

## Ecological Index of Freshwater Gastropod in Buton Island, Southeast Sulawesi

Muhammad Fajar Purnama<sup>1\*</sup> & Salwiyah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Halu Oleo, Kota Kendari, Sulawesi Tenggara, Indonesia.

### Article History

Received : September 02<sup>th</sup>, 2022

Revised : October 20<sup>th</sup>, 2022

Accepted : November 10<sup>th</sup>, 2022

\*Corresponding Author:

**Muhammad Fajar Purnama**,  
Universitas Halu Oleo, Kendari,  
Sulawesi Tenggara, Indonesia;  
Email:

[muhammadfajarpurnama@uho.ac.id](mailto:muhammadfajarpurnama@uho.ac.id)

**Abstract:** This research was conducted for 2 months (September-October 2021) and is located on Buton Island. The purpose of this study was to determine the diversity of freshwater gastropod species on Buton Island. Determination of the location for sampling gastropods using purposive sampling method (qualitative) and quantitative sampling using simple random sampling technique at locations that have been determined based on the presence of gastropods. Gastropod samples were collected manually (hand picking) using a paralone pipe (3.5 inches), Sieve (1 mm), and Gloves. The total number of gastropods obtained at 31 sampling locations on Buton Island was 4250. Buton Island gastropods consist of 24 genera and 55 species spread over 10 families, namely Achantinidae, Ampullariidae, Ariophantidae, Cyclophoridae, Lymnaeidae, Neritidae, Pachychilidae, Planorbidae, Thiaridae, and Viviparidae. The average abundance of gastropods reached 137,097 ind./m<sup>2</sup> and the abundance of gastropod species ranged from 0.28-25 ind./m<sup>2</sup>. Overall, the results of the gastropod ecological index analysis showed a stable condition, where the diversity of gastropod species was categorized as high ( $H' = 3.31$ ), moderate evenness ( $E = 0.83$ ), high species richness ( $R = 6.46$ ), dominance showed that there were no dominant species ( $C = 0.03$ ) and the distribution of gastropods showed a clumped pattern ( $I_p = 0.02$ ). The majority of Buton Island gastropod communities occupy rocky rivers and currents, a few of them live in artificial inland waters such as rice fields, embankments, dams/dams, and drainages and some are terrestrial snails.

**Keywords:** Aquatic gastropods; Community structure; freshwater; polymorphism; terrestrial

### Pendahuluan

Pulau Buton merupakan salah satu daerah terluas di Provinsi Sulawesi Tenggara yang di dalamnya terdapat 5 kabupaten/kota yaitu Buton, Buton Utara, Buton Selatan, Muna, dan Baubau (Kota Madya). Pulau Buton memiliki biodiversitas sumberdaya perairan yang besar, baik itu perairan tawar (*freshwater*) dan perairan payau (*brackish water*) maupun perairan pesisir dan laut-nya. Selain potensi sumber daya laut yang menjanjikan, Pulau Buton juga dianugerahi kekayaan kawasan daratan khususnya sektor perikanan tawar yang menjadi salah satu sumber vital *mega biodiversity*

endemik lokal (Purnama *et al.*, 2022a; Purnama *et al.*, 2021; Sirza *et al.*, 2020; BPS Sultra, 2020).

Komoditi ekonomis penting Pulau Buton yang jarang diketahui masyarakat pribumi dan minim pemanfaatan adalah “gastropoda”. Gastropoda adalah organisme akuatik tidak bertulang belakang dan bertubuh lunak yang berjalan dengan kaki perut (Cuvier, 1975). Secara umum memiliki cangkang dan hanya sebagian kecil merupakan golongan *nudibranchia* atau gastropoda tanpa cangkang. Gastropoda juga menjadi salah satu kelompok organisme terbesar penyumbang keragaman plasma nutfah di ekosistem perairan tawar.

Secara ekologis gastropoda mempunyai peranan penting dalam rantai makanan di

ekosistem air tawar, karena umumnya gastropoda bersifat herbivora, karnivora, detritivor, *deposit feeder*, *suspension feeder*, dan parasit. Sebagian besar adalah pemakan detritus dan serasah dari daun yang jatuh dan mensirkulasi zat-zat yang tersuspensi di dalam air, untuk mendapatkan makanan, seperti lumut dan aneka ganggang. Beberapa jenis gastropoda biasa dikonsumsi oleh manusia sebagai makanan (*Economical value*), membantu dalam proses rantai makanan dan siklus nutrisi (Andriati *et al.*, 2020).

Gastropoda juga merupakan komunitas fauna bentik dan salah satu kelas dari filum moluska, yang hidup di dasar perairan. Kelompok fauna bentik ini banyak ditemukan di perairan darat (sungai, danau, rawa, bendungan, situ, embung dan drainase/tanggul) Provinsi Sulawesi Tenggara (Purnama *et al.*, 2022a, 2022b, 2022c, 2022d, 2022e, 2022f; Purnama *et al.*, 2019; Oetama dan Purnama, 2022; Salwiyah *et al.*, 2022) khususnya pulau Buton. Namun hingga saat ini informasi aktual atau data ilmiah mengenai bioekologinya (Pulau Buton), khususnya aspek keanekaragaman jenisnya masih sangat kurang bahkan sama sekali belum tersentuh oleh kegiatan riset, sehingga perlu dilakukan penelitian.

Gastropoda perairan tawar Sulawesi Tenggara klaster daratan (Kota Kendari, Kabupaten Konawe, Konawe Selatan, Konawe Utara, Bombana, Kolaka Timur, Kolaka, Kolaka Utara) memiliki keanekaragaman tipe habitat dan relung serta spesies yang sangat tinggi (Purnama *et al.*, 2019). Seperti halnya komunitas gastropoda di daerah Sulawesi Tenggara lainnya, dimungkinkan Pulau Buton juga memiliki beranekaragam jenis gastropoda lokal endemik berdasarkan karakteristik khas perairan darat alami dan buatan yang menjadi habitat dan relung komoditi gastropoda.

Besarnya potensi perairan darat Pulau Buton menjadi indikasi empirik keberadaan populasi gastropoda di alam. Oleh karena itu penelitian mengenai diversitas gastropoda perairan tawar di Pulau Buton sangat penting untuk dilakukan. Mengingat penelitian mengenai keanekaragaman gastropoda perairan tawar di Pulau Buton belum pernah dilakukan melainkan hanya sebatas pada jenis-jenis gastropoda yang memiliki nilai ekonomi.

Klaster daratan Sulawesi Tenggara

memiliki diversitas gastropoda perairan tawar yang sangat tinggi dan potensi pemanfaatan yang prospektif (Purnama *et al.*, 2019). Secara *de facto* riset tersebut menunjukkan besarnya potensi gastropoda perairan tawar Sulawesi Tenggara, sehingga menjadi landasan utama pentingnya penelitian ini dilakukan di Pulau Buton. Selanjutnya dapat menjadi media dalam mengungkap tingginya keanekaragaman gastropoda perairan tawar di Sulawesi Tenggara umumnya dan Pulau Buton secara khusus, sebagai langkah awal optimalitas upaya pemanfaatan sumber daya, dan pengelolaannya secara berkelanjutan.

## Bahan dan Metode

### Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September-Oktober 2021 di Pulau Buton. Lokasi pengambilan sampel gastropoda ditentukan secara kualitatif menggunakan metode *purposive sampling* (target/sasaran) atau stasiun penelitian ditempatkan pada perairan darat yang memiliki komoditi gastropoda.

### Pengumpulan data

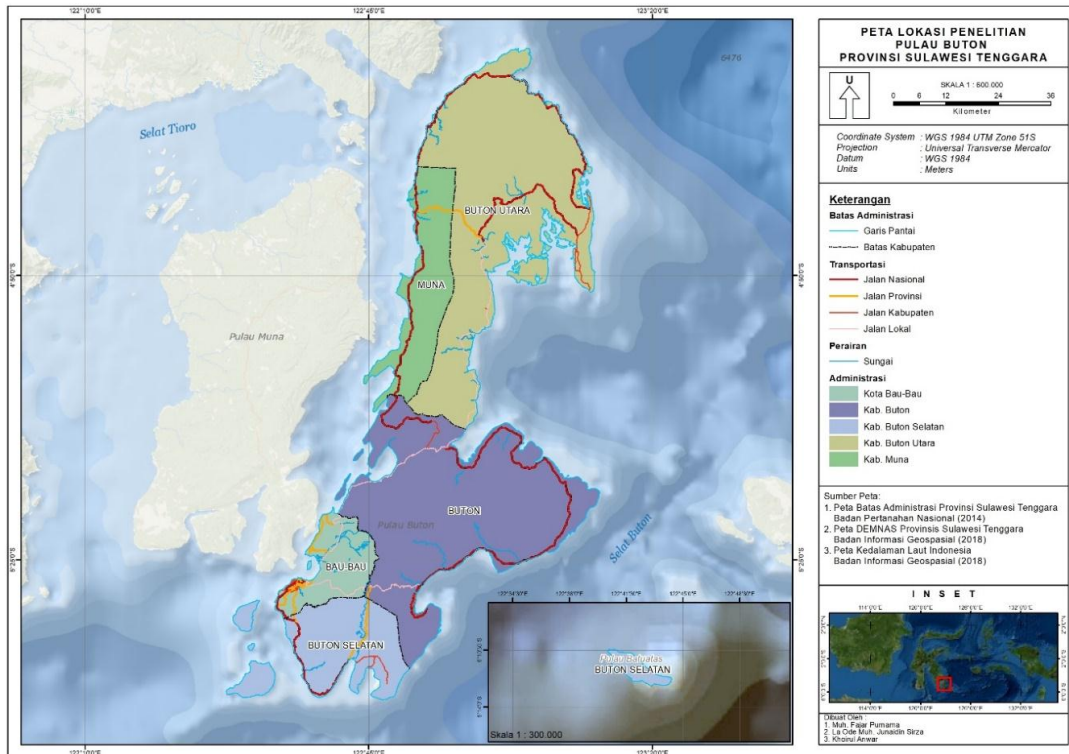
Pengambilan sampel gastropoda menggunakan metode kuantitatif dengan teknik *simple random sampling* pada stasiun atau titik *sampling* yang telah ditentukan. Sampel gastropoda (epifauna dan infauna) yang terdapat pada lokasi penelitian dikoleksi secara manual (*hand picking*). Pengambilan sampel dilakukan dengan alat bantu *paralone pipe* (3,5 inch), Saringan (1 mm), *Gloves* dan transek kuadrat (plot) ukuran 1 m<sup>2</sup>. Tipe perairan darat pada 31 lokasi pengambilan sampel yang disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Tipe perairan darat lokasi *sampling* di Pulau Buton

Koordinat	Tipe Habitat
-5.4186413, 122.6532229	Sungai Berbatu (DAM)
-5.3891978, 122.6811073	Persawaan/Tanggul
-5.3819613, 122.6850279	Persawaan, Tanggul dan Sungai
-5.6832426, 122.6295445	Air Terjun
-5.648162,	Sungai Berbatu

Koordinat	Tipe Habitat	Identifikasi sampel
122.6914696	Anak Sungai	Pengamatan sampel dilakukan di Laboratorium Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Halu Oleo, Kendari. Jenis-jenis gastropoda yang ditemukan di Kabupaten Kolaka dan Kolaka Timur. Kegiatan identifikasi menggunakan kunci identifikasi Dharma, 1988 (Siput dan Kerang Indonesia); Strong <i>et al.</i> 2008 (Global diversity of gastropods (Gastropoda; Mollusca) in freshwater); Eichhorst, 2016 (Neritidae of the World); Subba Rao NV, 1989 (Handbook of Freshwater Molluscs of India), Haynes, 1988; 1990; 2001; 2005 (Gastropoda; Prosobranchia; The numbers of freshwater gastropods on Pacific islands and the theory of island biogeography; Freshwater snails of the tropical Pacific islands; An evaluation of members of the genera Clithon Montfort, 1810 and Neritina Lamarck 1816), Easton <i>et al.</i> , 2012; Edmondson, 1966; Burch, 1982; Carpenter & Niem, 1988; (General Shell Portal); Haynes, 2001 (Freshwater Snails of the Tropical Pacific Islands); Tryon, 1888 (Manual of Conchology); van Benthem Jutting WSS (Catalogue of the non-marine Mollusca of Sumatra and of its satellite islands); Butot LJM, 1954 (Planorbis exustus Desh. and Amerianna carinata (Adams) in Java) dan FAO, 2005; 2009 ( <i>Species catalogue</i> ). Jurnal bereputasi juga digunakan untuk memperkuat hasil identifikasi ( <i>double checklist</i> ), antara lain seperti Appleton CC, 2003; Appleton CC & Miranda NAF, 2015; Brown DS, 1983; Abdou <i>et al.</i> , 2015; Abdou <i>et al.</i> 2017; Bunje, 2004; Chee SY & Siti Azizah MN, 2016; Collins <i>et al.</i> , 2012; Cowie RH & Hayes KA, 2012; Charoenchai <i>et al.</i> , 1997; Facon <i>et al.</i> , 2003; Global Invasive Species Database, 2005; Glaubrecht M & Köhler F., 2004; Haynes, 1988; Haynes, 1990; Haynes, 2005; Harding <i>et al.</i> 2019; Köhler F & Glaubrecht M, 2001; Kristensen TK & Oggunnowo O, 1987; Liu Y <i>et al.</i> , 1979; Marwoto RM & Isnaningsih NR, 2011; Ng, T. H <i>et al.</i> , 2016; Pointier JP & Marquet G, 1990; Rosenberg, 2015; Seddon M & Rowson B, 2015; Strong <i>et al.</i> , 2008; Sutcharit <i>et al.</i> , 2019; Steinke <i>et al.</i> , 2009; Tan SK <i>et al.</i> , 2012; Tan SK & Clements GR, 2008; von Rintelen <i>et al.</i> , 2014; Zilch, 2002. Hasil identifikasi selanjutnya ditabulasi dengan menyematkan penjelasan
-5.6459146,		
122.692435	Sungai Berbatu	
-5.5817969,		
122.7369227	Sungai Berbatu	
-5.4663136,		
122.8597785	Sungai Berbatu	
-5.4771894,		
122.7418421	Sungai Bersubstrat	
-5.2569881,	Pasir/Kerikil	
122.7471174	Drainase & Anak Sungai	
-5.1268598,		
122.8445677	Sungai Bersubstrat	
-5.1306287,	Pasir/Kerikil	
122.7779594	Sungai Berbatu	
-5.0423026,		
122.8141782	Sungai Berbatu	
-5.039747,		
122.8124467	Sungai Berbatu	
-5.0145936,		
122.8157215	Sungai Berbatu	
-4.9378853,		
122.8399234	Sungai Bersubstrat	
-4.9045159,	Pasir/Kerikil	
122.8383363	Sungai Bersubstrat	
-4.851451,	Pasir/Kerikil	
122.8325438	Sungai Bersubstrat	
-4.8132803,	Pasir/Kerikil	
122.8623753	Sungai Bersubstrat	
-4.8000399,	Pasir/Kerikil	
122.8607919	Sungai Bersubstrat	
-4.7799715,	Pasir/Kerikil	
122.8585829	Sungai Bersubstrat	
-4.7365631,	Pasir/Kerikil	
122.8481865	Sungai Bersubstrat	
-4.7048198,	Pasir/Kerikil	
122.8446271	Sungai Bersubstrat Pasir	
-4.6769688,	berlumpur	
122.8467225	Sungai Bersubstrat	
-4.6681353,	Pasir/Kerikil	
122.8461626	Sungai Bersubstrat	
-4.5924071,	Pasir/Kerikil	
122.8524992	Sungai Bersubstrat	
-4.5767612,	Pasir/Kerikil	
122.8562651	Sungai Bersubstrat	
-4.5761046,	Pasir/Kerikil	
122.8564783	Sungai Bersubstrat	
-4.4770369,	Pasir/Kerikil	
122.90418	Sungai Bersubstrat	
-4.4724857,	Pasir/Kerikil	
122.9071467	Sungai Bersubstrat	
-4.4700202,	Pasir Berlumpur	
122.9078342		

karakteristik habitatnya secara detail dan sistematis.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

### Analisis Data

Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan beberapa formulasi “struktur komunitas atau indeks ekologi”. Kelimpahan gastropoda dianalisis menggunakan formulasi Yasman (1998).

$$A = \frac{xi}{ni}$$

Keterangan: A = kelimpahan (ind./m<sup>2</sup>);  
 xi = jumlah individu (ind.);  
 ni = plot contoh (m<sup>2</sup>);

Analisis keanekaragaman jenis gastropoda menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-Weaner (Odum, 1993) dengan kriteria indeks keanekaragaman (Wilhm, 1975) pada Tabel 2.

$$H' = - \sum_{i=1}^s \left[ \left( \frac{ni}{N} \right) \times \ln \left( \frac{ni}{N} \right) \right]$$

Keterangan : H' = indeks keanekaragaman;  
 Ni = jumlah individu spesies ke-i;  
 N = jumlah total individu.

Tabel 2. Kriteria indeks keanekaragaman

Nilai	Kategori
H' < 1,0	Keanekaragaman jenis rendah
1,0 < H' < 3	Keanekaragaman jenis sedang
H' > 3	Keanekaragaman jenis tinggi

Indeks keseragaman gastropoda dianalisis menggunakan rumus menurut Odum (1993).

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

Keterangan: E = indeks keseragaman;  
 H' = indeks keanekaragaman;  
 S = jumlah jenis.

Tabel 3. Kriteria nilai indeks kemerataan jenis

Nilai	Kategori
E < 0,31	Tingkat kemerataan jenis rendah
0,31 > E > 1	Tingkat kemerataan jenis sedang
E > 1	Tingkat kemerataan jenis tinggi

Indek kekayaan jenis (*margalef index*) dianalisis berdasarkan formulasi rumus menurut Ludwig dan Reynolds (1988).



$$R = \frac{(S - 1)}{\ln N}$$

Keterangan: S = jumlah spesies;  
 N = jumlah individu;

Tabel 4. Kriteria nilai indeks kekayaan jenis margalef

Nilai	Kategori
$D < 2,5$	Tingkat kekayaan jenis rendah
$2,5 > D > 4$	Tingkat kekayaan jenis sedang
$D > 4$	Tingkat kekayaan jenis tinggi.

Indeks dominansi dihitung menggunakan formulasi menurut Odum (1993).

$$C = \sum \left( \frac{ni}{N} \right)^2$$

Keterangan: ni = jumlah individu ke i dan  
 N = total jumlah individu seluruh spesies.

Tabel 5. Kriteria indeks dominansi

Nilai	Kategori
$0 < C < 0,5$	Tidak ada jenis yang mendominasi
$0,5 < C < 1$	Terdapat jenis yang mendominasi

Pola sebaran jenis gastropoda dihitung menggunakan indeks Dispersi Morisita (Krebs, 1989).

$$ID = n \left\{ \frac{\sum xi^2 - \sum xi}{(\sum xi)^2 - \sum xi} \right\}$$

Keterangan: ID = Indeks Dispersi Morisita ID;  
 n = Jumlah total unit sampling;  
 $\sum xi$  = Jumlah total jenis I;  
 $\sum xi^2$  = Jumlah jenis ke-i.

Tabel 6. Kriteria pola sebaran jenis

Nilai	Kategori
ID=0	Pola sebaran acak atau <i>Random</i> (R)
ID>0	Pola sebaran mengelompok atau <i>Clumped</i> (C)
ID>0	Pola sebaran teratur atau <i>uniform</i> (U)

## Hasil dan Pembahasan

### Ragam Jenis dan Kelimpahan gastropoda Pulau Buton

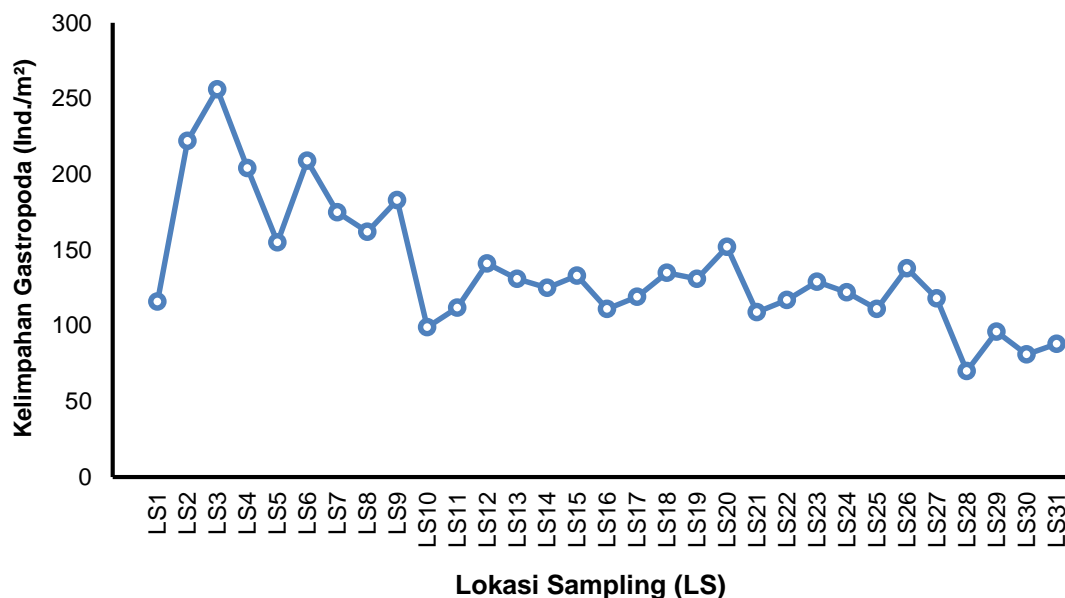
Hasil identifikasi gastropoda pada 5 kabupaten/kota di Pulau Buton menunjukkan keanekaragaman ( $H' = 3,31$ ) dan kekayaan jenis

( $R = 6,46$ ) yang tinggi. Hal ini membuktikan secara empirik bahwa Pulau Buton merupakan wilayah dengan kekayaan biodiversitas perairan darat yang besar, khususnya sumber daya gastropoda. Jumlah sampel yang diperoleh sebesar 4250 individu yang terdiri dari 55 spesies, 24 genus dan 10 famili. Berdasarkan habitat dan relungnya, kelompok siput/keong perairan tawar Pulau Buton terbagi atas dua golongan yaitu (1) gastropoda akuatik atau sekumpulan siput yang hidup dan berkembang di perairan dan (2) gastropoda daratan (*terrestrial*) atau siput yang relung hidupnya di wilayah daratan lembap. Keanekaragaman komunitas gastropoda di Pulau buton sangat tinggi dan polimorfik. Gastropoda Pulau Buton terdiri atas “10 Famili” (Achantinidae, Ampullariidae, Ariophantidae, Cyclophoridae, Lymnaeidae, Neritidae, Pachychilidae, Planorbidae, Thiariidae dan Viviparidae), “24 Genus” (*Achantina*, *Amerianna*, *Belamya*, *Clithon*, *Cyclotus*, *Filopaludina*, *Faunus*, *Hemiplecta*, *Helicarion*, *Indoplanorbis*, *Lymnaea*, *microparmarion*, *Melanoides*, *Naninia*, *Neritina*, *Pila*, *Pomacea*, *Septaria*, *Stenomelania*, *Tarebia*, *Thiara*, *Vittina*, *Vitrinula* dan *Xesta*) dan “55 Spesies” (*Amerianna carinata*, *Achantina fulica*, *Belamya javanica*, *Clithon corona*, *Clithon castaneus*, *Clithon diadema*, *Clithon dominguensis*, *Clithon faba*, *Clithon fuliginosus*, *Clithon flavovirens*, *Clithon oualaniense*, *Clithon squarrosus*, *Clithon sowerbianus*, *Cyclotus taivanus*, *Cyclotus tubuliferus*, *Filopaludina javanica*, *Faunus ater*, *Helicarion perfragilis*, *Hemiplecta abbasi*, *Indoplanorbis exustus*, *Lymnae rubiginosa*, *microparmarion exquadratus*, *Melanoides cf. Maculata*, *Melanoides plicaria*, *Melanoides rustica*, *Melanoides torulosa*, *Melanoides tuberculata*, *Naninia citrina*, *Neritina canalis*, *Neritina cornuta*, *Neritina knorri*, *Neritina labiosa*, *Neritina pulligera*, *Neritina punctulata*, *Neritina petiti*, *Neritina squamaepicta*, *Neritina variegata*, *Neritina zigzag*, *Pila ampullacea*, *Pomacea canaliculata*, *Pila polita*, *Pila scutata*, *Septaria borbonica*, *Septaria luzonica*, *Stenomelania offachiensis*, *Septaria porcellana*, *Stenomelania rufescens*, *Thiara cancellata*, *Tarebia granifera*, *Thiara scabra*, *Thiara winteri*, *Vitrinula moluensis*, *Vittina coromandeliana*, *Vittina pouchetii* dan *Xesta rosea*). Gastropoda Pulau Buton menempati seluruh perairan darat (Tabel 1), baik

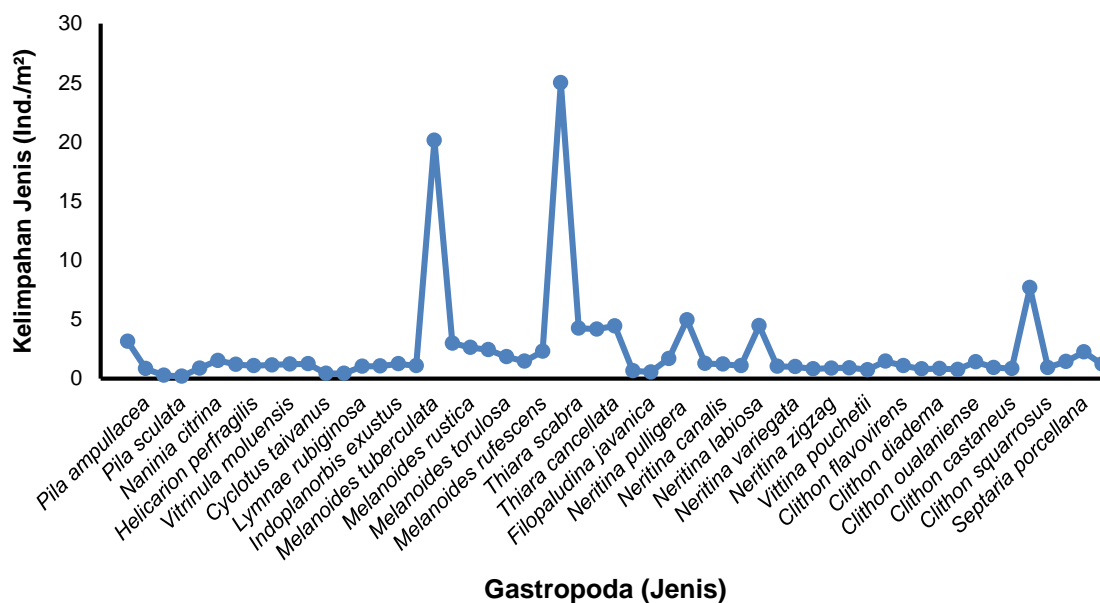
itu alami seperti sungai/air terjun (*water fall*), danau dan rawa) maupun buatan (areal persawaaan, bendungan, tanggul dan drainase). Umumnya tipe perairan darat Pulau Buton adalah sungai berarus dengan substrat batuan, sehingga komunitas gastropodanya di dominasi oleh populasi neritidae dan thiaridae (siput penempel), dikarenakan karakteristik ekologi demikian merupakan tipe habitat optimal bagi kedua famili gastropoda tersebut. Selain itu, kemampuan daya rekat yang tinggi terhadap substrat batuan dan resistensi atau tingkat adaptasi yang tinggi terhadap perubahan kualitas lingkungan menjadikan populasi siput penempel ini selalu ditemukan bersamaan. Sejalan dengan pernyataan Sirza *et al* (2020); Purnama *et al* (2019); Harding *et al* (2019) Abdou *et al* (2015); Appleton CC (2015); Subba Rao (1989); Dharma (1988) bahwa pada sungai yang cendrung berarus kuat dengan substrat dasar perairan berbatu merupakan tipe habitat dari kebanyakan siput famili thiaridae dan neritidae. Selain itu, beberapa jenis dari famili thiaridae dikenal sebagai spesies asing invasif seperti *T. granifera* dan *M. tuberculata*.

Nilai kelimpahan gastropoda pada setiap stasiun (*lokasi sampling*) menunjukkan besaran yang relatif sama dengan rerata 137,097 ind./m<sup>2</sup>. Sama halnya dengan hasil analisis kelimpahan jenis gastropoda yang sebaran nilainya juga tidak berbeda jauh. Diantara 55 spesies yang ada hanya 3 jenis gastropoda yang memiliki nilai kelimpahan jenis yang jauh berbeda yaitu *T. granifera* (25 ind./m<sup>2</sup>), *M. tuberculata* (20,13 ind./m<sup>2</sup>) dan *C. corona* (7,69 ind./m<sup>2</sup>). Selebihnya berkisar 0,28-4,47 ind./m<sup>2</sup>). Besarnya kelimpahan jenis ketiga gastropoda tersebut pada dasarnya berkaitan dengan status invasif siput *T. granifera* dan *M. tuberculata* serta bentuk

polimorfik dari *C. corona*. Hal ini terlihat dari dominasi siput *T. granifera*, *M. tuberculata* dan *C. corona* pada setiap stasiun, dimana ketiganya selalu ditemukan dengan jumlah yang lebih banyak dibanding jenis lainnya. Sejalan dengan hasil penelitian Purnama *et al* (2019); Purnama *et al* (2020); Sirza *et al* (2020) dan Purnama *et al* (2021) bahwa *C. corona* merupakan jenis siput dari famili neritidae yang memiliki bentuk dan warna cangkang yang beragam (polimorfik) serta cenderung ditemukan dengan jumlah individu yang besar pada habitatnya. Sedangkan siput *T. granifera* dan *M. tuberculata* adalah gastropoda invasif yang sebarannya sangat *massive* di perairan Sulawesi Tenggara, dimana populasi kedua spesies invasif ini ditemukan di seluruh kabupaten/kota Provinsi Sulawesi Tenggara. Sehingga tidak mengherankan jika pada 31 lokasi *sampling* di Pulau Buton kedua organisme ini selalu ditemukan dalam jumlah besar. Diantara beragam jenis gastropoda, famili neritidae selalu ditemukan berasosiasi dengan beberapa siput Thiaridae seperti *T. winteri*, *T. scabra*, *T. cancellata* dan jenis invasif seperti *T. granifera* dan *M. tuberculata*. Selebihnya ditemukan di areal persawaaan, bendungan dan drainase/saluran air (*P. ampullacea*, *P. sculata*, *P. polita*, *P. canaliculata*, *B. javanica* dan *F. javanica*), tanggul dan drainase (*L. rubiginosa*, *A. carinata* dan *I. exustus*), serta siput pemanjat yang ditemukan pada pepohonan atau vegetasi sungai seperti *C. taivanus*, *C. tubuliferus*, *N. citrina*, *H. abbasi*, *M. exquadratus*, *V. moluensis*, *X. rosea* dan *A. fulica*. Kelimpahan gastropoda berdasarkan lokasi *sampling* (spasial) dan jenisnya disajikan secara sistematis pada Gambar 2 dan 3 di bawah ini.



Gambar 2. Kelimpahan gastropoda berdasarkan lokasi *sampling*



Gambar 3. Kelimpahan jenis gastropoda perairan tawar di Pulau Buton

**Keanekaragaman (H'), Keseragaman (E), Kekayaan Jenis, Dominansi (C) dan Pola Sebaran Gastropoda**

Hasil analisis indeks keanekaragaman, keseragaman, kekayaan jenis, dominansi dan pola sebaran gastropoda di Pulau Buton disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Nilai indeks ekologi gastropoda Pulau Buton

No.	Indeks	Nilai	Kategori
1	Keanekaragaman (H')	3,31	Tinggi
2	Keseragaman (E)	0,83	Sedang
3	Kekayaan Jenis (R)	6,46	Tinggi

No.	Indeks	Nilai	Kategori
4	Dominansi (C)	0,03	Tidak ada yang mendominasi
5	Pola Sebaran (Ip)	0,02	<i>clummped</i>

Nilai indeks keanekaragaman ( $H'$ ) gastropoda menunjukkan kategori yang tinggi (3,31) (Wilhm, 1975). Indeks keseragaman sedang ( $E = 0,83$ ) atau memenuhi kategori  $e > 0,6$  (Krebs, 1985). Kekayaan jenis (*species richness*) berbanding lurus dengan indeks keanekaragaman yaitu berkategori tinggi ( $R = 6,46$ ) (Ludwig dan Reynolds, 1988) dan nilai indeks dominansi yang sangat rendah atau menunjukkan tidak adanya spesies yang mendominasi ( $C = 0,03$ ), dimana nilai  $C$  memenuhi ketentuan kriteria  $0 < C < 0,5$  (Simpson, 1949; Odum, 1993). Tingginya keanekaragaman jenis gastropoda di Pulau Buton pada dasarnya disebabkan oleh jumlah jenis yang tinggi dan keterwakilan individu setiap jenis yang cenderung sama. Hal ini terlihat dari hasil analisis kelimpahan gastropoda berdasarkan jenis dan lokasi, dimana nilainya relatif memiliki *trend* yang sama. Kehadiran spesies invasif seperti *T. granifera* dan *M. tuberculata* di ekosistem perairan tawar wilayah ini mampu diimbangi oleh beberapa spesies gastropoda lainnya dari famili thiaridae sendiri dan neritidae, sehingga persaingan intraspesifik relatif minim karena sebaran komunitas gastropoda umumnya bersifat mengelompok. Dengan kata lain bahwa kecenderungan kompetisi dalam relung ekologi lebih berpeluang terjadi pada individu-individu sesama jenis dibanding antar spesies. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Purnama *et al* (2022a), (2022b); Oetama dan Purnama (2022); Salwiyah *et al.* (2022); Arbi (2011) dan Tarida *et al* (2018) bahwa tingginya indeks keanekaragaman jenis gastropoda pada dasarnya disebabkan oleh beberapa *key factor*, seperti jumlah jenis yang besar dan keterwakilan individu setiap spesies yang memiliki kecenderungan sama atau merata. Kategori indeks keseragaman gastropoda pada penelitian ini adalah sedang ( $E = 0,83$ ). Hal ini berkaitan langsung dengan eksistensi gastropoda invasif yang cukup melimpah di setiap lokasi *sampling*, akan tetapi dalam kondisi yang sama terdapat beberapa jenis siput lainnya. Odum (1993)

menyatakan hal yang serupa bahwa nilai keseragaman sedang merupakan indikasi dominansi spesies tertentu, namun pengaruhnya masih sangat kecil karena keterwakilan spesies lainnya juga cukup besar, sehingga kondisi organisme dalam ekosistem masih stabil. Selanjutnya, Nilai kekayaan jenis gastropoda berkategori tinggi. Kondisi ini simultan dengan nilai indeks keanekaragaman dan tentu saja karena jumlah spesies yang ditemukan pada lokasi penelitian terbilang banyak (55 jenis). Rau *et al* (2013) mengungkapkan bahwa nilai indeks kekayaan cenderung akan tinggi apabila suatu komunitas memiliki jumlah jenis yang banyak dan tiap jenis tersebut terwakili oleh satu individu. Tingginya status keanekaragaman dan kekayaan jenis, gastropoda Pulau Buton secara tidak langsung merupakan gambaran nilai indeks dominansi yang rendah atau ketiadaan dominansi spesies tertentu dalam ekosistem. kisaran nilai indeks dominansi menurut Odum (1971), kurang dari 1 maka dominansi dalam komunitas tersebut rendah dan menunjukkan struktur komunitas dalam keadaan stabil. Purnama *et al* (2022a), (2022b); Oetama dan Purnama (2022); Salwiyah *et al.* (2022); Macintosh *et al* (2002) menjelaskan bahwa dominansi tinggi satu spesies mungkin mengindikasikan lingkungan *stress* sementara keragaman yang lebih tinggi menunjukkan kondisi stabil dalam ekosistem. Sebaran gastropoda di Pulau Buton menunjukkan pola mengelompok (*Clummped*). Secara alamiah, tipe distribusi gastropoda tersebut memiliki konsekuensi secara ekologi terhadap masing-masing spesies dalam relung ekologinya, dimana kondisi ini memicu persaingan interspesifik komunitas gastropoda terkait ruang hidup dan makanan. Hal ini serupa dengan pernyataan Odum (1993) bahwa sebaran jenis yang mengelompok merupakan pola dispersi yang umum terjadi di alam. Kondisi ini terjadi karena adanya pengumpulan individu dalam menghadapi perubahan cuaca dan musim yang dinamis, perubahan habitat dan proses reproduksi sehingga meningkatkan persaingan antar individu dalam mendapatkan makanan dan ruang gerak.

Keanekaragaman gastropoda Pulau Buton tidak terlepas dari ancaman fenomena invasi alien spesies (IAS) khususnya dari golongan gastropoda itu sendiri. Penelitian ini mencatat beberapa spesies asing invasif yang



terkonfirmasi mengancam keberlanjutan spesies lokal, yaitu *T. granifera*, *M. tuberculata*, dan *A. fulica*. Diantara ke tiga alien spesies tersebut, jenis *T. granifera* atau *operculum snail*, menjadi siput invasif yang sangat mendominasi komunitas gastropoda di perairan dan juga selalu ditemukan pada setiap tipe habitat perairan tawar di Pulau Buton. Pernyataan di atas sejalan dengan hasil penelitian Purnama *et al* (2021); Purnama *et al* (2022c, 2022d) bahwa spesies asing invasif *T. granifera* ditemukan pada seluruh tipikal habitat perairan tawar di Pulau Buton dan selalu mendominasi ruang relung yang ditempatinya. Selanjutnya Sirza *et al* (2020) menyatakan bahwa *T. granifera* dapat mengeliminasi keberadaan spesies asli dalam ekosistem dengan 2 hal yaitu kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap perubahan lingkungan dan kemampuan adaptasi pada karakteristik dinamis perairan darat serta kemampuan reproduksi secara parthenogenesis atau perkembangan telur tanpa melalui kopulasi terlebih dahulu dengan pejantan. Hal inilah yang membuat populasi *T. granifera* tidak terkendali di Pulau Buton khususnya dan Sulawesi Tenggara secara umum (Purnama *et al.* 2022c, 2022d) Purnama *et al.* 2021; Purnama *et al.* 2020; Sirza *et al.* 2020). Ancaman serius juga ditunjukkan spesies asing jenis *M. tuberculata* (Daniel *et al.* 2019; Facon *et al.* 2005), walaupun tingkat invasinya tidak sebesar *T. granifera*, akan tetapi juga tersebar di seluruh wilayah perairan tawar Pulau Buton dengan berbagai bentuk dan karakter morfologi. Ditambah lagi hasil penelitian Purnama *et al* (2019) mengungkap bahwa di wilayah Provinsi Sulawesi Tenggara klaster daratan (8 Kabupaten/Kota: Kendari, Konawe Selatan, Bombana, Kolaka, Kolaka Utara, Kolaka Timur, Konawe dan Konawe Utara) selalu ditemukan siput *M. tuberculata* pada semua tipe habitat perairan tawar (sungai, danau, rawa, tanggul, bendungan, areal persawahan dan drainase) dan kisaran kepadatan populasinya yang cukup tinggi (25-67 ind.m<sup>-2</sup>), dengan kata lain bahwa siput jenis *M. tuberculata* telah menginvasi seluruh wilayah perairan tawar Provinsi Sulawesi Tenggara (Purnama *et al.* 2022c, 2022d; Purnama *et al.* 2021; Purnama *et al.* 2020) dan di seluruh belahan dunia melalui kemampuan reproduksi partenogenesis, seperti halnya spesies asing invasif *T. granifera* (Daniel *et al.* 2019; Facon *et al.* 2005; Rader *et al.* 2003; Heller &

Farstey, 1990; Livshits & Fishelson, 1983; Livshits & Fishelson, 1984; Murray, 1964). Akhirnya, perlu upaya dan strategi pengelolaan yang konservatif dalam pengendalian spesies asing invasif (IAS), untuk memproteksi sumberdaya gastropoda perairan tawar Pulau Buton. Oleh karena itu, sebagai dasar ilmiah dalam pengembangan regulasi dan metode konservasi yang tepat bagi komoditi gastropoda, maka hasil penelitian ini dapat menjadi acuan dan dasar empirik dalam penetapannya.

## Kesimpulan

Berdasarkan tujuan penelitian, hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa gastropoda perairan tawar Pulau Buton sangat beranekaragam baik jenis maupun bentuknya (polimorfik). Secara keseluruhan hasil analisis indeks ekologi gastropoda menunjukkan kondisi ekosistem perairan darat yang stabil, dimana keanekaragaman jenis gastropoda berkategori tinggi ( $H' = 3,31$ ), keseragaman sedang ( $E = 0,83$ ), kekayaan jenis tinggi ( $R = 6,46$ ), dominansi yang menunjukkan tidak adanya spesies yang mendominasi ( $C = 0,03$ ) dan sebaran gastropoda menunjukkan pola mengelompok ( $Ip = 0,02$ ). Komposisi jenis gastropoda perairan tawar Pulau Buton terdiri atas 10 Famili 24 Genus dan 55 Spesies.

## Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada rekan peneliti LM. Junaidin Sirza dan Aksa Julianto atas kesediaannya membantu dan memfasilitasi selama kegiatan penelitian lapang.

## Referensi

- Andriati, P. L., Rizal, S., & Mutiara, D. (2020). Gastropod species found on areas were exploited in Padang Serai Village, Kampung Melayu Pulau Baai Kota Bengkulu. *Indobiosains*, 2 (1), 14-20. <https://doi.org/10.31851/indobiosains.v2i1.4471>.
- Appleton, C.C. (2003). Alien and invasive fresh water Gastropoda in South Africa. *African Journal of Aquatic Science*. 28: 69–81.

- <https://doi.org/10.2989/16085914.2003.9626602>.
- Appleton, C.C., & Miranda, N.A.F. (2015) Two Asian freshwater snails newly introduced into South Africa and an analysis of alien species reported to date. *African Invertebrates*. 56(1):1–17. <https://doi.org/10.5733/afin.056.0102>.
- Abdou, A., Galzin, R., Lord, C., Denys, G. P., & Keith, P. (2017). Revision of the species complex *Neritina pulligera* (Gastropoda, Cyclonetimorpha: Neritidae) using taxonomy and barcoding. *Vie et Milieu/Life & Environment*.
- Abdou, A., Keith, P., & Galzin, R. (2015). Freshwater neritids of tropical islands: amphidromy as a life cycle, a review. *Rev Écol (Terre Vie)* 70(4): 387-397.
- Arbi, U. Y. (2011). Struktur komunitas moluska di padang lamun perairan Pulau Talise, Sulawesi Utara. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 37(1), 71-89.
- Burch, J. B. (1982). Freshwater snails (Mollusca: Gastropoda) of North America.
- Bunje, P. M. (2004). *Diversification and comparative phylogeography of freshwater neritid gastropods*. University of California, Berkeley.
- Brown, D. S. (1983). A freshwater snail new for Africa: *Amerianna carinata* (Planorbidae) found in Nigeria. *Journal of Molluscan Studies*, 49(1), 77-79. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.mollus.a065687>.
- Butot, L. J. M. (1954). *Planorbis exustus* Desh. and *Amerianna carinata* (Adams) in Java. *Basteria*, 18(4), 65-71.
- Cuvier, G. (1795). "Second mémoire sur l'organisation et les rapports des animaux à sang blanc, dans lequel on traite de la structure des Mollusques et de leur division en ordres, lu à la Société d'histoire naturelle de Paris, le 11 Prairial, an III". *Magazin Encyclopédique, ou Journal des Sciences, des Lettres et des Arts (in French)*. 2:433-449.
- Central Bureau of Statistics Southeast Sulawesi Province. (2019). Southeast Sulawesi in Figures "Profile of Southeast Sulawesi Province". Regional Development Planning Agency and the Central Bureau of Statistics. Southeast Sulawesi, Indonesia.
- Chee, S.Y., & Azizah, M.N. (2016). DNA barcoding reveals neritid diversity (Mollusca: Gastropoda) diversity in Malaysian waters. *Mitochondrial DNA*. 27:2282–2284. <https://doi:10.3109/19401736.2014.987237>.
- Collins, R.A., Armstrong, K.F., Meier, R., Yi, Y., Brown, S.D.J., & Cruickshank, R.H. (2012). Barcoding and border biosecurity: identifying cyprinid fishes in the aquarium trade. *PLoS ONE*.7(1). [doi:10.1371/journal.pone.0028381](https://doi:10.1371/journal.pone.0028381) PMID: [22276096](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22276096/)
- Carpenter, K. E., & Niem, V. H. (1998). The living marine resources of the Western Central Pacific, Vol. 1. Seaweeds, corals, bivalves and gastropods. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Cowie, R.H., & Hayes, K.A. (2012). Apple snails. In: Francis RA (editor). A handbook of global freshwater invasive species. Oxon: Earthscan. pp. 207–221.
- Charoenchai, A., Tesana, S., & Pholpark, M. (1997). Natural infection of trematodes in *Lymnaea (Radix) auricularia rubiginosa* in water reservoirs in Amphoe uang, Khon Kaen Province. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*. 28 (supplement 1):209-212.
- Dharma, S.P. (1988). *Gastropods & Bivalves of Indonesia* (p. 111). PT. Sarana Graha, Jakarta.
- Daniel W, Benson A, Neilson M (2019) *Melanoides tuberculata* (Muller, 1774): U.S. Geological Survey. Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesville, FL 493. <https://nas.er.usgs.gov>.
- Edmondson, W.T. (1966). *Freshwater biology*. Second edition. University of Washington. Seattle, USA.
- Easton, J. A., Huselid, L. & Abreu, A. (2012). *Invertebrate identification guide*. Florida International University. Florida, USA.
- Eichhorst, T.E. (2016a). *Neritidae of the World, Vol 1*. Harxheim, ConchBooks: 694 p.

- Eichhorst, T.E. (2016b). *Neritidae of the World, Vol 2*. Harxheim, ConchBooks: 672 p.
- Facon, B., Jarne, P., Pointier, J.P., David, P. (2005). Hybridization and invasiveness in the freshwater 500 snail *Melanoides tuberculata*: Hybrid vigour is more important than increase in genetic 501 variance. *Journal of Evolutionary Biology* 18:524-535.  
<https://doi.org/10.1111/j.14209101.2005.00887.x>.
- Facon, B., Pointier, J. P., Glaubrecht, M., Poux, C., Jarne, P., & David, P. (2003). A molecular phylogeography approach to biological invasions of the New World by parthenogenetic Thiarid snails. *Molecular Ecology*, 12(11), 3027-3039.  
<https://doi.org/10.1046/j.1365294X.2003.01972.x>.
- Fitriana, Y. A. (2006). Keanekaragaman dan Kemelimpahan Makrobenthos di Hutan Mangrove Hasil Rehabilitasi Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali. *Biodiversitas.*, 7(1): 67-72.
- FAO (Food and Agricultural Organization of the United Nations). (2011). *FAO Yearbook: Fishery and Aquaculture Statistics 2009*. Rome: Food and Agriculture rganization of the United Nations. p. 127.
- FAO (Food and Agricultural Organization of the United Nations). (2005). *Fisheries and Aquaculture Topics : Ornamental Fish : Topics Fact Sheets*. Available : <http://www.fao.org/fishery/topic/13611/en>
- General Shell Portal [Version “N<sup>o</sup>.3”]. (2020). <http://www.idscaro.net/sci/index.htm>.
- Global Invasive Species Database. (2005). *Pomacea canaliculata*. Available: <http://www.issg.org>.
- Glaubrecht, M., Köhler, F. (2004). Radiating in a river: systematics, molecular genetics and morphological differentiation of viviparous freshwater gastropods endemic to the Kaek River, central Thailand (Cerithioidea, Pachychilidae). *Biological Journal of the Linnean Society*. 82: 275–311.  
<https://doi.org/10.1111/j.10958312.2004.00361.x>.
- Haynes, A. (1988). Notes on the stream neritids (Gastropoda; Prosobranchia) of Oceania. *Micronesia* 21: 93-102.
- Haynes, A. (1990). The numbers of freshwater gastropods on Pacific islands and the theory of island biogeography. *Malacologia* 31(2): 237-248.
- Haynes, A. (2001). *Freshwater Snails of the Tropical Pacific Islands*. Institute of Applied Sciences, Suva.
- Haynes, A. (2005). An evaluation of members of the genera *Clithon* Montfort, 1810 and *Neritina* Lamarck 1816 (Gastropoda: Neritidae). *Molluscan Res* 25(2): 75-84.
- Harding, S., Rodriguez, D., Jackson, J., & Huffman, D. (2019). Genetic and morphological variation is associated with differences in cold-water tolerance and geographic expansion among invasive snails (*Melanoides tuberculata*) in central Texas. *bioRxiv*.
- Heller, J., & Farstey, V. (1990). Sexual and parthenogenetic populations of the freshwater snail *Melanoides tuberculata* in Israel. *Israel Journal of Zoology* 37:75-87.  
<https://doi:10.1080/00212210.1990.10688643>.
- Köhler, F., Seddon, M., Bogan, A.E., Do, V.T., Sri-Aroon, P., & Allen, D. (2001). The status and distribution of freshwater molluscs of the Indo-Burma region. In: Allen DJ, Smith KG, Darwall WRT, compilers. *The status and distribution of freshwater biodiversity in Indo-Burma*. Cambridge, UK and Gland, Switzerland: IUCN. pp. 67–89.
- Köhler, F., & Glaubrecht, M. (2001). Towards a systematic revision of the Southeast Asian freshwater gastropod *Brotia* H. Adams, 1866 (Cerithioidea: Pachychilidae): An account of species from around the South China Sea. *Journal of Molluscan Studies*. 67: 281–318.  
<https://doi.org/10.1093/mollus/67.3.281>.
- Kristensen, T.K., & Ogunnowo, O. (1987). *Indoplanorbis exustus* (Deshayes, 1834), a freshwater snail new for Africa, found in Nigeria (Pulmonata:

- Planorbidae). *Journal of Molluscan Studies*. 53: 243–246.  
<https://doi.org/10.1093/mollus/53.2.245>.
- Krebs, C.J. (1985). *Ecology : The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Third Edition. Harper and Row Publisher. New York. 776 pp.
- Liu, Y., Zhang, W., Wang, Y., & Wang, E. (1979). *Economic Fauna of China-Freshwater Molluscs*. Beijing: Science Press. 134 pp.
- Livshits, G., & Fishelson, L. (1983) Biology and reproduction of the freshwater snail *Melanooides tuberculata* (Gastropoda: Prosobranchia) in Israel. *Israel Journal of Zoology* 32:21-35.
- Livshits, G., Fishelson, L., & Wise, G.S. (1984) Genetic similarity and diversity of parthenogenetic and bisexual populations of the freshwater snail *Melanooides tuberculata* (Gastropoda: Prosobranchia). *Biological Journal of the Linnean Society* 23:41-54.  
<https://doi.org/10.1111/j.10958312.1984.tb00805.x>.
- Ludwig, J. A., Reynolds, J. F., QUARTET, L., & Reynolds, J. F. (1988). *Statistical ecology: a primer in methods and computing* (Vol. 1). John Wiley & Sons.
- Marwoto, R.M., & Isnaningsih, N.R. (2011). Notes on the distribution of the invasive freshwater snail *Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1822) and *P. insularum* (D'Orbigny, 1835) in Indonesia. *BIOTROPIA*. 18 (2): 123–128.  
<https://doi.org/10.11598/btb.2011.18.2.247>.
- Murray, H. (1964). *Tarebia granifera* and *Melanooides tuberculata* in Texas. *Annual Report to the 547 American Malacological Union* 53:15-16.
- Macintosh, D. J., & Ashton, E. C. (2002). A review of mangrove biodiversity conservation and management. *Centre for tropical ecosystems research, University of Aarhus, Denmark*.
- Ng, T. H., Tan, S. K., Wong, W. H., Meier, R., Chan, S. Y., Tan, H. H., & Yeo, D. C. (2016). Molluscs for sale: assessment of freshwater gastropods and bivalves in the ornamental pet trade. *PloS One*, 11(8).  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161130>.
- Oetama, D., & Purnama, M. F. (2022). Freshwater gastropod community in South Konawe District, Southeast Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23(7).  
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d230630>
- Odum, E.P. (1993). *Dasar-Dasar Ekologi*. Gramedia. Jakarta. 697 hlm.
- Purnama, M.F., Admaja, A.K., & Haslianti, H. (2019). Freshwater bivalves and gastropods in Southeast Sulawesi. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 25(3):191-202.  
<https://doi.org/10.15578/jppi.25.3.2019.203-214>.
- Purnama, M.F., Sari, S.F., & Admaja, A.K. (2020). Spatial distribution of invasive alien species *Tarebia granifera* in Southeast Sulawesi, Indonesia. *AAFL Bioflux*, 13(3), 1355-1365.
- Purnama, M.F., Sari, S.F., Oetama, D., Sirza, L.O., Admaja, A.K., Anwar, K., & Findra, M.N. (2021). Specific characteristics of niche and spatial distribution of invasive alien species *Tarebia granifera* in Buton Island, Indonesia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 14(1), 233-248.
- Purnama, M.F., Sirza, L.O.M.J., Sari, S.F., Salwiyah, Haslianti, Abdullah, Suwarjoyowirayatno, Findra, M.N., Nurhikma, Agriansyah, A., Hidayat, H., Syukur, ... & Anwar, K. (2022a). Diversity report of freshwater gastropods in Buton Island, Indonesia. *Biodiversitas* 23: 1938-1949.  
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d230428>
- Purnama, M.F., Sirza, L.O.M.J., & Salwiyah, S. (2022b). Community Structure of Freshwater Gastropods in North Kolaka District Southeast Sulawesi: Struktur Komunitas Gastropoda Perairan Tawar di Kabupaten Kolaka Utara Sulawesi Tenggara. *Jurnal Perikanan Unram* 12(1).  
<https://doi.org/10.29303/jp.v12i1.282>.
- Purnama, M.F., Sirza, L.O.M.J., Salwiyah, Abdullah, Nurhikma, Anwar, K., & Suwarjoyowirayatno. (2022c). Freshwater



- Neritidae in Southeast Sulawesi, Indonesia. *AAFL Bioflux* 15(2):707-715.
- Purnama, M. F., & Salwiyah, S. (2022d). Rekam- Jejak Baru Spesies Asing Invasif (SAI) *Tarebia granifera* Lamarck (1822) di Area Air Terjun Tumburano (Kabupaten Konawe Kepulauan - Sulawesi Tenggara). *Jurnal Perikanan Unram*, 12 (1), 109-118.
- Purnama, M.F., & Salwiyah, S. (2022e). Invasive mollusks *Melanoides tuberculata*, and *Achatina fulica* in Southeast Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23(9).
- Purnama, M. F., Salwiyah, S., & Nadia, L.O.A.R. (2022). Community Structure of Freshwater Gastropods in North Kolaka Regency Southeast Sulawesi. *Jurnal Perikanan Unram*, 12(1), 97-108.
- Pointier, J.P., & Marquet, G. (1990). Taxonomy and distribution of freshwater mollusks of French Polynesia. *Venus* 49(3): 215-231.
- Rau, A. R., Kusen, J. D., & Paruntu, C. P. (2013). Struktur Komunitas Moluska di Vegetasi Mangrove Desa Kulu, Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 1(2), 44-50.
- Rosenberg, G. (2015). *Neritina pulligera*. In MolluscaBase. Accessed through: World Register of Marine Species at <http://www.marinespecies.org/aphia>. on September 21, 2021.
- Salwiyah, S., Purnama, M. F., & Syukur, S. (2022). Ecological index of freshwater gastropods in Kolaka District, Southeast Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23(6).
- Seddon, M., & Rowson, B. (2000). Mollusca FW: World checklist of freshwater mollusca (version 2011). *Species*.
- Strong, E. E., Gargominy, O., Ponder, W. F., & Bouchet, P. (2007). Global diversity of gastropods (Gastropoda; Mollusca) in freshwater. In *Freshwater animal diversity assessment* (pp. 149-166). Springer, Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/s10750-0079012-6>.
- Sirza, L.J., Purnama, M.F., & Anwar, K. (2020). Invasive Status of *Tarebia Granifera* Based on Density of Population in River of Gunung Sejuk Village, South Buton Regency. *Aquasains*, 9(1),875- 880. <https://doi.org/10.23960/aqs.v9i1.p875880>.
- Subba Rao, N.V. (1989). Handbook of Freshwater Molluscs of India. Calcutta: Zoological Survey of India. 289 pp.
- Sutcharit, C., Ablett, J. D., & Panha, S. (2019). An annotated type catalogue of seven genera of operculate land snails (Caenogastropoda, Cyclophoridae) in the Natural History Museum, London. *ZooKeys*, 842, 1. <https://doi.org/10.3897/zookeys.842.2943>.
- Steinke, D., Zemplak, T.S., & Hebert, P.D.N. (1989). Barcoding Nemo: DNA-based identifications of the ornamental fish trade. *PLoS ONE* 2009; 4(7): e6300. [10.1371/journal.pone.0006300PMID:19621079](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0006300PMID:19621079).
- Soegianto, A. (1994). Ekologi Kuantitatif: Metode analisis populasi dan komunitas. *Surabaya: Usaha Nasional*.
- Rader, R.B., Belk, M.C., & Keleher, M.J. (2003). The Introduction of an invasive snail (*Melanoides tuberculata*) to spring ecosystems of the Bonneville Basin, Utah. *Journal of Freshwater Ecology* 18:647-657. <https://doi.org/10.1080/02705060.20039664007>.
- Tarida, T., Pribadi, R., & Pramesti, R. (2018). Struktur dan Komposisi Gastropoda Pada Ekosistem Mangrove Di Kecamatan Genuk Kota Semarang. *Journal of Marine Research*, 7(2), 106-112.
- Tan, S.K., Chan, S.Y., & Clements, G.R. (2012). A Guide to Snails and Other Non-Marine Molluscs of Singapore. Singapore: Science Centre Singapore. 176 pp.
- Tan, S.K., & Clements, G.R. (2008). Taxonomy and distribution of the Neritidae (Mollusca: Gastropoda) in Singapore. *Zoological Studies*. 47: 481–494.
- Tryon, G.W. (continued by HA Pilsbry) (1888). *Manual of Conchology*, 10 (Neritidae, Adeorbiidae, Cyclostrematidae, Liotiidae). Philadelphia: 323p.
- van Benthem Jutting WSS (1959). Catalogue of the non-marine Mollusca of Sumatra



- and of its satellite islands. *Beaufortia*. 7:41–191.
- von Rintelen, T., Stelbrink, B., Marwoto, R.M., & Glaubrecht, M.A. (2014). Snail perspective on the biogeography of Sulawesi, Indonesia: origin and intra island dispersal of the viviparous freshwater gastropod *Tylomelania*. *PLoS ONE*. 9(6): e98917.  
[doi: 10.1371/journal.pone.0098917](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098917)  
[PMID: 24971564.](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24971564/)
- van Benthem Jutting, W.S.S. (1946). *Planorbis exustus* Desh. in Java. *Journal of Conchology*. 22: 221.
- Wilhm, J.L. (1975) Biological Indicators of Pollution. In Whitton, B.A., Ed., *River Ecology*, Blackwell Scientific Publication, Oxford, 375-402.
- Zilch, A. (2002). Die typen und typoide des Natur-Museums Senckenberg, 14: Mollusca, Viviparidae. *Archiv für Molluskenkunde* 1955; 64: 1–41.