

**KANDUNGAN TIMBAL, BESI, DAN KADMIUM PADA AIR DAN IKAN
NIKE DI PERAIRAN SUNGAI BONE, KOTA GORONTALO
MENGUNAKAN METODE SPEKTROSKOPI**

***HEAVY METAL CONTENT OF LEAD, IRON, AND CADMIUM, IN WATER
AND NIKE FISH IN BONE RIVER WATER, GORONTALO CITY USING
SPECTROSCOPY METHOD***

Yuyan Ali Usman¹, Ishak Isa², Erni Mohamad³

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Gorontalo,
Indonesia

email: yuyanusman569@gmail.com

Abstrak

Sungai Bone salah satu sungai di Gorontalo yang menjadi sumber air untuk mencuci, mandi, minum dan sebagai mata pencarian bagi nelayan untuk menangkap ikan yang sering dikonsumsi oleh masyarakat setempat. Namun, masyarakat sering membuang sampah di sungai tersebut, mengakibatkan sampah akan terakumulasi ke dalam badan ikan dan akan berbahaya jika di konsumsi. Kebaruan dalam penelitian yaitu penggunaan metode spektroskopi untuk meneliti kandungan logam berat pada air dan ikan nike. Tujuan penelitian untuk menganalisis kandungan logam berat Timbal (Pb), Besi (Fe), dan Kadmium (Cd) pada air dan ikan nike di perairan Sungai Bone, Kota Gorontalo menggunakan metode Spektroskopi. Pada air menggunakan metode Spektroskopi *Uv-Vis* dan pada Ikan Nike menggunakan metode SSA. Hasil penelitian kandungan logam sampel air yaitu kadar logam Pb titik 1 dan 2 yakni 0,7025 dan 0,7051 ppm, logam Fe titik 1 dan 2 yaitu 0,2789 dan 0,3161 ppm dan logam Cd titik 1 dan titik 2 yaitu 0,2306 dan 0,2543 ppm, sampel ikan nike kadar logam Pb pada hari 1 dan 2 yakni 0,00681 dan 0,00564 ppm, logam Fe pada hari 1 dan 2 yaitu 0,01442 dan 0,03196 ppm dan kadar logam Cd pada hari 1 dan 2 yaitu 0,00826 dan 0,00994 ppm. Kesimpulannya kadar logam Cd dan Pb pada air sudah melebihi ambang batas, kadar logam Fe masih di bawah ambang batas ,dan sampel ikan nike kadar logam Pb, Fe dan Cd masih di bawah kadar ambang batas sesuai SNI yang sudah ditentukan sehingga masih layak untuk dikonsumsi.

Kata Kunci: Ikan nike; Logam berat; Spektroskopi.

Abstract

The Bone River is one of the rivers in Gorontalo that is a source of water for washing, bathing, drinking and as a livelihood for fishermen to catch fish that are often consumed by the local community. However, people often throw garbage in the river, resulting in garbage accumulating in the body of fish and will be dangerous if consumed. A novelty in the research is the use of spectroscopic methods to examine the content of heavy metals in water and nike fish. The purpose of the study was to analyze the content of heavy metals Lead (Pb), Iron (Fe), and Cadmium (Cd) in water and nike fish in the waters of the Bone River, Gorontalo City using the spectroscopic method. In water using the Uv-Vis Spectroscopy method and in Nike fish using the SSA method. The results of the research on the metal content of water samples were Pb metal content points 1 and 2 which were 0.7025 and 0.7051 ppm, Fe metal points 1 and 2 were 0.2789 and 0.3161 ppm and Cd metal points 1 and 2 were 0.2306 and 0.2543 ppm, nike fish samples with Pb metal content on days 1 and 2 were 0.00681 and 0.00564 ppm, Fe metal on days 1 and 2 was 0.01442 and 0.03196 ppm and Cd metal content on days 1 and 2 was 0.00826 and 0.00994 ppm. In conclusion, the metal content of Cd and Pb in the water has exceeded the threshold, the metal content of Fe is still below the threshold, and the metal content of Pb, Fe and Cd is still below the threshold level according to the SNI that has been determined so that it is still suitable for consumption.

Keywords: Nike fish; Heavy metals; Spectroscopy.

1. PENDAHULUAN

Sungai Bone di Provinsi Gorontalo, merupakan salah satu sungai Indonesia yang harus diperhatikan kelestariannya. Sungai ini mengalir dari Kecamatan Pinogu Kabupaten Bone Bolango hingga ke Muara Talumolo Kota Gorontalo. Wilayah sekitar sungai ini merupakan sumber air untuk mencuci dan segala keperluan yang membutuhkan air. Sungai ini menyediakan sebagian besar kebutuhan air bagi penduduk Kota Gorontalo melalui Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) (1). Tidak hanya itu, sungai ini menjadi mata pencarian bagi nelayan untuk menangkap ikan yang sering dikonsumsi oleh masyarakat setempat (2). Namun, masyarakat setempat sering membuang sampah di sungai tersebut. Semakin meningkatnya urbanisasi dan pertumbuhan populasi manusia di sekitar perairan sungai akan menyebabkan peningkatan sampah yang masuk ke dalam ekosistem perairan tersebut (3).

Area sungai biasanya terkontaminasi oleh logam berat yang dihasilkan dari air limbah dari kawasan industri dan rumah-rumah penduduk yang biasanya tidak ditangani terlebih dahulu. Kontaminasi logam berat seperti besi (Fe), mangan (Mn), seng (Zn), kadmium (Cd), kromium (CR), tembaga (Cu), timbal (Pb), nikel (Ni), Merkuri (HG), logam berat tidak penting bagi tubuh atau beracun. Logam berat ini dapat

mempengaruhi kesehatan manusia tergantung di mana logam berat terikat di dalam tubuh. Jika konsentrasi logam ini lebih tinggi dari batas normal, ini akan menjadi ancaman bagi kesehatan manusia apabila masuk dan mencemari sumber makanan manusia (4). Pencemaran air ialah masuknya bahan zat, energi, organisme atau komponen lain di dalam air dan mempengaruhi kualitas air tersebut (5). Pencemaran logam berat disebabkan oleh pembuangan limbah rumah tangga ke sungai yang menjadi salah satu penyebab pencemaran logam berat. Logam berat telah lama dikenal bersifat toksik dan dapat terakumulasi di organ tubuh manusia yang dapat mengakibatkan kematian (6).

Ikan Nike adalah salah satu spesies ikan yang dapat ditemukan di perairan Gorontalo dan diduga sebagai ikan endemik. Masyarakat sering mengatakan bahwa ikan Nike bawalnya dari gumpalan darah yang pecah dan berubah menjadi ikan nike (2). Tetapi menurut Sahami et al (2023) gumpalan merah tersebut sebenarnya bukan darah, melainkan warna alami dari ikan nike itu sendiri. Bagian kepala, insang, hingga perut ikan ini berwarna merah terlihat menggumpal (7). Hal ini disebabkan ikan-ikan ini biasanya bergerombol, sehingga ketika tampak di permukaan, mereka seolah-olah membentuk gumpalan yang mirip dengan darah. Dengan meningkatnya

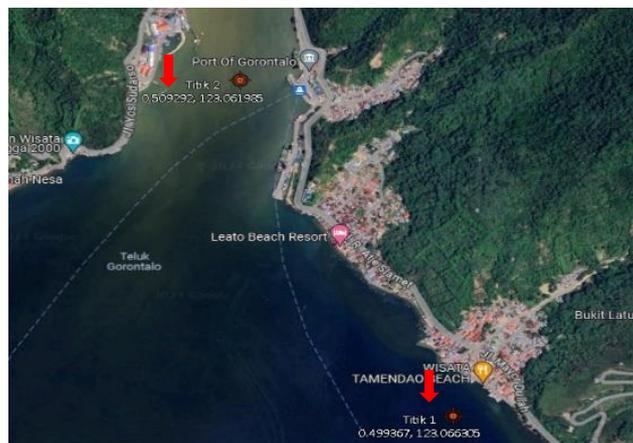
aktivitas manusia dan limbah domestik, kemungkinan terjadinya akumulasi logam berat dalam tubuh ikan Nike. Penumpukan logam berat pada ikan terjadi akibat kontak dengan zat-zat toksik. Lama waktu yang diperlukan bagi ikan untuk terpapar logam berat dapat bervariasi tergantung pada beberapa faktor yaitu jenis logam berat, konsentrasi logam dalam lingkungan dan karakteristik biologi ikan tersebut. Beberapa ikan juga terakumulasi logam berat dalam jangka yang singkat, terutama jika mereka hidup di lingkungan yang terkontaminasi. Proses akumulasi logam berat dalam tubuh ikan terjadi melalui tiga jalur, yaitu melalui makanan, insang, serta air dan permukaan kulit (8).

Ada banyak perspektif mengenai pemilihan logam. Logam Pb dipilih karena lokasi sungai di tepi jalan menunjukkan bahwa logam tersebut dapat masuk ke dalam

air. Logam Kadmium dipilih karena sungai tersebut berada di tengah kota dan sebagian besar air yang masuk ke dalamnya adalah sampah dari rumah tangga dan industri. Di sisi lain, Fe merupakan logam yang biasanya ditemukan di dalam air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar logam Timbal (Pb), Besi (Fe) dan Kadmium (Cd) pada air dan ikan Nike di Sungai Bone dan menganalisis apakah ikan Nike masih layak dikonsumsi oleh masyarakat.

2. METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari – Mei 2024. Lokasi pengambilan sampel yaitu di muara Sungai Bone, Kota Gorontalo. Titik pertama yaitu di TPI (Tempat Pelelangan Ikan) dan titik kedua yaitu disekitaran wisata Tamendao, titik pengambilan sampel ini dipilih karena Ikan Nike hanya muncul di kedua titik tersebut.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel

Untuk analisis kandungan logam berat Timbal (Pb), Besi (Fe) dan Kadmium (Cd) pada air dilakukan di Laboratorium Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Sampel air diambil sebanyak 500 mL di setiap titik pada kedalaman 30 - 35 cm

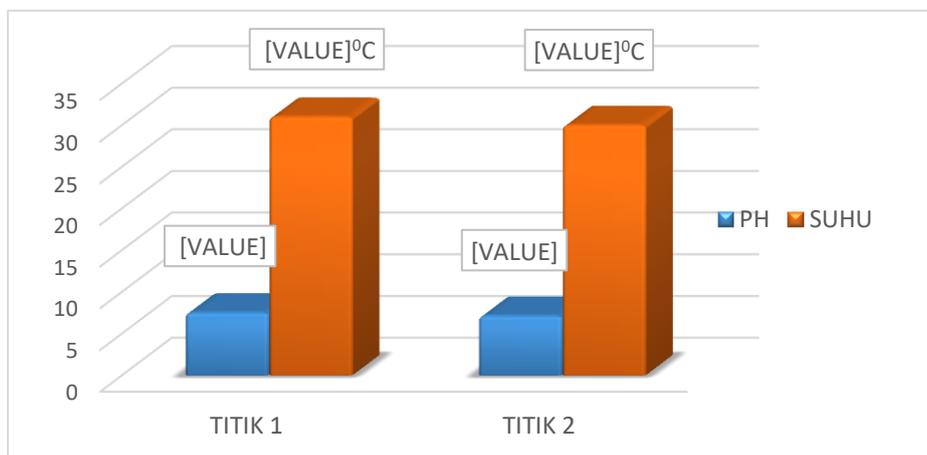
Kemudian pada sampel Ikan Nike menggunakan metode basah atau destruksi dengan menghomogenkan atau menghaluskan ikan nike. Teknik olah data yang akan digunakan dalam analisis ini adalah metode kurva kalibrasi.

Kandungan ini dilakukan dengan analisis pH dan menggunakan pH meter, serta pengukuran suhu dengan menggunakan Termometer dapat dilihat gambar:

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Uji pH dan Suhu



Gambar 2. pH dan Suhu

pH merupakan tingkat derajat keasaman yang berfungsi dalam menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki pada suatu larutan. Berdasarkan hasil uji nilai pH pada titik 1 yaitu 7,5 dan titik 2 yaitu 7,11. Jika dibandingkan dengan baku mutu air berdasarkan PP No. 82, 2001 yakni pada angka antara 6 - 9, maka kondisi kualitas air ditinjau dari parameter pH belum melewati ambang batas yang telah ditentukan. pH pada titik 2 lebih tinggi dikarenakan adanya proses fotosintesis oleh tanaman air seperti fitoplankton. pH air akan meningkat jika CO₂ dalam air berkurang dan pH akan menurun seiring bertambahnya kandungan CO₂. Adanya tempat makan dan permukiman disekitar sungai turut mendukung terjadinya proses fotosintesis oleh fitoplankton (9).

Fitoplankton memerlukan nutrisi dan karbon dioksida (CO₂) untuk menjalankan proses fotosintesis. Sumber

nutrisi yang digunakan dalam proses ini sebagian besar berasal dari sisa makanan, urea, dan tinja. Faktor lainnya diakibatkan masuknya limbah organik dan anorganik dari kegiatan yang disebabkan atau dipengaruhi oleh manusia, baik itu secara langsung maupun secara tidak langsung di sepanjang sungai (10). Nilai pH dapat dipengaruhi oleh pembuangan limbah organik dan anorganik ke dalam sungai. Peningkatan nilai pH pada kedua titik pengamatan menjadi indikasi adanya aktivitas pembuangan limbah yang berasal dari sumber domestik maupun aktivitas pertanian yang masuk ke badan sungai (11).

Nilai suhu pada titik 1 dan titik 2 yaitu 31°C dan 30°C. Kisaran nilai tersebut masih menunjukkan kesesuaian terhadap standar baku mutu air oleh PP No. 82, 2001. Perbedaan nilai suhu dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya yaitu disebabkan oleh adanya proses dekomposisi

materi organik oleh bakteri maupun proses biologi maupun kimiawi. Suhu suatu perairan dapat mempengaruhi kehidupan organisme yang berada di dalamnya termasuk plankton. Suhu suatu perairan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kelarutan oksigen, yang sangat dibutuhkan oleh organisme untuk proses metabolisme mereka. Ketika suhu perairan meningkat, kelarutan oksigen akan berkurang (12). Selain itu, peningkatan suhu

juga memicu peningkatan dekomposisi bahan organik oleh mikroba. Suhu untuk biota laut adalah berkisar antara 25-32°C masih sesuai untuk kehidupan biota laut (ikan dan sebagainya) (13).

Uji Kualitatif Sampel Air

Analisis yang dilakukan terhadap sampel air yakni uji kualitatif, hasil uji dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini :

Tabel 1. Uji Kualitatif Sampel Air

Logam	Reagen	Hasil		Ket	
		Uji	Referensi		
Air	NaOH + H ₂ O ₂ K ₄ [Fe(CN) ₆] NH ₄ OH	Coklat pudar	Coklat	+	
		Kuning	Biru Kehitaman	-	
		Bening	Hijau Pucat	-	
	Cd	NH ₃ NaOH Na ₂ S	Keruh	Putih	+
			Bening	Putih	-
			Kuning pudar	Kuning	+
	Pb	H ₂ SO ₄ NH ₃ NaOH	Keruh	Putih	+
			Keruh	Putih	+
			Bening	Putih	-

Sumber : Data Primer, 2024

Pada tabel 1 di atas dapat dilihat bahwa kandungan logam Timbal (Pb), Besi (Fe) dan Kadmium (Cd) pada sampel air setelah ditambahkan beberapa reagen, larutan mengalami perubahan warna dan ada beberapa tidak mengalami perubahan warna ataupun terdapat endapan pada larutan, yang artinya kandungan logam Timbal (Pb), Besi (Fe) dan Kadmium (Cd) pada air di Sungai Bone positif mengandung logam.

Kurva Kalibrasi

Identifikasi logam Timbal (Pb), Besi (Fe) dan Kadmium (Cd) yang digunakan adalah larutan standar Pb(NO₃)₂, Fe(NO₃)₂ dan Cd(NO₃)₂. Larutan standar ini diukur dengan menggunakan metode Spektrofotometri Uv-Vis, dalam penentuan konsentrasi larutan Pb²⁺, Fe²⁺ dan Cd²⁺ pada sampel air. Hal pertama

yang dilakukan yaitu penentuan panjang gelombang, dimana pada logam Timbal (Pb) panjang gelombang berkisar 520 nm, Besi (Fe) 455 nm, dan Kadmium (Cd) 335 nm. Selanjutnya yaitu membuat larutan standar Pb, Fe dan Cd dengan variasi peningkatan konsentrasi larutan secara linier. Kemudian melalui pembacaan Spektrofotometer Uv-Vis dapat diketahui nilai absorbansi dari masing-masing konsentrasi larutan. Sehingga, bisa dibuat suatu grafik hubungan absorbansi terhadap konsentrasi larutan standar yang selanjutnya digunakan sebagai kurva kalibrasi. Dari grafik inilah di buat persamaan regresi linier ($y = bx \pm a$) untuk kemudian digunakan dalam penentuan konsentrasi larutan sampel.

Uji Logam Timbal (Pb)

Data absorbansi larutan Pb²⁺ diukur

dengan panjang gelombang 520 nm ditunjukkan pada Tabel 2 sebagai berikut :

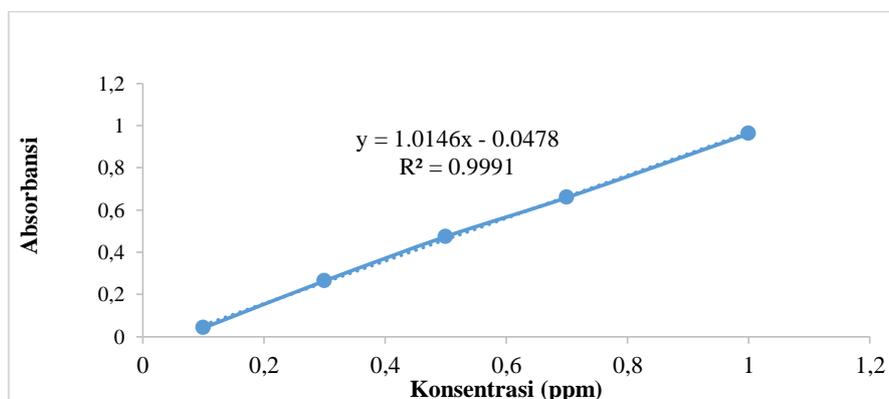
Tabel 2. Data Absorbansi Larutan S1tandar Pb

Konsentrasi (ppm)	Nilai Absorbansi
0.1	0.041
0.3	0.264
0.5	0.474
0.7	0.659
1	0.961

Sumber : Data Primer, 2024

Berdasarkan data pengukuran absorbansi yang diperoleh maka dapat dilakukan pembuatan kurva kalibrasi dengan nilai absorbansi sebagai sumbu y terhadap

konsentrasi larutan standar Pb sebagai sumbu x, sehingga dapat diperoleh kurva sebagai berikut:



Gambar 3. Kurva Kalibrasi

Dengan menghubungkan nilai absorbansi (y) dengan konsentrasi (x) menghasilkan sebuah persamaan $y = 1.0146x - 0.0478$ dengan koefisien korelasi (R) sebesar 0,9991.

Uji Logam Besi (Fe)

Data absorbansi larutan Fe^{2+} diukur dengan panjang gelombang 335 nm ditunjukkan pada Tabel 3 sebagai berikut :

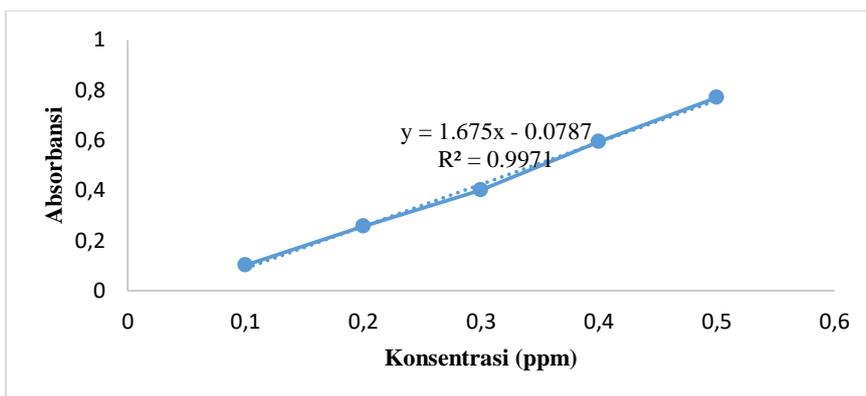
Tabel 3. Data Absorbansi Larutan Standar Fe

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0.1	0.101
0.2	0.255
0.3	0.400
0.4	0.594
0.5	0.769

Sumber : Data Primer, 2024

Berdasarkan data pengukuran absorbansi yang diperoleh maka dapat dilakukan pembuatan kurva kalibrasi dengan nilai absorbansi sebagai sumbu y terhadap

konsentrasi larutan standar Fe sebagai sumbu x, sehingga dapat diperoleh kurva sebagai berikut:



Gambar 4. Kurva Kalibrasi

Dengan menghubungkan nilai absorbansi (y) dengan konsentrasi (x) menghasilkan sebuah persamaan $y = 1,675x - 0,0787$ dengan koefisien korelasi (R) sebesar 0,9971.

Uji Logam Kadmium (Cd)

Data absorbansi larutan Cd^{2+} diukur dengan panjang gelombang 455 nm ditunjukkan pada Tabel 4 sebagai berikut :

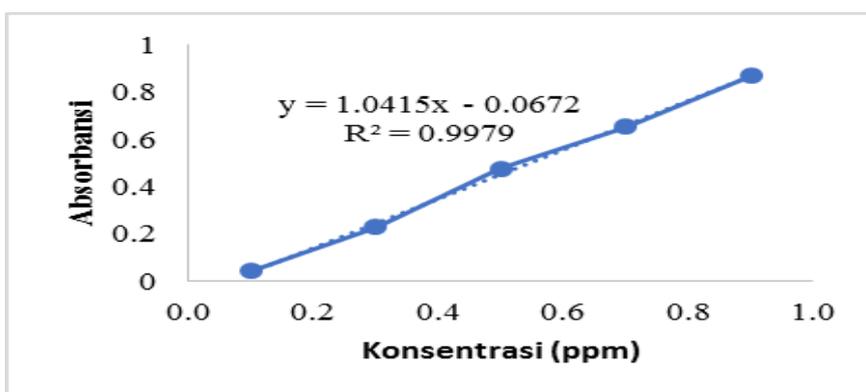
Tabel 4. Data Absorbansi Larutan Standar Cd

Konsentrasi (ppm)	Nilai Absorbansi
0.1	0.041
0.3	0.228
0.5	0.476
0.7	0.653
0.9	0.870

Sumber : Data Primer, 2024

Berdasarkan data pengukuran absorbansi yang diperoleh maka dapat dilakukan pembuatan kurva kalibrasi dengan nilai absorbansi sebagai sumbu y terhadap

konsentrasi larutan standar Cd sebagai sumbu x, sehingga dapat diperoleh kurva sebagai berikut :



Gambar 5. Kurva Kalibrasi

Dengan menghubungkan nilai absorbansi (y) dengan konsentrasi (x) menghasilkan sebuah persamaan $y = 1,0415x -$

0,0672 dengan koefisien korelasi (R) sebesar 0,9979.

Analisis Konsentrasi Logam Pb, Fe, Cd

Konsentrasi yang diperoleh dari kurva kalibrasi yang telah dibuat dari larutan standar di atas, digunakan sebagai standar penentuan konsentrasi logam yang akan diteliti. Berikut diperoleh data hasil pembacaan dari alat

spektrofotometri Uv-Vis pada sampel air dan spektrofotometer serapan atom pada sampel ikan terhadap konsentrasi logam Pb, Fe dan Cd. Data hasil uji konsentrasi logam Pb, Fe dan Cd dari sampel air dan ikan dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini :

Tabel 5. Hasil Uji Sampel Air dan Ikan

Sampel	Titik	Rata-Rata Konsentrasi (ppm)		
		Pb	Fe	Cd
Air	1	0,7025	0,2789	0,2306
	2	0,7051	0,3161	0,2543
Ikan	1	0,00681	0,01442	0,00826
	2	0,00564	0,03196	0,00994

Untuk analisis kandungan logam Timbal (Pb), Besi (Fe) dan Kadmium (Cd) yaitu sampel air yang di ambil langsung di sungai, kemudian sampel air ini dimasukkan dalam botol yang gelap. Hal ini bertujuan agar logam berat yang akan di analisis tidak terbias oleh cahaya matahari yang mengakibatkan mudah mengendap atau menguap. Kemudian menambahkan pengawet berupa HNO₃ dengan konsentrasi 1M, penambahan pengawet ini bertujuan untuk menjaga logam yang akan dianalisis tetap dalam keadaan stabil ataupun tidak bereaksi dengan senyawa lain sehingga mudah dalam menganalisisnya. Selanjutnya untuk sampel ikan dibaca menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom, sedangkan untuk air dibaca dengan alat Spektrofotometri Uv-Vis.

Perlakuan pertama yakni dilakukan uji kualitatif pada air dengan menambahkan beberapa reagen, tujuan dari penambahan ini yaitu untuk mengetahui ada atau tidaknya logam berat pada sampel yang ditandai dengan

hasil berupa perubahan warna larutan atau reaksi yang menghasilkan endapan dengan warna tertentu. Kemudian dilakukan uji kuantitatif dengan membuat larutan standar 1000 ppm, dari larutan standar 1000 ppm diencerkan menjadi larutan standar 100 ppm. Selanjutnya dibuat larutan deret standar dengan konsentrasi tertentu dengan menambahkan pengompleks, dimana pada logam Pb dan Cd menggunakan pengompleks Alizarin Red S (ARS) sebanyak 2 mL. Reagen Alizarin Red S ini merupakan agen pengkelat dan jika direaksikan dengan logam akan membentuk cincin kompleks dengan ion logam (14). Logam Pb dan Cd berfungsi sebagai logam pusat dan Alizarin Red S sebagai ligan, ligan tersebut memiliki kemampuan untuk membentuk kompleks yang lebih stabil karena dapat berikatan lebih dari satu atom donor dengan logam menghasilkan ikatan yang lebih kuat. Berikut adalah reaksi yang terjadi :



Dalam reaksi pengompleksan ini, ion

Pb²⁺ berinteraksi dengan gugus aktif dalam

Alizarin Red (biasanya gugus hidroksil (-OH) dan karboksil (COOH). Kompleksasi ini mengubah warna larutan karena perubahan pada struktur elektronik Alizarin Red saat berikatan dengan ion Pb²⁺. Ion logam (Pb²⁺) berkoordinasi dengan Alizarin Red melalui ikatan koordinasi, dimana Alizarin Red bertindak sebagai ligan. ARS adalah pewarna



Disini $[\text{Cd(C}_4\text{H}_7\text{NaO}_7\text{S)}]^{2+}$ adalah kompleks yang terbentuk. Pengompleksan terjadi ketika ion kadmium (Cd²⁺) berkoordinasi dengan Alizarin Red, yang bertindak sebagai ligan multidentat, biasanya melibatkan gugus hidroksil (-OH) dan gugus karboksil (-COOH) yang ada dalam Alizarin Red. Ion (Cd²⁺) berikatan dengan Alizarin Red melalui ikatan koordinasi, dimana atom hidroksil atau karboksil dari Alizarin Red berperan sebagai donor elektron.

Untuk uji logam Fe menggunakan



Kemudian, Fe³⁺ dari Fe(NO₃)₃ yang terbentuk berinteraksi dengan KSCN :



Reaksi antara Fe(NO₃)₂ dan KSCN melibatkan pembentukan kompleks Fe(SCN)²⁺ yang berwarna merah darah. Reaksi ini memanfaatkan oksidasi Fe²⁺ menjadi Fe³⁺ diikuti oleh interaksi Fe³⁺ dengan SCN⁻. Ion SCN⁻ berperan penting dalam pembentukan kompleks berwarna. Jika SCN⁻ tidak ada, Fe³⁺ tidak akan menunjukkan perubahan warna yang signifikan.

Larutan dilanjutkan dengan menambahkan NaOH 0,1% sebanyak 1 mL, sampel dibaca menggunakan spektrofotometri Uv-Vis dengan pengukuran dilakukan

yang sering digunakan sebagai indikator untuk reaksi kompleksasi dengan ion logam. Ketika Pb(NO₃)₂ ditambahkan ke larutan yang mengandung Alizarin Red, terbentuklah kompleks antara ion timbal(II) (Pb²⁺) dan Alizarin Red. Dibawah ini reaksi yang terjadi pada logam Cd(NO₃)₂ ketika ditambahkan pengompleks Alizarin Red S :

pengompleks Kalium Tiosianat (KSCN) 1 M sebanyak 2 mL, dimana menurut (15) Fungsi penambahan larutan ini adalah untuk membentuk senyawa kompleks Fe(SCN)²⁺ yang berwarna merah. Warna larutan ini menjadi syarat penting agar dapat diukur menggunakan spektrofotometri. Uv-Vis karena menggunakan sinar tampak. Reaksi antara Fe(NO₃)₂ dan KSCN, dengan asumsi adanya oksigen terlarut yang mengoksidasi Fe²⁺ menjadi Fe³⁺, dapat digambarkan sebagai berikut:

sebanyak 3 kali. Setelah itu untuk pembacaan logam pada sampel mula-mula dilakukan dengan mengambil sampel air sungai sebanyak 2 mL di labu ukur 50 mL lalu menambahkan pengompleks sebanyak 2 mL dan NaOH sebanyak 1 mL kemudian dibaca menggunakan spektrofotometri Uv-Vis.

Hasil penelitian yang dilakukan, dapat dilihat pada Tabel 4.9 hasil yang didapatkan yaitu logam Pb untuk sampel air titik 1 yakni sebesar 0,7025 ppm dan pada titik 2 yaitu 0.7051 ppm, kemudian logam Fe titik 1 yaitu 0,2789 ppm dan titik 2 yaitu 0,3161 ppm,

untuk logam Cd titik 1 sebesar 0,2306 ppm dan titik 2 yakni sebesar 0,2543 ppm. Sedangkan untuk sampel ikan kandungan logam Pb titik 1 dan titik 2 yaitu 0,00681 dan 0,00564 ppm. Kadar logam Pb sampel ikan pada penangkapan hari pertama lebih besar dibandingkan pada penangkapan hari kedua, menurut hal tersebut dapat terjadi beberapa faktor yaitu dari segi mobilitas ikan : ikan kemungkinan bergerak bebas di berbagai lokasi di sungai. ikan yang ditangkap di titik pertama mungkin sebelumnya berada di area dengan kadar logam tinggi dan baru saja berpindah ke titik pertama. Faktor pakan : makanan yang dimakan ikan di titik pertama mungkin lebih terkontaminasi logam dibandingkan dengan makanan di titik kedua. Faktor periode paparan : Kadar logam dalam air di titik kedua mungkin baru-baru ini meningkat, sehingga ikan yang ada di titik tersebut belum cukup lama terpapar untuk mengakumulasi logam dalam tubuh mereka. Selanjutnya hasil kadar logam Fe pada titik 1 dan 2 sebesar 0,01442 dan 0,03196 ppm, dan logam Cd titik 1 dan 2 yaitu 0,00826 dan 0,00994 ppm.

Pembahasan

Dari data yang sudah didapatkan bahwa logam Cd dan Pb pada air sudah melebihi ambang batas, sedangkan pada logam Fe masih di bawah kadar ambang batas sesuai yang ditetapkan oleh KepHem LH No. 51 Tahun 2004 yaitu kadar maksimum pada perairan logam Pb yakni 0,08, logam Cd 0,01 dan logam Fe yaitu 5 ppm. Kemudian untuk kadar logam berat pada sampel ikan di sungai Bone masih di bawah kadar ambang batas

yang ditetapkan oleh SNI 7387 tahun 2009 yaitu logam Pb, Fe dan Cd yakni sebesar 0,3, 0,5 dan 0,01 ppm, sehingga masih layak untuk dikonsumsi oleh masyarakat setempat.

Masuknya logam berat ke dalam tubuh manusia bisa terjadi melalui berbagai jalur, seperti udara, air, dan makanan yang dikonsumsi (16). Dengan kata lain, logam berat dapat terakumulasi dalam tubuh melalui rantai makanan. Meskipun logam berat diperlukan oleh makhluk hidup sebagai logam esensial dalam proses metabolisme dan sebagai kofaktor enzim, kebutuhan tersebut hanya dalam jumlah yang sangat kecil (17). Ketika penyerapan logam berat melebihi batas yang aman, hal ini dapat menjadi berbahaya bagi organisme, karena dapat memicu keracunan yang mengganggu proses metabolisme (18). Logam berat merupakan pencemar berbahaya; saat logam ini masuk ke dalam tubuh melalui sistem pencernaan, mereka akan bereaksi dengan unsur belerang dan enzim, sehingga fungsi enzim menjadi terganggu dan tidak berjalan dengan baik (19). Selain itu juga logam berat yang masuk ke dalam tubuh kita juga akan bereaksi dengan Gugus karboksilat (-COOH) juga amino (-NH₂) dalam asam amino. Berikut toksisitas logam berat jika berlebihan masuk ke dalam tubuh manusia.

Dampak Logam Pb dalam Tubuh Manusia

Pb adalah logam yang bersifat toksik bagi manusia dan dapat masuk ke dalam tubuh melalui konsumsi makanan, termasuk ikan. Ketika ikan terkontaminasi Pb, logam ini akan terakumulasi dalam tubuh, menyebabkan peningkatan kadar Pb yang dapat berujung

pada keracunan(20). Hal ini diperjelas melalui penelitian Iqomatuddin (2023) menunjukkan bahwa Pb dapat menghambat aktivitas enzim yang berperan dalam pembentukan hemoglobin (Hb) dalam tubuh manusia. Sebagian kecil Pb dapat dikeluarkan melalui urin atau feses, namun sebagian besar terikat pada protein dan terakumulasi di ginjal, hati, kuku, jaringan lemak, dan rambut (21). Tubuh manusia mengekresikan Pb melalui ginjal (76%), saluran pencernaan (16%), dan melalui keringat, empedu, rambut, serta kuku sebesar 8%. Lama paparan Pb dalam tubuh berpengaruh terhadap durasi keberadaannya di dalam sistem. Pb dalam aliran darah utamanya terikat pada eritrosit. Kehadiran Pb dapat mengganggu enzim oksidase, yang pada gilirannya menghambat metabolisme sel (22). Energi yang dihasilkan dari proses metabolisme ini sangat penting bagi aktivitas tubuh, dan sisa energi tersebut digunakan untuk pertumbuhan. Jika proses metabolisme terganggu, maka pertumbuhan pun akan mengalami dampak negatif (23).

Keracunan akut dapat terjadi ketika timbal (Pb) masuk ke dalam tubuh melalui makanan dalam waktu singkat dan dengan dosis atau kadar yang cukup tinggi. Gejala yang muncul meliputi mual, muntah, sakit perut yang hebat, gangguan fungsi otak, peningkatan tekanan darah, anemia berat, keguguran, penurunan fertilitas pada pria, serta gangguan pada sistem saraf dan kerusakan ginjal (24). Di sisi lain, timbal (Pb) memiliki dampak akut terhadap tekanan darah, yang dapat menyebabkan hipertensi akibat keracunan kronis akibat akumulasi timbal

dalam darah (25). Selain itu, terdapat hubungan yang jelas antara peningkatan kadar timbal dalam darah dengan meningkatnya tekanan darah pada pasien. Paparan terhadap polusi timbal dalam jangka waktu yang lama dapat meningkatkan kadar timbal baik di dalam tulang maupun di dalam darah, yang pada akhirnya berpotensi menyebabkan hipertensi (26).

Dampak Logam Fe dalam Tubuh Manusia

Logam besi (Fe) adalah logam berat yang esensial bagi kehidupan, di mana keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat diperlukan oleh organisme. Namun, jika terlalu banyak masuk ke dalam tubuh, besi justru dapat berfungsi sebagai racun. Sebagai komponen utama hemoglobin yang mencapai sekitar 75%, besi memungkinkan sel darah merah untuk mengangkut oksigen dan mengantarkannya ke berbagai jaringan tubuh. Jika konsentrasi besi melebihi batas normal, dapat menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan (27). Kelebihan logam berat Fe dalam tubuh dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, termasuk kerusakan jaringan yang dikenal sebagai hemokromatosis, yang merupakan akumulasi zat besi berlebih. Penderita hemokromatosis biasanya mengalami penumpukan besi di hati, limpa, jantung, dan organ lainnya. Kondisi ini meningkatkan risiko terkena kanker hati, penyakit jantung, dan berbagai penyakit serius lainnya. Selain itu, konsumsi besi dalam dosis tinggi dapat merusak sistem pencernaan secara langsung, dan setelah itu, besi akan masuk ke dalam peredaran darah. Kerusakan sel dapat meluas ke hati, jantung, dan organ lainnya,

bahkan bisa berujung pada kematian (28).

Dampak Logam Cd dalam Tubuh Manusia

Kadmium (Cd) adalah logam berat yang sangat berbahaya karena tidak dapat diuraikan oleh organisme hidup, sehingga dapat terakumulasi di lingkungan terutama mengendap di dasar perairan membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik secara adsorpsi dan kombinasi. Hal ini diperjelas dengan penelitian (Prabowo, 2022) yang menyebutkan bahwa kadmium (Cd) dapat mengganggu proses metabolisme tubuh. Dalam tubuh, Cd diangkut oleh darah menuju hati, di mana ia akan membentuk ikatan dengan protein. Selanjutnya, Cd akan dipindahkan ke ginjal dan terakumulasi di sana. Jika terdapat kontaminasi, ini akan mengganggu fungsi ginjal dan menyebabkan kerusakan pada organ tersebut. Selain itu, paparan Cd juga dapat menimbulkan berbagai masalah kesehatan lainnya, seperti diare, sakit perut, muntah, keretakan tulang, kegagalan reproduksi, bahkan kemandulan. Gangguan lebih lanjut dapat mencakup kerusakan sistem saraf pusat, melemahnya sistem imunitas, masalah psikologis, serta kerusakan DNA yang dapat berujung pada kanker. Namun menurut (Prabowo, 2022) setelah Cd terserap oleh tubuh, substansi ini akan diikat oleh protein berat molekul rendah yang dikenal sebagai thionein, yang kemudian membentuk kompleks protein metallothionein di hati. Metallothionein ini kemudian dipindahkan ke ginjal melalui sirkulasi darah. Pengikatan logam berat dalam metallothionein diyakini sebagai mekanisme pertahanan yang melindungi tubuh dengan mencegah logam

tersebut mengganggu protein-protein penting dalam proses metabolisme (26).

4. KESIMPULAN

Kandungan logam Berat pada air dan ikan nike diidentifikasi positif mengandung logam berat. Pada sampel air logam berat Pb dan Cd sudah melebihi ambang batas, sedangkan pada logam Fe masih di bawah kadar ambang batas maksimum dan pada sampel ikan Nike kadar logam Pb, Fe dan Cd masih di bawah kadar ambang batas maksimum yang sudah ditentukan oleh SNI sehingga masih layak untuk dikonsumsi oleh masyarakat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kadim MK, Pasingi N. Kondisi Habitat Fisik dan Keanekaragaman Makroinvertebrata Sebagai Indikator Pencemaran di Sungai Bone Gorontalo. *J Kesehat Lingkung Indones* [Internet]. 2024 Oct 31;23(3):301–10. Available from: <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/jk/Article/view/63405>
2. Pasingi N, Hafidz Ollie A. Nelayan dan Penangkapan Ikan “Nike” di Perairan Teluk Gorontalo, Teluk Tomini (Indonesia). *J Sumberd Akuatik Indopasifik* [Internet]. 2023 Jun 11;7(3):239–52. Available from: <https://ejournalfpikunipa.ac.id/index.php/JSAI/article/view/267>
3. Erika Erika, Eva Gusmira. Analisis

- Dampak Limbah Sampah Rumah Tangga Terhubung Pencemaran Lingkungan Hidup. *Profit J Manajemen, Bisnis dan Akunt* [Internet]. 2024 Jun 20;3(3):90–102. Available from: <https://journal.unimar-amni.ac.id/index.php/profit/article/view/2245>
4. Yudo S. Kondisi Pencemaran Logam Berat Di Perairan Sungai. *Lingkungan-bppt, Pus Teknol.* 2023;2(1):1–15.
 5. Rahayu R, Ismawati R. Pengaruh Pencemaran Air Terhadap Gerakan Operkulum Ikan Nila. *J Sains Dan Teknol.* 2025;8(1):61–74.
 6. Nugrayani D, Hidayati NV, Muslih M, Cahyo TN, Putri AA, Ummah AN, et al. Potensi Resiko Ekologis Logam Berat (Cd, Cr, Fe) Pada Sedimen Anak Sungai Pelus Sekitar Home Industry Batik Kauman Sokaraja, Banyumas. *J Perikan Unram* [Internet]. 2024 Jan 27;13(3):796–805. Available from: <https://jperairan.unram.ac.id/index.php/JP/article/view/625>
 7. Sahami F, Olii Abdul Hafidz, Hamzah SN. Pengembangan Potensi Sumber Daya Perikanan Nila Berbasis Budaya Lokal Di Kota Gorontalo. *J Mater Process Technol.* 2023;1(1):1–8.
 8. Akbar SA, Rahayu HK. Bioakumulasi Logam Berat Pada Ikan Di Perairan Indonesia. *Lantanida J.* 2023;11(2):58–66.
 9. Ainayah, Latuconsina H, Prasetyo HD. Analisis Kualitas Air Berdasarkan Parameter Fisika dan Kimia di Perairan Sungai Patrean Kabupaten Sumenep. *AQUACOASTMARINE J Aquat Fish Sci.* 2023;1(2):76–84.
 10. Astuti SP, Dewi IP, Rosidah S, Novida S, Prasedya ES, Candri DA, et al. The Effectiveness of CO₂ Absorption Between Phytoplankton and Seagrass Beds in The West Sekotong Intertidal Zone of Lombok Island. *J Biol Trop* [Internet]. 2023 May 23;23(2):472–81. Available from: <https://jurnalFKIP.unram.ac.id/index.php/JBT/article/view/4769>
 11. Santika YE. Kajian Pencemaran Air Analisis Status Mutu Air dengan Metode Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia di Sungai Beji, Desa Pondok, Kecamatan Karanganyar, Kabupaten Klaten. *J Ekosains.* 2024;16(1):30–43.
 12. Naillah A, Budiarti LY, Heriyani F. Analisis Kualitas Air Sungai dengan Tinjauan Parameter pH, Suhu, BOD, COD, DO Terhadap Coliform. *Homeostasis.* 2023;4(2):487–94.
 13. Sodik NA, Suseno N, Prihandono E. Pengaruh Ketinggian Permukaan Laut (Dpl) Terhadap Kestabilan Suhu Dan Kelembapan Kolam Ikan Air Tawar Sebagai Sumber Belajar. *J Farnas.* 2023;3(2):41–54.
 14. Sugito, Dewi Marliyan S, Diah Apriana H. Uji Kinerja Instrumen Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) Shimadzu 6650 F Terhadap Logam Fe, Zn pada Kegiatan Praktikum Kimia Anorganik di UPT Laboratorium

- Terpadu UNS. J Lab Issn. 2023;5(2):83–9.
15. Caksana MU, Aritonang AB, Risiko R, Muliadi M, Sofiana MSJ. Analisis Kandungan Logam Berat Pb, Cd dan Hg pada Ikan di Pantai Samudra Indah Kabupaten Bengkayang. J Laut Khatulistiwa. 2024;4(3):109.
 16. Gala G, Aljabar JL, Aminin D. Analisis Kandungan Logam Fe pada Air Sungai di Kabupaten Musi Banyuasin dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Pros Semin Nas Sains dan Teknol Terap. 2024;5:353–7.
 17. Sugrani A, Malik MR, Fitriana F, Taufiq N. Analisis Logam Berat pada Air Waduk Tunggu Pampang. J Sehat Mandiri [Internet]. 2023 Jun 14;18(1):105–12. Available from: <https://jurnal.poltekkespadang.ac.id/ojs/index.php/jsm/article/view/971>
 18. Izza Ratna Kumala. Edukasi dan Upaya Preventif Bahaya Pencemaran Logam Berat pada Makanan untuk Kesehatan Anak-Anak di Desa Gintung Kabupaten Pematang. Transform Masy J Inov Sos dan Pengabdian [Internet]. 2024 Aug 19;1(3):131–8. Available from: <https://pkm.lpkd.or.id/index.php/Transformasi/article/view/420>
 19. Arub Arisma D, Purnaini R, Saziati O. Identifikasi Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) pada Daging Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Sungai Kapuas Kecil. J Teknol Lingkung Lahan Basah. 2023;11(1):117.
 20. Nuri NS, Santoso A, Widowati I. Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Kerang Bulu (*Anadara antiquata*) di Perairan Bandengan Kendal serta Analisis Batas Aman Konsumsi. J Mar Res [Internet]. 2023 Jul 15;12(3):403–12. Available from: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jmr/article/view/35276>
 21. Iqomatuddin M, Widowati I, Santoso A. Kandungan Pb pada *Perna viridis* di Muara Sungai Kendal serta Analisis MTI Terhadap Manusia. J Mar Res [Internet]. 2024 Aug 10;13(3):452–62. Available from: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jmr/article/view/35252>
 22. Mardina V, Fitriani F, Halimatussakdiah, Rahmadani D, Makhfirah N. Analisis Kandungan Cadmium (Cd) dan Timbal (Pb) pada Kawasan Ekosistem Air Panas Terujak Aceh Timur dengan Metode AAS. Quim J Kim Sains dan Terap [Internet]. 2023 Jul 6;5(1):1–4. Available from: <https://ejurnalunsam.id/index.php/JQ/article/view/7809>
 23. Nurlinda Ayu, Prasadi O, Fadlilah I. Biokonsentrasi Faktor Logam Berat Timbal (Pb) Dalam Kandungan Ikan di Daerah Pantai Tegal Katilayu Cilacap, Jawa Tengah. Hig J Kesehat Lingkung [Internet]. 2024 May 28;10(1):8–13. Available from: <https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/higiene/article/view/44341>
 24. Putri Mayaserli D, Rosita B, Oktafilinda R. Hubungan Kadar Timbal (Pb) Di

- Dalam Darah Dengan Morfologi Sel Eritrosit Pada Perokok Aktif Di Lubuk Buaya Kota Padang. *J Res Educ Chem* [Internet]. 2023 Dec 29;5(2):95. Available from: <https://journal.uir.ac.id/index.php/jrec/article/view/14919>
25. Suryani I, Nur AV, Rahmasari KS, Wirasti W. Penetapan Kadar Logam Berat Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb) pada Ikan Kakap Putih, Ikan Kerapu dan Ikan Tigawaja di Perairan Kota Pekalongan. *Fuller J Chem* [Internet]. 2024 Dec 1;9(2):58. Available from: <https://indochembull.com/index.php/fullerene/article/view/694>
26. Haryanti ET, Martuti NKT. Analisis Cemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Dalam Daging Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sp.*) Di TPI Kluwut Brebes. *Life Sci.* 2023;9(2):149–60.
27. Riana EN, Andriyana AD, Mulyana JS, Khairani IA. Deteksi Konsentrasi Fe, Cu, Zn dan Pb Air Sungai dan Ikan yang Tercemar Air Lindi di Bandar Lampung Dengan Menggunakan SSA. *J Sumberd Hayati* [Internet]. 2024 Jun 28;10(2):97–101. Available from: <https://journal.ipb.ac.id/index.php/sumberdayahayati/article/view/53353>
28. Muraya, Spj NT, Supriyantini E. Kandungan Logam Berat Besi (Fe) Dalam Air, Sedimen Dan Kerang Hijau (*Perna viridis*) Di Perairan Trimulyo, Semarang. *J Mar Res.* 2024;7, No.2(2407–7690):133–40.