

Analisis Timbal Sedimen Mangrove dan Struktur Komunitas Gastropoda di Perairan Demang Gedi, Kabupaten Purworejo

Nabiel Labib Muhammad, Any Kurniawati*, Hendrayana, Ratna Juita Sari

Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman Komplek GOR Soesilo Soedarman Jl. Dr. Soeparno, , Karangwangkal, Purwokerto Utara, Banyumas, Jawa Tengah 53122 Indonesia
Email: any.kurniawati@unsoed.ac.id

Abstract

Analysis of Lead (Pb) in Mangrove Sediments and Gastropod Communities at Demang Gedi

Mangrove ecosystems play an important role in maintaining coastal biodiversity, including macrozoobenthic communities such as gastropods. Human activities in coastal areas can lead to heavy metal pollution, particularly lead (Pb), which may affect the structure of benthic communities. This study aimed to analyse Pb concentrations in mangrove sediments and evaluate their effects on the structure of the gastropod community in the Demang Gedi Mangrove Education Area, Purworejo Regency. Sampling was conducted at six stations using a core sampler for sediment collection and 1×1 m quadrats for gastropod sampling. Sediment Pb concentrations were analysed using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS), while gastropod community structure was assessed using abundance, diversity (H'), evenness (E), and dominance (D) indices. Lead concentrations in sediments ranged from 0.98 to 18.04 mg/kg, with an average value of 10.86 mg/kg, and all values were below the sediment quality guidelines established by the Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME). A total of eight gastropod species from three families were recorded, with the community strongly dominated by *Faunus ater* (98.38%). Diversity and evenness indices were low, whereas dominance values were high. Linear regression analysis indicated that sediment Pb concentrations explained only 24.7% of the variation in gastropod abundance, suggesting that Pb had a relatively minor influence on the gastropod community structure. These findings indicate that gastropod community structure in the study area is more strongly influenced by species tolerance and other environmental factors than by sediment lead concentrations.

Keyword: Bioindicator; Heavy metal pollution; Benthic community structure; Coastal ecosystem

Abstrak

Ekosistem mangrove berperan penting dalam menjaga keanekaragaman hayati pesisir, termasuk komunitas makrozoobentos seperti gastropoda. Aktivitas manusia di wilayah pesisir berpotensi menyebabkan pencemaran logam berat, salah satunya timbal (Pb), yang dapat berdampak terhadap struktur komunitas organisme benthik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan Pb pada sedimen serta mengevaluasi pengaruhnya terhadap struktur komunitas gastropoda di Kawasan Edukasi Mangrove Demang Gedi, Kabupaten Purworejo. Pengambilan sampel dilakukan pada enam stasiun menggunakan core sampler untuk sedimen dan kuadrat berukuran 1×1 m untuk gastropoda. Analisis kandungan Pb pada sedimen dilakukan menggunakan Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS), sedangkan struktur komunitas gastropoda dianalisis menggunakan indeks kelimpahan, keanekaragaman (H'), keseragaman (E), dan dominansi (D). Kandungan Pb pada sedimen berada pada kisaran 0,98–18,04 mg/kg dengan nilai rata-rata 10,86 mg/kg, dan seluruh nilai masih berada di bawah baku mutu sedimen menurut Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME). Komunitas gastropoda terdiri atas 8 spesies dari 3 famili dan didominasi oleh *Faunus ater* dengan proporsi 98,38%. Nilai keanekaragaman dan keseragaman tergolong rendah, sedangkan indeks dominansi menunjukkan nilai tinggi. Analisis regresi linier menunjukkan bahwa kandungan Pb pada sedimen hanya menjelaskan 24,7% variasi kelimpahan gastropoda, sehingga pengaruh Pb terhadap struktur komunitas gastropoda tergolong relatif kecil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur komunitas gastropoda di kawasan penelitian lebih dipengaruhi oleh toleransi spesies dan kondisi lingkungan lainnya dibandingkan oleh kandungan timbal pada sedimen.

Kata kunci : Bioindikator; Pencemaran logam berat; Struktur komunitas benthik; Ekosistem pesisir

PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove memiliki kemampuan tinggi dalam menjebak dan mengakumulasi logam berat karena karakter perairannya yang relatif tenang, substrat berlumpur, serta dinamika pasang surut yang memperlambat dispersi polutan, sehingga sedimen mangrove berfungsi sebagai perangkap alami kontaminan seperti timbal (Pb) (Alongi, 2014). Pb merupakan logam non-esensial yang bersifat toksik dan persisten, sehingga akumulasinya dalam sedimen berpotensi menimbulkan

risiko ekologis jangka panjang melalui gangguan organisme benthik dan transfer trofik (Rainbow, 2002; Sari, 2024). Sumber Pb umumnya berasal dari aktivitas antropogenik seperti limbah domestik, budidaya perikanan, dan aliran sungai dari daerah hulu (Tam & Wong, 2000), yang intensitasnya terus meningkat di wilayah pesisir tropis. Oleh karena itu, kajian mengenai konsentrasi dan distribusi Pb pada sedimen mangrove menjadi penting untuk menilai tingkat kontaminasi, potensi risiko ekologis, serta sebagai dasar ilmiah dalam pengelolaan dan konservasi mangrove secara berkelanjutan.

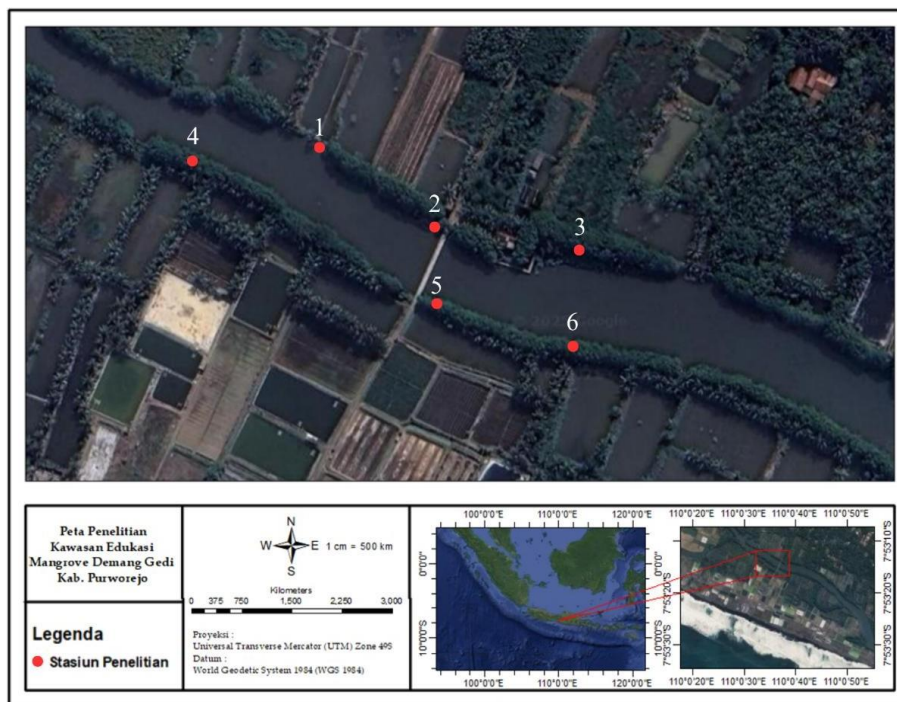
Akumulasi timbal (Pb) dalam sedimen mangrove tidak hanya menurunkan kualitas lingkungan, tetapi juga secara langsung memengaruhi organisme benthik yang berasosiasi erat dengan substrat, termasuk gastropoda yang memiliki mobilitas rendah dan paparan kontinu terhadap sedimen terkontaminasi. Pb yang bersifat toksik dan bioakumulatif dapat mengganggu proses fisiologis, menurunkan laju pertumbuhan, menghambat reproduksi, serta memicu stres oksidatif dan gangguan metabolisme seluler pada gastropoda (Rainbow, 2002; Astani *et al.*, 2023; Latupeirissa *et al.*, (2025); Dan *et al.*, (2022)). Dampak jangka panjangnya tercermin pada perubahan struktur komunitas, ditandai dengan penurunan keanekaragaman dan dominasi spesies toleran terhadap pencemaran (Hulopi *et al.*, 2022; Fitria *et al.*, 2023). Secara ekologis, gastropoda berperan penting sebagai dekomposer utama dalam ekosistem mangrove melalui penguraian serasah daun yang mendukung siklus nutrisi dan produktivitas primer, sehingga perubahan pada komunitasnya dapat mengindikasikan terganggunya fungsi ekosistem. Oleh karena itu, analisis kelimpahan dan keanekaragaman gastropoda menjadi pendekatan yang relevan dan mutakhir sebagai bioindikator untuk menilai tingkat kontaminasi Pb dan kesehatan ekosistem mangrove secara komprehensif.

Meskipun penelitian mengenai akumulasi timbal (Pb) pada sedimen mangrove (Tam & Wong, 2000) serta dampaknya terhadap gastropoda sebagai bioindikator telah banyak dilaporkan (Rainbow, 2002; Astani *et al.*, 2023), kajian yang secara langsung menganalisis hubungan antara konsentrasi Pb dalam sedimen mangrove dengan struktur komunitas gastropoda masih terbatas, khususnya di wilayah pesisir selatan Jawa Tengah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk (1) menentukan konsentrasi Pb pada sedimen mangrove, (2) menganalisis struktur komunitas gastropoda berdasarkan parameter kelimpahan dan keanekaragaman, serta (3) mengevaluasi hubungan antara konsentrasi Pb dan perubahan struktur komunitas gastropoda pada kawasan edukasi mangrove Demang Gedi sebagai indikator kualitas lingkungan.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Kawasan Edukasi Mangrove Demang Gedi, Desa Gedangan, Kecamatan Purwodadi, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah. Pengambilan data lapangan dilakukan pada Bulan Juni 2025. Identifikasi sampel gastropoda serta pengolahan data dilakukan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman, sedangkan analisis kandungan logam berat timbal (Pb) pada sedimen dilakukan di Laboratorium Proling, Institut Pertanian Bogor (IPB).

Penelitian ini menggunakan metode survei lapangan. Penentuan lokasi pengambilan sampel dilakukan dengan metode *purposive sampling*, berdasarkan potensi keberadaan logam berat timbal (Pb) yang dipengaruhi oleh sumber pencemar seperti limbah rumah tangga, aliran sungai, dan aktivitas budidaya tambak. Pengambilan sampel komunitas gastropoda dilakukan menggunakan transek kuadrat 1×1m yang ditempatkan secara acak pada setiap stasiun penelitian. Pengambilan sampel sedimen dilakukan menggunakan *core sampler* yang ditancapkan secara vertikal ke dalam substrat hingga kedalaman 10-15 cm untuk memperoleh sedimen lapisan atas yang berpotensi memiliki akumulasi logam berat tertinggi (Hasan *et al.* 2023). Pengukuran parameter fisika-kimia perairan meliputi suhu, salinitas, pH, dan oksigen terlarut (DO). Analisis kandungan logam berat timbal (Pb) pada sampel sedimen dilakukan di Laboratorium Proling IPB menggunakan metode standar APHA 24th Edition, yang meliputi metode 2540-G, 3030-H, dan 3111-B (APHA, 2023). Struktur komunitas gastropoda dianalisis berdasarkan beberapa indeks ekologi antara lain kelimpahan individu, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, dan indeks dominansi.



Gambar 1. Peta Penelitian

Data kandungan timbal (Pb) pada sedimen dan parameter struktur komunitas gastropoda dianalisis secara deskriptif. Hubungan antara konsentrasi Pb dalam sedimen dengan struktur komunitas gastropoda dianalisis menggunakan regresi linier sederhana. Nilai koefisien determinasi (R^2) digunakan untuk menunjukkan proporsi variasi struktur komunitas gastropoda yang dapat dijelaskan oleh variasi konsentrasi Pb, dengan nilai R^2 berada pada rentang 0–1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa kandungan logam berat timbal (Pb) pada sedimen ekosistem mangrove di Kawasan Edukasi Mangrove Demang Gedi berada pada kisaran 0,98–18,04 mg/kg, dengan nilai rata-rata sebesar 10,86 mg/kg. Acuan baku mutu sedimen menurut *Canadian Council of Ministers of the Environment* (CCME, 2001) memperlihatkan bahwa seluruh nilai kandungan Pb di lokasi penelitian masih berada di bawah ambang batas yang ditetapkan, sehingga kondisi sedimen mangrove di kawasan ini secara umum masih tergolong aman dari pencemaran Pb (Gambar 2).

Nilai kandungan Pb tertinggi ditemukan pada Stasiun 6, yaitu sebesar 18,04 mg/kg. Kondisi ini diduga kuat dipengaruhi oleh limpasan aktivitas antropogenik di sekitar lokasi penelitian, khususnya kegiatan budidaya tambak dan pertanian. Temuan ini sejalan dengan Birch dan Olmos (2008) yang menyatakan bahwa logam berat yang terikat pada sedimen dapat digunakan sebagai indikator pengaruh aktivitas manusia di perairan pesisir serta berpotensi menimbulkan risiko biologis. Aktivitas pertanian berkontribusi terhadap masuknya logam berat termasuk timbal (Pb) ke lingkungan sedimen melalui penggunaan pupuk kimia berbasis fosfat, yang sering mengandung logam berat sebagai unsur pengotor. Pupuk fosfat dapat melepaskan logam berat ini ke tanah dan kemudian terbawa oleh limpasan permukaan menuju badan air dan sedimen, meningkatkan akumulasi kontaminan di ekosistem pesisir (El-Sharkawy *et al.* 2025). Sedangkan kandungan Pb terendah tercatat pada Stasiun 3 dengan nilai 0,98 mg/kg. Rendahnya konsentrasi Pb di stasiun ini berkaitan dengan kondisi vegetasi mangrove yang relatif rapat. Kepadatan vegetasi mangrove meningkatkan fungsi ekosistem sebagai penyaring alami logam berat melalui mekanisme

pengikatan logam pada sistem perakaran dan sedimen di sekitarnya, sehingga mobilitas timbal (Pb) di lingkungan sedimen dapat ditekan (Marchand *et al.*, 2016; Arifin *et al.*, 2021). Keberadaan timbal (Pb) dalam sedimen mangrove tidak hanya dipengaruhi oleh aktivitas antropogenik, tetapi juga oleh proses alami berupa pengangkutan logam melalui aliran sungai dan perairan laut. Logam yang terbawa tersebut kemudian berasosiasi dengan partikel sedimen berukuran halus dan bahan organik sebelum mengalami pengendapan dan terakumulasi di lingkungan mangrove (Birch & Olmos, 2008; Marchand *et al.*, 2016). Proses pelapukan dan erosi batuan yang mengandung Pb, seperti galena, cerussite, dan anglesite, turut berkontribusi melalui reaksi kimia yang melibatkan air, oksigen, dan aktivitas mikroorganisme.

Kondisi fisika-kimia perairan, khususnya konsentrasi oksigen terlarut (DO), memainkan peran penting dalam mobilisasi dan spesiasi timbal (Pb) dalam sedimen mangrove. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi aerobik (DO tinggi) mendorong Pb teradsorpsi ke partikel sedimen, sedangkan kondisi anoksik (DO rendah) cenderung melepaskan Pb dari sedimen ke fase air karena perubahan fraksi kimia dan nilai redoks lingkungan (Kang *et al.*, 2019). Selain itu, interaksi Pb dengan materi organik sedimen melalui adsorpsi dan kompleksasi sangat dipengaruhi oleh kondisi redoks dan konsentrasi DO, yang pada gilirannya memodifikasi ketersediaan Pb untuk organisme benthik (He *et al.*, 2019). Di samping itu, aktivitas budidaya tambak di sekitar kawasan mangrove meningkatkan masukan nutrisi, pakan, pupuk, dan pestisida yang dapat memperkaya logam berat dalam sistem perairan dan sedimen melalui aliran air permukaan (Kang *et al.*, 2019).

Analisis komposisi jenis gastropoda di Kawasan Edukasi Mangrove Demang Gedi menunjukkan keberadaan 8 spesies gastropoda yang tergolong ke dalam 3 famili, yaitu Pachychilidae, Potamididae, dan Neritidae (Tabel 1). Keberadaan ketiga famili tersebut mencerminkan karakteristik ekosistem mangrove yang didominasi oleh substrat berlumpur, dipengaruhi oleh dinamika pasang surut, serta memiliki gradien salinitas yang relatif bervariasi, yang merupakan kondisi umum habitat mangrove di wilayah pesisir dan estuaria. Berdasarkan seluruh spesies yang ditemukan, *Faunus ater* tercatat sebagai spesies yang paling dominan dengan jumlah individu mencapai 1.094 individu, sedangkan tujuh spesies lainnya hanya ditemukan dalam jumlah sangat terbatas, yaitu berkisar antara 1–4 individu di seluruh stasiun pengamatan. Pola kelimpahan ini menunjukkan perbedaan distribusi yang sangat mencolok antarspesies. Dominansi *Faunus ater* berkaitan erat dengan kemampuannya beradaptasi pada habitat berlumpur yang kaya bahan organik dan cenderung eutrofik. Spesies ini diketahui memiliki toleransi tinggi terhadap variasi salinitas serta mampu bertahan pada kondisi lingkungan dengan tingkat pencemaran yang relatif lebih tinggi, sehingga sering mendominasi komunitas gastropoda di ekosistem mangrove dan estuaria (Purnama *et al.*, 2022).

Sebaliknya, spesies dari famili Neritidae, seperti *Vittina spp.* dan *Clithon coronatum*, memiliki distribusi yang lebih terbatas dan umumnya ditemukan pada habitat dengan substrat berbatu atau keras serta kondisi perairan yang relatif jernih dan berarus. Karakteristik habitat tersebut mendukung kebutuhan oksigenasi yang lebih tinggi serta stabilitas substrat untuk perlekatan, sehingga membatasi keberadaan spesies Neritidae pada lokasi tertentu saja. Perbedaan karakteristik habitat antarspesies ini menegaskan bahwa faktor fisik-kimia perairan dan tipe substrat berperan penting dalam membentuk struktur komunitas gastropoda di ekosistem pesisir dan estuaria (Purnama *et al.*, 2022).

Total kelimpahan gastropoda yang ditemukan di Kawasan Edukasi Mangrove Demang Gedi mencapai 1.112 individu, dengan nilai kelimpahan antarstasiun berkisar antara 22,67–87,33 ind/m² (Gambar 3a). Nilai kelimpahan tertinggi tercatat pada Stasiun 3 sebesar 87,33 ind/m². Kondisi ini berkaitan dengan karakteristik habitat yang relatif lebih mendukung, yang ditandai oleh suhu perairan yang lebih rendah (28,3 °C), pH mendekati netral (7,08), serta nilai salinitas tertinggi dibandingkan stasiun lainnya, yaitu 11,67 ppt. Kisaran salinitas tersebut masih berada dalam batas toleransi gastropoda, yaitu 5–75 ppt (Darwati *et al.*, 2024). Keberadaan vegetasi yang baik serta proses sedimentasi yang relatif seimbang turut meningkatkan stabilitas habitat dan ketersediaan bahan organik, sehingga mendukung produktivitas gastropoda. Kondisi serupa dilaporkan pada

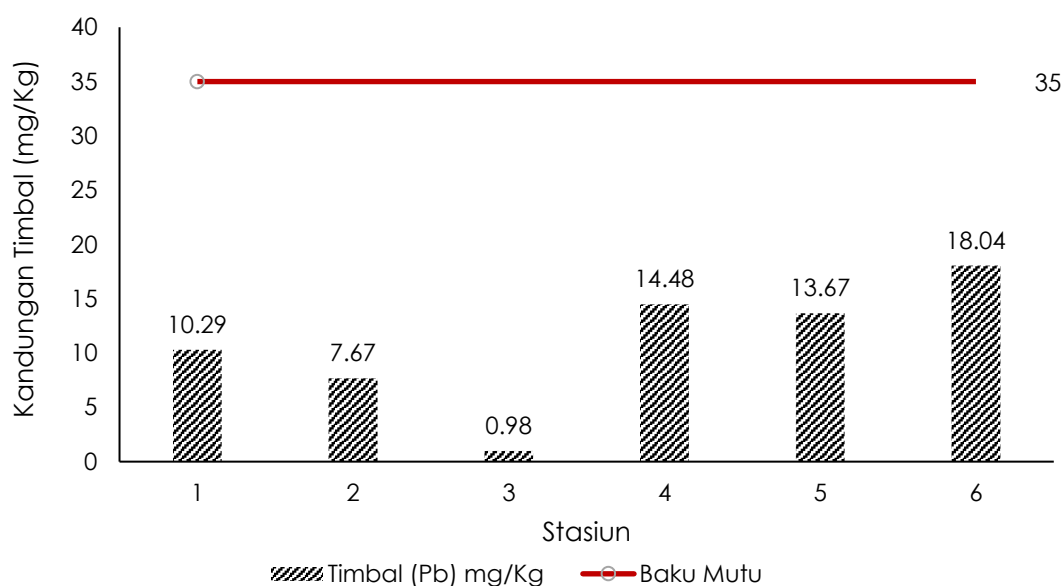
berbagai ekosistem perairan yang menunjukkan bahwa stabilitas fisika-kimia dan vegetasi tepi perairan berperan penting dalam mendukung kelimpahan biota bentik. Destiana *et al.* (2022) menunjukkan bahwa vegetasi mangrove menyediakan serasah dan bahan organik yang menjadi sumber energi bagi komunitas makrobentos dan memengaruhi keadaan struktur komunitas bentik, sehingga digunakan sebagai indikator kualitas habitat.

Nilai kelimpahan terendah ditemukan pada Stasiun 5 sebesar 22,67 ind/m². Aktivitas pertanian di sekitar lokasi penelitian, terutama penggunaan pupuk dan pestisida secara intensif, berkontribusi terhadap penurunan kualitas perairan dan kondisi substrat melalui limpasan agrochemicals ke badan air. Hal ini dapat mengganggu habitat bentik dan berdampak negatif terhadap kelimpahan gastropoda, karena organisme bentik sangat sensitif terhadap perubahan kualitas air dan kontaminan

Nilai indeks keanekaragaman Shannon–Wiener (H') gastropoda di Kawasan Edukasi Mangrove Demang Gedi berada pada kisaran 0–0,4294, yang mencerminkan tingkat keanekaragaman sangat rendah hingga rendah (Gambar 3b). Nilai H' sebesar 0 tercatat pada Stasiun 1 dan Stasiun 3, yang menunjukkan kondisi komunitas dengan dominasi mutlak oleh satu spesies. Nilai keanekaragaman tertinggi ditemukan pada Stasiun 5 dengan nilai $H' = 0,4294$, meskipun secara umum masih tergolong rendah.

Tabel 1. Komposisi Jenis gastropoda di Kawasan Edukasi Mangrove Demang Gedi

Spesies	Famili	Jumlah
<i>Faunus ater</i>	Pachychilidae	1.094
<i>Clithon coronatum</i>	Neritidae	4
<i>Cerithidea obtusa</i>	Potamididae	1
<i>Vittina semiconica</i>	Neritidae	4
<i>Neritodryas subsulcata</i>	Neritidae	2
<i>Vittina turrita</i>	Neritidae	4
<i>Vittina coromandeliana</i>	Neritidae	2
<i>Vittina variegata</i>	Neritidae	1



Gambar 2. Konsentrasi Pb pada Sedimen Mangrove Demang Gedi

Rendahnya nilai keanekaragaman gastropoda di sebagian besar stasiun penelitian berkaitan erat dengan dominasi *Faunus ater* yang mencapai 98,38% dari total individu yang ditemukan. Spesies ini dikenal memiliki toleransi tinggi terhadap kondisi lingkungan yang tertekan, termasuk fluktuasi salinitas dan paparan pencemar. Kemampuan adaptif tersebut memungkinkan *F. ater* bertahan dan mendominasi habitat dengan kualitas lingkungan yang menurun, sehingga menekan keberadaan spesies gastropoda lain yang memiliki toleransi ekologis lebih sempit (Agustina *et al.*, 2019).

Karakteristik substrat berlumpur yang relatif homogen juga berkontribusi terhadap rendahnya keanekaragaman gastropoda. Substrat dengan kondisi fisik-kimia yang seragam cenderung membatasi variasi mikrohabitat dan ketersediaan sumber makanan, sehingga hanya spesies tertentu yang mampu beradaptasi dan mendominasi komunitas. Hubungan antara tipe substrat dan keanekaragaman gastropoda telah banyak dilaporkan pada berbagai ekosistem perairan pesisir dan estuaria (Jana *et al.*, 2024).

Nilai keanekaragaman yang relatif lebih tinggi pada Stasiun 5 mengindikasikan kondisi lingkungan yang lebih mendukung keberlangsungan beberapa spesies gastropoda. Keberadaan vegetasi alami di sekitar badan air dan tekanan lingkungan yang relatif lebih rendah berperan dalam menyediakan habitat dan sumber makanan yang lebih beragam, sehingga memungkinkan lebih banyak spesies bertahan dalam komunitas gastropoda.

Nilai indeks keseragaman (Evenness, E) gastropoda di lokasi penelitian berada pada kisaran 0–0,2668 (Gambar 3c). Nilai keseragaman terendah ditemukan pada Stasiun 1 dan Stasiun 3 dengan nilai $E = 0$, yang menunjukkan distribusi individu antarspesies sangat tidak merata dan didominasi oleh satu spesies. Nilai keseragaman tertinggi tercatat pada Stasiun 5 dengan nilai $E = 0,2668$, meskipun secara umum masih tergolong rendah.

Nilai keseragaman yang rendah pada Stasiun 1 dan Stasiun 3 berkaitan dengan kondisi oksigen terlarut (DO) yang relatif rendah, yaitu berkisar antara 2,53–3,40 mg/L, sehingga hanya spesies dengan toleransi fisiologis tinggi yang mampu bertahan dan mendominasi komunitas. Kondisi DO yang rendah menurunkan kemampuan respirasi dan aktivitas metabolik gastropoda yang sensitif terhadap hipoksia, yang pada akhirnya menyebabkan distribusi individu antarspesies menjadi tidak merata dan meningkatkan dominansi spesies toleran. Ketentuan baku mutu lingkungan menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 menetapkan bahwa kadar DO yang ideal bagi biota perairan berada di atas 5 mg/L, sehingga nilai DO yang berada di bawah ambang tersebut berpotensi membatasi keberlangsungan dan keseimbangan struktur komunitas gastropoda di ekosistem mangrove. Pola tersebut konsisten dengan hasil Penelitian di Sungai Way Awi menunjukkan bahwa variabilitas DO memiliki hubungan signifikan dengan indeks keseragaman dan dominansi makrozoobentos, yang mencerminkan tekanan lingkungan terhadap komunitas benthik (Nugraha *et al.*, 2023).

Nilai keseragaman yang relatif lebih tinggi pada Stasiun 5 (0,2668) menunjukkan distribusi individu antarspesies yang lebih merata dibandingkan stasiun lainnya. Kondisi ini berkaitan dengan keberagaman tipe substrat yang menyediakan berbagai mikrohabitat bagi gastropoda. Variasi substrat seperti lumpur, pasir, dan lanau mampu mendukung keberadaan beberapa spesies secara bersamaan, sehingga mengurangi dominasi satu spesies dan meningkatkan keseragaman komunitas (Hulopi *et al.*, 2022).

Nilai indeks dominansi Simpson (D) gastropoda di Kawasan Edukasi Mangrove Demang Gedi berada pada kisaran 0,8247–1,0 (Gambar 3d). Nilai dominansi tertinggi tercatat pada Stasiun 1 dan Stasiun 3 dengan nilai $D = 1,0$, sedangkan nilai dominansi terendah ditemukan pada Stasiun 5 dengan nilai $D = 0,8247$. Seluruh stasiun penelitian menunjukkan dominasi kuat oleh satu spesies, yaitu *Faunus ater*. Dominansi tinggi *Faunus ater* yang mencapai lebih dari 98% dari total individu mencerminkan fleksibilitas ekologis spesies tersebut dalam menghadapi variasi kondisi lingkungan

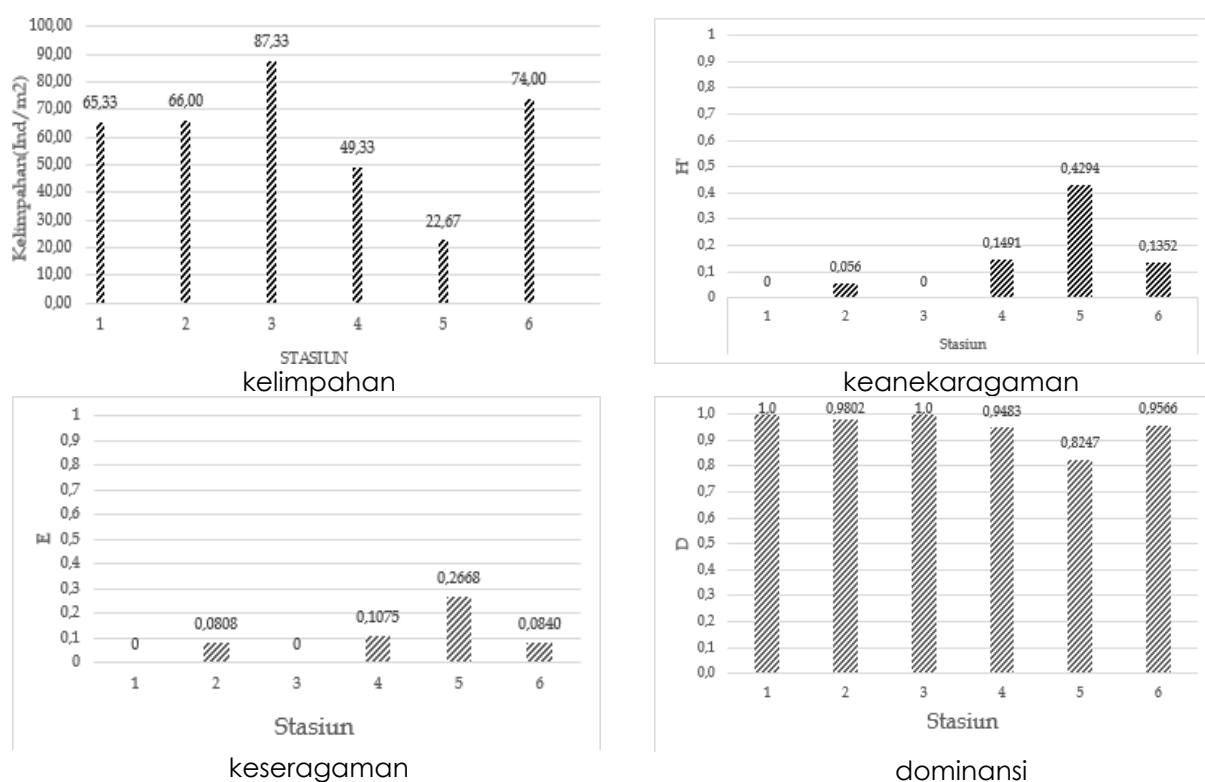
mangrove, termasuk fluktuasi salinitas, kondisi substrat berlumpur, dan tekanan lingkungan lainnya. Spesies dengan toleransi ekologis luas cenderung menguasai komunitas pada ekosistem yang mengalami tekanan, sehingga menekan keberadaan spesies lain yang kurang adaptif. Pola dominansi ini konsisten dengan rendahnya nilai keanekaragaman dan keseragaman gastropoda yang ditemukan di kawasan penelitian (Hafish et al., 2022).

Pengaruh Timbal (Pb) terhadap Struktur Komunitas Gastropoda

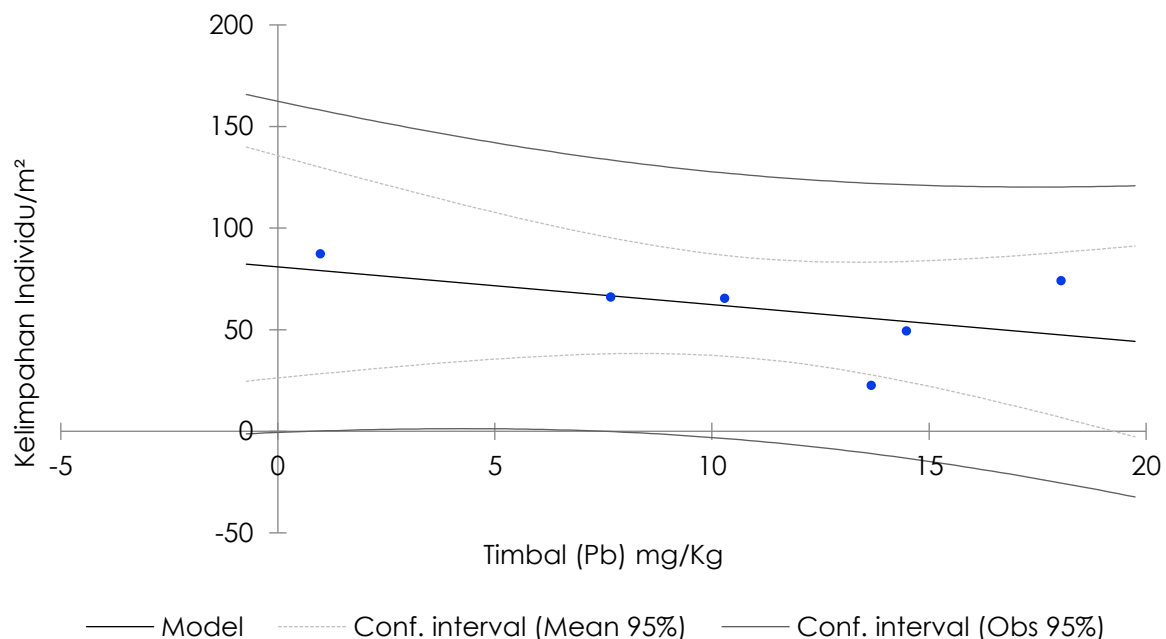
Kandungan logam berat timbal (Pb) pada sedimen di setiap stasiun penelitian menunjukkan variasi yang cukup besar. Konsentrasi Pb tertinggi tercatat pada Stasiun 6 sebesar 18,04 mg/kg dengan kelimpahan gastropoda 74,00 ind/m², sedangkan konsentrasi Pb terendah ditemukan pada Stasiun 3 sebesar 0,98 mg/kg dengan kelimpahan gastropoda tertinggi, yaitu 87,33 ind/m². Pola tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara kandungan Pb dalam sedimen dan kelimpahan gastropoda tidak bersifat linear sederhana.

Hasil analisis regresi linier menunjukkan nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,247$, yang mengindikasikan bahwa sekitar 24,7% variasi kelimpahan gastropoda dapat dijelaskan oleh variasi kandungan Pb dalam sedimen. Nilai tersebut menunjukkan bahwa pengaruh Pb terhadap struktur komunitas gastropoda tergolong kecil, sehingga faktor lingkungan lain turut berperan dalam membentuk struktur komunitas di kawasan penelitian (Gambar 4)

Kondisi pada Stasiun 6 memperlihatkan bahwa kelimpahan gastropoda tetap relatif tinggi (74,00) meskipun kandungan Pb sedimen berada pada nilai tertinggi (18,04 mg/kg). Dominasi *Faunus ater* pada stasiun ini menunjukkan adanya toleransi fisiologis yang tinggi terhadap keberadaan logam berat, sehingga akumulasi Pb dalam sedimen tidak selalu diikuti oleh penurunan kelimpahan



Gambar 3. Struktur komunitas gastropoda di ekosistem mangrove Kawasan Edukasi Mangrove Demang Gedi



Gambar 4. Hubungan antara kandungan timbal (Pb) pada sedimen dengan kelimpahan gastropoda (ind/m²)

organisme benthik. Spesies gastropoda tertentu dilaporkan mampu bertahan dan bahkan mendominasi komunitas pada kondisi perairan dengan kandungan logam berat yang relatif tinggi (Rahman *et al.*, 2024).

Kondisi perairan yang menerima masukan bahan organik dari aktivitas tambak dan pertanian berkontribusi terhadap peningkatan kesuburan perairan melalui proses eutrofikasi. Proses tersebut dapat meningkatkan ketersediaan sumber makanan bagi organisme benthik tertentu, sehingga kelimpahan gastropoda tetap tinggi meskipun kualitas perairan mengalami penurunan akibat pencemaran (Ariadi & Mujtahidah, 2022; Nasrul, 2024).

Kelimpahan gastropoda tertinggi pada Stasiun 3 (87,33 ind/m²) berkaitan dengan rendahnya kandungan Pb sedimen, yaitu 0,98 mg/kg, yang mencerminkan kondisi lingkungan yang relatif lebih mendukung bagi keberlangsungan hidup gastropoda. Konsentrasi logam berat yang lebih rendah umumnya memberikan tekanan toksik yang lebih kecil terhadap organisme benthik, sehingga memungkinkan kelimpahan yang lebih tinggi dan struktur komunitas yang lebih stabil (Ladias, 2020). Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan timbal (Pb) dalam sedimen bukan merupakan faktor tunggal yang menentukan struktur komunitas gastropoda di Kawasan Edukasi Mangrove Demang Gedi. Nilai $R^2 = 0,247$ menegaskan bahwa struktur komunitas gastropoda dipengaruhi oleh interaksi berbagai faktor lingkungan, termasuk toleransi spesies, masukan bahan organik, serta kondisi fisika-kimia perairan.

KESIMPULAN

Kandungan timbal (Pb) pada sedimen di Kawasan Edukasi Mangrove Demang Gedi berkisar antara 0,98–18,04 mg/kg dengan rata-rata 10,86 mg/kg dan masih berada di bawah baku mutu CCME (2001), sehingga secara umum belum menunjukkan pencemaran Pb yang signifikan. Struktur komunitas gastropoda ditandai oleh keanekaragaman dan keseragaman yang rendah serta dominansi tinggi oleh *Faunus ater*, mengindikasikan adanya tekanan lingkungan. Analisis regresi

menunjukkan bahwa Pb sedimen hanya berkontribusi sebesar 24,7% ($R^2 = 0,247$) terhadap variasi kelimpahan gastropoda, sehingga faktor lingkungan lain lebih berperan dalam menentukan struktur komunitas di kawasan penelitian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Jenderal Soedirman atas dukungan pendanaan melalui skema Riset Peningkatan Kompetensi (RPK) BLU dengan No.14.418/UN23.34/PT.01/V/2025 Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian, baik di lapangan maupun di laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, R., Sarong, M. A., & Yulianda, F. (2019). Analysis of lead (Pb) and zinc (Zn) content in sediments and *Faunus ater* at Bale Lhoknga, Aceh Besar District. *Journal of Physics: Conference Series*, 1232, 012007. doi: 10.1088/1742-6596/1232/1/012007
- APHA. (2023). Standard methods for the examination of water and wastewater (24th ed.). American Public Health Association.
- Alongi, D. M. (2014). Carbon cycling and storage in mangrove forests. *Annual Review of Marine Science*, 6, 195–219. doi: 10.1146/annurev-marine-010213-135020
- Ariadi, H., & Mujtahidah, T. (2022). Analisis permodelan dinamis kelimpahan bakteri *Vibrio* sp. pada budidaya udang vaname, *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Riset Akuakultur*, 16(4), 255–262. doi: 10.15578/jra.16.4.2021.255-262
- Arifin, Z., Puspitasari, R., & Miyazaki, N. (2021). Heavy metal contamination and ecological risk in mangrove sediments of Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 163, 111951.
- Astani, M., Moradi, A. M., & Mostafavi, P. G. (2023). Using biomarkers to assess the toxicity of environmental concentrations of heavy metals to the marine gastropod *Thais mutabilis*. *Regional Studies in Marine Science*, 59, 102803. doi: 10.1016/j.rsma.2022.102803
- Birch, G. F., & Olmos, M. A. (2008). Sediment-bound heavy metals as indicators of human influence and biological risk in coastal water bodies. *ICES Journal of Marine Science*, 65(8), 1407–1413. doi: 10.1093/icesjms/fsn139
- CCME. (2001). *Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: Summary tables*. Canadian Council of Ministers of the Environment.
- Dan, S. F., Udoh, E. C., & Wang, Q. (2022). Contamination and ecological risk assessment of heavy metals and their relationship with organic matter sources in surface sediments of the Cross River Estuary and nearshore areas. *Journal of Hazardous Materials*, 438, 129531. doi: 10.1016/j.jhazmat.2022.129531
- Darwati, H., Wibowo, H., & Yanti, H. (2024). Keanekaragaman jenis gastropoda pada ekosistem hutan mangrove di Desa Malek Kecamatan Paloh Kabupaten Sambas. *Jurnal Hutan Lestari*, 12(1), 188.
- Destiana, D., Lestariningsih, S. P., & Darwati, H. (2022). Biodiversitas makrobentos sebagai indikator kualitas habitat pada ekosistem mangrove. *Journal of Tropical Marine Science*, 5(1). doi: 10.33019/jour.trop.mar.sci.v5i1.2940
- El-Sharkawy, M., Alotaibi, M. O., Li, J., Du, D., & Mahmoud, E. (2025). Heavy metal pollution in coastal environments: Ecological implications and management strategies: A review. *Sustainability*, 17(2), 701. doi: 10.3390/su17020701
- Fitria, Y., Fitriani, M., Nugroho, R. Y., & Putri, W. A. E. (2023). Gastropods as bioindicators of heavy metal pollution in the Banyuasin Estuary shrimp pond area, South Sumatra, Indonesia. *Acta Ecologica Sinica*, 43(6), 1129–1137. doi: 10.1016/j.chnaes.2023.05.009
- Hafish, N. A., Kurniawan, R., Probosunu, N., Adharini, R. I., & Setyobudi, E. (2022). Keanekaragaman gastropoda di perairan Teluk Lembar, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Biologi Udayana*, 26(1), 45–57.
- Hasan, M. R., Anisuzzaman, M., Choudhury, T. R., Arai, T., Yu, J., Albeshr, M. F., & Hossain, M. B. (2023). Vertical distribution, contamination status and ecological risk assessment of heavy metals in core sediments from a mangrove-dominated tropical river. *Marine Pollution Bulletin*, 189, 114804. doi: 10.1016/j.marpolbul.2023.114804

- He, Y., Men, B., Yang, X., Li, Y., Xu, H., & Wang, D. (2019). Relationship between heavy metals and dissolved organic matter released from sediment by bioturbation/bioirrigation. *Journal of Environmental Sciences*, 75, 216-223. doi: 10.1016/j.jes.2018.03.031
- Hulopi, M., de Queljoe, K. M., & Uneputty, P. A. (2022). Keanekaragaman gastropoda di ekosistem mangrove Pantai Negeri Passo Kecamatan Baguala Kota Ambon. *TRITON: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, 18(2), 121-132. doi: 10.30598/TRITONvol18issue2page121-132
- Jana, F. G., Afifa, F. H., Triajie, H., Abida, I. W., & Pramithasari, F. A. (2024). Biodiversitas gastropoda berdasarkan tipe sedimen pada kawasan ekosistem mangrove Kecamatan Socah Kabupaten Bangkalan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 5(4), 354-364. doi: 10.21107/juvenil.v5i4.26537
- Kang, M., Tian, Y., Peng, S., & Wang, M. (2019). Effect of dissolved oxygen and nutrient levels on heavy metal contents and fractions in river surface sediments. *Science of The Total Environment*, 648, 861-870. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.08.201
- Ladias, J. A. (2020). Diversity and abundance of gastropods in the intertidal zone of Muduing Bay, Zamboanga Peninsula, Philippines. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*, 10(2), 45.
- Latupeirissa, C. M. E., Haryati, A., Winanto, T., Fikriyya, N., Prihatiningsih, I., Januar, H. I., & Putri, W. A. E. (2025). Lead (Pb) contamination in sediments and the potential of gastropods as bioindicators of Pb in mangrove forests (Mojo Village, Pemalang). *Jurnal Kelautan Tropis*, 28(1), 139-150. doi: 10.14710/jkt.v28i1.25143
- Marchand, C., Fernandez, J. M., & Moreton, B. (2016). Trace metal geochemistry in mangrove sediments and plants: Role of vegetation in metal retention. *Science of The Total Environment*, 562, 216-227. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.03.206
- Nasrul, N., Amal, A., & Qaiyimah, D. (2024). Kajian kualitas fisik dan kimia air Sungai Gentung Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. *Jurnal Environmental Science*, 6(2), 55-61. doi: 10.35580/jes.v6i2.60637
- Nugraha, D. R., Susanto, G. N., & Kanedi, M. (2024). Struktur Komunitas Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Air di Sungai Way Awi, Bandarlampung. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 9(3), 330-339. doi: 10.24002/biota.v9i3.8744
- Purnama, M. F., Sirza, L. O. M. J., & Salwiyah. (2022). Struktur komunitas gastropoda perairan tawar di Kabupaten Kolaka Utara, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Perikanan*, 12(1), 97-107. doi: 10.29303/jp.v12i1.282
- Rahman, M. M., Islam, S., Moniruzzaman, M., Sultana, N., & Alam, M. J. (2024). Assessment of molluscan diversity and their responses to heavy metal deposition in a river ecosystem of Bangladesh. *International Journal of Environmental and Analytical Chemistry*, 12(3), 142-155. doi: 10.22271/j.ento.2024.v12.i3a.9319
- Rainbow, P. S. (2002). Trace metal concentrations in aquatic invertebrates: Why and so what? *Environmental Pollution*, 120(3), 497-507. doi: 10.1016/S0269-7491(02)00238-5
- Sari, Y. A. F., & Purnomo, T. (2024). Comparison of Cu heavy metal concentration in mangrove waters and Tambak Wedi Estuary Surabaya. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 13(2), 198-204. doi: 10.26740/lenterabio.v13n2.p198-204
- Tam, N. F. Y., & Wong, Y. S. (2000). Spatial variation of heavy metals in surface sediments of Hong Kong mangrove swamps. *Environmental Pollution*, 110(2), 195-205. doi: 10.1016/S0269-7491(99)00310-3