

Hubungan Substrat dengan Kelimpahan dan Distribusi Gastropoda di Wilayah Pesisir Pulau Tarakan

(Relationship Between Dominant Substrate and Gastropod Abundance and Distribution in the Coastal Area of Tarakan Island)

Hardianto S. Umar, Bimo Aji Nugroho*, Ermawaty Maradhy

Program Studi Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Borneo Tarakan,
Jl. Amal Lama No.1, Tarakan Timur, Kota Tarakan, Kalimantan Utara, 77115, Indonesia

*Corresponding authors: bimoajinugroho29@borneo.ac.id

Submit :21 Juli 2026 Revisi : 8 September 2026 Diterima : 27 September 2026

ABSTRACT

Coastal ecosystems are subject to ecological pressures that may alter the physical characteristics of benthic substrates. This study aimed to identify the dominant substrate types and analyze their correlation with the distribution patterns and abundance of gastropods along the coast of Tarakan Island. The study was conducted in the mangrove areas of Tarakan Island across four stations, with fieldwork taking place from September to October 2026. Sampling was conducted at four stations using a transect method with 1×1 m plots. Data were analyzed using the Morisita Index, One-Way ANOVA, Spearman Correlation, and Fisher's Exact Test. The results recorded 20 gastropod species, with distribution patterns generally exhibiting a clumped distribution. Substrate characteristics across all sites were predominantly composed of fine-grained sediments (silt fraction), forming silty loam and silty clay loam texture classes. Statistical analyses indicated no significant differences in gastropod abundance among stations and no significant relationship between sediment fractions and either gastropod abundance or distribution patterns ($p > 0.05$). The homogeneous substrate conditions across the study sites did not promote significant niche differentiation; therefore, biological and behavioral factors likely played a more dominant role in determining the spatial distribution of gastropods.

Key word: Benthos; Ecology; Macrozoobenthos; Sediment; Community structure

ABSTRAK

Ekosistem pesisir menghadapi tekanan ekologis yang berpotensi mengubah karakteristik fisik substrat benthik. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis substrat dominan serta menganalisis korelasinya dengan pola persebaran dan kelimpahan gastropoda di pesisir Pulau Tarakan. Penelitian dilakukan pada kawasan mangrove pulau tarakan dengan 4 stasiun, waktu penelitian dilaksanakan dari bulan september hingga oktober 2026. Pengambilan sampel dilakukan pada empat stasiun menggunakan metode transek dengan plot berukuran 1×1 m. Data dianalisis menggunakan Indeks Morisita, uji One-Way ANOVA, Korelasi Spearman, dan Fisher's Exact Test. Hasil penelitian mencatat 20 spesies gastropoda dengan pola sebaran yang secara umum bersifat mengelompok. Karakteristik substrat di seluruh lokasi didominasi oleh sedimen berbutir halus (fraksi debu) yang membentuk kelas tekstur lempung berdebu dan lempung liat berdebu. Hasil analisis statistik menunjukkan tidak adanya perbedaan kelimpahan gastropoda yang signifikan antar stasiun, serta tidak adanya hubungan yang signifikan antara fraksi sedimen dengan kelimpahan maupun pola persebaran gastropoda ($p > 0,05$). Kondisi substrat yang homogen di seluruh lokasi penelitian tidak memicu pemisahan relung yang signifikan; oleh karena itu, faktor biologis dan perilaku diduga lebih dominan dalam menentukan distribusi spasial gastropoda.

Kata kunci: Bentos; Ekologi; Makrozoobentos; Sedimen; Struktur komunitas

PENDAHULUAN

Pulau Tarakan, Berlokasi di Provinsi Kalimantan Utara dengan luas 657,33 km², terdiri dari 250,80 km² daratan (38%) dan 406,53 km² lautan (43,6%) (Nugroho, 2023). Wilayah pesisir pulau ini memiliki beragam ekosistem, termasuk hutan mangrove (Siahaya et al., 2016) dan pantai (Nitasari et al., 2016). Namun demikian

pada tahun 2000 sampai 2005, area hutan mangrove menyusut 51,73%, dari 1.587 hektar menjadi 766 hektar (Siahaya et al., 2016). Selanjutnya, luas ekosistem mangrove Pulau Tarakan pada tahun 2023 mencapai sekitar 627 hektar, tersebar di empat kecamatan (BPS Kota Tarakan 2023). Kerusakan ini disebabkan oleh aktivitas manusia (Gufon et al., 2024), seperti alih fungsi lahan untuk tambak (Ahaya et al., 2022), pemukiman (Sitepu et al., 2024), penebangan (Muh Akram & Hasnidar, 2022), dan pencemaran (Saidah et al., 2024). Ancaman ini serius, mengingat pentingnya ekosistem mangrove bagi kelangsungan hidup organisme dan keanekaragaman hayati termasuk didalamnya gastropoda.

Peran ekosistem mangrove sangat signifikan dalam mempertahankan keanekaragaman hayati yang ada di dalamnya (Sandaruwan et al., 2025). Termasuk gastropoda yang memiliki nilai ekologis dan ekonomis (Hasri et al., 2014), cangkang yang memiliki nilai tinggi (Meillisa et al., 2021), serta sebagai bioindikator perairan (Vidyalakshmi et al., 2024). Fungsi lain gastropoda sebagai pakan alami, pemakan denaturasi, perombakan bahan organik, dan bioindikator kualitas lingkungan. Mangrove pulau Tarakan umumnya menempati habitat dengan substrat berlumpur (Nugroho & Putri, 2024), lempung liat (Siahaya et al., 2016) dan pasir (Prinasti et al., 2020). Gastropoda menunjukkan preferensi yang bervariasi berdasarkan jenis substrat dan tekstur sedimen, serta memengaruhi distribusi dan kelimpahannya (Riniatsih & Wibowo, 2009). Sehingga variasi jenis substrat dianggap berkontribusi signifikan terhadap distribusi dan kelimpahan gastropoda yang ada di dalamnya.

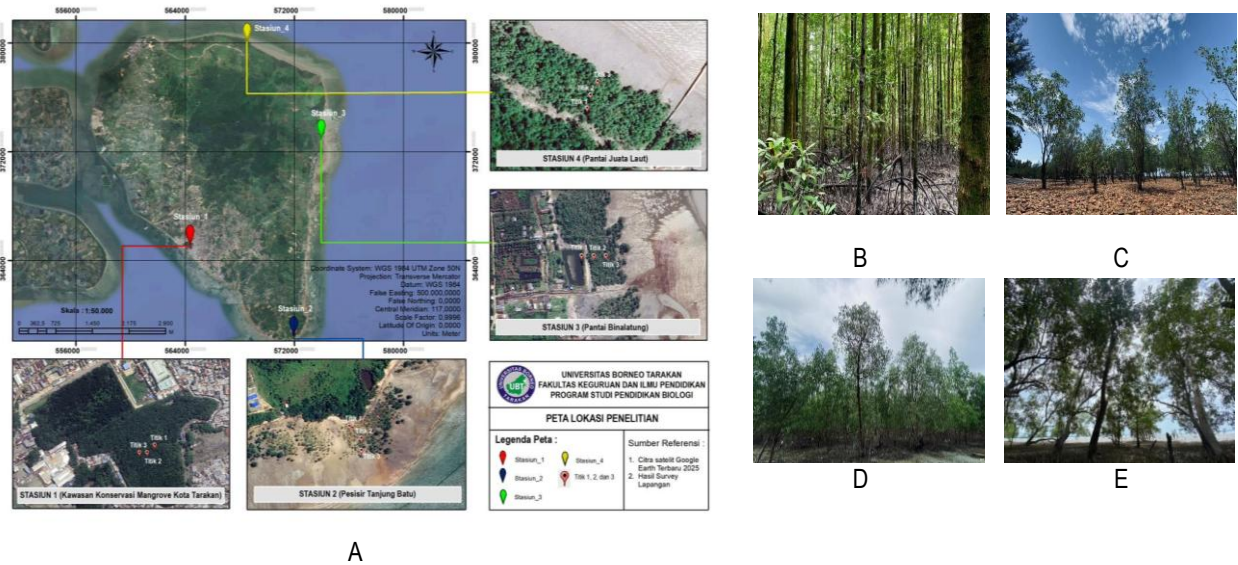
Gastropoda mendiami substrat kasar hingga halus dan memiliki adaptasi untuk bergerak dan mencari makan di lingkungan ini (Pavlova 2018). Keberadaan gastropoda dipengaruhi oleh jenis dan tekstur sedimen, yang menyediakan habitat, makanan, dan oksigen (Behera et al., 2023). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kelimpahan gastropoda di zona intertidal sangat terkait dengan preferensi mereka terhadap substrat pasir kasar (Lercari et al., 2010; Otegui et al., 2019; Nurhasballah et al., 2019). Penelitian lain menunjukkan gastropoda menyukai substrat liat, lempung, dan sedikit berpasir karena memudahkan pergerakan dan adaptasi mereka (Mustofa et al., 2023). Substrat liat dengan tekstur halus dan kandungan nutrisi tinggi mendukung pertumbuhan gastropoda (Wahida et al., 2024). Setiyowati et al., (2022) menemukan bahwa jenis sedimen mempengaruhi kelimpahan gastropoda. Merly & Elviana (2017) menemukan 13 spesies gastropoda, yang menunjukkan hubungan kuat antara kelimpahan gastropoda dan bahan organik dalam sedimen. Uraian di atas memperkuat bukti bahwa gastropoda memiliki preferensi yang berbeda terhadap tipe substrat yang mereka tempati.

Kerusakan lingkungan di kawasan pesisir akibat tekanan antropogenik menyebabkan perubahan pada ekosistem mangrove. Perubahan vegetasi ini akan mempengaruhi kehidupan struktur dari sedimen yang akan berdampak pada fauna yang ada didalamnya. Dengan mengetahui bagaimana hubungan antara sedimen dengan gastropoda kita dapat memperkirakan habitat seperti apa yang cocok. Kemudian kita juga dapat mengetahui spesies apa saja yang hilang jika kerusakan lingkungan ini terus terjadi dan berdampak pada perubahan struktur sedimen. Oleh karena ini penelitian ini bertujuan untuk melihat hubungan antara substrat dengan kelimpahan dan distribusi gastropoda di wilayah pesisir Pulau Tarakan.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan September hingga Oktober 2025 di empat lokasi berbeda di sepanjang wilayah pesisir Pulau Tarakan. Pemelihan empat lokasi ini dilakukan berdasarkan karakteristik sebagai berikut, stasiun 1 terletak di Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan Monyet Kota Tarakan (KKMB) (3°18'11" N, 117°34'47" E). Stasiun ini ditandai dengan vegetasi mangrove yang lebat, substrat bertekstur halus yang lembut, dan adanya saluran sungai. Stasiun 2 terletak di Tanjung Batu (3°14'26" N, 117°38'51" E). Vegetasi mangrove di daerah ini relatif jarang, dengan batuan kecil tersebar di substrat, dan sedimennya sedikit berpasir. Stasiun 3 terletak di Pantai Binalatung (3°22'26" N, 117°39'55" E). Stasiun ini ditandai dengan vegetasi mangrove yang lebat, adanya kolam budidaya di daerah sekitarnya, dan substrat yang sedikit lengket dengan komponen berpasir. Stasiun 4 terletak di Juata Laut (3°26'30" N, 117°36'30" E). Daerah ini ditandai dengan vegetasi mangrove yang lebat, substrat lengket dan lunak, serta adanya saluran sungai kecil. Peta yang menunjukkan lokasi stasiun pengambilan sampel disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta wilayah penelitian: A) lokasi penelitian di Pulau Tarakan, B) Stasiun 1, C) Stasiun 2, D) Stasiun 3, dan E) Stasiun 4.

Prosedur Penelitian

Pengambilan sampel gastropoda dan substrat dilakukan selama air surut terendah. Di setiap stasiun, tiga plot berukuran 1×1 m didirikan tegak lurus dengan garis pantai ke arah laut, menghasilkan total 12 plot. Semua gastropoda yang ditemukan dalam setiap plot pengambilan sampel dihitung, dan spesimen perwakilan dari setiap spesies dikumpulkan dengan memetik tangan. Sampel substrat dikumpulkan menggunakan corer sedimen (diameter 5 cm dan kedalaman 15 cm). Sampel sedimen disimpan dalam kotak pendingin sebelum diangkut ke laboratorium untuk analisis tekstur sedimen dan kandungan bahan organik.

Spesimen gastropoda diidentifikasi ke tingkat spesies di laboratorium berdasarkan panduan identifikasi dan referensi taksonomi (Abbott & Dance, 1982; Nugroho, 2023; www.marinespecies.org). Karakteristik sedimen dianalisis dengan menentukan kelas tekstur sedimen (fraksi pasir, lumpur, dan tanah liat) menggunakan metode pengayakan granulometrik. Sampel sedimen pertama-tama dikeringkan pada suhu 105°C sampai berat konstan tercapai dan kemudian dibakar dalam tungku pada suhu 550°C selama 4 jam. Perbedaan berat sampel sebelum dan sesudah pembakaran digunakan untuk menghitung persentase kandungan bahan organik dalam sedimen. Kelas tekstur sedimen diklasifikasikan berdasarkan segitiga tekstur tanah USDA-NRCS (Soil Survey Staff, 2014).

Teknik Analisis Data

Struktur komunitas gastropoda dianalisis menggunakan *relative abundance* dan *morisita index* (Morisita, 1959) untuk menentukan pola distribusi, perhitungan analisis dilakukan menggunakan *microsoft excel*. Pengujian hipotesis dilakukan dengan menggunakan Jamovi versi 2.6.44 dengan tingkat signifikansi $p < 0,05$. Normalitas data dinilai menggunakan tes Shapiro-Wilk. Tes korelasi peringkat Spearman diterapkan ketika data tidak didistribusikan secara normal. Selanjutnya, perbedaan kelimpahan gastropoda antar stasiun pengambilan sampel dianalisis menggunakan ANOVA Satu Arah pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Selain itu, hubungan antara kategori substrat dan pola distribusi dianalisis menggunakan Fisher's Exact Test, dilengkapi dengan Cramer's V untuk mengevaluasi kekuatan asosiasi antar variabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang dilakukan pada 4 stasiun yang berada di Pulau Tarakan mendapatkan sebanyak 20 spesies gastropoda dan 11 famili yang tercatat (Tabel 1). Variasi jumlah individu yang didapatkan memberikan gambaran bagaimana gastropoda hidup dan berkembang. Hal ini ditunjang pula dengan pola distribusi untuk setiap spesies yang berkorelasi dengan jumlah individu.

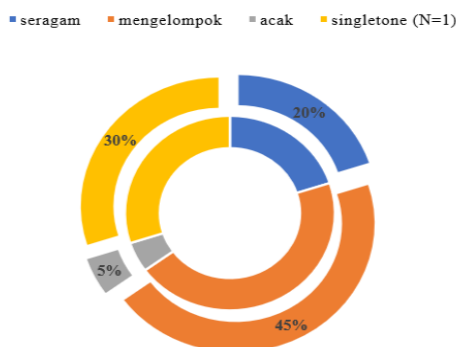
Tabel 1. Analisis kelimpahan gastropoda dan pola distribusi

Famili	Spesies	Jumlah Individu	Kelimpahan Relatif (%)	Pola Distribusi
Potamididae	<i>Telescopium Telescopium</i>	6	4,80	Seragam
	<i>Cerithidea obtusa</i>	3	12,00	Mengelompok
	<i>Pirenella cingulata</i>	289	73,33	Mengelompok

Muricidae	<i>Chicoreus capucinus</i>	3	2,40	Acak
	<i>Indothais gradata</i>	5	1,74	Mengelompok
Assimineidae	<i>Optedicerus breviculum</i>	126	9,4 -79,20	Mengelompok
Ellobiidae	<i>Inti Casidula</i>	1	0,80	-
Neritidae	<i>Neritalbalteata</i>	1	0,80	-
	<i>Nerita signata Macleay</i>	20	10,70	Mengelompok
	<i>Neritina oualaniensis</i>	73	39,04	Mengelompok
	<i>Clithon oualaniense</i>	5	8,33	Mengelompok
	<i>Neripteron lecontei</i>	1	1,67	-
Nassariidae	<i>Nassarius albinus</i>	56	29,95	Seragam
Ranellidae	<i>Cymatium subdistortum</i>	13	6,95	Seragam
Littorinidae	<i>Littoraria intermedia</i>	5	2,67	Mengelompok
	<i>Littoraria melanostoma</i>	1	0,53	-
Lottiidae	<i>Patelloida pustulata</i>	18	9,63	Mengelompok
Epitoniidae	<i>Cirsotrema zelebori</i>	1	0,53	-
Melongenidae	<i>Volema myristica</i>	20	15	Mengelompok
	<i>Volegalea cochlidium</i>	1	1,67	-

Analisis pola kelimpahan dan distribusi (tabel 1) menunjukkan tingginya kelimpahan spesies *Pirenella cingulata*, *Optedicerus breviculum*, *Neritina oualaniensis*, *Nassarius albinus*, dan *Nerita signata Macleay*, dengan pola distribusi yang didominasi mengelompok. Gastropoda di area penelitian didominasi oleh spesies yang mengkhususkan diri pada sedimen berlumpur yang kaya bahan organik dan fraksi lumpur yang toleran terhadap fluktuasi pasang surut (Li et al., 2022). Kandungan bahan organik di stasiun pengambilan sampel berkisar antara 5,54 hingga 8,02% (tabel 2). Variasi kelimpahan menunjukkan karakteristik habitat seperti yang tercermin dari distribusi spesies yang tidak merata di seluruh titik pengamatan. Parameter abiotik yang diukur di lapangan, termasuk pH (6,44–7,88), salinitas (21–39 ppt), suhu (28,1–34,5 °C), dan oksigen terlarut (3,3–12,5 mg/L) perbedaan rentang ini masih dalam kisaran dapat ditoleransi untuk lingkungan intertidal. Hal ini menunjukkan adanya preferensi habitat mikro spesifik di antara spesies gastropoda. Kelimpahan yang tinggi menunjukkan bahwa distribusi gastropoda tidak acak melainkan dipengaruhi berbagai macam faktor (Al Usmani, 2018; Basyuni et al., 2018; Ferdiansyah & Ali, 2022).

Heterogenitas habitat didukung oleh keberadaan fragmen batuan, memberikan kompleksitas struktural penting yang berkontribusi pada perlindungan biota, akumulasi bahan organik, dan pembentukan habitat mikro untuk gastropoda. Analisis distribusi spasial menunjukkan bahwa pola distribusi dominan mengelompok. Pola ini umum terjadi pada gastropoda intertidal karena heterogenitas sumber daya, retensi kelembaban, dan agregasi dalam tambalan habitat mikro yang optimal (Cañada et al., 2021; Ernawati et al., 2024). Secara ekologis, pola distribusi yang mengelompok dapat terjadi karena persaingan sumber daya di antara tambalan habitat (Krebs, 2014), penyebaran larva yang terbatas (Lajtner et al., 2022), dan perlindungan terhadap stres pengeringan (Crisp, 1978). Pola ini dipengaruhi oleh variasi kondisi habitat, di mana organisme cenderung berkumpul di lokasi dengan ketersediaan makanan yang lebih tinggi dan substrat yang lebih stabil, selanjutnya diperkuat oleh retensi larva yang disebabkan oleh arus mikro (Pandey & Thiruchitrambalam, 2019; Putra & Santoso, 2021). Sebaliknya, distribusi seragam yang diamati di *Telescopium telescopium* menunjukkan pemanfaatan sumber daya yang lebih merata, yang dapat berfungsi untuk mengurangi persaingan di antara individu.



Gambar 2. Presentase pola distribusi gastropoda pada lokasi penelitian

Variasi pola distribusi gastropoda di lokasi penelitian tidak ditentukan oleh satu faktor, melainkan oleh kondisi substrat, dan faktor lingkungan perairan. Gastropoda diketahui memperlambat pergerakannya saat menempati area kaya nutrisi, memungkinkan konsumsi makanan terjadi lebih efisien (Zhang et al., 2021). Sementara itu, pola distribusi acak yang diamati pada *Chicoreus capucinus* menunjukkan bahwa habitat mikro di area penelitian relatif homogen dan tidak menunjukkan interaksi kompetitif yang kuat antar individu (Magnússon et al., 2025). Kondisi ini didukung oleh karakteristik substrat yang didominasi oleh sedimen berbutir halus, khususnya lempung berlumpur dan lempung tanah liat berlumpur (tabel 2), yang kohesif dan mampu mempertahankan tingkat kelembaban yang tinggi. Selain itu, parameter kualitas air seperti pH (6,64–7,87) dan suhu (28,1–34,5 °C) tetap dalam kisaran yang mendukung kelangsungan hidup organisme air. Meskipun salinitas (20,5–39,0 ppt) dan oksigen terlarut (DO) menunjukkan variasi yang relatif lebar (tabel 3), dominasi sedimen halus masih memainkan peran penting dalam menyediakan habitat yang relatif stabil yang memfasilitasi agregasi dan distribusi gastropoda di semua stasiun pengambilan sampel (Akbarimehr et al., 2025; El-Serehy et al., 2016).

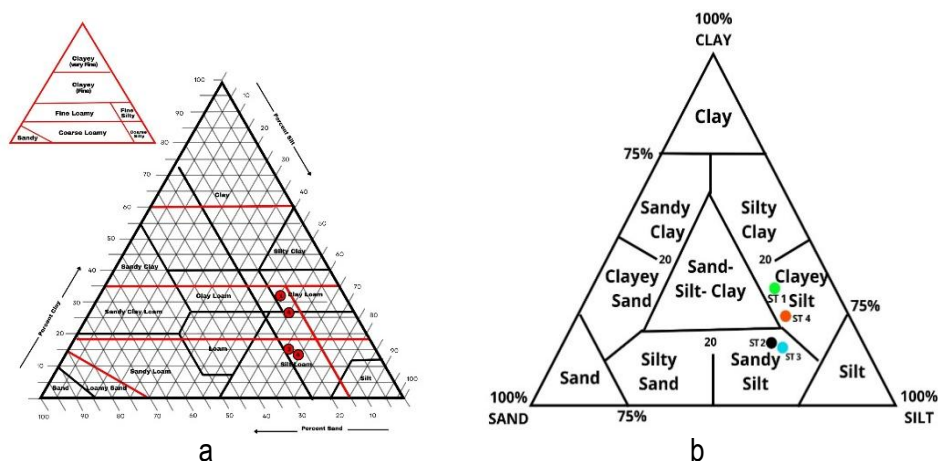
Tabel 2. Komposisi tekstur sedimen dan kandungan bahan organik di setiap stasiun

Stasiun	Tekstur Substrat			Bahan Organik dalam Substrat	
	Pasir (%)	Lumpur (%)	Tanah liat (%)	Kelas Tekstur	C-Organik (%) Bahan organik
Stasiun 1 KKMB	17,8	50,14	32,06	Lempung tanah liat berlumpur	3,22 5,54
Stasiun 2 Tanjung Batu	22,5	60,76	13,47	Lempung berlumpur	4,65 8,02
Stasiun 3 Binalatung	23,79	61,57	14,64	Lempung berlumpur	3,76 6,49
Stasiun 4 Juata Laut	18,3	55,12	26,58	Lempung tanah liat berlumpur	3,16 5,46

Tabel 3. Parameter abiotik pada setiap statio pengambilan sampel

Stasiun	pH air	DO (mg/L)	Salinitas (ppt)	Suhu Air (°C)
Stasiun 1 KKMB	7,08	11,27	27,67	28,57
Stasiun 2 Tanjung Batu	7,76	15,43	38,67	33,10
Stasiun 3 Binalatung	7,55	20,10	28,33	31,07
Stasiun 4 Juata Laut	7,42	3,97	21,00	31,67

Analisis tekstur sedimen menunjukkan bahwa substrat di lokasi penelitian didominasi oleh fraksi lumpur melebihi 50%, sedangkan fraksi tanah liat dan pasir bervariasi antar stasiun (tabel 2). Berdasarkan klasifikasi segitiga tekstur tanah, substrat di stasiun pengambilan sampel dikategorikan sebagai lempung tanah liat berlumpur dan lempung berlumpur (gambar 3), menunjukkan dominasi sedimen berbutir halus di area penelitian.



Gambar 3. Segitiga tekstur sedimen: A) Segitiga Tekstur Tanah USDANRCS dan, B) Klasifikasi Sedimen Shepard

Secara umum, substrat di lokasi penelitian tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam kelas tekstur, meskipun variasi diamati dalam komposisi fraksi penyusunnya. Variasi fraksi sedimen ini meningkatkan heterogenitas habitat, sehingga mendukung keanekaragaman spesies bentik yang lebih besar dalam hal kelimpahan dan komposisi (Romoth et al., 2023). Substrat dengan proporsi pasir yang lebih tinggi cenderung memiliki sirkulasi air dan pertukaran gas yang lebih baik, menghasilkan kondisi oksigen yang lebih stabil (Kuwae et al., 2006). Oleh karena itu, karakteristik substrat tidak hanya mencerminkan kondisi fisik lingkungan perairan tetapi juga berfungsi sebagai faktor lingkungan yang mempengaruhi distribusi dan dinamika ekologi gastropoda.

Tabel 4. Hasil tes statistik

Variabel yang Diuji	nilai-p	Signifikansi ($\alpha = 0,05$)
Kelimpahan antar stasiun	$hal > 0.05$	Tidak ada perbedaan yang signifikan
Kelimpahan vs. fraksi sedimen	$p = 0.333 - 1.000$	Tidak ada hubungan yang signifikan
Pola distribusi vs. jenis substrat	0.464	Tidak ada hubungan yang signifikan
	0.382	Asosiasi sedang-kuat

Hasil analisis yang meneliti hubungan antara karakteristik substrat dan kelimpahan gastropoda tidak menunjukkan hubungan yang signifikan (tabel 4). Kondisi ini menunjukkan bahwa variasi tekstur substrat di lokasi penelitian tidak cukup kuat untuk mempengaruhi perbedaan kelimpahan gastropoda antar stasiun. Salah satu penjelasan yang mungkin adalah homogenitas substrat yang didominasi oleh fraksi lumpur di semua stasiun (tabel 2), yang mencegah pembentukan gradien lingkungan yang jelas yang mampu memisahkan relung ekologis berdasarkan tekstur sedimen. Akibatnya, struktur komunitas gastropoda berkembang di bawah kondisi substrat yang relatif mirip. Pola ini tercermin dalam dominasi beberapa spesies yang secara ekologis terkait dengan substrat berbutir halus dan didominasi lumpur, seperti *Optedicerus breviculum*, *Neritina oualaniensis*, *Nassarius albinus*, dan *Pirenella cingulata*, yang diketahui beradaptasi dengan sedimen berlumpur yang kaya akan bahan organik dan lingkungan pasang surut (Li et al., 2022).

Penelitian ini menunjukkan bahwa komposisi sedimen bukanlah faktor utama yang membedakan dominasi spesies antar stasiun. Beberapa penelitian telah melaporkan bahwa distribusi dan struktur komunitas moluska lebih kuat dipengaruhi oleh faktor lingkungan lain seperti salinitas, oksigen terlarut, ketersediaan bahan organik, keberadaan vegetasi mangrove, dan aktivitas antropogenik (Wintah & Kiswanto, 2025). Selain itu, spesies dengan kelimpahan yang sangat rendah (Tabel 1), seperti *inti Cassidula*, *Nerita balteata*, dan *Volegalea cochlidium*, kemungkinan merupakan kejadian insidental (singleton), terkait dengan habitat mikro tertentu tetapi tidak cukup konsisten untuk memengaruhi struktur komunitas secara keseluruhan (Gea & Harison, 2022). Kondisi ini memungkinkan dominasi gastropoda detritivora seperti *Pirenella cingulata* dan *Optedicerus breviculum* untuk tetap relatif stabil di seluruh stasiun karena toleransi tingginya terhadap sedimen halus yang kaya akan bahan organik (Rezkan, 2022).

Analisis statistik yang meneliti hubungan antara pola distribusi dan jenis substrat juga menunjukkan hasil yang tidak signifikan (tabel 4). Sebagian besar spesies gastropoda yang diamati menunjukkan pola distribusi mengelompok di berbagai jenis substrat. Distribusi mengelompok ini mewakili strategi adaptif umum di antara gastropoda (Utina & Tamu, 2018) dan sering dikaitkan dengan upaya untuk mengurangi tekanan lingkungan, seperti pengeringan dan fluktuasi suhu selama air surut (Gea & Harison, 2022), serta untuk meningkatkan peluang reproduksi, daripada semata-mata ditentukan oleh preferensi tekstur sedimen (Cob et al., 2012). Spesies seperti *O. breviculum*, *C. obtusa*, *N. signata*, dan *P. cingulata* secara konsisten menunjukkan distribusi mengelompok, menunjukkan bahwa interaksi intraspesifik memainkan peran penting dalam membentuk pola distribusi spasial mereka (Jana et al., 2024). Temuan ini konsisten dengan yang dilaporkan oleh Wintah dan Kiswanto (2024), yang menyatakan bahwa pola distribusi gastropoda di ekosistem pesisir umumnya didominasi oleh sebaran yang mengelompok.

Namun demikian, di stasiun yang ditandai dengan substrat lempung tanah liat berlumpur, pola distribusi yang lebih beragam diamati, termasuk pola seragam dan acak. Pola distribusi yang seragam diamati pada *T. telescopium* serta beberapa spesies lain seperti *N. albinus* dan *C. subdistortum*. Pada *T. telescopium*, pola distribusi seragam kemungkinan terkait dengan persaingan spasial atau pemanfaatan sumber daya makanan dalam sedimen kaya organik, menyebabkan individu menjaga jarak tertentu satu sama lain (Brown & Lydeard, 2010). Sebaliknya, pola distribusi acak yang diamati pada *C. capucinus* dan *N. albinus* dapat mencerminkan distribusi yang lebih kuat dipengaruhi oleh faktor stokastik seperti pengendapan larva atau perilaku mengais oportunistik (Cahill & Koury, 2016). Dalam kondisi seperti itu, keberadaan individu lebih ditentukan oleh

ketersediaan makanan daripada interaksi sosial atau perbedaan tekstur sedimen (Chusna et al., 2017). Oleh karena itu, meskipun analisis statistik tidak menunjukkan hubungan yang signifikan antara pola distribusi dan jenis substrat, pengamatan lapangan menunjukkan bahwa dominasi fraksi lumpur dalam sedimen masih secara tidak langsung dapat mempengaruhi pembentukan struktur komunitas gastropoda di zona intertidal melalui interaksi kompleks antara faktor abiotik dan biotik di habitat pesisir.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa substrat di sepanjang pesisir Pulau Tarakan didominasi oleh sedimen berbutir halus dengan kelas tekstur lempung berlumpur dan lempung tanah liat berlumpur. Analisis hubungan antara karakteristik fisik substrat dan komunitas gastropoda menunjukkan tidak ada hubungan yang signifikan dengan pola distribusi atau kelimpahan gastropoda. Pola distribusi dominan yang diamati mengelompok, terutama diwakili oleh spesies yang beradaptasi dengan sedimen halus yang kaya akan bahan organik. Temuan ini menunjukkan bahwa dinamika populasi dan struktur komunitas gastropoda di zona intertidal Pulau Tarakan tidak terutama ditentukan oleh variasi tekstur substrat, tetapi lebih kuat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perairan dan faktor ekologi lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang memberikan dukungan selama proses penelitian. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada pihak Universitas Borneo Tarakan yang telah memberikan izin untuk melakukan.

DEKLARASI

Penulis menyatakan bahwa artikel ini merupakan hasil penelitian asli dan belum pernah diterbitkan dalam bentuk apapun. Semua sumber referensi telah dicantumkan dengan benar dan tidak terdapat unsur plagiarisme di dalam naskah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbott, R. T., & Dance, S. P. (1982). *Compendium of seashells: A fullcolor guide to more than 4,200 of the world's marine shells*. E.P. Dutton.
- Ahaya, W., Kasim, F., & Kadim, M. K. (2022). Dampak alih fungsi ekosistem mangrove terhadap sosial ekonomi masyarakat di Desa Molamahu Kabupaten Pohuwato. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 10(4), 187–190.
- Akbarimehr, D., Rahai, M., Ahmadpour, M., & Sheng, Y. (2025). Geotechnical properties of Urmia Saltwater Lake bed sediments. *Geotechnics*, 5(1), 2–19. <https://doi.org/10.3390/geotechnics5010001>
- Al Usmani, S. M. P. (2018). Habitat heterogeneity and spatio-temporal distribution of macrobenthos in a tropical estuarine mangrove ecosystem. *Journal of Ecophysiology and Occupational Health*, 18(3). <https://doi.org/10.18311/jeoh/2018/v18i3&4/21374>
- Basyuni, M., Gultom, K., Fitri, A., Susetya, I. E., Wati, R., Slamet, B., Sulistiyono, N., Yusriani, E., Balke, T., & Bunting, P. (2018). Diversity and habitat characteristics of macrozoobenthos in the mangrove forest of Lubuk Kertang Village, North Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 19(1), 311–317. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d190142>
- Behera, R., Mishra, S., Sharma, S. Das, Mahapatro, D., Pati, S. S., Raut, D., Mallick, N., & Murugesan, K. (2023). Influence of water quality and sediment nature on macrobenthic community structure along Paradeep, an industrial and port influenced tropical coastal stretch of North East coast of India, Bay of Bengal. *Regional Studies in Marine Science*, 62, 102970. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2023.102970>
- Brown, K. M., & Lydeard, C. (2010). Mollusca in ecology and classification of North American Freshwater Invertebrates (pp. 277–306). *Elsevier*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374855-3.00010-8>
- Cahill, A. E., & Koury, S. A. (2016). Larval settlement and metamorphosis in a marine gastropod in response to multiple conspecific cues. *PeerJ*, 2016(7), 4–16. <https://doi.org/10.7717/peerj.2295>
- Cañada, M. C. B., Rotaquio, Jr., E. L., & Gallego, R. J. (2021). Spatial zonation and diversity of bivalves and gastropods in mangrove forests of Casiguran, Aurora, Philippines. *Open Journal of Ecology*, 11(10), 645–663. <https://doi.org/10.4236/oje.2021.1110041>

- Chusna, R. R. R., RudiYanti, S., & Suryanti. (2017). Hubungan substrat dominan dengan kelimpahan gastropoda pada hutan mangrove Kulonprogo, Yogyakarta. *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology (IJFST)*, 13(1), 19–23. <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/saintek>.
- Cob, Z. C., Arshad, A., Bujang, J. S., Bakar, Y., Simon, K. D., & Mazlan, A. G. (2012). Habitat preference and usage of *Strombus canarium* Linnaeus, 1758 (Gastropoda: Strombidae) in Malaysian seagrass beds. *Italian Journal of Zoology*, 79(3), 459–467. <https://doi.org/10.1080/11250003.2012.670273>
- Crips, Mary. (1978). Effects of feeding on the behavior of Nassarius species (Gastropoda: Prosobranchia). *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 58, 659–669.
- El-Serehy, H. A., Al-Rasheid, K. A., Al-Misned, F. A., Al-Talasat, A. A. R., & Gewik, M. M. (2016). Microbial meiofaunal interrelationships in coastal sediments of the Red Sea. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 23(3), 327–334. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.01.023>
- Ernawati, N. M., Dewi, A. P. W. K., Sugiana, I. P., Dharmawan, I. W. E., Ma'ruf, M. S., & Galgani, G. A. (2024). Mangrove gastropod distribution based on dominant vegetation classes and their relationship with physicochemical characteristics on fringe mangroves of Lembongan Island, Bali, Indonesia. *Biodiversitas*, 25(1), 142–152. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d250116>
- Ferdiansyah, A., & Ali, M. (2022). Analysis of diversity of macrobenthos in mangrove ecosystems as a bioindicator of pollution of the Kalianget coastal area. *Genbinesia*, 1(2), 53–60. <https://doi.org/10.55655/genbinesia.v1i2.10>
- Gea, L., & Hariono, M. (2022). Hubungan kerapatan lamun dengan kepadatan gastropoda pada habitat lamun di Perairan Desa Tayando Yamtel Kecamatan Tayando Yamtel Kota Tual. *ACROPORA: Jurnal Ilmu Kelautan Dan Perikanan Papua*, 5(2), 68–72. <https://doi.org/10.31957/acr.v5i2.2516>.
- Gufron, A., Asbar, & Daniel. (2024). Analysis of mangrove ecosystem damage due to community activities in the coastal area of karang-karangan bua district luwu regency. *Jurnal Ilmiah Wahana Laut Lestari*, 2(1), 53–62.
- Hasri, J., Arafat, H., & Zairin. (2014). Identifikasi dan nilai ekonomis gastropoda di Kawasan Hutan Mangrove Desa Kuala Semuruk, Kabupaten Aceh Tamiang. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 1(1), 125–132.
- 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. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v5i4.26537>.
- Krebs, C. J. . (2014). *Ecology : the experimental analysis of distribution and abundance*. Pearson.
- Kuwaie, T., Kamio, K., Inoue, T., Miyoshi, E., & Uchiyama, Y. (2006). Oxygen exchange flux between sediment and water in an intertidal sandflat, measured in situ by the eddy-correlation method. *Marine Ecology Progress Series*, 307, 59–68. <https://doi.org/10.7-10.9>
- Lajtner, J., Kozak, A., Špoljar, M., Kuczyńska-Kippen, N., Dražina, T., Sertić Perić, M., Tkalčec, I., Gottstein, S., & Zrinščak, I. (2022). Gastropod assemblages associated with habitat heterogeneity and hydrological shifts in two shallow waterbodies. *Water*, 14(15), 2290. <https://doi.org/10.3390/w14152290>
- Lercari, D., Arim, M., & Defeo, O. (2010). Effects of sediment grain size on the distribution of the intertidal snail *Nassarius vibex*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 394(1-2), 114–119. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2010.08.006>
- Li, X., Wang, Y., Zhang, Y., Xiang, J., Yang, Z., Gu, F., & Wu, M. (2022). Evaluating the physiological and biochemical responses of different mangrove species to upwelling. *Frontiers in Marine Science*, 9, 03–14. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.989055>
- Magnússon, J. T., Silva, A., Hawkins, S. J., Paula, J. P. M., Marques, T. A., & Boaventura, D. (2025). Spatial distribution of the intertidal limpet *patella depressa* Pennant, 1777: patterns across wave exposure and season. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 582, 2–7. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2024.152073>
- Meilissa, P., Mutaqin, A., & Herianto, E. (2021). Identifikasi dan pemanfaatan gastropoda di perairan Pantai Pasir Putih Situbondo, Jawa Timur. *Jurnal Ilmu Perikanan dan Sumber Daya Perairan*, 2(2), 1–10.
- Merly, S. L., & Elviana, D. S. (2017). Korelasi sebaran gastropoda dan bahan organik dasar pada ekosistem mangrove di perairan Pantai Payum, Merauke. *Dinamika Maritim*, 6(1).

- Morisita, M. (1959). *Measuring of the dispersion and analysis of distribution patterns morista* (series E, Vol. 2).
- Muh Akram, A., & Hasnidar. (2022). Identification of mangrove ecosystem damage in Bira Village Makassar City. *Journal of Indonesian Tropical Fisheries*, 5(1), 1–11.
- Mustofa, V. M., Soenardjo, N., & Pratikto, I. (2023). Analisis tekstur sedimen terhadap kelimpahan gastropoda di ekosistem mangrove Desa Pasar Banggi, Rembang. *Journal of Marine Research*, 12(1), 137–143. <https://doi.org/10.14710/jmr.v12i1.35003>.
- Nitasari, W. N., Oktawati, N. O., & Fitriyana. (2016). Economic assessment of mangrove ecosystem in Karang Rejo Tarakan City North Borneo. *Jurnal Perikanan dan Pangan (JPPA)*, 3(2), 15–21. <https://doi.org/10.30872/jppa.v3i2.178>
- Nugroho, B. A. (2023). *Mollusca pulau Tarakan* (B. A. Nugroho, A. H. Zein, & Y. Titis, Eds.). Deepublish Digital.
- Nugroho, B. A., & Putri, E. A. W. (2024). Mollusca diversity the mangrove ecosystem of Tarakan Island Indonesia. *BIOMA : Jurnal Ilmiah Biologi*, 13(1), 50–68. <https://doi.org/10.26877/bioma.v13i1.661>.
- Nurhasballah, Rizki, A., & Suwarno. (2019). Diversity of gastropods epifauna based on substrate in littoral zone in Mesjid Raya, District of Aceh Besar, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 364(1), 1–6. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/364/1/012028>.
- Otegui, M. B., Schwindt, E., & Iribarne, O. (2019). Linking sediment properties and macrofaunal distribution in a temperate estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 227, 106297. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106297>
- Pandey, V., & Thiruchitrabalam, G. (2019). Spatial and temporal variability in the vertical distribution of gastropods on the rocky shores along the east coast of South Andaman Island, India. *Marine Biodiversity*, 49(2), 633–645. <https://doi.org/10.1007/s12526-017-0838-5>.
- Pavlova, G. A. (2019). The similarity of crawling mechanisms in aquatic and terrestrial gastropods. *Journal of Comparative Physiology A*, 205(1), 1–11. <https://doi.org/10.1007/s00359-018-1294-9>
- Prinasti, N. K. D., Dharma, I. G. B. S., & Suteja, Y. (2020). Struktur komunitas vegetasi mangrove berdasarkan karakteristik substrat di Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 6(1), 90–99. <https://doi.org/10.24843/jmas.2020.v06.i01.p11>.
- Putra, S. W. P. E., Syukur, A., & Santoso, D. (2021). Keanekaragaman dan pola sebaran moluska (gastropoda dan bivalvia) yang berasosiasi pada ekosistem mangrove di pesisir Selatan Lombok Timur. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 223-242. <https://doi.org/10.29303/jstl.v0i0.274>.
- Rezkiyana, S. A. (2022). *Keanekaragaman dan kelimpahan jenis gastropoda di perairan pantai Desa Balukang Kecamatan Sojol Kabupaten Donggala dan pemanfaatannya sebagai sumber belajar*. Universitas Tadulako.
- Riniatsih, I., & Wibowo, E. K. (2009). Substrat dasar dan parameter oseanografi sebagai penentu keberadaan gastropoda dan bivalvia di pantai Sluke Kabupaten Rembang. *Ilmu Kelautan*, 14(1), 50. www.ik-ijms.com.
- Romoth, K., Darr, A., Papenmeier, S., Zettler, M. L., & Gogina, M. (2023). Substrate heterogeneity as a trigger for species diversity in marine benthic assemblages. *Biology*, 12(6), 825. <https://doi.org/10.3390/biology12060825>
- Saidah, S., Harudu, L., Kasmianti, S., & Surdin. (2024). Deskripsi kerusakan ekosistem hutan mangrove. *Jurnal Penelitian Pendidikan Geografi*, 9(1), 11–23.
- Sandaruwan, R. D. C., Badullage, H. S., Perera, I. J. J. U. N., Jayapala, H. P. S., Udayanga, K. A. S., & Bellanthudawa, B. K. A. (2025a). Unveiling the ecological wealth: Species diversity, conservation impact, and carbon sequestration in mangrove ecosystems. *Regional Studies in Marine Science*, 84, 104083. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2025.104083>.
- Setiyowati, D., Kursistiyanto, N., Hayati, D. F., & Aryono, B. (2022). Hubungan tipe sedimen dengan kelimpahan gastropoda pada Tambak udang merguensis (*Penaeus merguensis* de man) sistem semi intensif. *Jurnal Disprotek*, 13(1), 2548–4168. <https://doi.org/10.34001/jdpt.v12i2>
- Siahaya, M. E., Salampessy, M. L., Febryano, I. G., Rositah, E., Silamon, R. F., & Ichan, A. C. (2016). Partisipasi masyarakat lokal dalam konservasi hutan mangrove di wilayah Tarakan, Kalimantan Utara. *Jurnal Nusa Sylva*, 16(1), 12–17.

- Sitepu, D., Zen, Z., & Mardiana, S. (2024). Dampak kerusakan ekosistem mangrove terhadap Kondisi ekonomi masyarakat di Kabupaten Langkat (Studi kasus masyarakat di sekitar kawasan ekowisata mangrove Beras Basah). *Jurnal Agrica*, 17(1). <https://doi.org/10.31289/agrica.v17i1.7805>.
- Soil Survey Staff. (2014). *Soil Survey Manual (USDA Handbook No. 18)* (1st ed.). USDA Natural Resources Conservation Service.
- Utina, R., Nusantara, E., Katili, A. S., & Tamu, Y. (2018). *Ekosistem dan sumber daya alam pesisir* (D. Novidiantoko & E. R. Fadilah, Eds.; 1st ed.). CV BUDI UTAMA.
- Vidyalakshmi, K., Senthil Kumaran, B., & Muruganandam, V. (2024). Role of Gastropods as bioindicators of environmental health in coastal ecosystems. *Journal of Coastal Research*, 102(3), 1012–1020. <https://doi.org/10.2112/JCR-SI102-003.1>
- Wahida, N. S., Rahman, I., & Buhari, N. (2024). Biodiversitas gastropoda dan pengaruh parameter lingkungan terhadap kelimpahan gastropoda di lahan mangrove silvofishery Desa Eyat Mayang, Lombok Barat. *Journal of Marine Research*, 13(3), 555–567. <https://doi.org/10.14710/jmr.v13i3.46219>.
- Wintah, & Kiswanto. (2024). Physical chemical factors on gastropod distribution patterns in Tritih Mangrove Forest, Cilacap, Central Java. *Journal of Environmental and Science Education*, 4(2), 68–73. <https://doi.org/10.15294/jese.v4i2.7527>
- Wintah, & Kiswanto. (2025). Pola distribusi gastropoda dan faktor kimia fisik di hutan mangrove Pemalang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 23(4), 988–994. <https://doi.org/10.14710/jil.23.4.988-994>
- Zhang, H., Sun, T., Cao, H., Zhang, Y., Yang, W., Shao, D., Cui, B., & Zhou, Z. (2021). Movement of mud snails affects population dynamics, primary production and landscape heterogeneity in tidal flat ecosystems. *Landscape Ecology*, 36(12), 3493–3506. <https://doi.org/10.1007/s10980-021-01322-7>