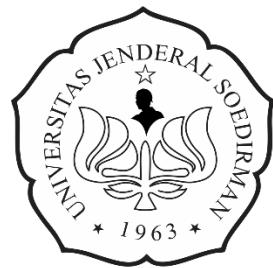


**KAJIAN *Diopatra claparedii* SEBAGAI BIOINDIKATOR
PENCEMARAN LOGAM Zn DI SUNGAI DONAN
KABUPATEN CILACAP**



SKRIPSI

**MARWAN JAMIL
B1A020077**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JENDERAL SOEDIRMAN
FAKULTAS BIOLOGI
PURWOKERTO
2025**

**KAJIAN *Diopatra claparedii* SEBAGAI BIOINDIKATOR
PENCEMARAN LOGAM Zn DI SUNGAI DONAN
KABUPATEN CILACAP**

**MARWAN JAMIL
B1A020077**

Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Sains pada
Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman
Purwokerto



Disetujui dan disahkan
pada tanggal 12 Februari 2025

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Dr. Sri Lestari, S.Si., M.Si.
NIP 197901142005012001

Dr.rer.nat. W. Lestari, M. Sc.
NIP 196102171988032001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Biologi
Universitas Jenderal Soedirman

Prof. Dr. Dwi Nugroho Wibowo, M.S.
NIP 19611125 198601 1001

SURAT PERNYATAAN

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Marwan Jamil

NIM : B1A020077

Judul Skripsi : Kajian *Diopatra claparedii* Sebagai Bioindikator Pencemaran Logam Zn di Sungai Donan, Kabupaten Cilacap.

Pembimbing Skripsi :

1. Dr. Sri Lestari, S. Si., M. Si.
2. Dr. rer.nat. W. Lestari, M. Sc.

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Penelitian skripsi ini merupakan hasil penelitian sendiri dan bukan jiplakan (plagiasi).
2. Pelaksanaan penelitian ini didanai oleh Skim Riset Dasar Unsoed (RDU) Tahun 2023. - dengan Nomor Kontrak 27.255/UN 23.37/PT. 01 .03/II/2-23.
3. Hak kekayaan intelektual penelitian ini menjadi milik institusi, dalam hal ini Universitas Jenderal Soedirman (Unsoed), kecuali jika penelitian dilakukan dengan dana dari luar Unsoed.
4. Hak publikasi penelitian ini ada pada pemilik proyek penelitian dengan kewajiban mencantumkan peneliti sebagai salah satu authornya.

Pernyataan ini dibuat sebenar-benarnya, tanpa paksaan atau tekanan apapun dari siapapun. Saya bersedia bertanggung jawab secara hukum apabila terdapat hal-hal yang tidak benar di dalam pernyataan ini.

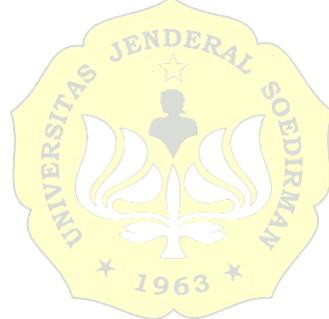
Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Purwokerto, 07 Februari 2025
Yang menyatakan,

Marwan Jamil
B1A020077

PRAKATA

Puji Syukur ke hadirat Alloh SWT atas limpahan rahmat dan hidayahnya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Skripsi dengan judul “Kajian *Diopatra claparedii* Sebagai Bioindikator Pencemaran Logam Zn di Sungai Donan, Kabupaten Cilacap” disusun untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar sarjana sains pada Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman. Penulis mengucapkan terimakasih kepada Prof. Dr. Dwi Nugroho Wibowo, M.S., selaku Dekan Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman yang telah memberikan izin untuk melaksanakan penelitian ini, Dr. Sri Lestari, S.Si., M.Si. selaku pembimbing I yang telah bersedia memberikan bimbingan dan arahanya dibidang Ekotoksikologi, serta Dr.rer.nat. W. Lestari, M. Sc. selaku pembimbing II yang telah bersedia memberikan bimbingan dan arahan dalam bidang Ekologi, serata semua pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian maupun penyusunan skripsi ini. Penulis berharap semoga usulan penelitian ini dapat memberikan sumbangsih dalam ilmu pengetahuan khususnya dalam pengambangan bioindikator.



Purwokerto, 07 Februari 2025

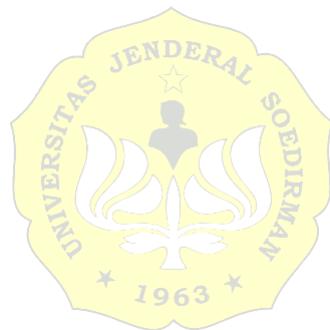
Penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR RUMUS	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
DAFTAR RINGKASAN DAN SATUAN	x
RINGKASAN	xi
SUMMARY	xii
I. PENDAHULUAN	1
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
III. METODE PENELITIAN	6
A. Materi, Lokasi, dan Waktu Penelitian	6
1. Materi Penelitian	6
2. Lokasi dan Waktu Penelitian	6
B. Rancangan Penelitian	6
1. Variabel dan Parameter Penelitian	7
2. Pengambilan dan Penanganan Sampel	7
3. Analisis Data	10
C. Alur Penelitian	12
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	13
V. KESIMPULAN DAN SARAN	20
A. Kesimpulan	20
B. Saran	20
DAFTAR PUSTAKA	21
LAMPIRAN	26

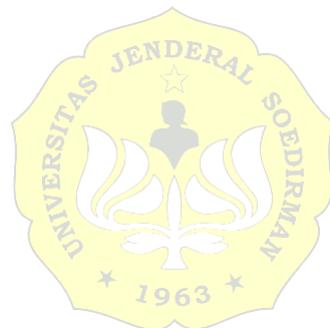
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Cacing <i>Diopatra claparedii</i>	4
Gambar 3.1. Lokasi pengambilan sampel.....	7
Gambar 3.2. Bagan alur penelitian.....	12
Gambar 4.1. Rata-rata konsentrasi logam Zn di Sungai Donan.....	13



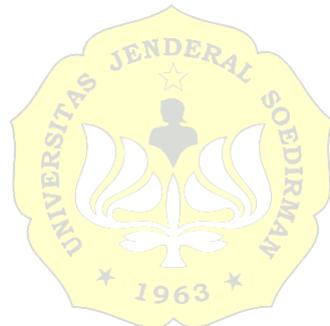
DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Deskripsi rona lingkungan.....	6
Tabel 4.1. Nilai faktor biokonsentrasi logam Zn.....	16
Tabel 4.2. Kualitas air Sungai Donan.....	17



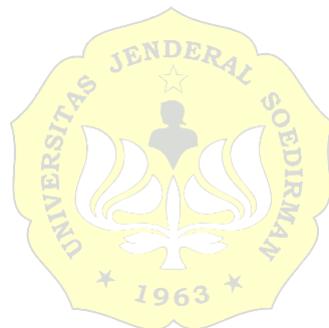
DAFTAR RUMUS

Rumus 3.1. Perhitungan kandungan logam berat.....	10
Rumus 3.2. Faktor biokonsentrasi.....	11



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Spesifikasi Bahan.....	26
Lampiran 2. Spesifikasi Alat.....	27
Lampiran 3. Dokumentasi penelitian.....	28

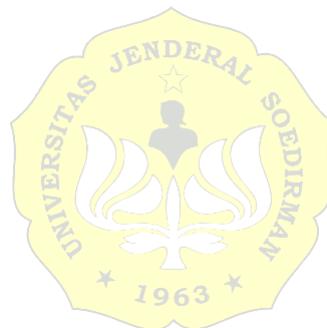


DAFTAR RINGKASAN DAN SATUAN

Simbol satuan	Satuan	Keterangan
mL	Mililiter	Volume
rpm	Rotation per minute	Kecepatan sentrifugasi

Simbol	Arti
%	Persen (Perseratus)
;	Semicolon

Singkatan	Arti
AAS	<i>Atomic Absorption Spectrophotometry</i>
pH	<i>Potential of Hidrogen</i> (derajat keasaman)
DO	<i>Dissolved Oxygen</i>
BCF	<i>Bioconcentration Factor</i>
MIBK	<i>Metil Iso Butil Keton</i>



RINGKASAN

Sungai Donan Kabupaten Cilacap menerima limbah dari kegiatan industri dan limbah domestik dari pemukiman penduduk di sekitarnya. Peningkatan aktivitas masyarakat di Sungai Donan dapat meningkatkan cemaran yang terlarut maupun tersuspensi masuk ke dalam sungai. Salah satunya adalah limbah logam berat Zn yang dapat mengendap di dasar perairan. Logam berat Zn dengan konsentrasi yang tinggi dapat mengancam organisme dan masyarakat yang bergantung pada sungai tersebut. Pemantauan kualitas perairan perlu dilakukan di antaranya dengan mengukur parameter fisik, kimia, dan biologi. Penggunaan bioindikator berupa makrozoobentos merupakan cara yang efektif untuk mengetahui cemaran perairan. Cacing *Diopatra claparedii* merupakan Makrozoobentos yang berpotensi sebagai bioindikator yang dapat memonitor cemaran logam berat di Sungai Donan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan cacing *Diopatra claparedii* dalam mengakumulasi logam Zn dari air dan sedimen Sungai Donan, serta potensinya sebagai bioindikator cemaran Zn.

Penelitian ini menggunakan metode survei dengan menerapkan metode random sampling untuk pengambilan sampel. Pengambilan sampel dilakukan di Sungai Donan pada 4 lokasi berbeda yaitu Kawasan Mangrove, Kawasan Industri Semen, Kawasan Industri Minyak, dan Dermaga Sleko. Variabel pada penelitian ini yaitu variabel tergantung dan variabel bebas. Variabel bebas berupa konsentrasi logam Zn pada air dan sedimen. Variabel tergantung berupa konsentrasi logam seng Zn pada air, sedimen, dalam dalam tubuh cacing *Diopatra claparedii* di Sungai Donan. Parameter yang diukur yaitu konsentrasi logam Zn pada tubuh cacing *Diopatra claparedii*, air, dan sedimen Sungai Donan. Sampel yang diperoleh dilanjutkan dengan proses destruksi dan AAS di Laboratorium Lingkungan Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dibandingkan konsentrasi logam antara air, sedimen, dan cacing *Diopatra claparedii* serta dihitung faktor biokonsentrasi yang hasilnya dibandingkan dengan 3 kategori nilai *Bioconcentration factor* (BCF), yaitu *excluder* < 1 , indikator $= 1$, dan akumulator > 1 .

Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi logam Zn di Sungai Donan sudah melebihi ambang batas, dengan rata-rata konsentrasi pada air, sedimen dan cacing *Diopatra claparedii* secara berturut-turut sebesar 6,74 mg/L, 24, 22 mg/Kg, dan 3, 60 mg/Kg. Hasil perhitungan faktor biokonsentrasi (BCF) *Diopatra claparedii* dari sedimen memiliki rata-rata sebesar 0,82 sedangkan dari air memiliki nilai 2,92. Bioakumulasi *Diopatra claparedii* dari sedimen termasuk dalam kategori *excluder* karena memiliki nilai kurang dari 1, sedangkan biokonsentrasi *Diopatra claparedii* dari air termasuk kategori akumulator karena memiliki nilai lebih dari 1. Kategori *Diopatra claparedii* yang termasuk akumulator logam Zn dari air menandakan *Diopatra claparedii* berpotensi sebagai bioindikator logam Zn karena dapat menunjukkan tingkat cemaran logam Zn pada kolom air.

Kata kunci : Bioindikator, *Diopatra claparedii*, Sungai Donan, Zink.

SUMMARY

Donan River in Cilacap Regency received industrial and domestic waste discharges from the surrounding area. Increasing of community activities in the Donan River lead to increasing dissolved and suspended contaminants. One of them is Zn heavy metal waste that can settle to the bottom of the water. High concentrations of heavy metal Zn can threaten organisms and communities that depend on the river. Water quality monitoring needs to be done by measuring physical, chemical and biological parameters. The use of bioindicators in the form of macrozoobenthos is an effective way to determine water contamination. *Diopatra claparedii* worm is a macrozoobenthos that has the potential as a bioindicator that can monitor heavy metal contamination in the Donan River. This study was conducted to determine the ability of *Diopatra claparedii* worm to accumulate Zn metal from water and sediment of Donan River, and its potential as a bioindicator of Zn contamination.

This study used a survey method by applying the random sampling method for sampling. Sampling was conducted in the Donan River at 4 different locations, namely the Mangrove Area, Cement Industrial Area, Oil Industrial Area, and Sleko Pier. The variables in this study are dependent variables and independent variables. The independent variable is the concentration of Zn metal in water and sediment. The dependent variable is the concentration of zinc metal Zn in water, sediment, in the body of *Diopatra claparedii* worm in Donan River. The parameters measured are the concentration of Zn metal in the body of *Diopatra claparedii* worm, water, and sediment of Donan River. The samples obtained were continued with the process of deconstruction and AAS at the Environmental Laboratory of the Faculty of Biology, Jenderal Soedirman University. The data obtained were analysed descriptively compared metal concentrations between water, sediment, and *Diopatra claparedii* worms and calculated bioconcentration factors whose results were compared with 3 categories of Bioconcentration factor (BCF) values, namely excluder < 1 , indicator = 1, and accumulator > 1 .

The results showed that the concentration of Zn metal in the Donan River has exceeded the threshold, with average concentrations in water, sediment and *Diopatra claparedii* worms respectively of 6.74 mg/L, 24, 22 mg/Kg, and 3, 60 mg/Kg. The calculation of the bioconcentration factor (BCF) of *Diopatra claparedii* from sediment has an average of 0.82 while from water has a value of 2.92. The bioaccumulation of *Diopatra claparedii* from sediment is included in the excluder category because it has a value of less than 1, while the bioconcentration of *Diopatra claparedii* from water is included in the accumulator category because it has a value of more than 1. The category of *Diopatra claparedii* which includes Zn metal accumulator from water indicates that *Diopatra claparedii* has the potential as a Zn metal bioindicator because it can indicate the level of Zn metal contamination in the water column.

Keywords: Bioindicator, *Diopatra claparedii*, Donan River, Zinc (Zn).

I. PENDAHULUAN

Sungai Donan terletak di ujung selatan Kabupaten Cilacap Jawa Tengah dan berbatasan langsung dengan Pulau Nusa Kambangan. Sepanjang aliran Sungai Donan banyak terdapat kawasan pemukiman penduduk dan kawasan industri besar seperti Industri minyak bumi, Industri pengolahan semen, dan industri rumahan (*home industri*) (Mukti *et al.*, 2021). Aktivitas industri ini akan meningkatkan jumlah limbah yang terlarut dan tersuspensi ke dalam aliran Sungai. Limbah cair yang mengandung logam berat merupakan salah satu jenis limbah yang tersuspensi dan terakumulasi di muara Sungai Donan (Irawati *et al.*, 2018). Limbah logam berat yang berasal dari aktifitas di sepanjang Sungai Donan akan terakumulasi dan mengendap di dasar perairan membentuk senyawa kompleks, karena tidak dapat terdegradasi oleh organisme yang ada. Logam berat yang terlarut ke dalam air, akan menyatu dengan sedimen (Maslukah, 2013). Logam berat yang tersuspensi di lingkungan perairan dapat menjadi ancaman bagi organisme yang hidup di perairan tersebut. Akumulasi logam berat pada organisme dapat memiliki dampak yang merugikan dan jika dikonsumsi akan membahayakan kesehatan manusia (Herbila *et al.*, 2022).

Salah satu komponen logam berat yang berpotensi mencemari Sungai Donan adalah seng (Zn) yang diduga berasal dari bahan baku yang digunakan pada industri pengolahan semen. Bahan baku tambahan dalam pembuatan semen berupa lag tembaga, merupakan produk sampingan dari proses peleburan tembaga yang terdapat sebanyak 1,37% logam Zn (Prasetyo *et al.*, 2022). Aktivitas Industri pengolahan minyak bumi menggunakan logam Zn dalam proses *katalis cracking* untuk memecah hidrokarbon pada minyak bumi (Budianto *et al.*, 2014). Zn termasuk logam berat esensial yang diperlukan organisme dalam jumlah sedikit. Jumlah Zn yang melebihi ambang batas dapat membahayakan karena bersifat toksik (Supriyantini *et al.*, 2016). Zn dalam air dapat membentuk ion dan memiliki toksitas yang tinggi (Maddusa *et al.*, 2017). Konsentrasi Zn yang tinggi berbahaya karena dapat mempengaruhi komponen lingkungan ekosistem perairan. Manusia yang terpapar Zn secara berlebihan dapat mengalami demam logam yang mengakibatkan menurunnya fungsi tubuh dengan gejala muntaber dan sakit di bagian dada (Hanum *et al.*, 2021).

Kualitas perairan dapat diketahui dengan melakukan pengukuran parameter fisik, kimia, dan biologi (Kusumaningtyas *et al.*, 2014). Pemantauan kualitas perairan digunakan untuk mengetahui tingkat pencemaran yang berpotensi mempengaruhi

mahluk hidup dan lingkungan. Bioindikator merupakan organisme hidup yang digunakan sebagai indikator kesehatan ekosistem lingkungan seperti kualitas perairan dan cemaran-cemaran yang tersuspensi ke dalamnya (Tjokrokusumo, 2006). Agen biologis sebagai bioindikator bersifat kontinyu atau dapat digunakan terus-menerus, karena mahluk hidup tersebut menghabiskan masa hidupnya di lingkungan perairan tersebut (Hellen & Rahardjo, 2020). Biota air yang berpotensi digunakan sebagai bioindikator perairan adalah kelompok makroinvertebra bentik (Parmar *et al.*, 2016).

Cacing *Diopatra claparedii* dari Class Polychaeta termasuk makroorganisme bentik yang hidup di dasar perairan yang memiliki sifat menetap (*Sesil*). Organisme tersebut merupakan hewan *filter feeder* dengan memakan partikel dan materi organik yang ada di dalam air serta bersifat *deposit feeder* dengan memakan deposit permukaan sedimen (Hadiyanto, 2010). Lebih lanjut menurut Pires *et al.* (2015), secara ekologis spesies ini memiliki peran penting karena dapat menstabilkan sedimen dan memiliki kemampuan bioakumulasi. Preferensi habitat dan mobilitas yang rendah menjadikan organisme ini dapat digunakan sebagai bioindikator cemaran perairan.

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan masalah yang dikaji pada penelitian ini adalah berapa konsentrasi logam berat Zn yang terdapat pada cacing *D. claparedii* serta potensinya untuk dijadikan bioindikator cemaran logam berat Zn. Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengkaji kemampuan cacing *D. claparedii* dalam mengakumulasi logam Zn dari air, dan sedimen Sungai Donan Cilacap.
2. Menganalisis potensi cacing *D. claparedii* sebagai bioindikator pencemaran Zn di Sungai donan.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tambahan mengenai pencemaran logam Zn di Sungai Donan, Kabupaten Cilacap, serta metode pemantauan yang efektif dengan menggunakan makrozoobentos spesies *D. claparedii* sebagai bioindikator pencemaran logam Zn.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Keberadaan logam di perairan dapat berasal dari berbagai sumber seperti kegiatan pertambangan, limbah rumah tangga, limbah hortikultura, dan limbah industri. Diantara semua sumber limbah, limbah industri memiliki kandungan logam berat yang paling tinggi karena sering digunakan sebagai bahan baku, tambahan, atau katalis dalam berjalannya industri. Logam berat yang terakumulasi akan menumpuk menjadi endapan residu didasar perairan. Kenaikan konsentrasi logam berat dapat mengubah logam berat menjadi zat beracun (Silalahi *et al.*, 2023).

Seng (Zn) merupakan nutrient esensial yang dibutuhkan hampir semua organisme dengan dosis rendah. Zn dengan konsentrasi tertinggi pada tubuh manusia ditemukan pada tulang, otot, prostat, hati, dan ginjal (Edward, 2019). Manusia memerlukan setidaknya 15mg Zn per hari untuk memenuhi kebutuhan tubuh (Ali *et al.*, 2018). Walaupun diperlukan oleh tubuh, logam Zn dengan konsentrasi melebihi ambang batas yang ditentukan akan bersifat toksik dan membahayakan bagi organisme (Supriyantini *et al.*, 2016).

Logam Zn memiliki sifat akumulatif di lingkungan. Kehadiran logam Zn di lingkungan perairan berpotensi merugikan ekosistem dan keberlanjutan lingkungan. Dampak dari adanya logam Zn dalam suatu perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti konsentrasi logam berat serta komposisi fraksi terlarut dan partikulat dari logam tersebut. Konsentrasi logam Zn di perairan dapat mengganggu kualitas perairan hingga suatu tingkat tertentu (Novi *et al.*, 2019) Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, baku mutu untuk konsentrasi logam Zn dalam air limbah ditetapkan sebesar 0,05 mg/L.

Pemantauan kualitas perairan perlu dilakukan, untuk menjaga lingkungan perairan dari akumulasi cemaran yang dapat membahayakan organisme dan lingkungan. Bioindikator adalah pemanfaatan organisme hidup untuk memantau kualitas lingkungan. Bioindikator merupakan spesies atau sekelompok spesies yang dapat mewakili lingkungan untuk menggambarkan keadaan suatu lingkungan (Chowdhury *et al.*, 2023) Kriteria organisme untuk dijadikan bioindikator meliputi kisaran toleransi yang sempit (Spesies *Steno*), memiliki ketahanan terhadap polutan, hidup menetap (*Sesil*), memiliki jumlah yang melimpah, tahan terhadap akumulasi polutan, dan memiliki umur yang panjang (Husamah & Rahardjanto, 2019).

Organisme air yang banyak digunakan sebagai bioindikator adalah dari golongan makrozoobentos karena memiliki preferensi habitat dan mobilitas yang rendah,

sehingga hidupnya dipengaruhi oleh cemaran yang merubah keadaan suatu perairan (Tjokrokusumo, 2006). Karakteristik makrozoobentos yang memiliki sensitifitas yang tinggi, pergerakan yang terbatas, serta habitatnya yang berada di dasar perairan menjadikannya rentan terhadap cemaran yang masuk, sehingga dapat digunakan sebagai bioindikator perairan Kholidah & Andriani, 2022).

Makrozoobentos dapat digunakan sebagai bioindikator lingkungan (Tjokrokusumo, 2006). Makrozoobentos dapat digunakan sebagai peringatan dini terjadinya perubahan lingkungan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Sawestri (2012) menunjukkan bahwa polychaeta dapat digunakan menjadi bioindikator cemaran logam karena dapat mengakumulasi logam berat. Pada penelitian tersebut ditemukan logam Cu, N, dan Zn yang terakumulasi di dalam tubuh Polychaeta.

Polychaeta memiliki sifat kosmopolitan yang berarti tersebar luas di berbagai ekosistem dan sering ditemukan dalam jumlah yang melimpah. Cacing ini memiliki kemampuan beradaptasi di berbagai tipe habitat. Selain itu cacing jenis ini memiliki peran penting dalam proses daur ulang dan kestabilan sedimen dasar perairan. Kemampuannya beradaptasi dan sifatnya yang toleran menjadikan Polychaeta berguna sebagai bioindikator kualitas lingkungan (Widianwari & Widianingsih, 2011).

Cacing *D. claparedii* adalah anggota dari filum Annelida yang memiliki rata-rata jumlah segmen sekitar 195-216 segmen (Wibowo *et al.*, 2022). Cacing ini termasuk dalam Class Polychaeta yang memiliki banyak rambut pada permukaan tubuhnya. Pada umumnya memiliki metameri sempurna dan memiliki tubuh yang lunak berbentuk silindris (Gambar 2.1). Cacing yang termasuk dalam class ini tidak memiliki umur yang panjang, yaitu tidak lebih dari 2 tahun (Yusrion, 1985).

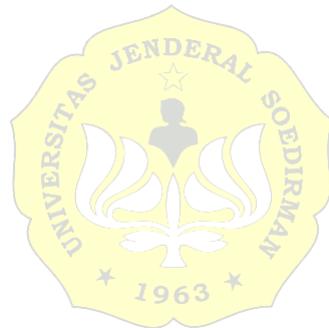


Gambar 2.1. Cacing *Diopatra claparedii*. Sumber Purwati *et al.*, 2020.

D. claparedii hidup di berbagai jenis sedimen dasar laut, muara Sungai, dan sering kali mendominasi komunitas makrobertos. Cacing *D. claparedii* merupakan pemakan endapan organik yang berasal dari serpihan residu substrat atau sisa-sisa organik

hewan dan tumbuhan yang mati (Yusron, 1985). Cacing ini dapat hidup di berbagai habitat, seperti habitat yang memiliki dasar berlumpur, berpasir, maupun berbatu. Cacing *D. claparedii* termasuk dalam ordo Errantia karena membuat rumah berbentuk pipa dengan mengumpulkan sisa-sisa sampah (Forbes, 1994).

Rumah tabung dibuat dengan menggunakan *mucus* yang keluar dari kelenjar permukaan bagian bawah segmennya. Bagian luar tabung terdiri dari campuran lumpur, pecahan cangkang, butiran pasir, sampah plastik, serpihan tumbuhan, dan kain bekas sebagai bahan penguat. Tabung yang dihasilkan memiliki banyak fungsi, seperti tempat berlindung dari predator, dan sebagai perangkap mangsa. Selain itu, tabung yang dibuat juga digunakan oleh beberapa jenis alga untuk melekat serta dapat menstabilkan kondisi sedimen (Widianwari & Widianingsih., 2011; Purwati *et al.*, 2020).



III. METODE PENELITIAN

A. Materi, Lokasi, dan Waktu Penelitian

1. Materi Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian, adalah sampel cacing *D. claparedii*, sampel sedimen, sampel air, HNO₃ pekat, HCl, larutan MIBK, dan akuades (Lampiran 1).

Alat-alat yang digunakan pada penelitian adalah timbangan analitik, AAS (*Anatomic Absorption Spectroscopy*), thermometer, pH meter, DO meter, refrakto meter, jerigen, botol sampel, gelas ukur 50 ml, labu takar 50 ml, pipet volume 10ml dan 5ml, penangas air, *oven*, *hot plate*, penumbuk porselen, kertas Whatman no. 42, kantong plastik, *alumunium foil*, *magnetik stirer*, *furnace*, *beaker glass*, erlenmeyer 50mL, erlenmeyer 1000mL (Lampiran 2).

2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di sepanjang Sungai Donan Kabupaten Cilacap. Pengamatan dan pengukuran parameter pendukung, konsentrasi logam, dan kualitas air dilakukan di Laboratorium Lingkungan Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman sejak bulan September sampai November 2024.

B. Rancangan Penelitian

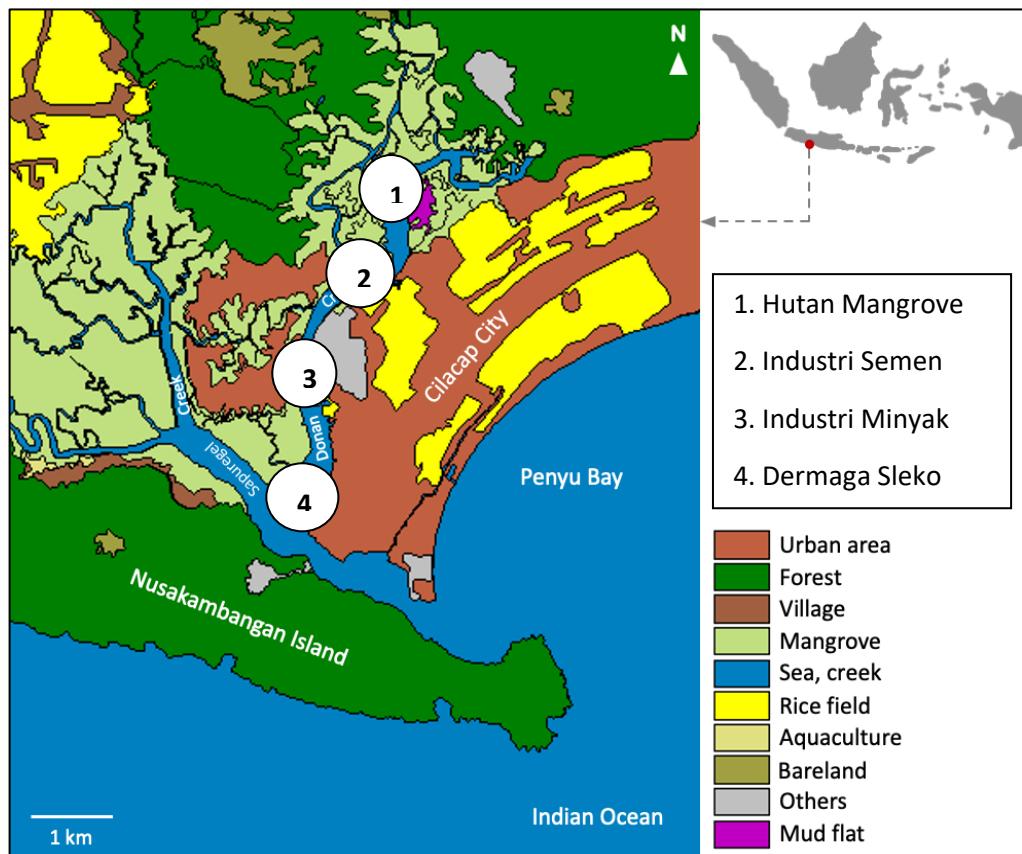
Metode penelitian yang digunakan adalah metode survei. Penentuan stasiun didasarkan pada pengamatan rona lingkungan sekitar sungai serta keberadaan cacing *Diopatra claparedii*.

Tabel 3.1. Deskripsi rona lingkungan dan koordinat stasiun penelitian.

Stasiun	Lokasi	Rona Lingkungan	Koordinat
1	Hutan Mangrove	Kawasan mangrove sebelum Industri	07 ⁰ 39' 38,0"LS 109 ⁰ 00' 40,0"BT
2	Industri Sedimen	Kawasan Industri Semen	07 ⁰ 40' 57,0"LS 109 ⁰ 00' 30,0"BT
3	Industri Minyak	Kawasan Industri Minyak	07 ⁰ 42' 09,0"LS 108 ⁰ 59' 25,0"BT
4	Dermaga Sleko	Setelah kawasan Industri	07 ⁰ 43' 23,0"LS 108 ⁰ 59' 40,0"BT

Pengambilan sampel cacing *Diopatra claparedii*, air, dan sedimen dilakukan secara komposit di 3 lokasi dengan menggunakan metode random sampling pada 4 stasiun

yang berbeda (Gambar 3.1.), dengan dilakukan pengambilan sampel sebanyak 3 kali ulangan dengan interval waktu satu bulan.



Gambar 3.1. Titik Lokasi pengambilan sampel (Peta dasar disediakan oleh Adri).

1. Variabel dan Parameter Penelitian

Variabel penelitian yaitu variabel bebas dan variabel tergantung. Variabel bebas berupa konsentrasi logam Zn pada sedimen dan air. Variabel tergantung yang diamati adalah konsentrasi logam Zn dalam tubuh cacing *D. claparedii*. Parameter utama yang diukur adalah konsentrasi logam Zn pada tubuh cacing *D. claparedii*, air, dan sedimen Sungai Donan. Sementara itu, parameter pendukungnya mencakup kualitas air sungai seperti pH, suhu, salinitas, dan konsentrasi oksigen terlarut (DO).

2. Pengambilan dan Penanganan Sampel (Lampiran 3.a)

Pengambilan sampel dilakukan ketika air Sungai Donan sedang surut dan dilanjutkan penanganan sampel di laboratorium :

a. Sampel air

Sampel air diambil menggunakan jerigen yang telah dibilas terlebih dahulu, untuk memastikan kondisi botol sama dengan kondisi air Sungai Donan. Sampel air diambil sebanyak 1 liter, dan dimasukkan ke dalam jerigen yang telah diberi label. Pembuatan filtrat sampel dilakukan dengan mengambil sampel air sebanyak 10mL, dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer, lalu ditambahkan larutan MIBK. Sampel air dipanaskan menggunakan *hotplate* pada suhu 80°C sampai larutan menjadi jernih (Lampiran 3.f.), selanjutnya larutan disaring menggunakan kertas saring Whatman No. 42 dan dianalisis menggunakan AAS.

b. Sampel sedimen

Pengambilan sampel sedimen dilakukan di setiap setasiun. Sampel sedimen diambil menggunakan sekop sebanyak 1kg dari samping kapal. Sampel sedimen dimasukkan ke dalam plastik yang telah diberi label dan disimpan dalam *coolbox* untuk selanjutnya dianalisis di laboratorium. Pembuatan filtrat sampel dilakukan dengan menjemur sedimen hingga kering, kemudian dihaluskan menggunakan cawan tumbuk porselin hingga lembut. Sedimen yang telah halus diambil sebanyak 20 gram dan dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer 1000mL, ditambah air sebanyak 500mL. Selanjutnya diaduk menggunakan *magnetik stirer* selama 30 menit dengan kecepatan 200rpm. Selanjutnya dibuang fase airnya, lalu dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 24 jam. Setelah selesai, sedimen diambil sebanyak 1 gram lalu dimasukkan kedalam beaker glass dan diletakkan di atas hot plate, selanjutnya ditambahkan akuaregia sebanyak 5ml dan HCl 20% sebanyak 6ml, ditunggu hingga larutan hampir kering lalu didinginkan dalam suhu ruang, setelah dingin tambahkan HNO₃ sebanyak 1ml lalu disaring menggunakan kertas whatman No. 42. Setelah larutan tersaring, ditambahkan akuades sampai menjadi 10ml, selanjutnya diukur menggunakan alat AAS.

c. Sampel cacing *D. claparedii* (Lampiran 3.b)

Pengambilan sampel cacing *D. claparedii* dilakukan di setiap setasiun. Pengambilan sampel dilakukan secara komposit dari dasar perairan. Rumah cacing diraba menggunakan tangan untuk mengetahui

terdapat cacing didalamnya, dengan ditandai rumah cacing yang terasa padat atau keras. Rumah cacing yang terdapat cacing didalamnya (Lampiran 3.b) diambil dan dimasukkan kedalam plastik sampel. Pembuatan filtrat sampel dilakukan dengan mengeluarkan sampel cacing *D. claparedii* dari rumah tabungnya (Lampiran 3.c), kemudian dikeringkan (Lampiran 3.d). Setelah sampel cacing kering, kemudian dilakukan *furnace* dengan suhu 600°C selama 5 jam. Setelah *furnace* selesai,sampel yang telah menjadi abu diambil sebanyak 5 gram dimasukkan ke dalam bekker glass untuk destruksi, selanjutnya ditambah HNO₃ pekat sebanyak 5ml dan HCl 20% sebanyak 2ml. Bekker glas di tempatkan diatas hot plate dengan suhu 80°C sampai abu terlarut, dengan ditandai terjadinya perubahan larutan dari warna keruh menjadi jernih. Setelahnya larutan disaring menggunakan kertas Whatman No. 42, kemudian hasil diencerkan dengan akuades sebanyak 50ml dan dianalisis dengan alat AAS.

d. Analisis kandungan Zn

1) Pembuatan larutan standar

Larutan blanko dibuat untuk menghindari kesalahan dalam penghitungan konsentrasi logam berat dalam sampel yang dianalisis. Larutan blanko disiapkan dengan memperlakukan akuades dengan prosedur yang sama seperti pada perlakuan sampel air.

2) Pembuatan larutan standar

Larutan standar dibuat sebagai indikator untuk mengetahui kandungan logam berat yang ada pada sampel yang sedang dianalisis.

3) Pemeriksaan AAS

Analisis kandungan logam berat Zn pada cacing *Diopatra claparedii*, sedimen, dan air menggunakan alat AAS dengan kepekaan 0,003.

e. Pengukuran parameter pendukung

1) Suhu air

Pengukuran suhu air di lingkungan dengan menggunakan termometer air raksa. Termometer diikat dan dicelupkan ke dalam

perairan selama beberapa menit hingga mencapai suhu yang stabil, kemudian hasilnya dicatat sebagai data.

2) pH air

Pengukuran pH air dilakukan dengan mencelupkan probe pH meter ke perairan selama beberapa menit hingga sekala menunjukkan angka yang stabil, kemudian hasil yang didapat dicatat sebagai data.

3) Salinitas air

Pengukuran salinitas dilakukan menggunakan *hand-refraktometer* dengan ketelitian $1^{\circ}/00$. Air diambil menggunakan tangan lalu diteteskan ke refraktometer dan dilihat dengan cara horizontal untuk menentukan batas refraksi, lalu hasilnya dicatat sebagai data.

4) Oksigen terlarut

Oksigen terlarut diukur menggunakan DO meter. Batang probe DO meter dicelupkan ke dalam perairan hingga benar-benar terendam air. Tunggu angka indikator pengukuran tidak bergerak sampai menunjukkan oksigen terlarut dalam monitor DO meter.

3. Analisis Data

a. Perhitungan kandungan Zn

Kandungan logam cacing *Diopatra claparedii*, sedimen, dan air Sungai Donan dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$K = \frac{V \times Y}{G}$$

Keterangan :

K = konsentrasi yang sebenarnya (ppm)

V = volume penetapan (mL)

Y = konsentrasi yang dihitung dari larutan standar ($\mu\text{g}/\text{L}$)

G = berat contoh (g)

b. Perhitungan Faktor biokonsentrasi

Faktor biokonsentrasi menggambarkan kemampuan organisme dalam mengakumulasi polutan dalam tubuh yang diporses dengan perbandingan antara konsentrasi polutan dalam tubuh organisme (C_t), dan konsentrasi polutan pada lingkungan tempat organisme tersebut terpapar (C_w). Faktor konsentrasi dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$BCF = \frac{Ct}{Cw}$$

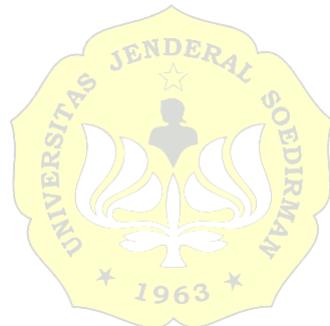
Keterangan :

BCF = faktor konsentrasi (*Bioconcentration factor/ BCF*)

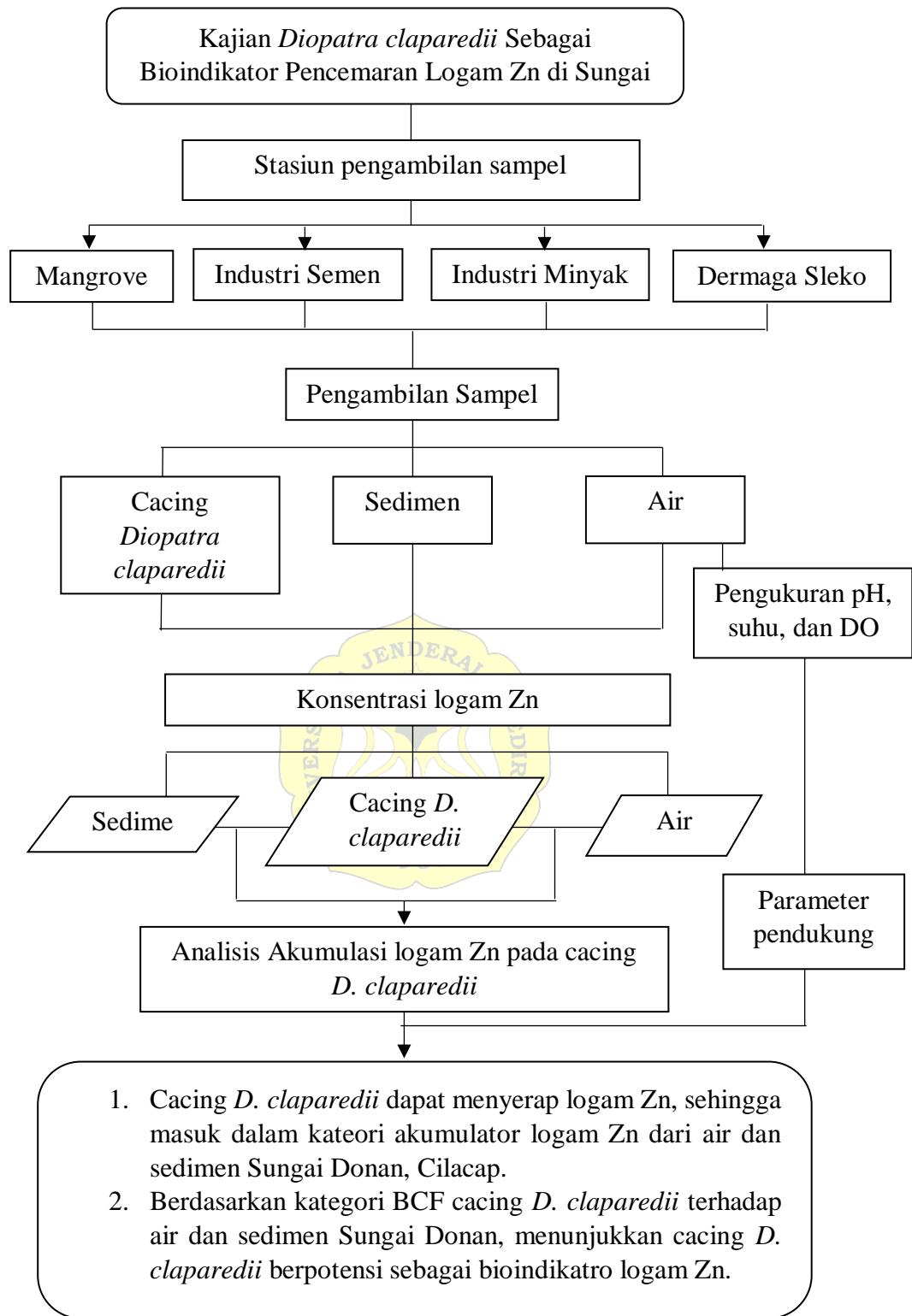
Ct = konsentrasi polutan dalam tubuh organisme (mg/kg)

Cw = konsentrasi polutan pada air (mg/L).

Hasil pengukuran logam Zn pada cacing *Diopatra claparedii*, air, dan sedimen dibandingkan dan dianalisis secara deskriptif. *Bioconcentration factor* (BCF) dihitung lalu dianalisis secara deskriptif dan dibandingkan dengan kategori BCF yang dibagi menjadi 3, yaitu : Excluder dengan nilai BCF < 1, Indikator dengan nilai BCF = 1, dan Akumulator dengan nilai BCF > 1.



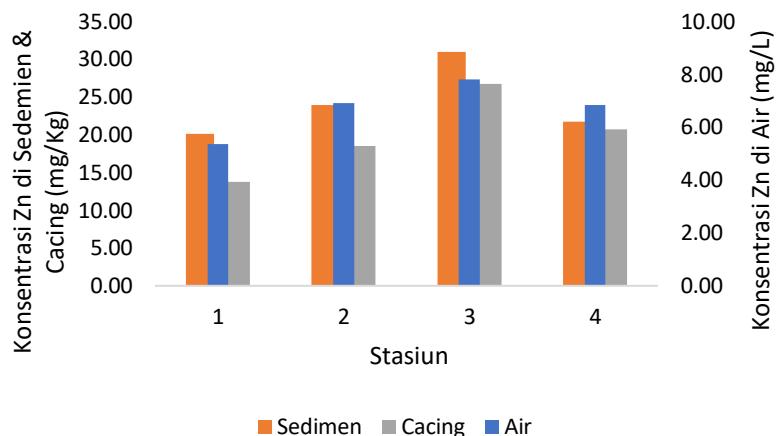
C. Alur Penelitian



Gambar 3.2. Bagan alur penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran konsentrasi logam Zn dalam air, sedimen, dan cacing *D. claparedii* tertinggi pada stasiun 3 dan konsentrasi terendah pada stasiun 1. (Gambar 4.1). Konsentrasi Zn meningkat pada stasiun 2 dan 3, karena area tersebut berada dekat dengan sumber pencemar industri semen dan industri minyak(Tabel 3.1).



Gambar 4.1. Rata-rata konsentrasi logam Zn di Sungai Donan, Cilacap.

Hal tersebut mendukung penelitian Heriyanto & Subiandono (2011) yang menyatakan bahwa akumulasi cemaran logam berat ditentukan oleh jarak sumber cemaran. Perairan dengan jarak 0-500 m dari sumber cemaran memiliki konsentrasi logam berat lebih tinggi dibanding dengan perairan dengan jarak >1000 m. Stasiun 2 merupakan area yang dekat dengan industri pengolahan semen yang menggunakan *lag tembaga* yang mengandung Zn sebagai bahan tambahan (Tabel 3.1). Pada stasiun 3 terdapat industri pengolahan minyak bumi yang menghasilkan logam dari proses *katalis cracking* untuk memecah hidrokarbon pada minyak bumi (Tabel 3.1). Selain karena dekat dengan sumber cemaran, peningkatan konsentrasi Zn pada stasiun 2 dan 3 kemungkinan disebabkan oleh akumulasi logam Zn yang terbawa arus air dari hulu ke hilir. Logam Zn adalah logam yang memiliki sifat akumulatif di lingkungan (Maddusa., 2017). Hal tersebut seperti yang dikemukakan Patty et al. (2018) konsentrasi cemaran logam berat di hilir sungai akan lebih besar karena adanya akumulasi logam berat dari bagian hulu sungai.

Stasiun 4 mengalami penuruan konsentrasi logam Zn dari stasiun sebelumnya. Stasiun 4 sendiri terletak di Dermaga Sleko (Tabel 3.1) yang menjadi muara Sungai Donan menuju ke laut (Gambar 3.1). Penurunan konsentrasi logam Zn pada stasiun 4 kemungkinan disebabkan adanya pengenceran logam berat dalam air yang disebabkan

arus pasang surut air laut. Fakaubun el al. (2020) menyatakan bahwa rendahnya konsentrasi logam berat pada muara dipengaruhi oleh pergerakan arus di wilayah muara yang mengakibatkan pengenceran yang terus menerus, sehingga mengakibatkan penurunan konsentrasi logam.

Hasil analisis logam Zn pada air Sungai Donan menunjukkan konsentrasi logam Zn tertinggi 7,81 mg/L (Gambar 4.1). Konsentrasi Zn dalam air pada penelitian ini lebih tinggi dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Muhtaroh et al. (2024) di perairan Pantai Mangunharjo Semarang, yang memiliki nilai konsentrasi Zn tertinggi 0,096 mg/L. Konsentrasi Zn yang tinggi dapat terjadi karena kegiatan masyarakat dan adanya aktivitas industri di bantaran sungai. Seperti yang dikemukakan oleh Supriyantini et al. (2016) bahwa aktivitas manusia berperan besar dalam menyumbang sumber logam ke dalam lingkungan perairan dibanding proses alamiah lingkungan. Konsentrasi logam berat diperairan sangat dipengaruhi oleh arus air dan besaran limbah yang masuk ke perairan (Paundanaan et al., 2023). Berdasarkan hasil pengukuran konsentrasi Zn tersebut, maka air di Sungai Donan Cilacap sudah melebihi ambang batas baku mutu logam Zn untuk air Sungai yang ditentukan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 yakni sebesar 0,05 mg/L.

Hasil analisis konsentrasi logam Zn pada sedimen Sungai Donan menunjukkan konsentrasi tertinggi 30,98 mg/Kg (Gambar 4.1). Konsentrasi Zn sedimen yang diperoleh pada penelitian lebih rendah dibanding dengan penelitian yang dilakukan oleh Muhtaroh et al. (2024) di Pantai Mangunharjo Semarang yang memiliki nilai konsentrasi tertinggi 27,26 mg/Kg. Menurut Harikumar & Jisha (2010), konsentrasi logam Zn normal di alam ketika memiliki konsentrasi kurang dari 70 mg/Kg. Baku mutu logam Zn dalam sedimen menurut NOAA (1999) adalah sebesar 150 mg/Kg. Canadian Council of Ministers for the Environment (CCME, 2002) menyatakan bahwa konsentrasi logam berat Zn yang diizinkan dalam sedimen sebesar 123 mg/Kg. Oleh sebab itu, konsentrasi logam berat yang ada dalam sedimen Sungai Donan dikategorikan masih rendah karena masih dibawah baku mutu.

Kandungan logam Zn di Sungai Donan menunjukkan bahwa konsentrasi Zn pada sedimen lebih tinggi dibanding konsentrasi Zn pada air. Hal tersebut diduga karena logam Zn merupakan logam yang memiliki kelarutan yang rendah. Logam Zn dapat mengikat material organik yang mengendap di dasar perairan sehingga menyatu dan terakumulasi di sedimen. Sesuai dengan pernyataan Muhtaroh et al. (2024), bahwa logam Zn memiliki sifat mudah mengikat bahan organik lalu mengendap dan bersatu

dengan sedimen. Najamuddin et al. (2016) menyatakan bahwa kelarutan unsur Zn relatif rendah dalam air. Logam berat yang susah terlarut lama-kelamaan akan turun ke dasar perairan, mengendap, dan terakumulasi dalam sedimen (Triantoro & Yuliana, 2017).

Logam berat yang terkandung dalam sedimen nantinya dapat terakumulasi dalam tubuh organisme perairan yang hidup dan mencari makan di dasar perairan. Konsentrasi logam berat Zn tertinggi dalam cacing *D. claparedii* Sungai Donan sebesar 26,72 mg/Kg (Gambar 4.1). Konsentrasi logam Zn pada cacing *D. claparedii* yang tinggi diduga disebabkan karena konsentrasi Zn pada sedimen yang tinggi. Akumulasi logam Zn pada cacing *D. claparedii* dapat disebabkan karena sifat cacing yang hidup menetap di dasar perairan dan memakan berbagai endapan residu hewan dan tumbuhan yang telah mati. Konsentrasi Zn pada *D. claparedii* lebih tinggi jika dibandingkan dengan konsentrasi Zn pada *Perna viridis* pada penelitian yang dilakukan oleh Muhtaroh et al. (2024) yang memiliki konsentrasi Zn tertinggi sebesar 12,20 mg/Kg. Menurut Herbila et al. (2022) tinggi rendahnya konsentrasi logam Zn yang terakumulasi pada organisme dipengaruhi oleh jumlah logam yang ada di lingkungan perairan.

Logam Zn masuk kedalam tubuh Cacing *D. claparedii* melalui tiga mekanisme: (1) permukaan organisme, (2) respirasi, dan (3) sumber makanan yang mengandung logam berat (Suprapti, 2008). Logam Zn masuk melalui kulit dengan cara difusi melalui membran sel kulit, semakin tinggi konsentrasi logam di lingkungan maka semakin tinggi kontaminasi masuk melalui kulit. Pada proses respirasi, ketika air terkontaminasi Zn masuk kedalam organ pernafasan, Zn akan ikut masuk kedalam peredaran darah saat oksigen dialirkan ke seluruh tubuh. Makanan mengandung logam yang masuk kedalam organ pencernaan akan terserap kedalam aliran darah dan disalurkan keseluruh tubuh.

Akumulasi logam Zn pada tubuh cacing *D. claparedii* diketahui dengan menghitung BCF (*bioconcentration factor*) dengan membandingkan akumulasi logam Zn pada cacing dengan konsentrasi Zn pada lingkungan. Hasil perhitungan BCF disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Faktor biokonsentrasi logam Zn

Stasiun	Nilai BCF (o-w)	Nilai BCF (o-s)
1	2,56	0,68
2	2,67	0,77
3	3,42	0,86
4	3,03	0,95
Rata-rata	2,92 \pm 0,388	0,82 \pm 0,116
Kategori organisme	Akumulator	Excluder

Keterangan : (o-w) = faktor biokonsentrasi *D. claparedii* dengan air, o-s = faktor biokonsentrasi *D. claparedii* dengan sedimen.

Nilai BCF logam Zn cacing *D. claparedii* terhadap air (o-w) pada stasiun 1 sampai stasiun 4 berturut-uturut sebesar 2,56; 2,67; 3,42; dan 3,03 dengan rata-rata 2,92. Nilai tersebut lebih rendah dibanding dengan penelitian yang dilakukan oleh Cahyani et al. (2016) dengan BCF (o-w) Cd pada Ikan Rejung (*Sillago sihama*) tertinggi sebesar 26,291. Perbedaan nilai BCF tersebut kemungkinan dipengaruhi oleh perbedaan ukuran organisme perairan yang diteliti. Zhao et al. (2012) mengatakan bahwa penyerapan logam oleh organisme dipengaruhi oleh ukuran, jenis kelamin, usia, siklus reproduksi, pola makan, dan letak geografis. Penelitian oleh Farkas et al. (2003) menemukan bahwa konsentrasi logam meningkat selaras dengan meningkatnya umur dan ukuran ikan *Abramis brama*.

Nilai BCF cacing *D. claparedii* terhadap sedimen pada stasiun 1 (o-s) sampai stasiun 4 berturut-turut sebesar 0,68; 0,77; 0,86 dan 0,95 dengan rata-rata 0,82. Nilai tersebut lebih tinggi dibanding dengan BCF (o-s) Cd pada Ikan Rejung (*Sillago sihama*) yang dilakukan oleh Cahyani et al. (2016), yang memiliki nilai tertinggi 0,028. Nilai BCF pada cacing lebih tinggi kemungkinan disebabkan karena cacing *D. claparedii* merupakan organisme *filter feeder*. Menurut Suryaningsih et al. (2020) organisme yang memiliki sifat *filter feeder* dapat mengakumulasi logam lebih tinggi dari pada organisme lain.

Nilai BCF pada air mengalami sedikit penurunan pada stasiun 4. Hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh struktur sedimen yang berbeda, sehingga mempengaruhi kelangsungan hidup cacing *D. claparedii*. Pada stasiun 4 sendiri merupakan daerah muara yang langsung terhubung dengan laut, sehingga ada kemungkinan masuknya komponen pasir kedalam sungai. Penelitian yang dilakukan oleh Pawitra et al. (2022) pada muara Sungai Loji, Pekalongan menunjukkan semakin dekat alirang sungai dengan bibir pantai sedimen akan semakin berpasir, sedangkan

semakin jauh sedimen dari bibir pantai struktur sedimen semakin halus dan didominasi oleh lumpur. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Sahidin & Wardianto. (2016) yang dilakukan di Pesisir Tangerang menunjukkan bahwa polychaeta cenderung hidup dan berkembang dengan baik pada substrat berlumpur yang memiliki kandungan bahan organik yang lebih tinggi dari substrat berpasir. Selain itu, substrat berlumpur juga mendukung kebiasaan Polychaeta yang memiliki kebiasaan menggali untuk memakan deposit yang ada pada sedimen.

Menurut Susana & Suswati (2013) dari nilai BCF cacing *D. claparedii* terhadap air memiliki rata-rata 2,92 menunjukkan cacing *D. claparedii* dapat mengakumulasi logam Zn dari air, sehingga dikategorikan sebagai organisme akumulator logam Zn dari air., sedangkan terhadap sedimen, *D. claparedii* termasuk dalam kategori excluder, karena memiliki nilai rata-rata BCF kurang dari 1, yaitu 0,82 mg/Kg. Hal tersebut menunjukkan bahwa cacing *D. claparedii* lebih banyak terpapar logam Zn dari badan air daripada dari sedimen Sungai Donan. Seperti yang dikemukakan oleh Sari et al. (2017) nilai BCF (o-w) lebih tinggi dari nilai BCF (o-s) menunjukkan bahwa biota air lebih banyak terpapar logam dari badan air daripada dari sedimen. Cacing *D. claparedii* lebih banyak mengakumulasi logam Zn dari badan air kemungkinan karena memiliki sifat *filter feeder*. Organisme filter feeder mendapatkan makanan dengan cara memompa dan menyaring air melalui ronggarongga mantel yang memungkinkan partikel logam ikut masuk (Hutami et al., 2015). Suryaningsing et al. (2020) mengatakan bahwa organisme filter feeder dapat mengakumulasi logam lebih tinggi mengakumulasi logam pada medium air.

Hasil pengukuran parameter pendukung meliputi Suhu di Sungai Donan berkisar 29,23°C – 29,97°C; pH berkisar 7,62-7,77; dan DO berkisar 5,69-8,08 mg/L. Parameter suhu, pH, dan DO masih memenuhi baku mutu air sungai menurut PP 22 tahun 2021 lampiran VI. Salinitas Sungai Donan memiliki nilai berkisar 22,97-26,13 ppt. Hasil pengukuran salinitas tersebut sedikit lebih rendah dari penelitian sebelumnya oleh Wiyarsih et al. (2019) dengan nilai salinitas paling tinggi sebesar 27 ppt. (Tabel 4.2).

Parameter				
Stasiun	Suhu (°C)	pH	Salinitas (ppt)	DO(mg/L)
1	29,23 \pm 0,97	7,62 \pm 0,18	22,97 \pm 2,001	5,69 \pm 0,508
2	29,97 \pm 0,58	7,75 \pm 0,105	24,70 \pm 7,856	8,08 \pm 2,144
3	29,63 \pm 1,35	7,69 \pm 0,047	25,20 \pm 4,453	7,94 \pm 1,842
4	29,37 \pm 0,55	7,77 \pm 0,107	26,13 \pm 7,727	8,02 \pm 1,647
Rata-rata	29,53 \pm 0,346	7,71 \pm 0,067	24,75 \pm 1,329	7,43 \pm 1,162
Baku mutu*	22°C-28°C	6-9	-	3

*Kriteria baku mutu berdasarkan PP No. 22 tahun 2021 lampiran IV kelas 3.

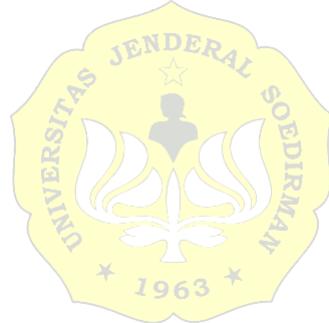
Hasil pengukuran suhu di Sungai Donan Cilacap menunjukkan rata-rata seluruh stasiun sebesar 29,53°C. Suhu air sungai sangat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup biota yang ada didalamnya. Setiap organisme memiliki suhu optimal yang berbeda-beda untuk mendukung kelangsungan hidupnya. Suhu air Sungai Donan yang telah diukur pada penelitian ini dapat menunjang kehidupan Cacing *D. claparedii* dengan baik. Seperti yang pernyataan Wibowo *et al.* (2022), bahwa Cacing *D. claparedii* dapat hidup dengan optimal pada suhu diatas 24°C.

Hasil pengukuran derajat keasaman (pH) Sungai Donan menunjukkan nilai ratarata 7,71. Nilai pH pada suatu perairan sangat mempengaruhi kehidupan biota air. Konsentrasi pH yang terlalu tinggi atau terlalu rendah akan menghambat kehidupan biota perairan. Secara umum, nilai pH Sungai Donan berada dalam kisaran yang normal. Seperti yang dikemukakan oleh Yolanda (2023) bahwa pH air yang normal berkisar antara 6 hingga 8. Sebagian besar organisme perairan hidup optimal pada perairan dengan nilai pH 7-8,5 (Amri *et al.*, 2018). Berdasarkan nilai pH yang diperoleh, Sungai Donan dapat mendukung kehidupan Cacing *D. claparedii*. Untuk mendukung keberlangsungan hidup Cacing *D. claparedii* diperlukan nilai pH antara 7,5 hingga 7,8 (Wibowo *et al.*, 2022), yang mana kisaran pH tersebut juga mendukung kemampuan *D. claparedii* untuk beregenerasi.

Salinitas Sungai Donan memiliki nilai rata-rata 24,75 ppt. Salinitas terendah pada stasiun 1 (Tabel 4.2) dan yang tertinggi pada stasiun 4 (Tabel 4.2). Peningkatan salinitas tersebut kemungkinan disebabkan karena stasiun 1 yang terletak paling jauh dengan muara sedangkan stasiun 4 terletak dekat dengan muara (Gambar 3.1). Pada daerah muara, jumlah air laut yang masuk lebih besar dari wilayah diatasnya. Seperti yang dikemukakan oleh Haidar *et al.* (2021) bahwa semakin jauh jarak dari muara, maka nilai salinitas akan semakin kecil.

Salinitas pada Sungai Donan dapat mendukung untuk kehidupan cacing *D. claparedii*. Pada penelitian yang dilakukan oleh Wibowo *et al.* (2022) diketahui bahwa cacing *D. claparedii* mendiami perairan dengan salinitas 25-32 ppt. Spesies tersebut memiliki rentang toleransi terhadap salinitas antara 15-40 ppt (Hakkim 1975). Freitas *et al.* (2015) menyatakan bahwa *D. claparedii* dapat hidup dengan optimal dan dapat melakukan regenerasi dengan cepat pada salinitas 28-35 ppt.

Pengukuran konsentrasi oksigen terlarut (DO) yang telah dilakukan memiliki rata-rata dari ke 4 stasiun sebesar 7,43 mg/L. Nilai konsentrasi DO tersebut masih diatas baku mutu air sungai sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Menurut Bai'un *et al.* (2021) konsentrasi oksigen terlarut (DO) yang dianggap normal adalah di atas 5 mg/L. Semakin tinggi DO, akan lebih mendukung keberlangsungan hidup biota perairan. Nilai pengukuran DO Sungai Donan sesuai untuk mendukung kehidupan Cacing *D. claparedii*. Pada penelitian yang dilakukan oleh Wibowo *et al.* (2022) cacing *D. claparedii* ditemukan dalam konsentrasi DO berkisar antara 6,40-8,80 mg/l.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

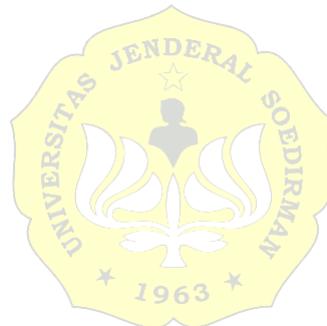
A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan , dapat disimpulkan bahwa :

1. Cacing *D. claparedii* dapat menyerap logam Zn, sehingga masuk kategori akumulator logam Zn dari air dan kategori excluder logam Zn dari sedimen Sungai Donan, Cilacap.
2. Nilai BCF cacing *D. claparedii* terhadap air dan sedimen Sungai Donan, menunjukkan cacing *D. claparedii* berpotensi sebagai bioindikator logam Zn.

B. Saran

Hasil penelitian ini adalah cacing *D. claparedii* dapat dijadikan sebagai bioindikator pencemaran logam Zn Sungai Donan, Kabupaten Cilacap.



DAFTAR PUSTAKA

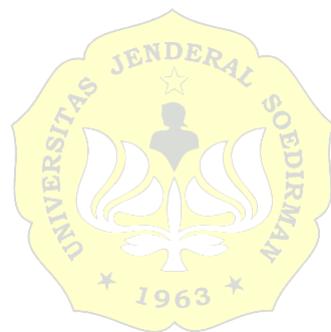
- Ali, H. dan Khan, E. (2018) Bioakumulasi Logam Berat dan Metaloid Berbahaya Non-Esensial pada Ikan Air Tawar. Risiko terhadap Kesehatan Manusia. *Environmental Chemistry Letters*, 16(3), 903-917.
- Amri, K., Muchlizar, Ma'mun, A., 2018. Variasi Bulanan Salinitas, pH, dan Oksigen Terlarut di Perairan Estuari Bengkalis. *Majalah Ilmiah Globē*, 20(2), pp. 57-66.
- Bai'un, N. H., Indah R., Yeni M., & Sheila Z. Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Indikator Kondisi Perairan di Ekosistem Mangrove Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 5(2), pp. 227-238.
- Budianto, A., Hariprajitno, Danawati., Budhikarjono, Kusno., 2014. Biofuel Production from Candlenut Oil Using Catalytic Cracking Process with Zn/HZSM-5 Catalyst. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*, 9(11), pp. 2121-2124.
- Cahyani, N., Batu, D. T. F. L., & Sulistiono., 2016. Kandungan Logam Berat Pb, Hg, Cd, dan Cu pada Daging Ikan Rejung (*Sillago Sihama*) di Estuari Sungai Donan, Cilacap, Jawa Tengah. . *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 19(3), pp. 267-276.
- Chowdhury, S., Dubey, V.K., Choudhury, S., Das, A., Jeengar, D., Sujatha, B., Kumar, A., Kumar, N., Semwal, A., Kumar, V., 2023. Insects as Bioindicator: A Hidden Gem for Environmental Monitoring. *Front Environ Sci.* 1(1), pp. 1-16.
- Edward, 2019. Accumulation Of Heavy Metals Pb, Cd, Ni and Zn On Fish Meat In Kao, Halmahera. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Terapan*, 2(2), pp. 59-71.
- Fakaubun, F. R., Male, Y. T., & Selanno, D. A. J., 2020. Biokonsentrasi dan Bioakumulasi Mercury (Hg) pada Lamun Enhalus Acoroides di Teluk Kayeli Kabupaten Buru Provinsi Maluku. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 8(2), pp. 159-166.
- Farkas, A., Salanki, J., & Specziar, A., 2003. Age- and Size-Specific Patterns of Heavy Metals in the Organs of Freshwater Fish *Abramis brama* L. Populating a Low-Contaminated Site. *Water research*, 37, pp. 959-964.
- Freitas, R., D. Coelho, A. Pires, A.M.V.M. Soares, E. Figueira, B. Nunes. 2015. Preliminary Evaluation of *Diopatra neapolitana* Regenerative Capacity as a Biomarker for Paracetamol Exposure. *Environmental Science and Pollution Research*, 22 (17): 13382– 13392.
- Forbes, V. E. dan Forbes., T. L., 1994. *Ecotoxicology in theory and practice*. New York: Chapman and Hall.
- Hadiyanto., 2010. Biologi, Ekologi dan Peranan Suku *Capitellidae* Grube 1862 (Annelida: Polychaeta). *Oseana*, 35(3), pp. 29-38.
- Haidar, A. Z., Handoyo, G., & Indrayanti, E., Sebaran Salinitas Secara Horisontal di Muara Sungai Bondet, Cirebon, Jawa Barat. *Journal of Marine Research*, 10(2), pp. 275-280.

- Hakkim, V.M., 1975. Salinity Tolerance of *Diopatra neapolitana* Dille Chiaje: *Annelida-Polychaeta*. *Indian Journal Marine Science*, 4(1):99-101.
- Hanum, R, G., Wahyudi, D, A., & Pramushinta, I, A, K., 2021. Uji Kadar Timbal (Pb) dan Seng (Zn) pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) di Pasar Kalanganyar Sidoarjo dengan Metode Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). *Journal of Medical Laboratory Science Technology*, 4(2), pp. 65-71.
- Harikumar, P. S., & Jisha, T. S., 2010. Distribution Pattern of Trace Metal Pollutants in the Sediments of an Urban Wetland in the Southwest Coast of India. *International Journal of Environmental Protection*, 41(1), 1-10.
- Hellen, A., Kisworo., &, Rahardjo, D., 2020. Komunitas Makroinvertebrata Bentik Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Code. *Jurnal UIN Alaudin*, 5(1), pp.294-303.
- Herbila, S., Syam, N., Batara, A.S., 2022. Analisis Konsentrasi Logam Berat Seng (Zn) pada Air, Sedimen, dan Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*). *Window of Public Health Journal*, 3(6), pp. 1044-1053.
- Heriyanto, N.M., Subiandono, E. (2011). Penyerapan Polutan Logam Berat (Hg, Pb dan Cu) oleh Jenis-jenis Mangrove. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 8(2), pp. 177-188.
- Husamah., Rahardjanto, A., 2019. *Bioindikator (Teori dan Aplikasi Dalam Biomonitoring)*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Hutami, F. E., Supriharyono., & Haerudin., 2015. Laju Filtrasi Kerang Hijau (*Perna viridis*) Terhadap Skeletonema Costatum Pada Berbagai Tingkat Salinitas. *Diponegoro Journal Of Maquares*, 4(1), pp. 125-130.
- Irawati, Y., Lumbanbatu, D.T.F., Sulistiono, S., 2018. Logam Berat Kerang Totok (*Geloina erosa*) di Timur Segara Anakan dan Barat Sungai Donan, Cilacap. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(2), pp. 232-242.
- Kholidah, N., Andriani, R., 2022. Kelimpahan Makrozoobentos Di Kawasan Pesisir Pantai Paciran Kabupaten Lamongan. *Biology Natural Resource Journal*, 1(1), pp. 24-28.
- Kusumaningtyas, M., Bramawanto, R., Daulat, A., Pranowo, W., 2014. Kualitas Perairan Natuna Pada Musim Transisi. *Depik*, 3(1), pp.10–20.
- Maddusa, S., Paputungan, M.G., Syarifuddin, A.R., Maambuat, J., Bagian, G.A., 2017. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), MerkuriI (Hg), Zink (Zn) dan Arsen (As) Pada Ikan Air Sungai Tandano, Sulawesi Utara. *Public Health Science Journal*, 9(2), pp. 153-159.
- Maslukan, L., 2013. Hubungan antara Konsentrasi Logam Berat Pb, Cd, Cu, Zn dengan Bahan Organik dan Ukuran Butir dalam Sedimen di Estuari Banjir Kanal Barat, Semarang. *Buletin Oseanografi Marina*, Vol 2, pp. 55 – 62.
- Muhtaroh, N., Hidayat, J. W., & Muhammad, F., 2024. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Seng (Zn) pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Pantai

- Kelurahan Mangunharjo Kota Semarang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(3), pp. 600-608.
- Mukti, G., Prayogo, T.B., Haribowo, R., 2021. Studi Penentuan Status Mutu Air dengan Menggunakan Metode Indeks Pencemaran dan Metode Water Quality Index (WQI) di Sungai Donan Cilacap, Jawa Tengah. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 1(1), pp. 238–251.
- Najamuddin., Prartono, T., Sanusi, H. S., & Nurjaya, I. W., 2016. Distribusi dan Perilaku Pb dan Zn Terlarut dan Partikulat di Perairan Estuaria Jeneberang, Makassar. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 8(1), pp. 11-28.
- Novi, C., Sartika, Shobah, A.N., 2019. Fitoremediasi Logam Seng (Zn) Menggunakan *Hydrilla* sp. Pada Limbah Industri Kertas. *Jurnal Kimia Valensi* 5(1), pp. 108–114.
- Pawitra, M. D., Indrayanti, E., Yusuf, M., & Zainuri, M., 2022. Sebaran Sedimen Dasar Perairan dan Pola Arus Laut di Muara Sungai Loji, Pekalongan. *Indonesia Journal of Oceanography*, 4(3), pp. 22-32.
- Pires, A., Figueira, E., Moreira, A., Soares, A, M, V, M., & Freitas, R., 2015. The Effects of Water Acidification, Temperature and Salinity on the Regenerative Capacity of the Polychaete *Diopatra neapolitana*. *Marine Environmental Research* (106), pp. 30-41.
- Paundanan, M., Ikbal., Fachruddin., Khaery, A., 2023. Studi Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) Berdasarkan Nilai Ambang Batas (NAB) di Sungai Motui Kabupaten Konawe Utara. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 14(1), pp. 1-7.
- Parmar, T.K., Rawtani, D., Agrawal, Y.K., 2016. Bioindicators: the Natural Indicator of Environmental Pollution. *Front Life Science*, 9(2), pp. 110–118.
- Patty, J.O., Siahaan, R., Pience, & Maabuat, V. 2018. Kehadiran Logam-logam Berat (Pb, Cd, Cu, Zn) pada Air dan Sedimen Sungai Lowatag, Minahasa Tenggara-Sulawesi Utara. *Jurnal Bioslogos*, 8(1), pp. 15-20.
- Prasetyo, R.M., Mayangsari, N. E., & Ashari, M.L., 2022. Studi Kuat Tekan Pemanfaatan Copper Slag Sebagai Substitusi Pasir untuk Batako Pejal. *Conference Proceeding on Waste Treatment Technology*, 5(1), pp. 73-77.
- Purwati, I., Rachmawati, F.N., Wibowo, S., Artikel, R.J., 2020. Aspek-aspek Reproduksi Cacing *Diopatra neapolitana* Di Cilacap. *Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 2(3), pp. 440–448.
- Sahidin, A., & Wardiatno, Y., Distribusi Spasial *Polychaeta* di Perairan Pesisir Tangerang, Provinsi Banten. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 6(2), pp. 83-94.
- Sari, Y.P.P.R., Rumhayati, B., & Srihardyastutie, A., 2017. Bioakumulasi Logam Berat Pb, Cd Dan Zn pada Bentos di Muara Sungai Porong Sidoarjo. *Natural B*, 4(1), pp. 1-10.

- Sawestri, S., 2012. Kandungan Logam Berat Pada Polychaeta *Namalycastis* sp. Dari Muara Sungai Terpolusi dan Tidak Terpolusi. *Ecolab*, 6(2), pp. 61-104.
- Silalahi, F.R., Zainuri, M., Wulandari, S.Y., 2023. Studi Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Seng (Zn) di Perairan Muara Sungai Cisadane Kabupaten Tangerang. *Indonesian Journal of Oceanography*, 5(1), pp. 1-6.
- Suprapti, N. H., 2008. Kandungan Chromium pada Perairan, Sedimen dan Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Wilayah Pantai Sekitar Muara Sungai Sayung, Desa Morosari Kabupaten Demak, Jawa Tengah. *BIOMA*, 10(2), pp. 53-56.
- Supriyantini, E., Sedjati, S., Nurfadhl, Z., 2016. Akumulasi Logam Berat Zn (seng) pada Lamun *Enhalus acoroides* dan *Thalassia hemprichii*. *Buletin Oseanografi Marina*, 5(1), pp. 14–20.
- Suryaningsih, W. K., Dirgayusa, I. G. N. P., & Putra, I. N. G., 2020. Struktur Komunitas dan Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Teripang di Pantai Tanjung Benoa, Badung, Bali. *Journal Of Marine Research And Technology*, 3(2), pp. 108-115.
- Susana, R., & Suswati, D., 2013. Bioakumulasi dan Distrtsusi Cd Pada Akar dan Pucuk 3 Jenis Tanaman Famili *Brassicacraffi*: Implementasinya Untuk Fttoremediasi. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 20(2), pp. 221-228.
- Tjokrokusumo, S.W., 2006. Bentik Makroinvertebrata Sebagai Bioindikator Polusi lahan Perairan. *JurnalHidrosfir*, 1(1), pp. 8-20.
- Triantoro, R. G. N., & Yuliana, S., 2017. Jenis Vegetasi pada Pasir Peneluran dan Pengaruhnya Terhadap Keberadaan Sarang Kura-kura Moncong Babi di Kaimana, Papua. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, 3(3), pp. 287-293.
- Wibowo, E.S., Puspitasari, I.A.R., Atang, A., Pamungkas, J., 2022. Biological Aspects of Diopatra sp. (*Onuphidae, Polychaeta*) Collected From Mangrove Habitats of Jeruklegi, Cilacap Regency. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pesisir dan Perikanan* 11(3), pp. 299–305.
- Widianwari, P., & Widianingsih, 2011. Komunitas Cacing Laut Dalam (*Polychaeta*) di. *Ilmu Kelautan*, 16(4), pp. 219–228.
- Wiyarsih, B., Endrawati, H., & Sedjati, S., 2019. Komposisi dan Kelimpahan Fitoplankton di Laguna Segara Anakan, Cilacap. *Buletin Oseanografi Marina*, 8(1), pp. 1-8.
- Yolanda, Y., 2023. Analisa Pengaruh Suhu, Salinitas dan pH Terhadap Kualitas Air di Muara Perairan Belawan. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 11(2), pp. 329-337.
- Yusron, E., 1985. Beberapa Catatan Mengenai Cacing laut. *Oseana*, 5(4), pp. 122–127.
- Zhao, S., Feng, C., Quan, W., Chen, X., Niu, J., and Shen, Z., 2012. Role of Living Environments in the Accumulation Characteristics of Heavy Metals in Fshes and

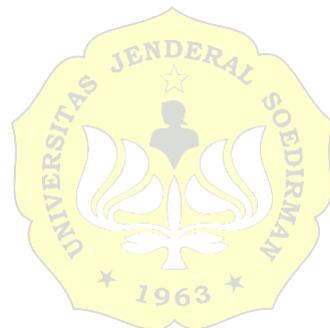
Crabs in the Yangtze River Estuary, China. *Marine Pollution Bulletin*, 64(6), pp. 1163–1171.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Spesifikasi Bahan

No	Nama Bahan	Spesifikasi	Kegunaan
1	Akuades		Media pelarut
2	HCL 20%	Merck	Larutan destruksi
3	HNO ₃	Merck	Larutan destruksi
4	Larutan MIBK		Larutan destruksi



Lampiran 2. Spesifikasi Alat

No	Nama Alat	Merek/tipe	Kegunaan	Tempat
1	AAS	-	Mengetahui keberadaan Zn pada air, sedimen, dancacing <i>D. claparedii</i>	-
2	Kertas aluminium		Wadah setelah ditimbang	
3	Beaker glass	Pyrex, Iwaki	Wadah saat proses destruksi sampel	Laboratorium lingkungan
4	Botol Sampel	Iwaki	Menyimpan sampel saat sampling dilapangan sampai dilakukan pengujian	Laboratorium lingkungan
5	Botol Winkler	Iwaki	Wadah saat mengukur oksigen terlarut	Laboratorium Lingkungan
6	Cawan Porselen		Menghaluskan sampel sedimen	Laboratorium Lingkungan
7	Cool box		Menyimpan sampel	Laboratorium Lingkungan
8	DO meter		Mengukur oksigen terlarut	Laboratorium Lingkungan
9	Erlen meyer	Pyrex, Iwaki	Wadah saat melakukan titrasi oksigen terlarut	Laboratorium Lingkungan
10	Erlen meyer 1000ml	Pyrex, Iwaki	Menghomogenkan sedimen yang akan di destruksi	Laboratorium Lingkungan
11	Furnace	Thermolyne	Mengabukan sampel cacing	Laboratorium Mikrobiologi
12	Gelas ukur 50ml	Pyrex, Iwaki	Pengenceran sampel hasil destruksi	Laboratorium Lingkungan
13	Hotplate	Thermo scientific	Mendestruksi sampel sedimen	Laboratorium Lingkungan
14	Jerigen		Menyimpan sampel air saat sampling sampai dilakukan pengujian	Laboratorium Lingkungan
15	Label		Menandai sampel	
16	Labu takar 50ml	Pyrex, Iwaki	Pengencer Sampel hasil destruksi	Laboratorium Lingkungan
17	Oven	Memmer	Mengeringkan vase air sedimen	Laboratorium Lingkungan
18	Plastik		Menyimpan sampel sedimen dan cacing sebelum perlakuan	
19	pH Meter		Mengukur pH air	
20	Pipet volume 10ml dan 5 ml	Pyrex, Iwaki	Mengambil larutan-larutan destruksi	Laboratorium Lingkungan
21	Refraktometer		Mengukur salinitas air	
22	Stirer		Menghomogenkan sedimen yang akan di destruksi	Laboratorium Lingkungan
23	Termometer air raksa		Mengukur suhu air	Laboratorium Lingkungan
24	Timbangan analitik	Ohaus	Menimbang sampel	Laboratorium Lingkungan
25	Kertas saring	Wathman 42	Menyaring hasil destruksi	

Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian

No.	Dokumentasi	Keterangan
a.		Sampling di Sungai Donan, Kabupaten Cilacap
b.		Tampilan sampel cacing <i>D. claparedii</i> beserta rumahnya
c.		Tampilan sampel cacing <i>D. claparedii</i>
d.		Sampel cacing <i>D. claparedii</i> yang sudah dikeringkan

UCAPAN TERIMAKASIH

