



## ARTICLE

# Indeks Ekologi Gastropoda sebagai Bioindikator Tingkat Pencemaran Air Tawar Situ Bangendit

Nurul Fitri,\* Hudi Hernawan, and Sri Wahjuningsih

Program Studi Pendidikan Biologi, Institut Pendidikan Indonesia, Fakultas Ilmu Terapan dan Sains, Indonesia

\*Corresponding author. Email: nurulfitri9@gmail.com

(Received 23 November 2022; revised 30 November 2022; accepted 2 December 2022; published 3 December 2022)

### Abstrak

Beberapa aktivitas masyarakat disekitar perairan situ secara langsung maupun tidak langsung dapat berdampak terhadap kualitas perairan sungai diantaranya dapat mempengaruhi faktor-faktor biotik dan abiotik yang mengakibatkan rusaknya ekosistem di perairan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui indeks ekologi gastropoda sebagai bioindikator pencemaran air yang terdapat di Ekowisa Situ Bangendit pada bulan April – Juni 2021. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif dengan pendekatan kualitatif, metode pengumpulan data dan metode penentuan stasiun dengan purposive sampling method terhadap 10 stasiun. Sampel yang diambil meliputi pengukuran parameter biotik (gastropoda) serta abiotik. Hasil pengukuran parameter biotik penelitian menunjukkan famili dari tiga stasiun berjumlah 5 famili diantaranya famili Thiaridae, famili Ampullariidae, famili Viviparidae, Lymnaeidae dan Famili Littorinidae, dan terdiri dari 16 spesies dengan total 1495 individu. Rata-rata nilai indeks keanekaragaman adalah 1,6860 termasuk kategori sedang, keanekaragaman tertinggi adalah spesies *Melanoides formensis* (0,3570) dan terendah adalah, spesies *Thiara rufis* (0,0044). Rata-rata nilai indeks kelimpahan adalah, 100,6091 termasuk kategori sangat banyak, nilai kelimpahan tertinggi pada spesies *Melanoides formosensis* (28,2274) dan terendah pada spesies *Thiara rufis* (0,01). Rata-rata nilai indeks dominansi adalah, 0,1852 termasuk kategori rendah nilai dominansi tertinggi pada spesies *Melanoides formosensis* (0,0796) dominansi terendah pada spesies *Thiara rufis* (0). Rata-rata nilai indeks pemerataan adalah, 28,5078 termasuk kategori stabil, nilai pemerataan tertinggi pada spesies *Pomaceae maculata* (3,5338) dan *Lymnea Rubiginosa* (3,5338) terendah pada spesies *Thiara rufis* (0). Rata-rata nilai indeks kepadatan adalah, 149,5 termasuk kategori tinggi, nilai kepadatan tertinggi pada spesies *Melanoides formensis* (42,2) terendah pada spesies *Thiara rufis* (0,1).

**Kata Kunci:** Gastropoda, indeks ekologi

## 1. Pendahuluan

Situ Bangendit adalah salah satu situ alami yang sumber airnya berasal dari curah hujan, saluran pembuang daerah irigasi Ciojar dan saluran pembuang Cibuyutan selatan, serta saluran keluar air situ Bangendit melalui Parigi. Situ Bangendit dimanfaatkan oleh warga sekitar sebagai sarana pariwisata dan sebagai mata pencaharian dalam bidang perikanan, seperti kegiatan penangkapan ikan, pembesaran

ikan di karamba jaring apung, dan sebagai irigasi bagi areal pesawahan Amelia, Hasan, and Mulyani 2012.

Kondisi kualitas perairan di bumi selalu berubah-ubah dalam segi kualitas ataupun kuantitas, hal ini salah satunya dipengaruhi aktivitas makhluk hidup, manusia memanfaatkan air untuk berbagai keperluan sehari-hari untuk mandi, mencuci, memasak air, industri dan lain-lain. Kegiatan-kegiatan tersebut apabila tidak dikelola dengan benar dan bijak akan menyebabkan dampak negatif terhadap sumberdaya air, salah satunya dapat menurunkan kualitas air. Kondisi perairan sungai secara tidak langsung dapat menunjukkan kondisi lingkungan Sari 2017.

Organisme yang hidup di perairan seperti makrozoobenthos sangat peka terhadap perubahan kualitas air tempat hidupnya sehingga akan berpengaruh terhadap komposisi dan kelimpahannya. Hal ini tergantung pada toleransinya terhadap perubahan lingkungan, sehingga organisme ini sering dipakai sebagai indikator tingkat pencemaran suatu perairan Shao *et al.* 2014.

Gastropoda merupakan biota air yang umumnya tidak dapat bergerak cepat dan mudah terpengaruh oleh adanya bahan pencemar kimiawi serta keberadaan lumpur, pasir dan arus air. Pada perairan yang belum tercemar sebaran organisme gastropoda ini relatif merata begitu juga sebaliknya pada perairan yang sudah tercemar akan ada spesies yang mendominasi. Perubahan substrat dan penambahan bahan pencemar akan berpengaruh terhadap kepadatan, komposisi dan tingkat keragaman zoobenthos (Safruddin, Adriman, and El Fajri 2015).

## 2. Metode Penelitian

Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah dengan metode deskriptif (kuantitatif) purposive sampling, Penelitian ini dilakukan dengan metode transek kuadrat, pengambilan sampel dilakukan dengan dua kali pengulangan pada setiap lokasinya. Daerah stasiun yang diteliti yaitu 10 persen dari luas Situ Bagendit atau sekitar 60 meter dari luasan Situ bagendit  $\pm$  0,6 km.

### 2.1 Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan April – Juni 2021. Penelitian dilakukan di Ekowisata Situ Bagendit Kecamatan Banyuresmi Kabupaten Garut, Dinas Lingkungan Hidup Garut dan Laboratorium Biologi Institut Pendidikan Indonesia.

### 2.2 Populasi dan sampel penelitian

Populasi yang diteliti dalam penelitian ini adalah seluruh spesies Gastropoda yang berada dan hidup di perairan Ekowisata Situ Bagendit Kecamatan Banyuresmi Kabupaten Garut. Sampel yang diambil dari penelitian ini adalah seluruh spesies Gastropoda yang tercuplik pada daerah pencuplikan di perairan Ekowisata Situ Bagendit Kecamatan Banyuresmi Kabupaten Garut

### 2.3 Teknik pengambilan sampel

Pengambilan sampel gastropoda pada setiap stasiun dilakukan di zona profundal yaitu merupakan bagian dasar air yang tidak tercapai oleh penetrasi cahaya yang efektif. Stasiun yang diamati berjumlah tiga dan masing-masing stasiun dilakukan pemasangan satu garis transek yang bertujuan untuk mengukur jarak sebaran gastropoda. Panjang garis transek adalah 10 persen dari panjang situ yaitu 60 meter, pada setiap transek dipasang sejumlah plot secara berseling. Pada setiap stasiun terdiri dari 10 plot masing-masing plot mempunyai ukuran 1 meter x 1 meter. Pada setiap transek dilakukan pengulangan sebanyak 2 kali sehingga jumlah plot pada seluruh stasiun yaitu 60 plot atau 60 pencuplikan. Panjang setiap garis transek stasiun yaitu 20 meter dengan jarak antar stasiun yaitu 50 meter. Pengambilan sampel dilakukan pada pagi-sore hari (Yanto, Pratomo, and Irawan 2016).

Pengukuran faktor fisika dan kimia dilakukan pada pagi-sore hari adapun faktor fisika yang diamati diantaranya, adalah suhu, kelembapan, intensitas cahaya, kecepatan angin, kecerahan air dan

kedalaman sedangkan faktor kimia yang diamati diantaranya, adalah Ph air, oksigen terlarut (DO), Biological Oxygen Demand (BOD) dan Chemical Oxygen Demand (COD).

### 2.3.1 Alat dan bahan penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah formalin 4 persen dan aquadest. Adapun, alat yang digunakan dalam penelitian ini, adalah alat tulis, buku identifikasi gastropoda, alat pengukur gastropoda, transek (1mx1m), ember, toples, tissue, kertas label, GPS, thermometer, pHmeter, hygrometer, luxmeter, anemometer, spektrometer uv-vis, pipet tetes, tabung erlenmeyer, buret, kamera.

### 2.3.2 Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis nilai indeks ekologi dengan menghitung nilai indeks keanekaragaman, kelimpahan, dominansi, kerapatan dan pemerataan.

### 2.3.3 Indeks keanekaragaman

Untuk mengetahui indeks keanekaragaman gastropoda dapat dihitung dengan menggunakan rumus Shannon-Wiener (Nolan and Callahan 2006). Keterangan untuk rumus ini adalah  $H'$  = indeks diversitas (keanekaragaman) Shannon-Wiener,  $n_i$  = jumlah setiap jenis ke- $i$ , dan  $N$  = jumlah total (keseluruhan) individu.

$$H' = -\sum \left[ \frac{n_i}{N} \right] \ln \left( \frac{n_i}{N} \right) \quad (1)$$

### 2.3.4 Indeks kelimpahan

Untuk melihat kelimpahan data yang diperoleh, digunakan rumus kelimpahan sebagai acuan yang sesuai nomor urut kunci determinasi dengan menggunakan rumus Kelimpahan Michael (Michael, Kaligis, and Rimper 2020). Adapun  $K$  adalah nilai kelimpahan.

$$K = \sum \left[ \frac{I_{sp}}{I_{tp}} \right] \times 100\% \quad (2)$$

### 2.3.5 Indeks Dominasi

Indeks Dominansi dihitung dengan rumus Dominance of Simpson (Morris et al. 2014). Adapun keterangan rumus ini adalah  $D$  = Indeks dominansi,  $n_i$  = Jumlah Individu setiap jenis, dan  $N$  = Jumlah total individu.

$$D = \sum \left[ \frac{n_i}{N} \right]^2 \quad (3)$$

### 2.3.6 Indeks pemerataan

Kemerataan dapat dihitung dengan menggunakan rumus indeks equibalitas menurut Evennes (Juwita 2018). Adapun keterangan untuk rumus ini adalah  $E$  = nilai pemerataan,  $\bar{H}$  = Indeks keanekaragaman Shannon-Whienne, dan  $\log(S)$  = jumlah individu.

$$E = \frac{\bar{H}}{\log(S)} \quad (4)$$

### 2.3.7 Indeks kepadatan

Indek kepadatan dihitung menurut rumus Odun (Paudi, Djirimu, et al. 2019). Adapun keterangan untuk rumus ini adalah  $\bar{x}$  = Indeks kepadatan,  $x_n$  = jumlah species, dan  $n$  = jumlah plot atau sampling.

$$\bar{x} = \sum \left[ \frac{x_n}{n} \right] \quad (5)$$

## 3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Berdasarkan tabel di atas total famili dari tiga stasiun berjumlah 5 famili diantaranya famili Thiaridae, famili Ampullariidae, famili Viviparidae, Lymnaeidae dan Famili Littorinidae, dan 16 spesies diantaranya, *Melanoides tuberculata*, *Melanoides formosensis*, *Melanoides plicaria*, *Melanoides torulosa*, *Stenomelania clavus*, *Tarebia lineata*, *Tarebia granifera*, *Pomacea maculata*, *Pomacea insularum*, *Pomacea canaliculata*, *Pomacea sp*, *Lymnea rubiginosa*, *Thiara rufis*, *Bellamyja javanica*, *Filopaludina javanica*, dan *Littorina sp*. Jumlah individu yang ditemukan sebanyak 1495 individu, dari hasil rekapitulasi tiga stasiun didapatkan spesies yang paling tinggi adalah *Melanoides formosensis* dengan jumlah 422 individu dan spesies yang paling rendah adalah *Thiara rufis* dengan jumlah 1 individu.

**Table 1.** Rekapitulasi Spesies Gastropoda pada Tiga Stasiun Pencuplikan (Jumlah Individu)

No	Nama species	Stasiun			Jumlah individu
		I	II	III	
1	<i>Melanoides tuberculata</i>	105	104	49	258
2	<i>Melanoides formosensis</i>	81	133	81	422
3	<i>Melanoides plicaria</i>	70	27	15	112
4	<i>Melanoides torulosa</i>	77	14	1	92
5	<i>Stenomelania clavus</i>	15	3	0	18
6	<i>Tarebia lineata</i>	138	83	12	233
7	<i>Tarebia granifera</i>	140	102	62	304
8	<i>Pomacea maculata</i>	2	1	0	3
9	<i>Pomacea insularum</i>	5	2	1	8
10	<i>Pomacea canaliculata</i>	4	2	0	4
11	<i>Pomacea sp</i>	2	2	0	4
12	<i>Lymnea rubiginosa</i>	3	0	0	3
13	<i>Thiara rufis</i>	1	0	0	1
14	<i>Bellamyja javanica</i>	2	1	0	3
15	<i>Filopaludina javanica</i>	9	14	4	27
16	<i>Littorina sp</i>	3	0	0	3

Spesies Gastropoda yang Tercuplik dan Teridentifikasi pada Zona Profundal Ekowisata Situ Bagendit Kecamatan Sukaratu Kabupaten Garut.

### 3.1 Indeks keanekaragaman

Rata-rata nilai indeks keanekaragaman adalah, 1,6860 termasuk kategori sedang. Nilai keanekaragaman tertinggi terdapat pada spesies *Melanoides formosensis* dengan nilai indeks keanekaragaman 0,3570. Tingginya nilai indeks keanekaragaman tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu faktor parameter fisika, kimia serta keadaan ekologi. Hal ini sesuai dengan Ratna (2012) habitat *Melanoides formosensis* umumnya mengubur pada substrat dan dasar perairan serta selalu bersifat menetap, kondisi lingkungan seperti tipe sedimen, kedalaman, kecerahan, suhu, pH perairan memberikan variasi yang besar pada kehidupan gastropoda. Nilai indeks keanekaragaman

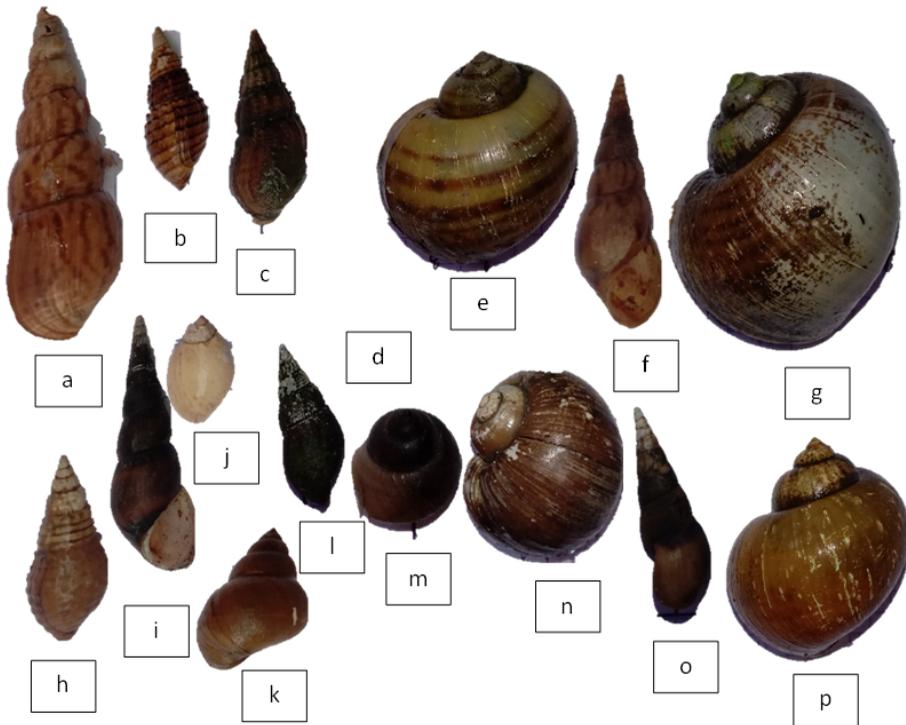


Figure 1. Spesies Gastropoda yang Tercuplik dan Teridentifikasi pada Zona Profunda Ekowisata Situ Bagendit Kecamatan Sukaratu Kabupaten Garut

terendah terdapat pada spesies *Thiara rufis* dengan nilai indeks 0,0044. Hal tersebut karena spesies ini merupakan spesies yang paling sedikit ditemukan di lokasi penelitian karena kondisi habitat di situ bagendit kurang mendukung bagi kelangsungan hidup spesies tersebut.

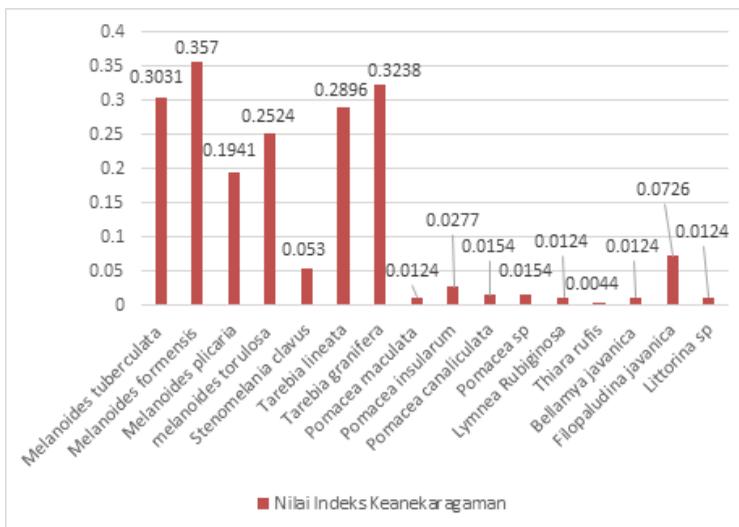


Figure 2. Diagram Nilai Indeks Keanekaragaman Spesies Gastropoda yang Terambil pada Tiga Stasiun

### 3.2 Indeks kelimpahan

Rata-rata nilai indeks kelimpahan yaitu, 100,6091 termasuk kategori sangat banyak. Nilai indeks kelimpahan tertinggi terdapat pada spesies *Melanoides formensis* dengan nilai indeks kelimpahan 28,2274 sedangkan nilai indeks terendah terdapat pada spesies *Lymnea rubiginosa* dengan nilai indeks kelimpahan 0,2006. Hal ini sesuai dengan pendapat (Karyono, dkk, 2013) yang menyatakan bahwa Gastropoda jenis *Melanoides formensis* merupakan organisme perairan yang tenang serta bagian dasar yang berlumpur, sehingga pada siput ini sampai semua habitat dapat dihuninya. Sedikitnya jenis *Thiara rufis* di jumpai Ekowisata Situ Bagendit ini memiliki substrat yang berlumpur dan bersifat tidak menetap. Hal ini sesuai dengan pendapat (Djajasmitha, 1999) yang menyatakan bahwa Gastropoda jenis *Thiara rufis* merupakan organisme yang menyukai perairan yang tenang serta memiliki substrat berlumpur dan berbatu (Lihat Figure 2).

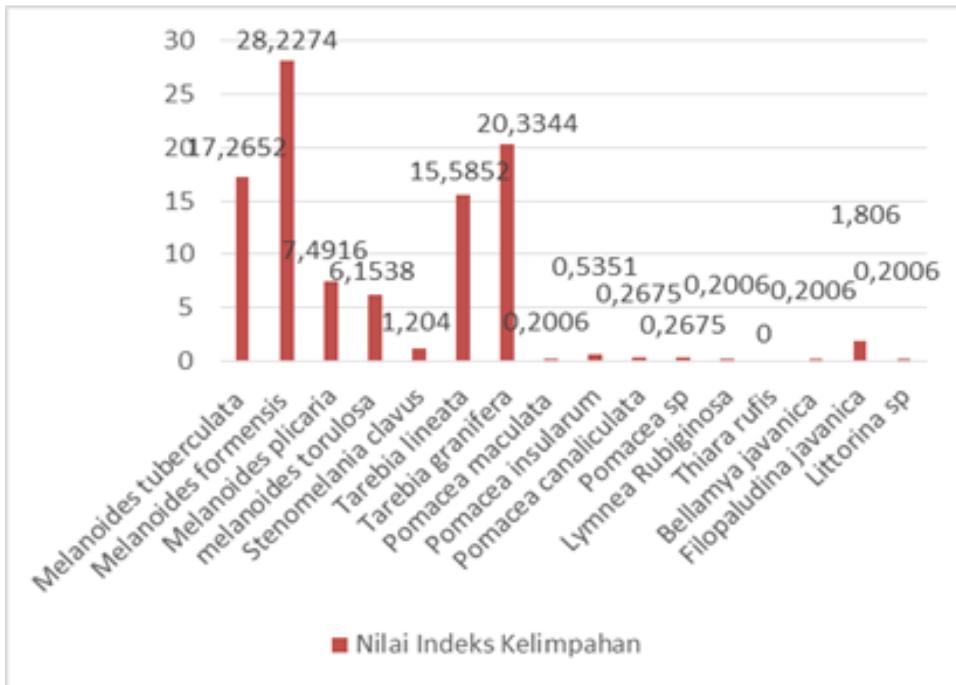


Figure 3. Diagram Nilai Indeks Kelimpahan Spesies Gastropoda yang Terambil pada Tiga Stasiun

### 3.3 Indeks dominasi

Dari hasil penelitian yang didapat nilai dominansi tertinggi terdapat pada spesies *Melanoides formensis* dengan nilai 0,0796 dan nilai terendah terdapat pada spesies *Thiara rufis* dengan nilai 0. Dikarenakan rata-rata nilai indeks dominansi 0,1852 yang didapatkan mendekati 0, maka didalam struktur komunitas Gastropoda yang di amati tidak terdapat spesies yang mendominasi spesies lain. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi struktur komunitas Gastropoda di Ekowisata Situ Bagendit dalam keadaan stabil.

Hal ini sesuai dengan pendapat (Oktavianti *et al.*, 2014) berpendapat bahwa apabila indeks dominansi pada suatu komunitas mendekati 0 maka tidak ada spesies yang mendominasi spesies lain hal tersebut menunjukkan bahwa kondisi struktur komunitas dalam keadaan stabil.

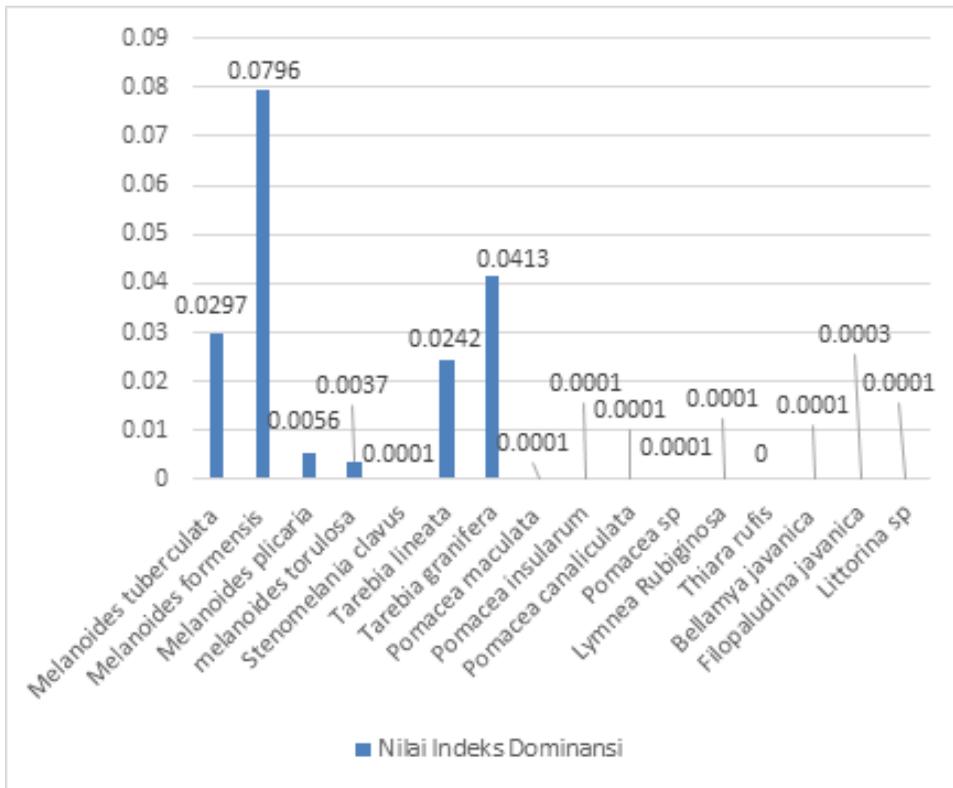


Figure 4. Diagram Nilai Indeks Dominansi Spesies Gastropoda yang Terambil pada Tiga Stasiun

### 3.4 Indeks pemerataan

Rata-rata nilai indeks pemerataan yaitu, 28,5078 termasuk kategori stabil. Nilai indeks pemerataan tertinggi terdapat pada spesies Pomacea maculata, Lymnea rubiginosa, Littorina sp dan Bellamya javanica dengan nilai indeks pemerataan 3,5338 sedangkan nilai terendah terdapat pada spesies Thiara rufis dengan nilai indeks pemerataan 0. Tingginya nilai indeks pada spesies Pomacea maculata, Lymnea rubiginosa, Littorina sp dan Bellamya javanica dengan nilai 3,5338 dimana nilai indeks pemerataan mendekati 1 maka dapat dikatakan bahwa komunitas Gastropoda di Ekowisata Situ Bagendit dalam keadaan stabil, hal tersebut terjadi karena seimbangnnya ekosistem yang ada di Ekowisata Situ Bagendit. Rendahnya nilai indeks pemerataan pada spesies Thiara rufis dengan nilai indeks pemerataan 0 diduga disebabkan karena spesies tersebut tidak dapat menyeimbangkan dengan keadaan ekosistem yang ada di Ekowisata Situ Bagendit. Hal tersebut sesuai dengan pendapat yang menyatakan bahwa Gastropoda jenis Thiara rufis merupakan organisme yang menyukai substrat berbatu (Poursanidis et al. 2016).

### 3.5 Indeks kepadatan

Rata-rata nilai indeks kepadatan 149,5 terasuk kategori tinggi . Nilai indeks kepadatan berhubungan dengan tingkat keanekaragaman suatu komunitas. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa nilai indeks yang tinggi pada spesies Melanoides formensis dengan nilai indeks kepadatan 42,2 yang memiliki tingkat kepadatan tinggi pada spesies tersebut, sedangkan nilai terendah terdapat pada spesies Thiara rudis dengan nilai indeks kepadatan 0,1. Hal tersebut sesuai dengan pendapat (Odum, 1993) menyatakan bahwa kepadatan jenis adalah sifat suatu komunitas yang menggambarkan tingkat

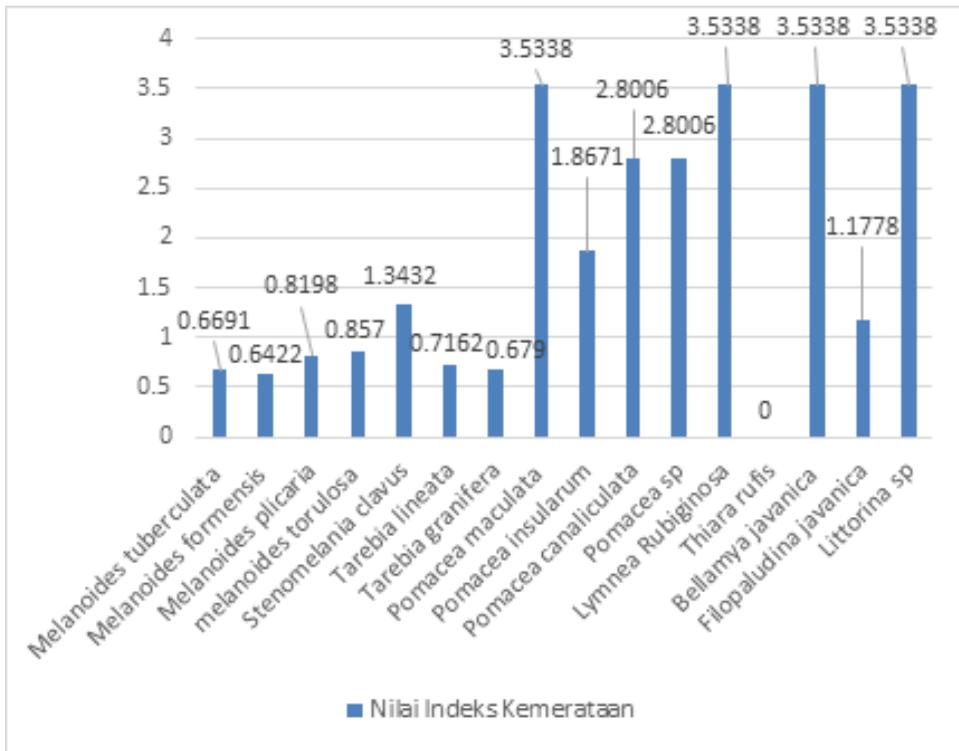


Figure 5. Diagram Nilai Indeks Kemerataan Spesies Gastropoda yang Terambil pada Tiga Stasiun

keanekaragaman jenis suatu komunitas tersebut.

### 3.6 Parameter fisika

Faktor lingkungan fisika merupakan salah satu faktor yang menentukan kelangsungan makhluk hidup di suatu perairan. Rata-rata suhu air di tempat penelitian berkisar antara 25°C - 30°C, kisaran suhu pada ketiga stasiun ini masih dapat ditolelir oleh organisme khususnya Gastropoda. Batasan toleransi tertinggi untuk keseimbangan struktur populasi hewan Gastropoda pada suhu mendekati 32°C, tetapi beberapa jenis dapat mentolelir suhu yang lebih tinggi. Rata-rata kelembaban di ketiga stasiun yaitu berkisar antar 50% - 70%, kelembaban udara tidak berpengaruh secara langsung pada kehidupan hewan di suatu perairan.

Intensitas cahaya berkisar antara 150,58x100 lux - 310,60x100 lux, pada lokasi penelitian kondisi airnya masih bersih sehingga cahaya dapat menembus ke dasar perairan sesuai dengan kedalaman ketiga stasiun tersebut. Rata-rata kecepatan angin berkisar antara 67-75 m/s. Kecerahan air pada ketiga stasiun berkisar antara 50,5 cm - 85 cm. Kecerahan air pada suatu perairan berperan penting karena dapat mengakibatkan terganggunya sistem osmoregulasi, misalnya pernafasan, dan daya lihat organisme akuatik serta dapat menghambat penetrasi cahaya ke dalam air (Mushtofa *et. al.*, 2014). Kedalaman berkisar antara 2,3 m - 3,5 m. Menurut Mushtofa (2014) kedalaman suatu perairan, berhubungan terhadap kelimpahan organisme, dimana peningkatan kedalaman air diikuti dengan penurunan kelimpahan organisme, sebaliknya kelimpahan suatu organisme lebih tinggi diperairan yang dangkal.

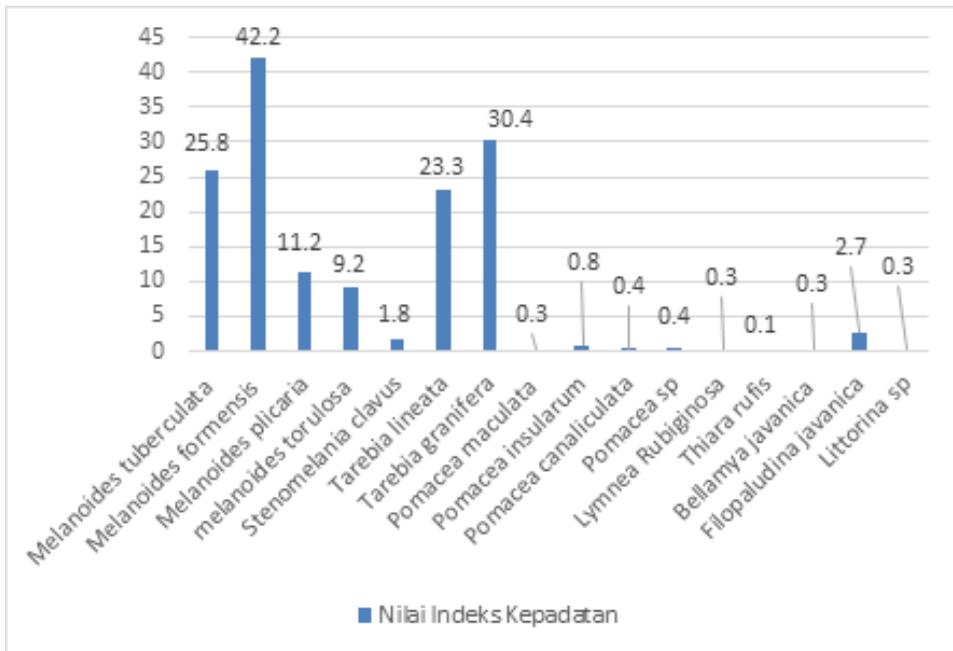


Figure 6. Diagram Nilai Indeks Kepadatan Spesies Gastropoda yang Terambil pada Tiga Stasiun

### 3.7 Parameter Kimia

Hasil pengukuran derajat keasaman atau kebasaaan (pH) pada ketiga lokasi yaitu berkisar antara 8,20 – 8,35. Kisaran ini berada dalam nilai yang diperbolehkan dalam baku mutu air situ kelas I, II dan III. Nilai DO (Dissolved Oxygen) pada ketiga lokasi tersebut berbeda-beda yaitu berkisar antara 7,31 mg/l – 8,22 mg/l. Nilai rata-rata DO pada ketiga stasiun tersebut adalah 7,27 mg/l. Berdasarkan PP Nomor 28 tahun 2001 menyatakan bahwa kisaran DO yang diperuntukkan bagi kehidupan Gastropoda adalah 3-4 (mg/l), semakin besar DO pada suatu perairan maka sangat mendukung bagi kehidupan suatu organisme perairan.

Nilai rata-rata BOD (Biological Oxygen Demand) pada ketiga lokasi penelitian yaitu 3,65 mg/l. Kisaran ini berada dalam nilai yang melebihi dalam baku mutu air kelas II yaitu melebihi 3 mg/l (Hur et al. 2010). Nilai rata-rata COD (Chemical Oxygen Demand) pada ketiga stasiun berkisar antara 24,80 ppm. Kisaran ini berada dalam nilai yang diperbolehkan baku mutu air sungai kelas II. Dari hasil penelitian diperoleh rata-rata BOD dan COD menunjukkan termasuk kedalam kelas II.

## 4. Kesimpulan

- Nilai indeks keanekaragaman tertinggi adalah spesies *Melanoides formensis* (0,3570) dan nilai indeks keanekaragaman terendah adalah spesies *Thiara rufis* (0,0044) dengan rata-rata nilai keanekaragaman, yaitu 1,6860 termasuk katagpri sedang.
- Nilai tertinggi terdapat pada famili Thiaridae pada spesies *Melanoides formosensis* (28,2274) dan nilai indeks kelimpahan terendah terdapat pada famili Lymnaeidae pada spesies *Lymnaea rubiginosa* (0,2006) dengan rata-rata nilai kelimpahan, yaitu 100,691 termasuk kategori sangat banyak.
- Indeks Dominansi . Nilai tertinggi terdapat pada famili Thiaridae pada spesies *Melanoides formosensis* (0,0796) dan indeks dominansi terendah terdapat pada famili Thiaridae pada spesies *Thiara rufis* (0) dengan rata-rata nilai dominansi, yaitu 0,1852 termasuk kategori rendah.

- Indeks Kemerataan. Nilai tertinggi terdapat pada spesies *Pomacea maculata*, *Lymnea rubiginosa*, *Bellamyia javanica* dan *Littorina* sp (3,5338) dan nilai indeks kemerataan terendah terdapat pada famili Thiaridae pada spesies *Thiara rufis* (0) dengan rata-rata nilai kemerataan, yaitu 28,5078 termasuk kategori stabil.
- Indeks Kepadatan . Nilai tertinggi terdapat pada famili Thiaridae pada spesies *Melanoides formosensis* (42,2) dan nilai indeks kepadatan terendah terdapat pada famili Thiaridae pada spesies *Thiara rufis* (0,1) dengan rata-rata nilai kepadatan, yaitu 149,5 termasuk kategori tinggi.

### Ucapan Terima Kasih

Terimakasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini dan kepada segenap civitas akademika IPI Garut.

### Daftar Pustaka

- Amelia, Chitra Devi, Zahidah Hasan, and Yuniar Mulyani. 2012. Distribusi spasial komunitas plankton sebagai bioindikator kualitas perairan di situ bagendit kecamatan banyuresmi, kabupaten garut, provinsi jawa barat. *Jurnal Perikanan Kelautan* 3 (4).
- Hur, Jin, Bo-Mi Lee, Tae-Hwan Lee, and Dae-Hee Park. 2010. Estimation of biological oxygen demand and chemical oxygen demand for combined sewer systems using synchronous fluorescence spectra. *Sensors* 10 (4): 2460–2471.
- Juwita, Ratna. 2018. Keanekaragaman makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas perairan sungai sebukhas di desa bumi agung kecamatan belalau lampung barat. PhD diss., UIN Raden Intan Lampung.
- Michael, Sophian Ch, Erly Y Kaligis, and Joice Rimper. 2020. Deskripsi, keanekaragaman jenis dan kelimpahan kepiting (*bracyura decapoda*) di perairan bahowo kelurahan tongkeina kecamatan bunaken kota manado. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis* 8 (1): 91–97.
- Morris, E Kathryn, Tancredi Caruso, François Buscot, Markus Fischer, Christine Hancock, Tanja S Maier, Torsten Meiners, Caroline Müller, Elisabeth Obermaier, Daniel Prati, et al. 2014. Choosing and using diversity indices: insights for ecological applications from the german biodiversity exploratories. *Ecology and evolution* 4 (18): 3514–3524.
- Nolan, Kathleen A, and Jill E Callahan. 2006. Beachcomber biology: the shannon–weiner species diversity index. In *Proc. workshop able*, 27:334–338.
- Paudi, Ritman Ishak, Muchlis Djirimu, et al. 2019. Kelimpahan jenis bintang ular laut di perairan laut desa ulatan kabupaten Parigi Moutong dan pemanfaatannya sebagai sumber belajar. *Journal of Biology Science and Education* 7 (1): 408–413.
- Poursanidis, Dimitris, Drosos Koutsoubas, Christos Arvanitidis, and Giorgos Chatzigeorgiou. 2016. Reefmedmol: mollusca from the infralittoral rocky shores—the biocoenosis of photophilic algae—in the mediterranean sea. *Biodiversity Data Journal*, no. 4.
- Safruddin, Safruddin, Adriman Adriman, and Nur El Fajri. 2015. Community structure of macrozoobenthos in the melibur river, mayang sari village merbau district, kepulauan meranti regency riau province. PhD diss., Riau University.
- Sari, Novidevit. 2017. Analisis status pencemaran air dengan gastropoda sebagai bioindikator di aliran sungai sumur putri teluk betung bandar lampung. PhD diss., UIN Raden Intan Lampung.
- Shao, Ling, GQ Chen, T Hayat, and A Alsaedi. 2014. Systems ecological accounting for wastewater treatment engineering: method, indicator and application. *Ecological indicators* 47:32–42.
- Yanto, Rudi, Arief Pratomo, and Henky Irawan. 2016. Keanekaragaman gastropoda pada ekosistem mangrove pantai masiran kabupaten bintang. *Repository Umrah*, 1–10.