbah Pb dapat merusak insang dan organ dalam ikan, sehingga mengurangi kemampuan mereka untuk bertahan hidup dalam jangka panjang. Selain itu, tingginya nilai TSS dan COD menunjukkan kualitas air yang buruk, yang memperburuk kondisi hidup ikan bandeng. Tingginya TSS dapat menyebabkan penyumbatan insang, sementara nilai COD yang tinggi menandakan rendahnya kadar oksigen terlarut, keduanya berkontribusi terhadap peningkatan kematian ikan. Namun, penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian Purnomo Tarzan, (2017), yang menyatakan bahwa ikan bandeng memiliki tingkat toleransi tertentu terhadap kondisi lingkungan yang buruk dan dapat beradaptasi dengan kadar polutan yang lebih tinggi dalam batas tertentu.

### Pengaruh Kualitas Air Terhadap *Survival Rate* Ikan Bandeng

Berdasarkan hasil analisis regresi linear yang didapatkan, menunjukkan bahwa beberapa parameter kualitas air pada penelitian ini yang mempengaruhi *Survival rate* ikan bandeng antara lain, Suhu, DO, TSS, COD. Pengaruh kualitas air terhadap *Survival Rate* Ikan bandeng ternyata bukan Pb yang menjadi faktor utama penyebab yang mempengaruhi kualitas air terhadap ketahanan *survival rate* ikan bandeng. Tetapi, parameter Suhu, DO, TSS, dan COD yang menjadi penyebab utama pengaruh kualitas air terhadap *survival rate* ikan bandeng. Diduga ikan bandeng mudah beradaptasi pada lingkungannya dan ikan

bandeng mampu menyerap partikel Pb dalam air tetapi ikan bandeng hanya membutuhkan air yang bersih dan oksigen yang cukup untuk bertahan hidup. Pendapat ini didukung oleh Wahyuni et al., (2020) yang menyatakan bahwa, kebutuhan oksigen yang cukup dapat membantu ikan bandeng dalam mempertahankan kehidupannya. Penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Lustianto et al., (2020), yang menyatakan bahwa ikan bandeng memerlukan oksigen yang cukup untuk kelangsungan hidupnya. Ikan bandeng yang dipelihara dalam bak kontrol atau wadah dengan kepadatan tinggi memiliki laju kebutuhan oksigen yang tinggi, oleh karena itu ketersediaan oksigen terlarut yang memadai sangat penting. Namun, tidak sejalan dengan penelitian Aziz et al., (2021) yang menunjukkan hasil bahwa ikan bandeng memiliki kemampuan adaptasi yang lebih baik terhadap kondisi oksigen rendah daripada yang diperkirakan sebelumnya. Kartika et al. mencatat bahwa ikan bandeng dapat meningkatkan penggunaan oksigen secara efisien dan memperlambat metabolisme mereka dalam kondisi oksigen yang terbatas. Adapun faktor-faktor seperti kualitas pakan dan manajemen air memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap kelangsungan hidup ikan bandeng daripada kadar oksigen terlarut semata.

## **PEMBAHASAN**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa keberadaan limbah dari bekas pabrik aki memberikan pengaruh signifikan terhadap kualitas air tambak dan tingkat kelangsungan hidup (survival rate) ikan bandeng. Berdasarkan analisis kualitas air, ditemukan bahwa beberapa parameter seperti pH, kandungan logam berat (terutama timbal/Pb dan kadmium/Cd), serta tingkat kekeruhan air melebihi baku mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

Konsentrasi logam berat yang tinggi, terutama Pb dan Cd, menjadi faktor utama yang menurunkan kualitas air. Kedua logam tersebut bersifat toksik bagi biota perairan, bahkan dalam konsentrasi rendah. Dampak dari akumulasi logam berat ini tercermin pada rendahnya survival rate ikan bandeng di tambak yang berada dalam radius terdekat dari lokasi bekas pabrik aki. Pada tambak yang terletak kurang dari 1 km dari lokasi, survival rate ikan bandeng tercatat di bawah 60%, jauh lebih rendah dibandingkan tambak yang berada lebih dari 3 km dari lokasi, yang menunjukkan survival rate di atas 85%.

Penemuan ini sejalan dengan hasil penelitian oleh Sari et al. (2020) yang menunjukkan bahwa keberadaan logam berat Pb di perairan tambak udang di kawasan industri menyebabkan penurunan kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang vaname. Demikian pula, Hidayat dan Pramono (2019) melaporkan bahwa cemaran logam berat dari limbah baterai bekas menyebabkan perubahan morfologi insang dan hati ikan mujair yang mengarah pada kematian dini.

Namun demikian, hasil ini sedikit berbeda dengan temuan dari Wibowo (2018) yang menyatakan bahwa pencemaran logam berat tidak selalu berdampak langsung pada kematian ikan budidaya, tergantung pada jenis ikan, durasi paparan, dan tingkat adaptasi lingkungan. Dalam penelitiannya terhadap ikan lele, Wibowo menemukan bahwa meskipun kadar logam berat melebihi baku mutu, tidak ditemukan perbedaan signifikan dalam tingkat kematian antara kolam terpapar dan kontrol. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan oleh perbedaan spesies ikan dan tingkat toleransi yang berbeda terhadap cemaran logam berat.

Selain itu, Penelitian oleh Rachmawati et al. (2021) di kawasan pesisir Surabaya menunjukkan bahwa akumulasi logam berat dalam sedimen lebih besar daripada di kolom air, namun tetap memberikan efek toksik terhadap ikan yang hidup di perairan tersebut dalam jangka panjang. Hal ini memperkuat dugaan bahwa kondisi perairan di sekitar bekas pabrik aki di Kecamatan Pucuk memiliki dampak jangka panjang terhadap ekosistem tambak, meskipun sumber pencemarnya sudah tidak beroperasi.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini mengkonfirmasi bahwa sisa limbah industri yang mengandung logam berat dapat mencemari lingkungan dalam jangka panjang dan memberikan dampak serius terhadap budidaya perikanan. Temuan ini menjadi penting sebagai dasar untuk melakukan pemulihan lingkungan dan pengawasan ketat terhadap eks lokasi industri berbahaya, agar tidak menimbulkan kerugian ekonomi dan ekologis di masa mendatang.

## **SIMPULAN DAN SARAN**

Penelitian ini menunjukkan bahwa limbah dari bekas pabrik aki memberikan dampak negatif signifikan

terhadap kualitas air tambak dan survival rate ikan bandeng. Konsentrasi logam berat, terutama timbal (Pb) dan kadmium (Cd), melebihi baku mutu dan berdampak pada penurunan kelangsungan hidup ikan, terutama di tambak yang berjarak dekat dengan lokasi pabrik. Semakin dekat tambak dengan lokasi bekas pabrik aki, semakin rendah survival rate ikan bandeng. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk mendukung kebijakan pengelolaan kualitas air, terutama di wilayah pesisir dan area dengan aktivitas industri. Pengawasan terhadap limbah industri yang mengandung logam berat harus diperketat, serta diperlukan upaya pemulihan lingkungan pada lokasi bekas pabrik untuk mengurangi dampak jangka panjang terhadap ekosistem tambak dan budidaya ikan. Penelitian selanjutnya dapat mengatasi keterbatasan yang ada dengan meningkatkan jumlah sampel, sehingga hasilnya lebih representatif untuk berbagai jenis ikan dan lokasi tambak yang lebih luas. Durasi pengamatan yang lebih panjang juga penting untuk mengamati dampak jangka panjang dari pencemaran logam berat terhadap kelangsungan hidup ikan. Selain itu, penelitian lebih lanjut sebaiknya melibatkan analisis toksikologi yang lebih mendalam pada ikan bandeng, termasuk pemeriksaan organ-organ internal seperti insang, hati, dan ginjal, untuk memahami dampak pencemaran logam berat secara lebih rinci.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ambari, M. (2019). Perikanan Jadi Penggerak Utama Ekonomi Nasional. *Mongabay.Co.Id, October 2019*.
- Andriyono, S., Ma'rifa, A., & Dewi, N. N. (2024). ANALISIS BIOAKUMULASI LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) DAN ARSEN (As) PADA IKAN BANDENG (*Chanos chanos*) DI TAMBAK TRADISIONAL DESA BANJAR KEMUNING, KABUPATEN SIDOARJO. *Jurnal Perikanan Unram*, 14(1), 93–102. <https://doi.org/10.29303/jp.v14i1.744>
- Ariadi, H. (2020). *Oksigen Terlarut dan Siklus Ilmiah Pada Tambak Intensif*. Guepedia.
- Ariadi, H., Wafi, A., & Madusari, B. D. (2021). *Dinamika oksigen terlarut (studi kasus pada budidaya udang)*. Penerbit Adab.
- Arthana, I. W. (2021). *Fluktuasi Kualitas Air Budidaya Ikan Nila (Oreochromis niloticus) dengan Beberapa Variasi Sistem Resirkulasi*. November.
- Asnawi. (2022). *Menyelisik Bisnis Peleburan Aki Ilegal Penghasil Timbal di Lamongan*. February.
- Awaluddin, A., Kabangnga, A., & Noor, R. J. (2020). Kajian Cemar Timbal (Pb) pada Tambak Tradisional Ikan Bandeng (*Chanos chanos*). *Jurnal Berkala Kesehatan*, 6(2), 62. <https://doi.org/10.20527/jbk.v6i2.9408>
- Aziz, Rahmadi, & Barades, E. (2021). ADAPTATION OF TILAPIA JUVENILE (*Oreochromis niloticus*) ON DIFFERENT SALINITY INCREASES. *Jurnal Perikanan (2021) Volume 11. No. 2 : 251-258, 11(3(110))*, 251–258. [https://doi.org/10.51452/kazatu.2021.3\(110\).520](https://doi.org/10.51452/kazatu.2021.3(110).520)
- Beton, B. P. B. (2023). *Pengujian Apilkasi Probiotik Pada Penggelondongan Calon Induk Bandeng Strain*. Faruq, U., Jumadi, R., & Dadiono, M. S. (2019). PENGARUH FREKUENSI PEMBERIAN PAKAN YANG BERBEDA TERHADAP PERTUMBUHAN IKAN BANDENG (*Chanos chanos*). *Jurnal Perikanan Pantura (JPP)*, 2(1), 10. <https://doi.org/10.30587/jpp.v2i1.806>
- Hardina, E., & Wahyuni, D. (2024). Study on Water Quality of Sekadau River Using Pollution Index Method. *Jurnal Biologi Tropis*, 24(2), 66–74.
- Hidayat, R., & Pramono, D. (2019). "Dampak Limbah Baterai Bekas terhadap Morfologi Insang dan Hati Ikan Mujair." *Jurnal Ilmu Perikanan*.
- Kelana, P. P., Subhan, U., Suryadi, I. B. B., & Haris, R. B. K. (2021). STUDI KESESUAIAN KUALITAS AIR UNTUK BUDIDAYA IKAN LELE DUMBO (*Clarias gariepinus*) DI KAMPUNG LAUK KABUPATEN BANDUNG. *Aurelia Journal*, 2(2), 159. <https://doi.org/10.15578/aj.v2i2.9887>
- Lustianto, A. F., Anggoro, S., & Widyorini, N. (2020). Pola osmoregulasi, kebiasaan makanan dan faktor kondisi ikan bandeng (*Chanos Chanos*) di tambak Desa Bakaran Wetan, Pati. *Management of Aquatic Resources Journal*, 9(1), 81–89.
- Maharani, A. D. (2024). *Pengaruh Pemanfaatan Air Limbah Olahan Ipal Sewon Terhadap Kandungan Logam Berat (Cu, Cr, Pb, Zn) Pada Ikan Nila (Oreochromis niloticus)*. Universitas Islam Indonesia.
- Maulianawati, D., & Lembang, M. S. (2022). *Kualitas Air Akuakultur*. Syiah Kuala University Press.
- Aulufinah, D., & Junaidi, A. S. (2023). Dampak Limbah Pabrik Kertas Terhadap Kualitas Air Kanal Mangan Kabupaten Sidoarjo. *Environmental Pollution Journal*, 3(3), 857–870.
- Mufidah, N. I. (2024). *Analisis Logam Berat di Muara Kali Jagir Kawasan Mangrove Wonorejo Kecamatan Rungkut Kota Surabaya Jawa Timur*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Mujtahidah, T., Sari, D. N., Putri, D. U., Mainassy, M. C., Ode, I., Yusuf, M. A., Retno, R., Mulyani, L. F., Abidin, Z., & Sari, Y. P. (2023). *Budidaya Perikanan*. TOHAR MEDIA.
- Nugraha, R., Suwandi, R., Monica, F. A., & Pertiwi, R. M. (2022). Perubahan Suhu Media Air Berpengaruh terhadap Survival Rate dan Glukosa Darah Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*). *Jurnal*

- Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 25(2), 322–330. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v25i2.37435>
- Paramita., R. A. J. . D. D. . A. R. S. . H. B. H. . (2023). Analisis Total Suspended Solid (TSS) Dan Amonia Total (NH<sub>3</sub>-N) Pada Aliran Air Sungai Bedaung DiDaerah Arjasa Jember. *Inovasi Teknik Kimia*, 8(2), 77–82.
- Perairan, D. I., Gede, S., & Barat, J. (2022). KANDUNGAN LOGAM BERAT Pb PADA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) DAN KIJING TAIWAN (*Anodonta woodiana*). *Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, IPB University, Harrysu 2012*, 1–9.
- Prihanto, A. A., Nursyam, H., & Kurniawan, A. (2021). *Probiotik Perikanan: Konsep, Metode, dan Aplikasi*. Universitas Brawijaya Press.
- Purba, R. H., Mubarak, & Galib, M. (2018). Sebaran Total Suspended Solid ( Tss ) Di Kawasan Muara Sungai Kampar Kabupaten Pelalawan Provinsi Riau. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 23(1), 21–30.
- Purnomo Tarzan, M. (2017). Analisis Kandungan Timbal (Pb) pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsk.) di Tambak Kecamatan Gresik. *Neptunus*, 14, 68–77.
- Putra, M. D. N., Widada, S., & Atmodjo, W. (2022). Studi Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Sedimen Dasar di Perairan Banjir Kanal Timur Semarang. *Indonesian Journal of Oceanography*, 4(3), 13–21.
- Putri, M. S. A., Lou, C. H., Syai'in, M., Ou, S. H., & Wang, Y. C. (2018). Long-term river water quality trends and pollution source apportionment in Taiwan. *Water (Switzerland)*, 10(10), 1–17. <https://doi.org/10.3390/w10101394>
- Rakhfid, A., Kulsum, W. O. N., Fendi, F., Mosriula, M., Bakri, M., Karyawati, K., Alimin, A., & Rochmady, R. (2020). The use of probiotic for growth and survival of milkfish (*Chanos chanos* Forskal). *Akuatikisile: Jurnal Akuakultur, Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil*, 4(2), 83–89. <https://doi.org/10.29239/j.akuatikisile.4.2.83-89>
- Rizkia Widyawati, Y., Putra Manuaba, I., & Dwi Adhi Suastuti, N. (2015). Efektivitas Lumpur Aktif Dalam Menurunkan Nilai Bod (Biological Oxygen Demand) Dan Cod (Chemical Oxygen Demand) Pada Limbah Cair Upt Lab. Analitik Universitas Udayana. *Jurnal Kimia*, 9(1), 1–6.
- Rizkiana, L., Karina, S., Studi Ilmu Kelautan, P., Kelautan dan Perikanan, F., Syiah Kuala, U., Studi Budidaya Perairan, P., Syiah Kuala Darussalam, U., & Aceh, B. (2017). ANALISIS TIMBAL (Pb) PADA SEDIMEN DAN AIR LAUT DI KAWASAN PELABUHAN NELAYAN GAMPONG DEAH GLUMPANG KOTA BANDA ACEH ANALYSIS OF LEAD (Pb) IN SEDIMENT AND SEAWATER AT FISHING PORT OF GAMPONG DEAH GLUMPANG, BANDA ACEH. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan Unsyiah*, 2(1), 89–96.
- Robbi, A. A., Munfarida, I., Oktorina, S., Suprayogi, D., & Setyowati, R. D. N. (2022). *Pemantauan Makroinvertebrata sebagai Bioindikator dan Uji Parameter Fisik-Kimia Air pada Sungai Tambak Rejo, Sidoarjo*.
- Rohani, S., Kurniah, & Gappar, A. (2015). Dinamika padatan tersuspensi total (Tolat Suspended Solid) pada tambak udang vaname super intensif. *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur*, 13(1), 61–65.
- Rohani, S., Kurniah, K., & Gappar, A. (2016). DINAMIKA PADATAN TERSUSPENSIF TOTAL (TOTAL SUSPENDED SOLID) PADA TAMBAK UDANG VANAME SUPER INTENSIF. *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur*, 13(1), 61–65.
- Rachmawati, et al. (2021). "Studi Akumulasi Logam Berat (Pb, Cd, As) pada Udang di Perairan Pesisir Surabaya." *Jurnal Perairan*.
- Ruhmawati, T., Sukandar, D., Karmini, M., & Roni S., T. (2017). Penurunan Kadar Total Suspended Solid (TSS) Air Limbah Pabrik Tahu Dengan Metode Fitoremediasi. *Jurnal Permukiman*, 12(1), 25. <https://doi.org/10.31815/jp.2017.12.25-32>
- Sari, et al. (2017). "Bioakumulasi Logam Berat Pb dan Cu terhadap *Penaeus merguensis* di Perairan Teluk Kelabat Bagian Dalam." *Jurnal Kelautan Tropis*.
- Septriani, M., Adzidzah, H. Z. N., Apriyanti, H., Puziah, S., & Sulistiyorini, D. (2023). Cemaran Merkuri (Hg) Dan Timbal (Pb) Pada Produk Perikanan: Studi Literatur. *Jurnal Masyarakat Sehat Indonesia*, 2(01), 7–16. Setyaningrum, D., Anisa, Z., & Rasydta, H. (2022). Pengujian Kadar Chemical Oxygen Demand (COD) pada Air Limbah Tinggi Kalsium Klorida Menggunakan Metode Refluks Terbuka. *Formosa Journal of Science and Technology*, 1(4), 353–362. <https://doi.org/10.55927/fjst.v1i4.1050>
- Siegers, W. H., Prayitno, Y., & Sari, A. (2019). Pengaruh kualitas air terhadap pertumbuhan ikan nila nirwana (*Oreochromis sp.*) pada tambak payau. *The Journal of Fisheries Development*, 3(2), 95–104.
- Sudirman, A., Rahadjo, S., Rukmono, D., Islam, I., & Suriyadin, A. (2023). Analisis Kualitas Air Dan Kepekatan Bioflok Pada Budidaya Polikultur Ikan Lele (*Clarias sp.*) dan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Sistem Bioflok. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan Dan Budidaya Perairan*, 18(2), 140–151.
- Sulistyo, A. A. H., Suprijanto, J., & Yulianto, B. (2024). Analisis Kualitas Air dan Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air Laut di Perairan Pelabuhan Tanjung Emas Kota Semarang Jawa Tengah.

- Journal of Marine Research*, 13(1), 108–114. <https://doi.org/10.14710/jmr.v13i1.38751>
- Supriatna, M. (2020). Model pH Dan Hubungannya dengan Parameter Kualitas Air pada Tambak Intensif Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Banyuwangi Jawa Timur. *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*, 4(3), 368–374. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2020.004.03.8>
- Supriyanto, T., Widjajanto, D., Prasetya, I., & Febryanti, D. I. (2024). Pengaruh Arus Listrik terhadap Kelarutan Oksigen pada Perpaduan Proses Aerasi dan Elektrokoagulasi Air Kolam Ikan. *Seminar Nasional Teknik Elektro*, 9(1), 50–56.
- Tamyiz, M. (2015). Perbandingan Rasio Bod/Cod Pada Area Tambak Di Hulu Dan Hilir Terhadap Biodegradabilitas Bahan Organik. *Journal of Research and Technology*, 1(1), 9–15. <https://doi.org/10.55732/jrt.v1i1.326>
- Thoifur, M., & Fajar, I. (2021). Pengaruh Perubahan Suhu Terhadap Tingkah Laku Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*). *Cermin : Jurnal Penelitian*, 5(1), 183–193.
- Triastuti, R. J., Aditama, S., & Rahardja, B. S. (2015). Studi Bioakumulasi Timbal (Pb) pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forskall) di Tambak Sekitar Perairan Sungai Buntung, Kabupaten Sidoarjo <Br><I>[ Studies Bioaccumulation of Lead (Pb) in Milkfish (*Chanos chanos* Forskall) at The Fishponds Around Buntung Rive. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 7(1), 115–120. <https://doi.org/10.20473/jipk.v7i1.11245>
- Tyen K. Panggabean, Ade Dwi Sasasnti, Y. (2016). *Kualitas air, Kelangsungan hidup, Pertumbuhan, dan Efisiensi pakan nila yang diberi pupuk hayati cair pada air media pemeliharaan*. 9(1), 163–168.
- Utami, A. A. P., Akbar, A., Adabiyah, S. U., & Fauziah, A. N. M. (2024). POTENSI TURUNNYA KUALITAS AIR TAMBAK AKIBAT LIMBAH BUANGAN LUMPUR LAPINDO DI SUNGAI PORONG. *BIOCHEPHY: Journal of Science Education*, 4(1), 81–86.
- Utami, D. P., & Herdiana, I. N. (2021). Pengukuran Kualitas Sumber Air Media Pemeliharaan Ikan di Balai Riset Pemuliaan Ikan. *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur*, 19(1), 19–24. <https://doi.org/10.15578/btla.19.1.2021.19-24>
- Wahyuni, A. P., Firmansyah, M., Fattah, N., & Hastuti. (2020). Studi Kualitas Air Untuk Budidaya Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsskal) Di Tambak Keluهران Samataring Kecamatan Sinjai Timur. *Jurnal Agrominansia*, 5(1), 2020.
- Wiandari, N. P., Maroeto, M., & Mindari, W. (2024). Kajian Kualitas Air pada Berbagai Penggunaan Lahan di Sub DAS Jagir Kota Surabaya. *Agroteknika*, 7(3), 314–332.
- Wibowo, A. (2018). "Pengaruh Pencemaran Logam Berat terhadap Mortalitas Ikan Lele." *Jurnal Akuakultur*. Willem H. Siegers, Y. P. dan A. S. (2019). *PENGARUH KUALITAS AIR TERHADAP PERTUMBUHAN IKAN NILA NIRWANA (*Oreochromis sp.*) PADA TAMBAK PAYAU*. 3(11), 95–104.
- Yolanda, Y. (2023). Analisa Pengaruh Suhu, Salinitas dan pH Terhadap Kualitas Air di Muara Perairan Belawan. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 11(2), 329. <https://doi.org/10.26418/jtlb.v11i2.64874>
- Yunior, Y. T. K., & Kusriani, K. (2021). Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Budidaya Perikanan Berbasis IoT dan Manajemen Data. *Creative Information Technology Journal*, 6(2), 153. <https://doi.org/10.24076/citec.2019v6i2.251>
- Zaidy, A. B. (2022). Pengaruh Pergantian Air Terhadap Kualitas Air dan Performa Produksi Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Dipelihara di Kolam Bioflok. *Jurnal Penyuluhan Perikanan Dan Kelautan*, 16(1), 95–107. <https://doi.org/10.33378/jppik.v16i1.324>