

## Species and Density of Gastropods on The Intertidal Zone of The Rocky Shore at Akaiwa, Tomioka, Amakusa, Japan

(Jenis dan Kepadatan Gastropoda di Pantai Rocky Intertidal Akaiwa, Tomioka, Amakusa, Jepang)

Joyfullness L.O. Karundeng, Carolus P. Paruntu, Inneke F.M. Rumengan,  
Cathrien A. L. Sinjal, Kurniati Kemer, Erly Y. Kaligis

Marine Science Study Program, Faculty of Fisheries and Marine Science, Sam Ratulangi University Manado, North Sulawesi

\*Corresponding author: [carolusparuntu@unsrat.ac.id](mailto:carolusparuntu@unsrat.ac.id)

### ABSTRACT

Gastropods are a class belonging to the phylum Mollusca, characterised by a single shell and radula. In intertidal ecosystems, they serve as herbivores, detritivores, or predators, and are often used as indicators of environmental health. This study examines the density of gastropods in the rocky shore habitat of Akaiwa, Tomioka Peninsula, Japan. Samples were collected using random quadrats (25x25 cm) in the upper (R1) and lower (R2) intertidal zones. The results show variations in density between zones. In the upper zone (R1), density ranged from 17.60 ind/m<sup>2</sup> (*Japeuthria cingulata*) to 52.80 ind/m<sup>2</sup> (*Thais clavigera*). Meanwhile, in the lower zone (R2), density ranged from 4.80 ind/m<sup>2</sup> (*Clypeomorus petrosa*) to 52.80 ind/m<sup>2</sup> (*Lunella correensis*). The species *Cellana nigrolineata* also showed high density in both zones (R1: 41.60 ind/m<sup>2</sup>; R2: 54.40 ind/m<sup>2</sup>). Overall, the density pattern on the rocky shore of Akaiwa indicates variation influenced by vertical zonation, where distinct physical characteristics and environmental pressures in each zone shape the unique distribution of gastropod abundance.

**Keywords:** Akaiwa, density, gastropoda, intertidal zone, rocky shore

### ABSTRAK

Gastropoda adalah kelas dalam filum Moluska yang dicirikan oleh cangkang tunggal dan radula. Dalam ekosistem intertidal, mereka berperan sebagai herbivor, detritivor, atau predator, serta sering menjadi indikator kesehatan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung kepadatan gastropoda di habitat pantai Rocky Akaiwa, Semenanjung Tomioka, Jepang. Sampel diambil menggunakan kuadrat acak (25x25 cm) pada zona intertidal atas (R1) dan bawah (R2). Hasil menunjukkan variasi kepadatan antar zona. Di zona atas (R1), kepadatan berkisar antara 17,60 ind/m<sup>2</sup> (*Japeuthria cingulata*) hingga 52,80 ind/m<sup>2</sup> (*Thais clavigera*). Sementara di zona bawah (R2), kepadatan berkisar antara 4,80 ind/m<sup>2</sup> (*Clypeomorus petrosa*) hingga 52,80 ind/m<sup>2</sup> (*Lunella correensis*). Spesies *Cellana nigrolineata* juga menunjukkan kepadatan tinggi di kedua zona (R1: 41,60 ind/m<sup>2</sup>; R2: 54,40 ind/m<sup>2</sup>). Secara umum, pola kepadatan di pantai Rocky Akaiwa menunjukkan variasi yang dipengaruhi oleh zonasi vertikal, dengan karakteristik fisik dan tekanan lingkungan yang berbeda di setiap zona membentuk distribusi kelimpahan gastropoda yang khas.

**Kata kunci:** Akaiwa, kepadatan, gastropoda, pantai rocky, zona intertidal

## PENDAHULUAN

Avertebrata laut mencakup lebih dari 95% spesies, hal ini menunjukkan keanekaragaman hayati yang tinggi dan peran ekologis yang sangat penting di ekosistem laut (Brusca & Brusca, 2003). Di antara kelompok biota invertebrata, moluska atau hewan bertubuh lunak, merupakan kelompok invertebrata yang besar dan paling penting yang menempati banyak habitat di laut, air tawar, dan darat. Filum moluska merupakan kelompok invertebrata yang sangat beragam secara morfologi dan ekologis, dengan adaptasi struktural yang memungkinkan mereka menempati berbagai habitat dari laut dalam hingga lingkungan darat dan air tawar. Filum ini terdiri dari beberapa kelas utama yang paling dikenal seperti Gastropoda, Bivalvia, Cephalopoda, serta beberapa kelas lainnya seperti Monoplacophora, Polyplacophora, Aplacophora, dan Scaphopoda (Schrödl & Stöger, 2014). Setiap kelas menunjukkan ciri khas anatomi dan fungsi ekologis yang unik, mencerminkan keberhasilan evolusi moluska dalam menyesuaikan diri dengan berbagai kondisi lingkungan serta peranan pentingnya dalam ekosistem akuatik dan terrestrial.

Zona intertidal merupakan daerah peralihan yang terletak di antara batas pasang tertinggi dan surut terendah, yang mengalami fluktuasi lingkungan yang ekstrem akibat naik turunnya muka air laut secara periodik. Kondisi fisik yang sangat dinamis ini memaparkan organisme pada perubahan suhu, kelembaban, salinitas, dan paparan gelombang yang signifikan, sehingga hanya organisme dengan adaptasi khusus yang mampu bertahan

hidup (Raffaelli & Hawkins, 1996). Dalam ekosistem zona intertidal, invertebrata seperti gastropoda, bivalvia, dan krustasea memainkan berbagai peran ekologis yang krusial, mulai dari herbivora, detritivora hingga predator, yang berkontribusi pada siklus nutrien dan rantai makanan (Hutchinson & Williams, 2001).

Penelitian di wilayah pesisir Jepang dan Asia Tenggara menunjukkan bahwa kepadatan invertebrata bentik di zona intertidal sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan seperti tipe substrat, frekuensi gelombang, dan pola pasang surut, sehingga komunitas ini sering digunakan sebagai indikator kesehatan ekosistem pesisir (Takada *et al.*, 2018). Secara geomorfologis, Pantai Akaiwa dikategorikan sebagai ekosistem rocky shore yang memiliki platform intertidal relatif stabil, didominasi substrat keras, kemiringan lereng yang curam, serta intensitas paparan gelombang yang tinggi (Paruntu, 2012). Karakteristik fisik tersebut berperan penting dalam membentuk pola zonasi organisme intertidal, khususnya gastropoda, yang menunjukkan variasi distribusi spasial dan kepadatan sepanjang gradien dari zona atas hingga zona bawah intertidal (Paruntu, 2005; Paruntu, 2011). Pemahaman mendalam tentang ekologi zona intertidal dan kepadatan invertebrata sangat penting untuk mendukung konservasi dan pengelolaan sumber daya pesisir yang berkelanjutan di tengah tekanan perubahan iklim dan aktivitas manusia (Benedetti-Cecchi *et al.*, 2021; Harley *et al.*, 2006).

Penelitian mengenai struktur komunitas gastropoda di kawasan intertidal berbatu Jepang telah dilakukan, antara lain

oleh Takada & Kikuchi (1990) mendeskripsikan struktur komunitas moluska di zona intertidal pantai berbatu Magarizaki, Tomioka, Amakusa, Jepang. Suzuki *et al.* (2017) mendokumentasikan 19 spesies gastropoda di kawasan pesisir yang mencakup area Uto-Amakusa. Tujuan penelitian sekarang ini yaitu menganalisis komposisi spesies dan kepadatan gastropoda yang menghuni pantai rocky intertidal Akaiwa, Amakusa, Jepang pada zona atas dan zona bawah setelah satu dekade penelitian sebelumnya.

### METODE PENELITIAN

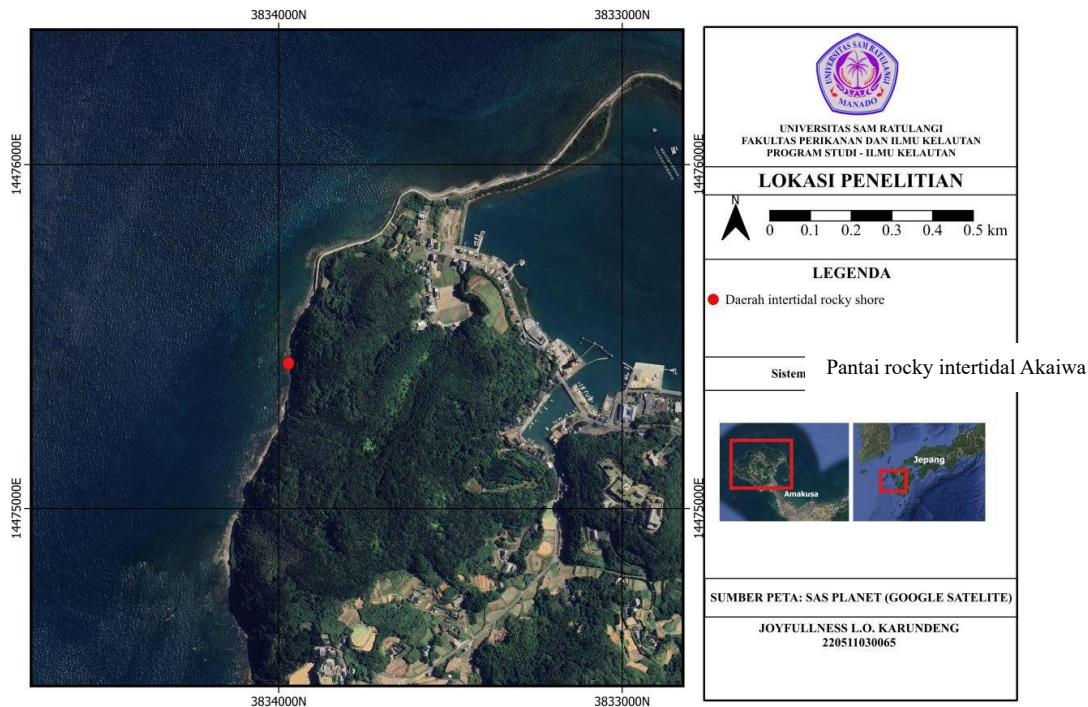
#### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di pantai rocky intertidal Akaiwa, Tomioka, Amakusa, Jepang (32°32'12"N; 130°02'07"E) sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.

Lokasi pengambilan data merupakan lokasi yang sama dengan yang digunakan dalam penelitian Paruntu & Tokeshi (2003). Kegiatan penelitian berlangsung selama dua bulan, yaitu pada periode Februari hingga Maret 2025.

#### Metode Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan pada 2 zona intertidal, yaitu zona atas dan zona bawah. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode transek garis (*line transect*) sepanjang 100 meter yang dibentangkan secara horizontal terhadap garis pantai di masing-masing lokasi pengambilan sampel. Transek tersebut diterapkan di dua zona vertikal pada setiap lokasi pengambilan sampel, yaitu zona atas intertidal dan zona bawah intertidal. Pada setiap transek, kuadrat pengambilan



Gambar 1. Peta lokasi penelitian pantai rocky intertidal Akaiwa, Amakusa, Jepang

sampel berukuran 25 cm x 25 cm diletakkan secara acak menggunakan aplikasi *spin wheel* pada setiap interval 10 meter untuk menghindari bias dalam pemilihan titik sampling dan memastikan representativitas data terhadap kondisi komunitas gastropoda di kedua zona intertidal.

Sampel-sampel yang dikumpulkan kemudian dibawa ke laboratorium untuk dibersihkan menggunakan air mengalir, kemudian diawetkan menggunakan cairan alkohol 90% sebelum dilakukan proses identifikasi dan perhitungan kepadatan.

### Analisis Data

#### Kepadatan

Kepadatan spesies didefinisikan sebagai jumlah individu suatu spesies per satuan luas habitat pada area sampling tertentu. Menurut Krebs (1989), dengan rumus:

$$D = \frac{n}{A}$$

Keterangan:

- D = Kepadatan spesies (ind/ m<sup>2</sup>)
- n = Jumlah individu spesies yang ditemukan dalam area sampling (ind)
- A = Luas area sampling (m<sup>2</sup>)

#### Kepadatan Relatif

Kepadatan relatif adalah persentase kontribusi jumlah individu suatu spesies terhadap jumlah total individu semua spesies dalam suatu komunitas. Menurut Krebs (1989), dengan rumus:

$$\text{Kepadatan relatif (\%)} = \frac{ni}{N} \times 100$$

Keterangan:

- Kr = Kepadatan relatif spesies ke-i

(%)

ni = Jumlah individu spesies ke-i (ind)

N = Jumlah total individu dari seluruh spesies yang diamati (ind)

### Uji t-student

Analisis statistik dilakukan dengan uji-t student untuk menguji perbedaan signifikansi kepadatan (ind/m<sup>2</sup>) setiap spesies gastropoda antara zona atas dan zona bawah. Tingkat signifikansi ditetapkan pada  $\alpha = 0,05$ . Nilai  $p < 0,05$  diinterpretasikan sebagai adanya perbedaan yang signifikan antar spesies pada zona atas dan zona bawah. Analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Komposisi Spesies Gastropoda

Hasil penelitian menunjukkan bahwa total gastropoda yang teridentifikasi dari dua lokasi pengambilan sampel berjumlah 657 individu, yang mencakup 19 spesies dan tergolong ke dalam 14 genus serta 10 famili (Tabel 1). Spesies yang tercatat meliputi *Cellana nigrolineata*, *Patelloida pygmaea*, *Siphonaria japonica*, *Nipponacmea schrenckii*, *Nipponacmea teramachii*, *Monodonta labio*, *Japeuthria cingulata*, *Thais clavigera*, *Clypeomorus petrosa*, *Clypeomorus bifasciata*, *Morula musiva*, *Nerita japonica*, *Chlorostoma turbinatum*, *Nerita albicilla*, *Morula fusca*, *Lunella correensis*, *Chlorostoma xanthostigma*, *Tegula niggerima*, dan *Littorina brevicula*. Analisis distribusi gastropoda berdasarkan pembagian zona intertidal atas dan bawah pada kedua lokasi penelitian

Tabel 1. Komposisi spesies gastropoda

Famili	Genera	Spesies	Rocky Shore	
			R1	R2
Neritidae	<i>Nerita</i>	<i>Nerita japonica</i> (Dunker, 1860)	√	√
		<i>Nerita albicilla</i> (Linnaeus, 1758)	√	√
Littorinidae	<i>Littorina</i>	<i>Littorina brevicula</i> (Phillipi, 1844)	√	√
Trochidae	<i>Monodonta</i>	<i>Monodonta labio</i> (Linnaeus, 1758)	√	√
		<i>Chlorostoma</i>		√
		<i>Chlorostoma trubinatum</i> (Adams, 1853)		√
		<i>Chlorostoma xanthostigma</i> (Adams, 1853)	√	√
	<i>Tegula</i>	<i>Tegula niggerima</i> (Sowerby I, 1835)	√	√
Turbinidae	<i>Lunella</i>	<i>Lunella correensis</i> (Recluz, 1853)	√	√
Cerithiidae	<i>Clypeomorus</i>	<i>Clypeomorus bifasciata</i> (Sowerby II, 1855)	√	√
		<i>Clypeomorus petrosa</i> (Wood, 1828)	√	√
Muricidae	<i>Thais</i>	<i>Thais clavigera</i> (Küster, 1860)	√	√
	<i>Morula</i>	<i>Morula musiva</i> (Kiener, 1836)	√	√
		<i>Morula fusca</i> (Pease, 1868)	√	√
Lottidae	<i>Patelloida</i>	<i>Patelloida pygmaea</i> (Dunker, 1860)	√	√
	<i>Nipponacmea</i>	<i>Nipponacmea schrenckii</i> (Lischke, 1868)	√	√
		<i>Nipponacmea teramachii</i> (Kira, 1961)	√	√
Nacellidae	<i>Cellana</i>	<i>Cellana nigrolineata</i> (Reeve, 1854)	√	√
Siphonariidae	<i>Siphonaria</i>	<i>Siphonaria japonica</i> (Donovan, 1824)	√	√
Buccinidae	<i>Japeuthria</i>	<i>Japeuthria cingulata</i> (Reeve, 1846)	√	√

Famili	Genera	Spesies	Rocky Shore	
			R1	R2
Neritidae	<i>Nerita</i>	<i>Nerita japonica</i> (Dunker, 1860)	√	√
		<i>Nerita albicilla</i> (Linnaeus, 1758)	√	√
Littorinidae	<i>Littorina</i>	<i>Littorina brevicula</i> (Phillipi, 1844)	√	√
Trochidae	<i>Monodonta</i>	<i>Monodonta labio</i> (Linnaeus, 1758)	√	√
		<i>Chlorostoma</i>		√
		<i>Chlorostoma trubinatum</i> (Adams, 1853)		√
		<i>Chlorostoma xanthostigma</i> (Adams, 1853)	√	√
	<i>Tegula</i>	<i>Tegula niggerima</i> (Sowerby I, 1835)	√	√
Turbinidae	<i>Lunella</i>	<i>Lunella correensis</i> (Recluz, 1853)	√	√
Cerithiidae	<i>Clypeomorus</i>	<i>Clypeomorus bifasciata</i> (Sowerby II, 1855)	√	√
		<i>Clypeomorus petrosa</i> (Wood, 1828)	√	√
Muricidae	<i>Thais</i>	<i>Thais clavigera</i> (Küster, 1860)	√	√
	<i>Morula</i>	<i>Morula musiva</i> (Kiener, 1836)	√	√
		<i>Morula fusca</i> (Pease, 1868)	√	√
Lottidae	<i>Patelloida</i>	<i>Patelloida pygmaea</i> (Dunker, 1860)	√	√
	<i>Nipponacmea</i>	<i>Nipponacmea schrenckii</i> (Lischke, 1868)	√	√
		<i>Nipponacmea teramachii</i> (Kira, 1961)	√	√
Nacellidae	<i>Cellana</i>	<i>Cellana nigrolineata</i> (Reeve, 1854)	√	√
Siphonariidae	<i>Siphonaria</i>	<i>Siphonaria japonica</i> (Donovan, 1824)	√	√
Buccinidae	<i>Japeuthria</i>	<i>Japeuthria cingulata</i> (Reeve, 1846)	√	√

**Keterangan:**

R1: Pantai rocky intertidal Akaiwa zona atas

R2: Pantai rocky intertidal Akaiwa zona bawah

memperlihatkan bahwa sebagian besar spesies ditemukan pada lebih dari satu lokasi. Namun demikian, satu spesies menunjukkan keterbatasan distribusi, yaitu *Chlorostoma turbinatum* yang secara eksklusif dijumpai di pantai intertidal berbatu (*rocky Akaiwa*) pada zona bawah (R2), mencerminkan kecenderungan spesifik terhadap kondisi habitat tertentu.

Spesies yang teridentifikasi sebanyak 18 spesies memperlihatkan sebaran yang luas di seluruh zona intertidal, mencerminkan strategi ekologis sebagai organisme dengan rentang toleransi lingkungan yang lebar. Temuan ini sejalan dengan laporan Takada dan Kikuchi (1990,1991) serta Suzuki *et al.* (2017), yang menunjukkan bahwa komunitas intertidal berbatu di Jepang, umumnya didominasi oleh taksa dengan kapasitas adaptif tinggi. Ketahanan terhadap tekanan fisik seperti desikasi, fluktuasi salinitas, dan paparan gelombang tercermin pada karakter morfologi limpet seperti pada *Cellana nigrolineata* dan *Patelloida pygmaea* yang mendukung resistensi air dan perlekatan kuat pada substrat, serta pada fleksibilitas pola makan gastropoda predator seperti *Thais clavigera* dan *Morula* spp. Kombinasi adaptasi tersebut memungkinkan pemanfaatan berbagai mikrohabitat sepanjang gradien pasang surut. Berbeda dengan pola tersebut, *Chlorostoma turbinatum* hanya terdeteksi pada zona bawah, menunjukkan distribusi yang lebih terbatas dibandingkan temuan Fujiwara *et al.* (2014) yang melaporkan keberadaannya pada beberapa zona intertidal di pantai *rocky Akaiwa*. Perbedaan ini mengarah pada

indikasi penyempitan relung ekologis yang kemungkinan dipengaruhi oleh meningkatnya tekanan lingkungan di zona atas dan zona tengah, termasuk intensitas gelombang, risiko kekeringan, dan variasi ketersediaan makroalga. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Kawamura *et al.* (2017) yang menekankan peran kondisi fisik perairan dan sumber daya trofik dalam menentukan distribusi gastropoda herbivor pada habitat intertidal berbatu. Secara keseluruhan, pola yang teramati menggambarkan dominasi spesies yang adaptif sekaligus adanya kecenderungan spesialisasi habitat pada spesies tertentu yang responsif terhadap dinamika lingkungan.

### **Kepadatan Spesies**

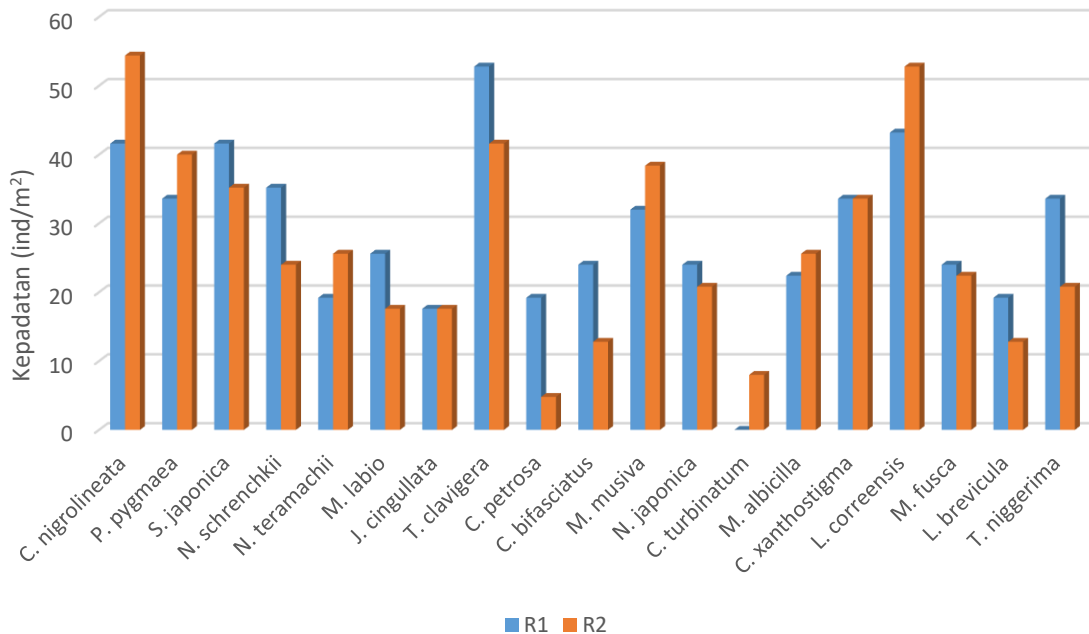
Data kepadatan yang ditampilkan pada Tabel 2 menunjukkan variasi kepadatan rata-rata gastropoda di pantai *rocky* intertidal Akaiwa pada dua zona pengamatan. Pada zona atas (R1), kepadatan rata-rata spesies berkisar antara 17,60–52,80 ind/m<sup>2</sup>. Kepadatan terendah tercatat pada *Japeuthria cingulata* sebesar 17,60 ind/m<sup>2</sup> dengan kepadatan relatif 3,24 %, sedangkan kepadatan tertinggi ditemukan pada *Thais clavigera* sebesar 52,80 ind/m<sup>2</sup> dengan kepadatan relatif 9,73 %. Selanjutnya, pada zona bawah (R2), kisaran kepadatan rata-rata berada antara 4,80–52,80 ind/m<sup>2</sup>. Kepadatan terendah dijumpai pada *Clypeomorus petrosa* sebesar 4,80 ind/m<sup>2</sup> dengan kepadatan relatif 0,94 %, sedangkan kepadatan tertinggi dicatat pada *Lunella correensis* sebesar 52,80 ind/m<sup>2</sup> dengan kepadatan relatif 10,34 % (Tabel 2).

Tabel 2. Kepadatan (K) dan Kepadatan Relatif (KR) spesies di pantai rocky Akaiwa, Amakusa Jepang

Spesies	Pantai Rocky Akaiwa				Uji t-student
	R1		R2		
	K (ind/m <sup>2</sup> ) ± SD	KR (%)	K (ind/m <sup>2</sup> ) ± SD	KR (%)	
<i>Nerita japonica</i> (Dunker, 1860)	24,00 ± 1,84	4,42	20,80 ± 1,70	4,08	P > 0.05
<i>Nerita albicilla</i> (Linnaeus, 1758)	22,40 ± 1,51	4,12	25,60 ± 2,07	5,03	P > 0.05
<i>Littorina brevicula</i> (Phillipi, 1844)	19,20 ± 1,14	3,53	12,80 ± 1,03	2,51	P > 0.05
<i>Monodonta labio</i> (Linnaeus, 1758)	25,60 ± 1,51	4,71	17,60 ± 1,20	3,45	P > 0.05
<i>Chlorostoma trubinatum</i> (Adams, 1853)	-	-	8,00 ± 0,97	1,57	
<i>Chlorostoma xanthostigma</i> (Adams, 1853)	33,60 ± 1,97	6,19	33,60 ± 2,58	6,60	P > 0.05
<i>Tegula niggerima</i> (Sowerby I, 1835)	33,60 ± 1,97	6,19	20,80 ± 1,57	4,08	P > 0.05
<i>Lunella correensis</i> (Recluz, 1853)	43,20 ± 2,17	7,96	52,80 ± 3,16	10,34	P > 0.05
<i>Clypeomorus bifasciata</i> (Sowerby II, 1855)	24,00 ± 2,46	4,42	12,80 ± 3,07	2,51	P > 0.05
<i>Clypeomorus petrosa</i> (Wood, 1828)	19,20 ± 1,48	3,53	4,80 ± 1,29	0,94	P < 0,05*
<i>Thais clavigera</i> (Küster, 1860)	52,80 ± 3,22	9,73	41,60 ± 2,12	8,17	P > 0.05
<i>Morula musiva</i> (Kiener, 1836)	32,00 ± 2,26	5,89	38,40 ± 4,18	7,54	P > 0.05
<i>Morula fusca</i> (Pease, 1868)	24,00 ± 2,12	4,42	22,40 ± 1,84	4,40	P > 0.05

<i>Patelloida pygmaea</i> (Dunker, 1860)	33,60 ± 2,51	6,19	40,00 ± 2,37	7,6	P > 0.05
<i>Nipponacmea schrenckii</i> (Lischke, 1868)	35,20 ± 1,75	5,48	24,00 ± 1,58	4,71	P > 0.05
<i>Nipponacmea teramachii</i> (Kira, 1961)	19,20 ± 1,62	5,53	25,60 ± 1,65	5,03	P > 0.05
<i>Cellana nigrolineata</i> (Reeve, 1854)	41,60 ± 2,27	7,66	54,40 ± 2,63	10,69	P > 0.05
<i>Siphonaria japonica</i> (Donovan, 1824)	41,60 ± 2,01	7,66	35,20 ± 1,62	6,91	P > 0.05
<i>Japeuthria cingulata</i> (Reeve, 1846)	17,60 ± 1,20	3,24	17,60 ± 1,29	3,45	P > 0.05

Keterangan: - menunjukkan tidak terdapat spesies pada tiap zona; \* menunjukkan nilai yang signifikan.



Gambar 2. Kepadatan spesies gastropoda. R1: Pantai rocky intertidal Akaiwa zona atas, R2: Pantai rocky intertidal Akaiwa zona bawah



Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan gastropoda di pantai rocky intertidal Akaiwa didominasi oleh kelompok herbivora pemakan mikroalga epilitik, suatu pola yang umum dijumpai pada ekosistem intertidal berbatu sebagaimana dilaporkan oleh Takada & Kikuchi (1990) serta Underwood (2000). Meskipun demikian, struktur komunitas yang teramati menunjukkan perbedaan komposisi dan dominansi dibandingkan studi sebelumnya, yang mengindikasikan adanya dinamika temporal dalam komunitas. Variasi kondisi hidrodinamik di habitat *rocky shore* turut memengaruhi distribusi spesies antar zona. Pada zona atas (R1), *Cellana nigrolineata* dan *Thais clavigera* merupakan spesies dominan, sedangkan pada zona bawah (R2), dominansi beralih kepada *Lunella correensis* dan *C. nigrolineata* (Tabel 2).

Pola zonasi vertikal yang jelas pada lokasi ini konsisten dengan model klasik Stephenson & Stephenson (1949), yang menekankan peran gradien emersi dalam menentukan distribusi biota intertidal. Zona atas, yang mengalami periode emersi lebih lama, didominasi oleh spesies dengan toleransi desikasi tinggi seperti *C. nigrolineata*, sedangkan zona bawah yang lebih sering terendam, didominasi oleh spesies seperti *L. correensis* yang kurang toleran terhadap stres lingkungan yang ekstrem, sebagaimana yang dijelaskan oleh Harley & Helmuth (2003). Perbedaan komposisi dan kelimpahan antar zona ini mengindikasikan terjadinya perubahan struktur komunitas dalam rentang waktu sekitar lebih dari 1 dekade, yang kemungkinan dipengaruhi oleh dinamika populasi alami dan variasi rekrutmen larva (Jenkins *et al.*, 2001; Schiel, 2004), serta

interaksi biotik seperti kompetisi dan predasi (Menge & Branch, 2001). Selain itu, heterogenitas fisik substrat pada pantai berbatu juga berperan dalam menentukan pola distribusi gastropoda (Chapman, 2002). Secara keseluruhan, temuan ini menegaskan bahwa komunitas gastropoda intertidal bersifat dinamis baik secara spasial maupun temporal, dibentuk oleh interaksi kompleks antara faktor abiotik dan biotik yang berubah seiring waktu.

Hasil analisis statistik uji-t terhadap kepadatan 18 spesies gastropoda di dua lokasi pantai rocky intertidal Akaiwa menggambarkan suatu pola kesamaan yang mencolok. Sebagian besar spesies menunjukkan distribusi yang stabil antar lokasi. Hanya satu spesies yang menunjukkan perbedaan signifikan, sementara 17 spesies lainnya tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik. Pola ini mengisyaratkan homogenitas habitat dan toleransi ekologis yang luas dari komunitas gastropoda yang diamati (Tabel 2)

Dari seluruh spesies yang dianalisis, hanya *Clypeomorus petrosa* yang memperlihatkan perbedaan kepadatan signifikan dengan nilai hampir empat kali lebih tinggi di zona atas dibandingkan zona bawah (Tabel 2). Perbedaan ini mengindikasikan adanya preferensi habitat atau batas toleransi ekologis yang lebih spesifik terhadap kondisi zona atas, kemungkinan berkaitan dengan adaptasi terhadap durasi emersi yang lebih panjang atau variasi ketersediaan sumber daya (Raffaelli & Hawkins, 1996). Pengertian ini dipertegas bahwa spesies yang mampu mentolerir stress tersebut akan

mendominasi zona atas, karena hanya sedikit kompetitor yang mampu bertahan.

Sebaliknya, 17 spesies lainnya (94,4%) tidak menunjukkan perbedaan signifikan antara kedua zona, mencerminkan tingkat keseragaman kondisi habitat serta rentang toleransi ekologis yang luas pada sebagian besar komunitas gastropoda (Underwood, 2000). Spesies dominan seperti *Lunella correensis*, *Cellana nigrolineata*, dan *Chlorostoma xanthostigma* mempertahankan kepadatan yang relatif stabil antar zona, menunjukkan karakter sebagai spesies yang mampu beradaptasi terhadap variasi faktor fisik dan biologis di sepanjang gradien vertikal intertidal. Kesamaan struktur komunitas ini juga didukung oleh kemiripan karakteristik substrat dan tekanan lingkungan antara R1 dan R2 di pantai *rocky* Akaiwa (Benedetti-Cecchi *et al.*, 2021).

Pola tersebut konsisten dengan laporan Suzuki *et al.* (2017) di pantai intertidal Amakusa yang menunjukkan distribusi luas gastropoda pada berbagai zona. Secara keseluruhan, hasil analisis statistik ini menunjukkan bahwa gradien zonasi vertikal di Pantai Akaiwa bukan merupakan faktor pembatas utama bagi sebagian besar spesies, kecuali bagi *C. petrosa* yang berpotensi berperan sebagai indikator perubahan kondisi lingkungan antar zona. Dominasi spesies yang memiliki adaptasi lingkungan yang tinggi mencerminkan tingkat resiliensi ekologis yang relatif tinggi, meskipun diperlukan kajian lanjutan dengan pengukuran variabel lingkungan secara kuantitatif untuk mengidentifikasi determinan distribusi yang lebih spesifik.

## KESIMPULAN

Penelitian ini mengidentifikasi 19 spesies gastropoda (657 individu) pada pantai *rocky* intertidal Akaiwa, Jepang, dengan 18 spesies tersebar di zona atas (R1) dan bawah (R2), serta satu spesies terbatas pada zona bawah. Kepadatan berkisar 17,60–52,80 ind/m<sup>2</sup> (R1) dan 4,80–52,80 ind/m<sup>2</sup> (R2). Spesies dominan meliputi *Thais clavigera* (R1), *Lunella correensis* (R2), dan *Cellana nigrolineata* yang stabil di kedua zona. Uji t menunjukkan 94,4% spesies tidak berbeda signifikan antar zona ( $p > 0,05$ ), menandakan toleransi ekologis luas dan homogenitas habitat. Secara umum, zonasi vertikal bukan faktor pembatas utama, dan komunitas menunjukkan resiliensi ekologis yang relatif tinggi terhadap tekanan lingkungan intertidal.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi yang sebesar-besarnya kepada pimpinan, staff, dan mahasiswa AMBL Kyushu *University*, khususnya kepada Assoc. Prof. Seiji Arakaki dan Dr. NiNi Win atas kesempatan yang diberikan untuk berpartisipasi dalam program *AMBL Spring Field Course 2025* serta pelaksanaan penelitian skripsi mahasiswa FPIK UNSRAT di Jepang melalui kerja sama antara *Faculty of Science, Graduate School of Systems Life Sciences and School of Science, Kyushu University, Japan* dan *Faculty of Fisheries and Marine Science, Sam Ratulangi University, Indonesia*. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pimpinan Universitas Sam Ratulangi serta Pemerintah Indonesia atas dukungan yang diberikan selama program berlangsung.

## DAFTAR PUSTAKA

- Benedetti-Cecchi, L., Cinelli, F., Menconi, M. 2021. Temporal and Spatial Variability in The Distribution of Algae and Invertebrates on Rocky Shores in The Northwest Mediterranean. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 534, 151479. [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(98\)00123-3](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(98)00123-3)
- Brusca, R. C., Brusca, G. J. 2003. Invertebrates (2nd ed.). Sinauer Associates. p 875.
- Chapman, M. G. 2002. Patterns of Spatial and Temporal Variation of Macrofauna Under Boulders in A Sheltered Boulder Field. *Austral Ecology*, 27(2), 211–228.
- Fujiwara, Y., Urabe, J. Takeda, S. 2014. Host Preference of A Symbiotic Flatworm in Relation to The Ecology of Littoral Snails. *Mar Biol* 161, 1873–1882. <https://doi.org/10.1007/s00227-014-2469-8>
- Harley, C. D., Helmuth, B. S. 2003. Local- and Regional-Scale Effects of Wave Exposure, Thermal Stress, and Absolute Versus Effective Shore Level on Patterns of Intertidal Zonation. *Limnology and Oceanography*, 48(4), 1498–1508.
- Harley, C. D., Randall Hughes, A., Hultgren, K. M., Miner, B. G., Sorte, C. J., Thornber, C. S., Rodriguez, L. F., Tomanek, L., Williams, S. L. 2006. The Impacts of Climate Change in Coastal Marine Systems. *Ecology Letters*, 9(2), 228–241.
- Jenkins, S. R., Aberg, P., Cervin, G., Coleman, R. A., Delany, J., Della Santina, P., Hawkins, S. J., LaCroix, E., Myers, A. A., Lindegarth, M., Power, A. M., Roberts, M. F., Hartnoll, R. G. 2001. Population Dynamics of The Intertidal Barnacle *Semibalanus balanoides*: a Six-Year Study. *Marine Ecology Progress Series*, 214, 179–184.
- Kawamura, T., Yamada, Y., Kikuchi, T. 2017. Distribution and Abundance of Intertidal Gastropods Along a Rocky Shore Gradient in Central Japan. *Publications of The Seto Marine Biological Laboratory*, 43, 1-12.
- Krebs, C. J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper Collins Publisher. p 654.
- Menge, B. A., Branch, G. M. 2001. Rocky Intertidal Communities. In: Bertness, M. D., Gaines, S. D., Hay, M. E. (Eds.). *Marine Community Ecology*. Sinauer Associates. pp 221–251.
- Suzuki, T., Kanou, K., Kano, Y. 2017. Community Structures of Halophytic Plants, Gastropods And Brachyurans In Salt Marshes in Ariake and Yatsushiro Seas of Japan. *Plankton and Benthos Research*, 12(4), 224-237. <https://doi.org/10.3800/pbr.12.224>
- Paruntu, C. P. 2005. Intra and Inter-Specific Variations in The Morphometry of Four Intertidal Gastropod Species. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis*, 1(1), 44-45.
- Paruntu. C. P. 2011. Intraspecific Variation in Growth Rate among Three Populations of The Intertidal Gastropod, *Nerita japonica* (Dunker), *Biota*, 16(2), 316-324.
- Paruntu, C. P. 2012. Intraspecific Variation in the Reproductive Effort Among Three Populations of an Intertidal Gastropod, *Henta japonica* (Dunker). *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis*, 1. <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/JPKT>
- Paruntu, C. P., Tokeshi, M. 2003. Variability in The Reproductive Characteristics of Local Populations of An Intertidal Gastropod. *Nerita japonica* (Dunker). *Benthos Research*, 58(1), 734.
- Raffaelli, D., Hawkins, S. 1996. *Intertidal Ecology*. Springer. p 356.
- Schiel, D. R. 2004. The Structure and Replenishment of Rocky Shore Intertidal Communities and Biogeographic Comparisons. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 300(1–2), 309–342.
- Schrödl, M., Stöger, I. 2014. A Review on Deep Molluscan Phylogeny: Old Markers, Integrative Approaches,

- Persistent Problems. *Journal of Natural History*, 48(45–48), 2773–2804.
- Hutchinson, N., Williams, G.A. 2001 Spatio-Temporal Variation in Recruitment on A Seasonal, Tropical Rocky Shore: The Importance of Local Versus Non-Local Processes. *Mar Ecol Prog Ser*, 215:57-68  
<https://doi.org/10.3354/meps215057>
- Stephenson, T. A., Stephenson, A. 1949. The Universal Features of Zonation Between Tide-Marks on Rocky Coasts. *Journal of Ecology*, 37(2), 289–305.
- Takada, Y., Kikuchi, T. 1990. Mobile Molluscan Communities in The Rocky Intertidal Zone of Amakusa. *Publications from The Amakusa Marine Biological Laboratory, Kyushu University*, 10(2), 105–121.
- Takada, Y., Kajihara, N., Sawada, H. 2018. Environmental Factors Affecting Benthic Invertebrate Assemblages on Sandy Shores Along The Japan Sea Coast: Implications for Coastal Biogeography. *Ecol Res* 33, 271–281 (2018).  
<https://doi.org/10.1007/s11284-017-1553-1>
- Underwood, A. J. 2000. Experimental Ecology of Rocky Intertidal Habitats: What Are We Learning? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 250(1–2), 51–76.