

Hubungan Keanekaragaman Jenis Bivalvia dengan Kadar Timbal (Pb) Air dan Sedimen di Pantai Joko Moersodo, Lamongan

Correlation Between Bivalves Species Diversity with Water and Sediment Lead (Pb) Levels at Joko Moersodo Beach, Lamongan

Ina Sintya Atika Jati* dan Sunu Kuntjoro

Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Surabaya

*e-mail: inaatika26@gmail.com

Abstrak. Pantai Joko Moersodo berada di pesisir utara Jawa Timur, tepatnya Kabupaten Lamongan. Pantai Joko Moersodo berdekatan dengan tempat Pangkalan Pendaratan Ikan, permukiman penduduk, dan tambak, serta digunakan sebagai tempat pariwisata, sehingga memiliki risiko tercemar logam berat timbal. Bivalvia banyak ditemukan di Pantai Joko Moersodo dan diketahui dapat mengakumulasi logam berat, sehingga digunakan sebagai bioindikator perairan. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi dan mendeskripsikan keanekaragaman jenis bivalvia, serta menganalisis hubungan keanekaragaman jenis bivalvia dengan kadar timbal air dan sedimen di Pantai Joko Moersodo. *Sampling* dilakukan di tiga stasiun yang terdiri atas tiga sub-stasiun. Pada setiap sub-stasiun ditetapkan plot 5x5 m dan terdapat sub-plot dengan luas 1x1 m sebanyak lima titik. Sampel air diukur dengan parameter fisika-kimia. Pengujian kadar timbal air dan sedimen menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry*. Data dianalisis dengan uji korelasi *Pearson* untuk mengetahui hubungan keanekaragaman jenis bivalvia dengan kadar timbal air dan sedimen di Pantai Joko Moersodo. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bivalvia yang ditemukan di Pantai Joko Moersodo terdiri atas tujuh spesies yang termasuk dalam enam genus dan tiga famili. Indeks keanekaragaman bivalvia termasuk diversitas sedang dengan perairan tercemar sedang. Hubungan keanekaragaman jenis bivalvia dengan kadar timbal air dan sedimen di Pantai Joko Moersodo menunjukkan hasil yang tidak signifikan.

Kata kunci: daerah pesisir; ekowisata; keanekaragaman hayati laut; logam berat; uji korelasi

Abstract. *Joko Moersodo Beach is on the north coast of East Java, Lamongan Regency to be precise. Joko Moersodo Beach is close to the Fish Landing Base, residential areas, and ponds, and is used as a tourism site, so it has a risk of being polluted by the heavy metal lead. Bivalvia are commonly found on Joko Moersodo Beach and are known to accumulate heavy metals, so they are used as aquatic bioindicators. The purpose of this study was to identify and describe the diversity of bivalves, and to analyze the correlation between the diversity of bivalves and the levels of lead in water and sediments at Joko Moersodo Beach. Sampling was carried out at three stations consisting of three sub-stations. At each sub-station a plot of 5x5 m is determined and there are sub-plots with an area of 1x1 m as many as five points. Water samples were measured with physico-chemical parameters. Testing for lead levels in water and sediments uses the Atomic Absorption Spectrophotometry method. Data were analyzed using the Pearson correlation test to determine the correlation between bivalve species diversity and water and sediment lead content at Joko Moersodo Beach. The results showed that the bivalves found on Joko Moersodo Beach consisted of seven species belonging to six genera and three families. The bivalve diversity index includes moderate diversity with moderately polluted waters. The correlation between bivalve species diversity and water and sediment lead content at Joko Moersodo Beach showed insignificant results.*

Keywords: coastal area; correlation test; ecotourism; heavy metals; marine biodiversity

PENDAHULUAN

Pemerintah Jawa Timur menetapkan Kabupaten Lamongan sebagai Daerah Tujuan Wisata (DTW). Beragamnya tempat wisata di Lamongan didukung oleh beberapa faktor seperti iklim, letak geografis, kondisi sosial budayanya, dan kekayaan alam berupa fauna yang melimpah (Wijayanto *et al.*, 2013). Diketahui bahwa Lamongan memiliki beragam tempat wisata, salah satunya yaitu Pantai Joko Moersodo. Pantai Joko Moersodo adalah pantai yang berada di pesisir Utara Jawa Timur dan berlokasi di Desa Lohgung, Kecamatan Brondong, Kabupaten Lamongan. Pantai Joko Moersodo

memiliki substrat yang dapat mendukung pertumbuhan keanekaragaman hayati laut, yaitu pantai bersubstrat pasir dengan ekosistem *mangrove* yang terdapat di sepanjang garis pantainya (Fatimah *et al.*, 2022)

Sebagaimana telah diketahui bahwa perairan pantai mempunyai kandungan logam berat seperti timbal (Pb), kadmium (Cd), dan merkuri (Hg) lebih tinggi dibandingkan dengan perairan laut lepas (Hananingtyas, 2017). Logam berat merupakan salah satu pencemar yang berpotensi untuk merusak dan menurunkan kualitas lingkungan. Logam berat ialah salah satu bahan pencemar yang berbahaya karena bersifat toksik jika terdapat dalam jumlah yang besar dan mempengaruhi berbagai aspek dalam perairan, baik secara biologis maupun ekologis (Amin *et al.*, 2011). Secara alamiah, timbal dan senyawanya dapat berada di dalam perairan ataupun sebagai dampak dari aktivitas manusia, seperti adanya air buangan (limbah) dari industri yang berkaitan dengan Pb (Palar, 2008).

Pantai Joko Moersodo digunakan sebagai tempat pariwisata dan berdekatan dengan tempat PPI (Pangkalan Pendaratan Ikan) yang merupakan kawasan industri perikanan, sehingga memicu adanya potensi kerusakan lingkungan perairan yang ditandai dengan padatnya aktivitas beberapa masyarakat/pengunjung yang masih membuang sampah sembarangan di beberapa kawasan pesisir pantai dan adanya aktivitas para nelayan, seperti: penggunaan kapal untuk mencari ikan, gas emisi kapal, bongkar kapal, dan pembuangan limbah kapal, sehingga terjadi akumulasi logam timbal dan akan tersuspensi kemudian mengendap dalam sedimen. Oleh karena itu, Pantai Joko Moersodo diduga tercemar oleh logam berat timbal, dikarenakan aktivitas warga sekitar, para nelayan, dan juga pengunjung pantai.

Logam timbal memiliki tingkat racun yang tinggi dengan sifat kronis jika terakumulasi dalam tubuh suatu organisme. Sehubungan dengan Kusumastuti *et al.* (2020), yang menyatakan bahwa jika organisme atau biota laut yang mengandung logam berat timbal lalu digunakan sebagai bahan makanan, maka dapat mempengaruhi kesehatan manusia. Dalam hal ini, organisme yang sering digunakan sebagai bioindikator kualitas perairan dan seringkali dikonsumsi oleh manusia adalah bivalvia. Hal ini dikarenakan bivalvia merupakan biota perairan yang sering dijumpai dan dicari oleh nelayan kerang maupun masyarakat untuk diolah sebagai bahan makanan dan hidupnya biasa menetap (*sessil*) pada substrat dasar dengan waktu yang relatif lama, sehingga jika pada suatu lingkungan perairan tercemar, maka tubuhnya akan terakumulasi oleh bahan pencemar tersebut (Pakaya *et al.*, 2017).

Diketahui bahwa bivalvia mengakumulasi logam berat lebih besar daripada biota lain (Darmono, 2001). Karena kemampuannya dalam mengakumulasi bahan pencemar tersebut, mengakibatkan logam berat yang tidak terlihat sebelumnya dapat dijumpai dalam tubuh bivalvia (Zuykov *et al.*, 2013). Sehingga keberadaan bivalvia digunakan sebagai bioindikator perairan, karena apabila terdapat bivalvia yang tidak toleran terhadap bahan pencemar yang masuk kedalam tubuhnya, maka bivalvia yang dapat bertahan hidup akan sedikit, bahkan ada bivalvia yang tidak dapat bertahan hidup (Wahyuni *et al.*, 2017). Oleh sebab itu, kualitas perairan yang berubah secara fluktuatif dapat mempengaruhi jumlah dan jenis bivalvia yang ditemukan dalam suatu perairan. Hal ini berkaitan dengan keanekaragaman bivalvia yang berpotensi untuk menggambarkan kondisi dalam suatu perairan.

Adapun sejumlah penelitian di wilayah pesisir utara Jawa Timur yang menunjukkan adanya keanekaragaman bivalvia. Asadi *et al.* (2018) melakukan penelitian di zona intertidal Kabupaten Lamongan, ditemukan bivalvia yang terdiri atas delapan spesies dan termasuk dalam empat famili, yang mana didominasi oleh *Gafrarium pectinatum*. Selanjutnya penelitian Rahayu *et al.* (2019), menunjukkan bivalvia yang ditemukan di Pantai Kemantren Lamongan terdiri atas 19 spesies yang termasuk dalam 5 famili, yaitu Cardidae, Veneridae, Arcidae, Cardiidae, dan Isognomonidae. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Hidayah dan Ambarwati (2020) di zona intertidal Pantai Boom Tuban, menunjukkan bahwa bivalvia yang ditemukan terdiri atas 13 spesies yang termasuk dalam 8 famili dan didominasi oleh *Tellina timorensis*. Selain itu, penelitian oleh Rohmayani *et al.* (2021), menunjukkan bivalvia yang ditemukan di pantai utara Laut Jawa Paciran-Lamongan terdiri atas 7 spesies yang termasuk dalam 4 famili, di antaranya yaitu Ostreidae, Arcidae, Veneridae, dan Tellinidae.

Pantai Joko Moersodo memiliki tiga ekosistem penting, yaitu ekosistem mangrove, karang, dan estuaria. Beragamnya tipe substrat ini memungkinkan berbagai jenis bivalvia untuk hidup dan berkembang (Atlanta *et al.*, 2022). Setiap famili dalam kelas bivalvia memiliki karakter taksonomi yang khas sesuai dengan habitatnya masing-masing. Dalam hal ini, nilai keanekaragaman dari suatu spesies dapat dipengaruhi oleh kondisi perairan (Rahmasari *et al.*, 2015). Penelitian yang telah

dilakukan Atlanta *et al.* (2022), menunjukkan bahwa bivalvia yang ditemukan terdiri atas 13 spesies dan termasuk dalam 6 famili, yang mana di Pantai Joko Moersodo Lamongan didominasi oleh *Gafrarium pectinatum* yang termasuk dalam famili Veneridae dan tergolong dalam diversitas sedang dengan kategori kualitas perairan tercemar sedang.

Berdasar dengan adanya hal-hal tersebut, sehingga perlu dilakukannya penelitian yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan mendeskripsikan keanekaragaman jenis bivalvia, serta menganalisis hubungan keanekaragaman jenis bivalvia dengan kadar timbal air dan sedimen di Pantai Joko Moersodo.

BAHAN DAN METODE

Pengambilan data dilakukan pada bulan November – Desember 2022. Pengambilan sampel bivalvia, air laut, dan sedimen serta pengukuran parameter fisika-kimia air dilakukan di Pantai Joko Moersodo, Lamongan. Identifikasi sampel bivalvia dilakukan di Laboratorium Struktur dan Perkembangan, Jurusan Biologi FMIPA, Universitas Negeri Surabaya. Sedangkan pengujian kadar timbal air dan sedimen dilakukan di Laboratorium Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga Surabaya.

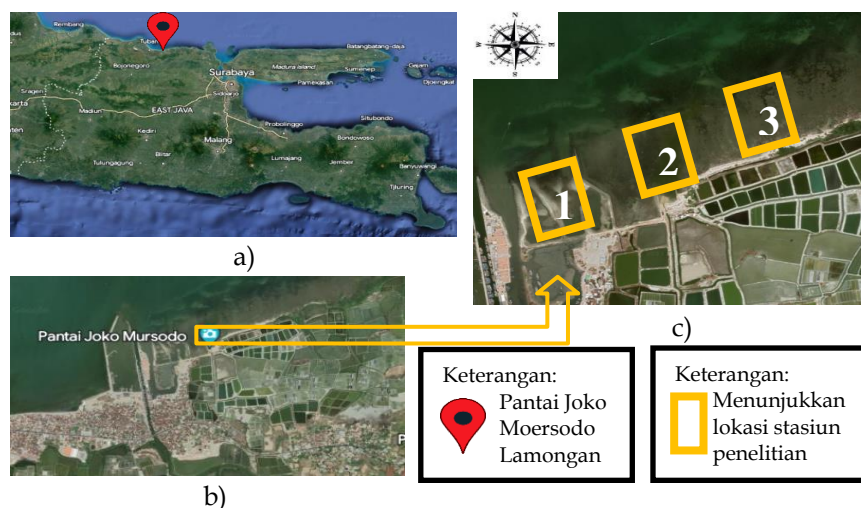
Penelitian ini termasuk jenis penelitian deskriptif eksploratif, karena memiliki tujuan untuk mendeskripsikan keanekaragaman bivalvia, serta menganalisis hubungan keanekaragaman dan kadar timbal pada bivalvia dengan kadar timbal air dan sedimen di Pantai Joko Moersodo Lamongan. Identifikasi bivalvia menggunakan buku Dharma (2005), Poutiers (1998), serta *website database World Register of Marine Species (WoRMS)* (2023). Pengukuran morfometri bivalvia meliputi panjang cangkang, tinggi cangkang, dan lebar cangkang menggunakan jangka sorong. Indeks keanekaragaman (H') bivalvia dihitung dengan menggunakan rumus Shannon dan Wiener (Fachrul, 2007), sebagai berikut:

$$H' = - \sum (P_i \ln P_i) \quad (1)$$

Keterangan : H' = Indeks keanekaragaman

$$P_i = \frac{n_i}{N} \text{ (rasio jumlah individu satu marga terhadap keseluruhan marga)}$$

Pada penelitian ini ditentukan tiga stasiun. Pada stasiun 1 adalah kawasan pantai yang berdekatan dengan dermaga tempat PPI; stasiun 2 adalah titik utama kegiatan pariwisata; dan stasiun 3 adalah kawasan pantai yang berdekatan dengan *mangrove*.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian, a) Peta Jawa Timur; b) Pantai Joko Moersodo Lamongan; dan c) Lokasi stasiun penelitian di Pantai Joko Moersodo Lamongan (Sumber: Google Earth)

Pada saat air laut telah surut jauh dilakukan pengambilan sampel bivalvia, air laut, dan sedimen. Pantai Joko Moersodo dibagi menjadi tiga stasiun dengan jarak antar stasiun ± 300 m, setiap stasiun terdiri atas 3 substasiun, yaitu intertidal atas, tengah, dan bawah. Pada setiap substasiun ditetapkan plot 5x5 m dan terdapat subplot dengan luas 1x1 m sebanyak lima titik (Atlanta *et al.*, 2022). Pengambilan sampel air laut menggunakan botol plastik 600 mL, yang selanjutnya dilakukan pengukuran parameter fisika-kimia perairan. Termometer digunakan untuk mengukur suhu air, pH meter digunakan untuk mengukur pH air, refraktometer digunakan untuk mengukur salinitas, dan

DO meter digunakan untuk mengukur oksigen terlarut dalam air. Pengambilan bivalvia dilakukan dengan menggunakan 2 cara, yaitu bivalvia jenis epifauna diambil dengan *hand collecting* dan bivalvia jenis infauna digali dengan menggunakan sekop hingga kedalaman ± 10 cm, kemudian disaring dengan menggunakan saringan.

Semua bivalvia di dalam sub-plot dimasukkan kantong koleksi dan dihitung jumlah tiap jenisnya. Setiap jenis bivalvia diambil 2-3 individu untuk diawetkan dalam *thinwall* yang berisi larutan pengawet berupa alkohol 70% untuk dibawa ke laboratorium guna identifikasi. Selanjutnya mengambil sampel sedimen di tiap sub-stasiun sebanyak ± 75 gram berat basah untuk diuji kadar logam berat timbalnya. Selain itu, mengambil ± 200 ml sampel air di tiap sub-stasiun untuk diuji kadar logam berat timbalnya. Sampel sedimen yang diambil dari tiap sub-stasiun, dimasukkan ke dalam plastik dan diberi label, selanjutnya sampel air yang diambil dari tiap sub-stasiun, dimasukkan dalam botol yang telah diberi label untuk diuji kadar logam berat timbalnya.

Prosedur pengujian kadar timbal (Pb) dilakukan di Laboratorium Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga. Analisis kadar Pb pada sedimen, dilakukan dengan cara destruksi kering. Sedimen dianalisis dengan cara dikeringkan selama 8 jam pada suhu 110°C dalam *oven*, kemudian didinginkan selama 15 menit dalam desikator, kemudian diukur biomasnya sebesar ± 50 gram dan dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer. Sedimen kemudian dipanaskan selama 90 menit pada suhu 100°C menggunakan *oven*. Selanjutnya, dengan waktu 60 menit suhu ditingkatkan dari 100°C menjadi 130°C , kemudian selama 150 menit suhunya ditingkatkan kembali dari 130°C menjadi 150°C . Selanjutnya sampel sedimen disaring menggunakan kertas saring sebanyak 50 mL untuk diencerkan dalam labu ukur. Setelah diencerkan, sampel diinjeksi ke dalam *Spectrophotometer Perkin Elmer Analyst 100* dan dilakukan pembacaan logam timbal dengan menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) (Wardana dan Kuntjoro, 2023).

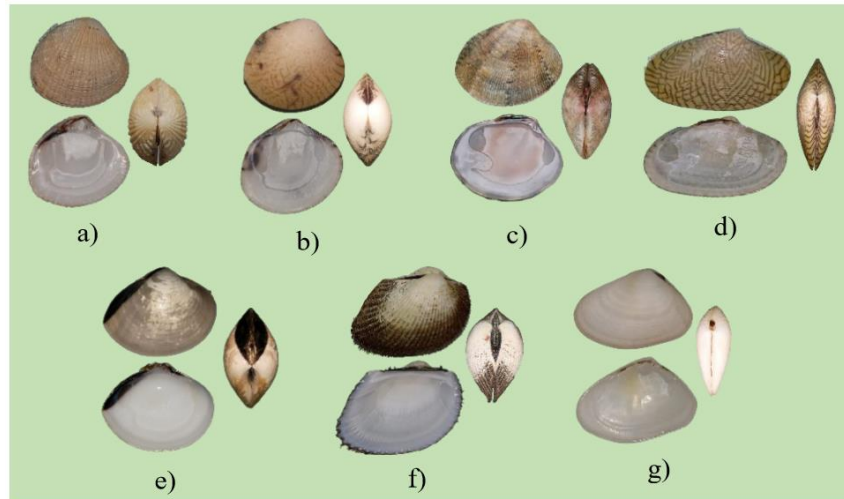
Analisis kadar Pb sampel air laut dilakukan dengan cara destruksi basah. Proses pengujian kadar timbal pada sampel air laut, yaitu diawali dengan dibuatnya blanko HNO_3 dengan menyiapkan 2 ml larutan HNO_3 0,5 M, lalu dituang ke dalam gelas ukur 100 ml. Selanjutnya, dibuat larutan standar yang mengandung logam timbal 1000 ppm dengan cara $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dituang sebanyak 1,6 gram ke dalam labu 1000 ml, kemudian dicampur 10 ml HNO_3 pekat serta air suling hingga 1000 ml. Selanjutnya, membuat larutan standar 100 ppm dengan menyiapkan larutan standar 1000 ppm sebanyak 10 ml lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml dan ditambahkan *aquades* hingga 100 ml untuk membuat kurva kalibrasi. Selanjutnya membuat larutan dengan standar Pb 0,1 ppm; 0,5 ppm; 1,0 ppm; 1,5 ppm; dan 2,0 ppm dengan larutan baku timbal 100 ppm dimasukkan menggunakan pipet sebanyak 0,1 ml; 0,5 ml; 1,0 ml; 1,5 ml; 2,0 ml pada labu ukur 100 ml serta ditambahkan HNO_3 0,5 M sebanyak 3 ml. Kemudian menambahkan air suling secukupnya sampai tanda batas. Setiap larutan baku yang dibuat harus ditambahkan ke AAS dan absorbansinya pada panjang gelombang 283,3 nm untuk dihitung kurva kalibrasi pada standar timbal. Setelah temuan pengukuran direkam, kurva kalibrasi dibuat untuk memberikan persamaan garis regresi. Sampel air laut yang sudah dipreparasi tersebut, dimasukkan ke dalam *Spectrophotometer* dengan cara diinjeksi kemudian serapannya diukur pada panjang gelombang 283,3 nm. Hasil pengukuran dicatat dan selanjutnya dilakukan analisis (Wardana dan Kuntjoro, 2023).

Data nilai parameter fisika-kimia perairan Pantai Joko Moersodo berupa suhu, pH, DO, dan salinitas, serta data nilai kadar timbal pada air dan sedimen dianalisis secara deskriptif kualitatif dengan menggunakan perbandingan menurut standar baku mutu PP Nomor 22 Tahun 2021 tentang "Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup". Selanjutnya, dilakukan analisis secara statistik dengan uji korelasi *Pearson* untuk mengetahui hubungan keanekaragaman jenis bivalvia dengan kadar timbal air dan sedimen.

HASIL

Berdasarkan hasil identifikasi yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa bivalvia yang ditemukan di Pantai Joko Moersodo Lamongan terdiri atas tujuh spesies, diantaranya *Gafrarium pectinatum*, *Gafrarium dispar*, *Venerupis aspera*, *Paratapes undulatus*, *Meretrix meretrix*, *Anadara antiquata*, dan *Donax faba* (Gambar 2).

Gafrarium pectinatum memiliki sepasang cangkang eksterior berwarna krem. Cangkang interior berwarna putih (Gambar 2.a). Ukuran cangkang sedang dengan bentuk cangkang pipih bulat. Pahatan cangkang adalah garis-garis konsentris. Letak umbo berhadapan dan menonjol. Garis palial terlihat jelas dengan lekuk palial (*pallial sinus*) dangkal. Panjang cangkang $\pm 2,5$ cm, tinggi cangkang $\pm 2,1$ cm, dan lebar cangkang $\pm 1,6$ cm.



Gambar 2. Jenis bivalvia yang ditemukan di Pantai Joko Moersodo Lamongan, a) *Gafrarium pectinatum*, b) *Gafrarium dispar*, c) *Venerupis aspera*, d) *Paratapes undulatus*, e) *Meretrix meretrix*, f) *Anadara antiquata*, dan g) *Donax faba*

Gafrarium dispar memiliki sepasang cangkang eksterior berwarna krem dengan corak pada daerah ventral. Cangkang interor berwarna putih dengan tepi cangkang dekat umbo berwarna hitam (Gambar 2.b). Ukuran cangkang sedang dengan bentuk cangkang pipih bulat. Pahatan cangkang adalah garis-garis konsentris. Letak umbo berhadapan dan menonjol. Garis palial terlihat jelas dengan lekuk palial (*pallial sinus*) dangkal. Panjang cangkang $\pm 2,6$ cm, tinggi cangkang $\pm 2,3$ cm, dan lebar cangkang $\pm 1,1$ cm.

Venerupis aspera memiliki sepasang cangkang eksterior berwarna coklat dengan corak pada daerah ventral. Cangkang interor berwarna putih dengan bekas perlekatan otot berwarna kecoklatan (Gambar 2.c). Ukuran cangkang sedang dengan bentuk cangkang pipih bulat. Pahatan cangkang adalah garis-garis konsentris. Letak umbo berhadapan dan menonjol. Garis palial terlihat jelas dengan lekuk palial (*pallial sinus*) sedang. Panjang cangkang $\pm 3,0$ cm, tinggi cangkang $\pm 2,3$ cm, dan lebar cangkang $\pm 1,2$ cm.

Paratapes undulatus memiliki sepasang cangkang eksterior berwarna coklat muda dengan corak batik pada seluruh eksterior cangkangnya. Cangkang interor berwarna putih (Gambar 2.d). Ukuran cangkang sedang dengan bentuk cangkang pipih memanjang (oval). Pahatan cangkang halus. Letak umbo berhadapan dan menonjol. Garis palial terlihat jelas dengan lekuk palial (*pallial sinus*) sedang. Panjang cangkang $\pm 4,2$ cm, tinggi cangkang $\pm 2,3$ cm, dan lebar cangkang $\pm 1,2$ cm.

Meretrix meretrix memiliki sepasang cangkang eksterior berwarna putih keabuan dan cangkang sedikit mengkilap dengan tepi cangkang dekat umbo berwarna hitam. Cangkang interor berwarna putih dan mengkilap dengan tepi cangkang dekat umbo berwarna hitam (Gambar 2.e). Ukuran cangkang besar dengan bentuk cangkang oval menggembung menyerupai segitiga. Pahatan cangkang halus. Letak umbo berhadapan dan menonjol. Garis palial terlihat jelas dengan lekuk palial (*pallial sinus*) dangkal. Panjang cangkang $\pm 3,5$ cm, tinggi cangkang $\pm 2,8$ cm, dan lebar cangkang $\pm 1,8$ cm.

Anadara antiquata memiliki sepasang cangkang eksterior berwarna putih kehitaman. Cangkang interor berwarna putih (Gambar 2.f). Ukuran cangkang besar dengan bentuk cangkang elips menggembung. Pahatan cangkang adalah garis-garis konsentris. Letak umbo berhadapan dan menonjol. Garis palial terlihat jelas dengan lekuk palial (*pallial sinus*) datar atau hampir tidak berlekuk. Panjang cangkang $\pm 3,8$ cm, tinggi cangkang $\pm 3,0$ cm, dan lebar cangkang $\pm 2,3$ cm.

Donax faba memiliki sepasang cangkang eksterior berwarna putih. Cangkang interor berwarna putih (Gambar 2.g). Ukuran cangkang kecil dengan bentuk cangkang pipih oval. Pahatan cangkang halus. Letak umbo melambung. Garis palial terlihat jelas dengan lekuk palial (*pallial sinus*) dalam. Panjang cangkang $\pm 1,7$ cm, tinggi cangkang $\pm 1,1$ cm, dan lebar cangkang $\pm 0,5$ cm.

Bivalvia yang ditemukan di Pantai Joko Moersodo berjumlah 370 individu, dimana terdapat tujuh spesies yang termasuk dalam enam genus (*Gafrarium*, *Venerupis*, *Paratapes*, *Meretrix*, *Anadara*, dan *Donax*) dan tiga famili (Veneridae, Arcidae, dan Donacidae). Nilai indeks keanekaragaman spesies bivalvia di Pantai Joko Moersodo sebesar 1,537 dan tergolong dalam diversitas sedang, yaitu spesiesnya hampir seragam dan terdapat beberapa spesies dominan (Tabel 1).

Tabel 1. Jumlah individu dan indeks keanekaragaman spesies di Pantai Joko Moersodo Lamongan

No.	Famili	Spesies	Stasiun			ni	$-\sum \left(\frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N}\right)$
			1	2	3		
1		<i>Gafrarium pectinatum</i>	81	52	39	172	0,356
2		<i>Gafrarium dispar</i>	5	3	0	8	0,083
3	Veneridae	<i>Venerupis aspera</i>	15	6	3	24	0,177
4		<i>Paratapes undulatus</i>	19	13	8	40	0,240
5		<i>Meretrix meretrix</i>	20	7	5	32	0,212
6	Arcidae	<i>Anadara antiquata</i>	29	26	22	77	0,327
7	Donacidae	<i>Donax faba</i>	4	6	7	17	0,142
Jumlah (N)			173	113	84	370	1,537

Lokasi penelitian di Pantai Joko Moersodo terbagi menjadi tiga stasiun, dimana substrat pada stasiun satu adalah berkarang, berbatu, dan pasir berlumpur; substrat stasiun dua adalah pasir berlumpur dan berbatu; substrat stasiun tiga adalah berbatu dan berlumpur. Nilai indeks keanekaragaman bivalvia pada setiap stasiun berbeda-beda. Nilai indeks keanekaragaman tertinggi di Pantai Joko Moersodo ialah pada stasiun satu, yaitu 1,548 dan indeks keanekaragaman terendah terdapat pada stasiun tiga, yaitu 1,400 (Tabel 2). Dengan demikian, dapat diketahui bahwa perairan Pantai Joko Moersodo tergolong tercemar sedang.

Tabel 2. Indeks keanekaragaman bivalvia setiap stasiun di Pantai Joko Moersodo Lamongan

Stasiun	Indeks Keanekaragaman (H')	Kategori
1	1,548	Sedang
2	1,515	Sedang
3	1,400	Sedang

Pengukuran parameter fisika-kimia air di Pantai Joko Moersodo yang telah dilakukan pada intertidal atas, tengah, dan bawah di setiap stasiun menunjukkan adanya perbedaan hasil berdasarkan suhu, pH, DO, dan salinitas. Tipe substrat yang mendominasi Pantai Joko Moersodo Lamongan ialah pasir yang berlumpur. Suhu pada Pantai Joko Moersodo memiliki rata-rata sebesar $29,22^{\circ}\text{C} \pm 0,19$. Derajat keasaman (pH) pada Pantai Joko Moersodo mempunyai nilai rerata sebesar $7,55 \pm 0,06$. Oksigen terlarut (DO) pada Pantai Joko Moersodo memiliki rata-rata sebesar $6,74 \text{ ppm} \pm 0,15$. Salinitas pada Pantai Joko Moersodo memiliki nilai rata-rata sebesar $3,05 \text{ ppt} \pm 0,04$. Dalam hal ini, kualitas perairan berdasarkan suhu, pH, DO, dan salinitas di Pantai Joko Moersodo tergolong optimal dan memenuhi standar baku mutu air pada wisata bahari berdasarkan PP Nomor 22 Tahun 2021 (Tabel 3).

Tabel 3. Hasil pengukuran parameter fisika-kimia perairan Pantai Joko Moersodo Lamongan beserta standar baku mutunya

Lokasi Sampling	Parameter Fisika-Kimia Perairan			
	Suhu (°C)	pH	DO (ppm)	Salinitas (ppt)
Stasiun 1	29,03	7,61	6,58	3,03
Stasiun 2	29,23	7,53	6,76	3,03
Stasiun 3	29,40	7,50	6,87	3,10
Rata-rata ± SD	29,22 ± 0,19	7,55 ± 0,06	6,74 ± 0,15	3,05 ± 0,04
Baku Mutu	28 - 32	7 - 8,5	>5	s/d 34

Peguajian kadar timbal (Pb) di Pantai Joko Moersodo dilakukan pada tiga sampel, di antaranya air, sedimen, dan bivalvia. Didapatkan hasil pengujian nilai kadar timbal air pada setiap stasiun di Pantai Joko Moersodo memiliki nilai yang bervariasi, yaitu pada stasiun satu mempunyai rerata sebesar $0,040 \text{ ppm} \pm 0,004$; stasiun dua sebesar $0,029 \text{ ppm} \pm 0,002$; dan stasiun tiga sebesar $0,017 \text{ ppm} \pm 0,003$. Sedangkan rerata nilai kadar timbal pada sedimen di stasiun satu sebesar $0,372 \text{ ppm} \pm 0,012$; stasiun dua sebesar $0,314 \text{ ppm} \pm 0,015$; dan stasiun tiga sebesar $0,255 \text{ ppm} \pm 0,008$. Dalam hal ini, nilai kadar timbal pada air, sedimen, dan bivalvia di Pantai Joko Moersodo jika dibandingkan menurut PP No. 22 Tahun 2021, belum memenuhi standar baku mutu logam berat timbal air dan sedimen pada wisata bahari (Tabel 4).

Tabel 4. Nilai kadar logam berat timbal (Pb) air dan sedimen di Pantai Joko Moersodo Lamongan beserta standar baku mutunya

Lokasi <i>Sampling</i>		Kadar Logam Berat Timbal (ppm)	
		Air	Sedimen
Stasiun 1	Intertidal atas	0,038	0,382
	Intertidal tengah	0,037	0,359
	Intertidal bawah	0,044	0,375
	Rata-rata ± SD	0,040 ± 0,004	0,372 ± 0,012
Stasiun 2	Intertidal atas	0,027	0,298
	Intertidal tengah	0,028	0,317
	Intertidal bawah	0,031	0,328
	Rata-rata ± SD	0,029 ± 0,002	0,314 ± 0,015
Stasiun 3	Intertidal atas	0,017	0,256
	Intertidal tengah	0,014	0,247
	Intertidal bawah	0,019	0,263
	Rata-rata ± SD	0,017 ± 0,003	0,255 ± 0,008
Baku Mutu		0,005	0,005

Pada hasil uji korelasi *Pearson* indeks keanekaragaman jenis bivalvia dengan kadar Pb air, memperoleh nilai taraf signifikan sebesar 0,181 dan lebih besar dari $\alpha = 0,05$, sehingga data yang diujikan tidak signifikan dan membuktikan bahwa keanekaragaman jenis bivalvia di Pantai Joko Moersodo cukup melimpah atau tergolong dalam diversitas sedang dengan perairan tercemar sedang.

Pada hasil uji korelasi *Pearson* indeks keanekaragaman jenis bivalvia dengan kadar Pb sedimen, memperoleh nilai taraf signifikan sebesar 0,194 dan lebih besar dari $\alpha = 0,05$, sehingga data yang diujikan tidak signifikan dan membuktikan bahwa keanekaragaman jenis bivalvia di Pantai Joko Moersodo cukup melimpah atau tergolong dalam diversitas sedang dengan perairan tercemar sedang.

PEMBAHASAN

Jumlah bivalvia yang ditemukan di Pantai Joko Moersodo sebanyak 370 individu. Spesies bivalvia yang ditemukan di Pantai Joko Moersodo di antaranya adalah *Gafrarium pectinatum*, *Gafrarium dispar*, *Venerupis aspera*, *Paratapes undulatus*, *Meretrix meretrix*, *Anadara antiquata*, dan *Donax faba*. Tujuh spesies tersebut termasuk dalam 6 genus dan 3 famili (Tabel 1). Diperoleh indeks keanekaragaman bivalvia di Pantai Joko Moersodo sebesar 1,537 yang termasuk dalam diversitas sedang (Fachrul 2007). Hasil penelitian tersebut hampir sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Hidayah dan Ambarwati (2020), bahwa nilai 1,513 pada indeks keanekaragaman bivalvia di Pantai Boom Tuban termasuk dalam kategori sedang. Adanya kesamaan tersebut dikarenakan pantai bersubstrat pasir berlumpur. Sehingga dapat disimpulkan bahwa jumlah individu dan jenis dari setiap spesies yang ditemukan, disebabkan adanya perbedaan pada karakteristik dalam masing-masing stasiun (Hidayah dan Ambarwati, 2020).

Pada stasiun satu memiliki nilai indeks keanekaragaman sebesar 1,548, yang mana keadaan pada stasiun satu merupakan daerah yang berdekatan dengan dermaga tempat PPI (Pangkalan Pendaratan Ikan). Karakteristik pada stasiun satu adalah daerah yang berkarang dan berbatu dengan substrat pasir berlumpur, sehingga sering terjadi aktivitas penduduk maupun masyarakat sekitar Pantai Joko Moersodo dalam mencari kerang apabila musim kerang telah tiba. Musim kerang pada bulan November 2022 adalah spesies *Paratapes undulatus* dan *Meretrix meretrix*. Di lain pihak, musim kerang pada bulan Desember 2022 adalah *Gafrarium pectinatum* dan *Anadara antiquata*. Hal ini sesuai dengan data sekunder yang didapatkan dari hasil wawancara di sekitar Pantai Joko Moersodo bahwa pada bulan November 2022 sedang musim kerang batik (*Paratapes undulatus*) dan kerang tahu (*Meretrix meretrix*). Sedangkan pada bulan Desember 2022 adalah musim kerang yang memang asli mendiami Pantai Joko Moersodo, yaitu *Gafrarium pectinatum* dan kerang bulu (*Anadara antiquata*). Selain itu, musim dalam proses pengambilan sampel ialah musim hujan yang juga mempengaruhi keberadaan kerang, karena cuaca yang buruk seperti curah hujan dan gelombang air laut yang tinggi, sehingga menyebabkan bulan November hingga Desember dikenal sebagai musim barat (Komala *et al.*, 2011).

Pada stasiun dua, nilai indeks keanekaragaman bivalvia yang diperoleh sebesar 1,515, yang mana keadaan pada stasiun dua merupakan titik utama kegiatan pariwisata, berdekatan dengan muara sungai yang alirannya berasal dari sirkulasi air tambak, dan sedikit aktivitas penduduk

maupun masyarakat sekitar Pantai Joko Moersodo saat mencari kerang, dikarenakan pada stasiun dua ialah daerah yang banyak terdapat pecahan cangkang kerang dengan substrat berpasir pada zona intertidal atas, serta daerah berbatu dengan substrat pasir berlumpur pada zona intertidal tengah dan bawah. Sedangkan pada stasiun tiga, nilai indeks keanekaragaman bivalvia yang diperoleh sebesar 1,400, yang mana keadaan pada stasiun tiga berdekatan dengan hutan bakau (*mangrove*) dan seringnya aktivitas penduduk maupun masyarakat sekitar Pantai Joko Moersodo dalam mencari kerang, dikarenakan pada stasiun tiga merupakan daerah yang berbatu dengan substrat yang berlumpur.

Dalam hal ini, nilai indeks keanekaragaman dapat dipengaruhi oleh kualitas perairan, sebagaimana suatu perairan memiliki keanekaragaman jenis yang dapat memberikan data bagaimana tingkat polusi pada suatu ekosistem (Tyas dan Kuntjoro, 2018; Ningrum dan Kuntjoro, 2021). Sehubungan dengan nilai indeks keanekaragaman bivalvia pada ketiga stasiun di Pantai Joko Moersodo, menunjukkan bahwa perairan Pantai Joko Moersodo tergolong dalam tercemar sedang (Fachrul, 2007). Penelitian Atlanta *et al.* (2022) pada Pantai Joko Moersodo Lamongan juga menunjukkan nilai indeks keanekaragaman bivalvia sebesar 1,50-1,95 yang termasuk dalam kategori sedang. Perbedaan jumlah indeks keanekaragaman pada ketiga stasiun tersebut, disebabkan oleh kualitas perairan, substrat, vegetasi, dan juga bahan pencemar Athifah *et al.* (2019). Selain itu, terdapat faktor lain yang mampu mempengaruhi perbedaan keanekaragaman jenis pada bivalvia, yaitu kemampuan bivalvia dalam beradaptasi. Berbagai macam bivalvia memiliki daya adaptasi yang berbeda di setiap perubahan lingkungan atau habitatnya.

Faktor fisika-kimia perairan tidak lepas dari hubungan keanekaragaman pada bivalvia (Putri *et al.*, 2012). Rerata suhu pada perairan Pantai Joko Moersodo sebesar $29,22^{\circ}\text{C} \pm 0,19$. Sehubungan dengan pendapat Zahroh *et al.* (2019), bahwa suhu $28-32^{\circ}\text{C}$ merupakan suhu yang optimal dalam keberlangsungan hidup bivalvia. Derajat keasaman (pH) pada Pantai Joko Moersodo memiliki nilai rata-rata sebesar $7,55 \pm 0,06$. Pakaya *et al.* (2017) menyatakan bahwa organisme tidak dapat bertahan hidup dengan pH perairan yang tinggi maupun rendah. Kadar oksigen terlarut (DO) pada Pantai Joko Moersodo memiliki rata-rata sebesar $6,74 \text{ ppm} \pm 0,15$. Menurut Setyobudiandi *et al.* (2004), bivalvia mampu hidup pada perairan dengan kadar DO berkisar antara 2,01 – 9,24 ppm. Sedangkan salinitas pada Pantai Joko Moersodo memiliki nilai rata-rata sebesar $3,05 \text{ ppt} \pm 0,04$. Lakarmata (2022) menyatakan bahwa nilai yang berkisar antara 2-36 ppt ialah kadar salinitas yang optimal dalam pertumbuhan bivalvia. Maka dapat disimpulkan bahwa kondisi perairan Pantai Joko Moersodo berdasarkan suhu, pH, DO, dan salinitas telah memenuhi standar baku mutu menurut PP Nomor 22 Tahun 2021 dan tergolong optimal dalam keberlangsungan hidup bivalvia.

Pada penelitian ini ditemukan tujuh spesies yang termasuk dalam 6 genus dan 3 famili. Berlainan dengan penelitian Atlanta *et al.* (2022) yang menemukan komunitas bivalvia sebanyak tiga belas spesies yang termasuk dalam 11 genus dan 6 famili di pesisir utara Kabupaten Lamongan. Perbedaan jumlah dan jenis bivalvia yang ditemukan di Pantai Joko Moersodo tersebut, disebabkan karena adanya musim kerang pada bulan November sampai Desember 2022, tipe substrat yang menjadi habitat bagi bivalvia, kualitas perairan yang didukung oleh faktor fisika-kimia perairan, dan adanya aktivitas penduduk atau masyarakat sekitar pantai yang sering mengeksploitasi biota laut terutama kerang, serta tercemarnya Pantai Joko Moersodo akibat dari limbah industri seperti sirkulasi air tambak yang terhubung dengan muara sungai dan kemudian mengalir ke badan perairan Pantai Joko Moersodo; bongkar kapal dan pembuangan limbah kapal, karena berdekatan dengan dermaga tempat pangkalan pendaratan ikan; serta aktivitas dari beberapa pengunjung pantai yang masih membuang sampah sembarangan, sehingga terjadi akumulasi timbal dan tersuspensi hingga mengendap dalam sedimen, lalu terakumulasi pada bivalvia. Dengan demikian, ketujuh spesies tersebut mempunyai tingkat toleransi yang tinggi terhadap kadar timbal di Pantai Joko Moersodo, sehingga hanya ditemukan tujuh spesies yang dapat bertahan hidup, sedangkan spesies lain yang tidak toleran akan mati atau bermigrasi ke tempat yang lebih cocok dengan habitatnya (Tyas dan Kuntjoro, 2018).

Berdasarkan dari data yang telah didapatkan, diketahui bahwa nilai rerata kadar timbal tertinggi pada air dan sedimen di Pantai Joko Moersodo ialah pada stasiun satu, yaitu sebesar $0,040 \text{ ppm} \pm 0,004$ pada kandungan timbal air dan $0,372 \text{ ppm} \pm 0,012$ pada kandungan logam berat timbal sedimen. Hal ini dikarenakan lokasi *sampling* pada stasiun satu di Pantai Joko Moersodo berdekatan dengan dermaga tempat Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI), permukiman penduduk di sekitar pantai, dan juga tambak. Sehingga tingginya kadar logam berat timbal tersebut diduga karena adanya bahan pencemar dari aktivitas para nelayan dan juga penduduk sekitar Pantai Joko Moersodo.

Rerata nilai kadar timbal terendah pada air dan sedimen di Pantai Joko Moersodo ialah stasiun tiga. Diduga karena lokasi substrat tersebut berdekatan dengan daerah bakau, yang mana tumbuhan *mangrove* dapat mengakumulasi timbal air dan sedimen, sehingga nilai kadar timbal bivalvia pada stasiun tiga lebih rendah daripada stasiun satu dan dua. Sejalan dengan pendapat MacFarlane *et al.* (2003), yang menyatakan bahwa tingginya logam berat pada sedimen dapat diturunkan dengan tumbuhan bakau, karena bakau dapat menyerap konsentrasi logam berat yang tinggi. Selain itu, daya toleransi dan akumulasi logam berat yang tinggi pada *mangrove*, menjadikan *mangrove* sebagai tumbuhan fitoremediasi (fitostabilitas) (Hamzah dan Pancawati, 2013).

Berdasarkan hasil uji korelasi *Pearson* yang telah dilakukan, diketahui bahwa korelasi indeks keanekaragaman jenis bivalvia dengan kadar timbal pada air menunjukkan bahwa data yang diujikan tidak signifikan. Secara alamiah logam berat timbal dapat masuk ke dalam lingkungan perairan melalui pengkristalan timbal di udara dengan bantuan air hujan (Khasanah, 2009). Oleh karena itu, penambahan massa air laut yang bersumber dari air hujan, tinggi rendahnya air laut, dan aliran air dari sirkulasi tambak yang terhubung dengan muara sungai Pantai Joko Moersodo, sehingga menyebabkan timbal mengalami pengenceran dan larut pada air, dimana air memiliki sifat tidak tetap dan dapat bergerak bebas, sehingga timbal pada perairan Pantai Joko Moersodo mengalami fluktuasi. Adapun angin dan gelombang air laut yang mengakibatkan proses pelapukan pada batuan mineral, sehingga menjadi sumber masuknya timbal dalam perairan (Rahmadani *et al.*, 2015). Said *et al.* (2009) juga mengungkapkan bahwa masuknya timbal pada sistem rantai makanan organisme perairan karena kandungan timbal yang menumpuk dalam sedimen dan air laut. Selain itu, Wulandari *et al.* (2012) menyatakan bahwa perbedaan jenis, umur, ukuran, fisiologis masing-masing biota laut dan lamanya paparan terhadap kandungan logam berat di lingkungannya, serta perbedaan faktor fisika-kimia perairan dan aktivitas dalam ekosistemnya, menyebabkan perbedaan setiap biota laut dalam mengakumulasi logam berat. Dengan demikian, bivalvia yang ditemukan, menunjukkan bahwa spesies tersebut toleran terhadap kondisi substrat dan kualitas perairan, serta kadar logam berat yang tinggi di lingkungannya (Tyas dan Kuntjoro, 2018).

Pada hasil uji korelasi *Pearson* hubungan indeks keanekaragaman jenis bivalvia dengan kadar timbal pada sedimen pun menunjukkan bahwa data yang diujikan tidak signifikan. Umumnya gelombang air laut, pasang surut, dan debit air laut, serta hubungan kondisi biofisik kelautan lainnya sangat menentukan penyebaran sedimen (Hidayah dan Ambarwati, 2020). Dengan berjalannya waktu, maka kadar timbal cenderung bertambah dalam sedimen (Tyas dan Kuntjoro, 2018). Riani (2017) menyatakan bahwa akumulasi timbal lebih tinggi pada kerang dengan usia yang lebih tua. Begitupun sebaliknya, pada kerang dengan usia lebih muda, akumulasi timbal lebih rendah. Hal tersebut dikarenakan akumulasi logam berat berjalan tanpa henti, sehingga kerang yang lebih tua mengakumulasi logam berat dalam jumlah lebih tinggi. Selain itu, hal ini terjadi karena selama organisme masih hidup dan terpapar oleh logam berat dalam lingkungannya, maka logam berat akan terus diakumulasi. Sedangkan bivalvia yang tidak toleran terhadap lingkungannya akan mati atau berpindah ke tempat lain yang lebih cocok dengan habitatnya (Tyas dan Kuntjoro, 2018). Oleh sebab itu, bivalvia yang tidak toleran tersebut, tidak ditemukan di Pantai Joko Moersodo Lamongan.

Diketahui bahwa bivalvia merupakan biota laut dalam fillum mollusca yang paling mendominasi dan dapat digunakan sebagai bioindikator pada suatu ekosistem perairan, dikarenakan hidup menetap (*sessil*) dalam jangka waktu yang panjang dan cara makannya sebagai *filter feeder* untuk mendapatkan makanan dengan menyaring air laut, serta mampu bertahan hidup pada perairan tercemar, mengakibatkan logam berat dalam air dan sedimen terserap oleh bivalvia, sehingga selama hidupnya bivalvia cenderung mengakumulasi logam berat, karena bivalvia dapat mempengaruhi proses fisiologis dalam tubuhnya (Adriyani dan Mahmudiono, 2009; Emawati *et al.*, 2015; Nurhikmah *et al.*, 2021). Oleh karena itu, daerah pantai sering menggunakan bivalvia sebagai bioindikator logam berat (Darmono, 1995; Otchere, 2003).

SIMPULAN

Bivalvia yang ditemukan di Pantai Joko Moersodo terdiri dari 7 spesies di antaranya ialah *Gafrarium pectinatum*, *Gafrarium dispar*, *Venerupis aspera*, *Paratapes undulatus*, *Meretrix meretrix*, *Anadara antiquata*, dan *Donax faba* yang termasuk dalam 6 genus dan 3 famili. Nilai indeks keanekaragaman spesies di Pantai Joko Moersodo sebesar 1,537 yang termasuk dalam diversitas sedang dengan jumlah spesiesnya hampir seragam dan terdapat beberapa spesies dominan, serta nilai indeks keanekaragaman bivalvia pada setiap stasiun di Pantai Joko Moersodo sebesar 1,400-1,548 yang termasuk dalam perairan tercemar sedang. Hubungan indeks keanekaragaman jenis bivalvia dengan

kadar timbal pada air dan sedimen di Pantai Joko Moersodo, menunjukkan hasil yang tidak signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriyani R dan Mahmudiono T, 2009. Kadar Logam Berat Cadmium, Protein, dan Organoleptik Pada Daging Bivalvia dan Perendaman Larutan Asam Cuka. *Jurnal Penelitian Medika Eksata*; 8(2): 152-161.
- Amin B, Afriyani E, dan Mikel AS, 2011. Distribusi Spasial Logam Pb dan Cu pada Sedimen dan Air Laut Permukaan di Perairan Tanjung Buton Kabupaten Siak Provinsi Riau. *Jurnal Teknobiologi*; 2(1): 1-8.
- Asadi MA, Iranawati F, and Ashif M, 2018. Description of Bivalve Community Structure during Dry Season in the Intertidal Area of Lamongan, East Java, Indonesia. *AACL Bioflux*; 11: 1502-1514.
- Athifah PMN, Wahyudi SI, Edy R, dan Rohyani IS, 2019. Keanekaragaman Mollusca Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan di Kawasan TPA Kebon Kongok Lombok Barat. *Jurnal Biologi Tropis*; 19(1): 54-60.
- Atlanta V, Ambarwati R, Rahayu DA, and Mujiono N, 2022. Diversity of bivalves on the north coast of Lamongan, East Java, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*; 23(8): 4263-4271.
- Darmono, 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Darmono, 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Dharma B, 2005. *Recent and Fossil Indonesian Shells*. Hackenheim: Conchbooks.
- Emawati E, Aprianto R, dan Musfiroh I, 2015. Analisis Timbal Dalam Kerang Hijau, Kerang Bulu, dan Sedimen di Teluk Jakarta. *Indonesia Journal of Pharmaceutical Science and Technology*; 2(3): 105-111.
- Fachrul MF, 2007. *Metode Sampling Bioekologi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Fatimah, Fadilah RLA, Millah AI, Nurhariyati T, Irawan B, Affandi M, Zuhri RA, Widhiya WE, Salsabila S, Ramly ZA, 2022. Uji kemampuan bakteri endofit penghasil hormon IAA (Indole-3-Acetic Acid) dari Mangrove Lamongan. *Jurnal Riset Biologi Aplikasinya*; 4: 42-50.
- Hamzah F dan Pancawati Y, 2013. Fitoremediasi Logam Berat dengan Menggunakan Mangrove. *Jurnal Ilmu Kelautan*; 18(4): 203-212.
- Hananingtyas I, 2017. Studi Pencemaran Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Ikan Tongkol (*Euthynnus sp.*) di Pantai Utara Jawa. *BIOTROPIC, The Journal of Tropical Biology*; 1(2): 41-50.
- Hidayah N dan Ambarwati R., 2020. Keanekaragaman dan Kemelimpahan Bivalvia di Zona Intertidal Pantai Boom, Tuban. *LenteraBio*; 9(2): 90-98.
- Khasanah NE, 2009. Adsorpsi Logam Berat. *Jurnal Oseana*; 34(4): 1-7.
- Komala R, Fredinan Y, Djamar TFL, dan Isdrajad S, 2011. Morfometrik Kerang Anadara Granosa Dan Anadara Antiquata Pada Wila Yang Tereksplorasi Di Teluk Lada Perairan Selat Sunda. *Jurnal Pertanian-UMMI*; 1(1): 14 -18.
- Kusumastuti D, Setiani O, dan Joko T, 2020. Analisis Frekuensi Konsumsi Makanan Laut dan Kandungan Logam Berat Pb Dalam Darah Wanita Usia Subur (WUS) di Wilayah Kerja Puskesmas Bandarharjo. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*; 8(5): 687-693.
- Lakarmata MY, Santoso P, dan Lukas AYH, 2022. Mortalitas Larva dan Derajat Pencapaian Juvenil Kerah Darah (*Anadara granosa*) Pada Salinitas Berbeda. *Jurnal Aquatik*; 5(2): 91-97.
- MacFarlane GR, 2003. Accumulation and Distribution of Heavy Metal in the Grey Mangrove *Avicennia marina*. *Marine Pollution Bulletin*; 123(1): 179-186.
- Ningrum NC dan Kuntjor S, 2021. Kualitas Perairan Sungai Brangka Mojokerto Berdasarkan Indeks Keanekaragaman Makrozoobentos. *LenteraBio*; 11(1): 71-79.
- Nurhikmah, Kadarsah A, dan Agusliani E, 2021. Studi Konservasi Timpakul dan Moluska Berbasis Pengetahuan dan Sikap Masyarakat Desa Sungai Bakau, Kalimantan Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Masyarakat Etnobiologi Indonesia Ke-V*. ISSN (E): 2776 - 6322.
- Otchere FA, 2003. Heavy Metals Concentrations and Burden in The Bivalves (*Anadara (Senilia) senilis*, *Crassostrea tulipa* and *Perna perna*) from Lagoons in Ghana: Model to Describe Mechanism of Accumulation/Excretion. *African Journal of Biotechnology*; 2(9): 280-287.
- Pakaya F, Olii AH, dan Panigoro C, 2017. Keanekaragaman dan Kelimpahan Bivalvia Pada Ekosistem Mangrove di Desa Manunggu Kecamatan Manunggu Kabupaten Boalemo. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*; 5(1): 31-34.
- Palar, H, 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Peraturan Pemerintah, 2021. *Peraturan Pemerintah (PP) tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Diakses melalui <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/161852/pp-no-22tahun-2021>. Diunduh tanggal 23 Januari 2023.
- Poutiers JM, 1998. Bivalves (Acephala, Lamellibranchia, Pelecypoda). In: Carpenter K.E. & V.H. Niem (eds). *FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes; The Living Marine Resources of The Western Central Pacific*. Volume 1. Rome: FAO.
- Putri RA, Haryono T, dan Kuntjoro S, 2012. Keanekaragaman Bivalvia dan Peranannya sebagai Bioindikator Logam Berat Kromium (Cr) di Perairan Kenjeran, Kecamatan Bulak, Kota Surabaya. *LenteraBio*; 1(2): 87-91.

- Rahayu DA, Ambarwati R, and Faizah U, 2019. Biodiversity of invertebrates in Kemantren Coast, Lamongan. Proceedings of the Mathematics, Informatics, Science, and Education International Conference (MISEIC 2019). *Advances in Computer Science Research, Volume 95*. Surabaya, Indonesia.
- Rahmadani T, Sabang SM, dan Said I, 2015. Analisis Kandungan Logam Zink (Zn) dan Timbal (Pb) Dalam Air Laut Pesisir Pantai Mamboro Kecamatan Palu Utara. *Jurnal Akademika Kimia*; 4(4): 197-203.
- Rahmasari T, Purnomo T, dan Ambarwati R, 2015. Keanekaragaman dan Kelimpahan Gastropoda di Pantai Selatan Kabupaten Pamekasan, Madura. *Journal of Biology & Biology Education*; 7(1): 50-56.
- Riani E, Johari HS, dan Cordova MR, 2017. Bioakumulasi Logam Berat Kadmium dan Timbal Pada Kerang Kapak-Kapak di Kepulauan Seribu. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*; 20(1): 131-142.
- Rohmayani V, Sari T, Romadhon N, dan Wahyuni HI, 2021. Keanekaragaman Bivalvia, Gastropoda, dan Holothuroidea di Zona Intertidal Pantai Utara Laut Jawa, Indonesia. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*; 9(1): 1-7.
- Said I, Jalaluddin MN, Upe A, dan Wahap AW, 2009. Penetapan Konsentrasi Logam Berat Krom dan Timbal Dalam Sedimen Estuaria Sungai Matangpondo Palu. *Jurnal Chemical*; 10(2): 40-47.
- Setyobudiandi I, Eddy S, Yon V, dan Rini S, 2004. Bio-Ekologi Kerang Lamis (*Meretrix meretrix*) di Perairan Marunda. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*; 11(1): 61-66.
- Tyas AW dan Kuntjoro S. 2018. Keanekaragaman Bivalvia dan Peranannya Sebagai Bioindikator Logam Berat Timbal (Pb) di Pantai Kenjeran Surabaya. *LenteraBio*; 7(3): 248-252.
- Wahyuni I, Sari IJ, dan Ekanara B, 2017. Biodiversitas Mollusca (Gastropoda dan Bivalvia) Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan di Kawasan Pesisir Pulau Tunda, Banten. *Biodidaktika*; 12(2): 45-56.
- Wardana MT dan Kuntjoro S, 2023. Analisis Kadar Logam Berat Timbal (Pb) di Perairan Pelabuhan Teluk Lamong dan Korelasinya Terhadap Kadar Pb Kerang Darah (*Tegillarca granosa*). *LenteraBio*; 12(1): 41-49.
- Wijayanto IH, Suryono A, dan Sukanto, 2013. Pengembangan Potensi Pariwisata Dalam Perspektif *Reinventing Government* (Studi di Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Kabupaten Lamongan). *Jurnal Administrasi Publik (JAP)*; 1(6): 1168-1173.
- WoRMS Editorial Board. 2022. World Register of Marine Species. Available from <https://www.marinespecies.org>
- Wulandari E, Herawati EY, dan Arfiati D, 2012. Kandungan Logam Berat Pb pada Air Laut dan Tiram *Saccostrea glomerata* Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Prigi, Trenggalek, Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Perikanan*; 1(1): 10-14.
- Wulansari DF dan Kuntjoro S, 2018. Keanekaragaman Gastropoda dan Peranannya Sebagai Bioindikator Logam Berat Timbal (Pb) di Pantai Kenjeran, Kecamatan Bulak, Kota Surabaya. *LenteraBio*; 7(3): 241-247.
- Zahroh A, Riani E, dan Anwar S, 2019. Analisis Kualitas Perairan Untuk Budidaya Keang Hijau Di Kabupaten Cirebon Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*; 9(1): 86-91.
- Zuykov M, Pelletier E, and Harper DAT, 2013. Bivalve Mollusks in Metal Pollution Studies: from Bioaccumulation to Biomonitoring. *Chemosphere*; 93(2): 201-208.

Article History:

Received: 16 Mei 2023

Revised: 16 Agustus 2023

Available online: 18 Agustus 2023

Published: 30 September 2023

Authors:

Ina Sintya Atika Jati, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya, Jalan Ketintang Gedung C3 Lt.2 Surabaya 60231, Indonesia, e-mail: inaatika26@gmail.com

Sunu Kuntjoro, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya, Jalan Ketintang Gedung C3 Lt.2 Surabaya 60231, Indonesia, e-mail: sunukuntjoro@unesa.ac.id

How to cite this article:

Jati ISA dan Kuntjoro S, 2023. Hubungan Keanekaragaman dan Kadar Timbal (Pb) Pada Bivalvia dengan Kadar Timbal (Pb) Air dan Sedimen di Pantai Joko Moersodo, Lamongan. *LenteraBio*; 12(3): 446-456.