

Identifikasi dan Deskripsi Siput Air Tawar di Perairan Lotik Kalimantan Utara (*Identification and Description of Freshwater Snails in the Lotic Waters of North Kalimantan*)

Mega Marshella, Bimo Aji Nugroho*, Ermawaty Maradhy

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

*Corresponding authors: bimoajinugroho29@borneo.ac.id

Submit : 11 Juli 2026 Revisi : 23 Agustus 2026 Diterima : 3 September 2026

ABSTRACT

Freshwater snails are one of the organisms commonly found in aquatic ecosystems and play a role in maintaining environmental balance. North Kalimantan has many rivers and tributaries that have the potential to become habitats for various types of freshwater snails. Changes in aquatic habitat conditions can potentially affect the presence of freshwater snails and even lead to the extinction of certain species before their existence is identified. However, data on freshwater snails in the North Kalimantan region are still limited; this research is based on the lack of data regarding freshwater snails in the area. Based on these findings, the aim of this research is to identify and describe freshwater snails. The research method uses line transects, with three transects at each station placed along the left bank, middle, and right bank of the tributary. Each transect consists of 10 plots measuring 1x1 m. The research successfully identified five species of gastropods, namely *Sulcospira testudinaria*, *Clea nigricans*, *Filopaludina javanica*, *Pila saxea*, and *Radix rubiginosa*. Morphological analysis shows that *S. testudinaria* has the largest shell size (average length of 63.5 mm) with the widest habitat distribution, while *R. rubiginosa* is the smallest (8.5 mm). The physicochemical parameters of the water overall still meet environmental quality standards, with variations in current speed and substrate type as the main ecological factors controlling the local distribution of the five species. Variations in shell morphology characteristics such as apex structure, number of whorls, aperture shape, and operculum size are the main basis for the taxonomic identification of freshwater snails in this water area.

Key word: Gastropoda; Freshwater snails; Identification; North Kalimantan; Morphology.

ABSTRAK

Siput air tawar merupakan salah satu organisme yang banyak ditemukan pada ekosistem perairan dan berperan dalam menjaga keseimbangan lingkungan. Kalimantan utara memiliki banyak sungai dan anak sungai yang berpotensi menjadi habitat bagi berbagai jenis siput air tawar. Perubahan kondisi habitat perairan berpotensi mempengaruhi keberadaan siput air tawar bahkan hilangnya spesies tertentu sebelum keberadaan spesies teridentifikasi. Namun data mengenai siput air tawar di wilayah Kalimantan utara masih terbatas, penelitian ini didasarkan pada minimnya data mengenai siput air tawar di wilayah Kalimantan utara. Berdasarkan hal tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mendeskripsikan siput air tawar. Metode penelitian ini menggunakan *line transek*, dengan tiga transek pada setiap stasiun yang ditempatkan pada bagian tepian kiri, tengah, dan tepian kanan anak sungai. Setiap transek terdiri atas 10 plot berukuran 1x1m. Hasil penelitian berhasil mengidentifikasi lima spesies gastropoda, yaitu *Sulcospira testudinaria*, *Clea nigricans*, *Filopaludina javanica*, *Pila saxea*, dan *Radix rubiginosa*. Analisis morfologi menunjukkan bahwa *S. testudinaria* memiliki ukuran cangkang terbesar (panjang rata-rata 63,5 mm) dengan sebaran habitat terluas, sedangkan *R. rubiginosa* berukuran terkecil (8,5 mm). Parameter fisika-kimia air secara keseluruhan masih memenuhi baku mutu lingkungan, dengan variasi kecepatan arus dan jenis substrat sebagai faktor ekologis utama yang mengendalikan distribusi lokal kelima spesies tersebut. Variasi karakter morfologi cangkang seperti struktur puncak, jumlah seluk, bentuk aperture, dan ukuran operkulum menjadi dasar utama dalam identifikasi taksonomi siput air tawar di kawasan perairan ini.

Kata kunci : Gastropoda; Identifikasi; Kalimantan Utara; Morfologi; Siput air tawar.

PENDAHULUAN

Perairan tawar dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu perairan lentik dan lotik (Marwoto et al., 2020). Perairan lentik merupakan kumpulan massa air yang relatif tenang seperti danau, rawa, waduk, dan telaga, sedangkan perairan lotik merupakan habitat perairan yang mengalir seperti sungai dan kanal (Azizah, 2021). Lingkungan lotik memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi dan menjadi habitat bagi berbagai organisme akuatik, salah satunya adalah siput air tawar yang termasuk dalam kelas Gastropoda (Lago et al., 2024). Ekosistem perairan lotik memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi dan menyediakan berbagai tipe habitat bagi organisme akuatik. Salah satu kelompok organisme yang umum ditemukan pada ekosistem tersebut adalah gastropoda air tawar.

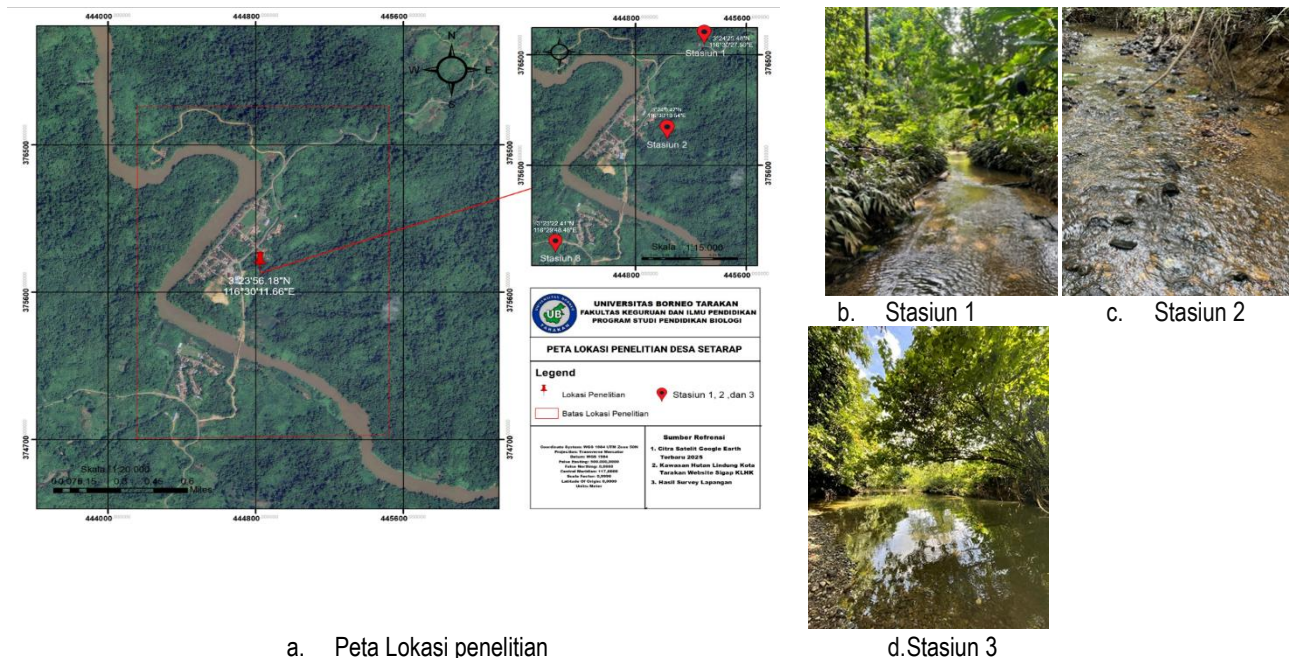
Gastropoda siput air tawar memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem perairan. Kelompok organisme ini berfungsi sebagai detritivor yang membantu proses penguraian bahan organik (Bidad et al., 2023), pemakan alga yang berperan dalam mengendalikan pertumbuhan alga pada perairan (Ng et al., 2017), serta menjadi salah satu bioindikator kondisi lingkungan perairan. Selain itu, siput air tawar juga berperan dalam siklus nutrisi dan menjadi sumber makanan bagi berbagai organisme lain dalam rantai makanan perairan maupun vertebrata lain, seperti ikan, amfibi, reptil, burung, dan manusia (Prasetyo et al., 2025). Keberadaan siput air tawar sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, seperti suhu, derajat keasaman (pH), oksigen terlarut, kecepatan arus, serta karakteristik substrat yang menjadi habitatnya (Min et al., 2022). Perbedaan kondisi lingkungan tersebut juga dapat memengaruhi karakter morfologi serta adaptasi terhadap habitat tempat hidupnya.

Penelitian mengenai gastropoda air tawar telah banyak dilakukan di berbagai wilayah seperti Sabah, Malaysi (Ng et al., 2017), Sungai Pomua Palandu dan Sungai Toinasa Sulawesi (Ramagita & Cahyaningrum, 2023), hulu Sungai Peusangan, Aceh Tengah (Amanda et al., 2022), Kabupaten Konawe Utara, Sulawesi Tenggara (Purnama et al., 2022), Betong, Sarawak Penelitian (Bidad et al., 2023). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa ekosistem perairan tawar memiliki potensi keanekaragaman gastropoda yang cukup tinggi. Kalimantan Utara memiliki banyak anak sungai yang berpotensi menjadi habitat bagi berbagai jenis siput air tawar. Namun, penelitian mengenai jenis siput air tawar di wilayah ini masih terbatas. Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya umumnya berfokus hanya pada identifikasi dan keanekaragaman gastropoda di kawasan pesisir (Nugroho & Putri, 2024). Melihat kondisi tersebut maka perlu dilakukan penelitian lebih di tipe habitat berbeda khususnya Kawasan Sungai. Penelitian ini nantinya akan memberikan informasi baru terkait dengan persebaran gastropoda di kawasan Sungai Kalimantan utara, selain itu data ini akan menambah sebaran spesies ditemukan khususnya di kawasan Kalimantan.

MATERI DAN METODE

Lokasi penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2025 di perairan Desa Setarap, Kecamatan Malinau Selatan Hilir, Kabupaten Malinau pada (Gambar 1). Penentuan lokasi penelitian menggunakan metode *purposive sampling* dengan cara menelusuri langsung area sungai seperti, substrat lumpur, pasir, serasah daun, batang kayu, akar tumbuhan, dan bebatuan yang ditentukan berdasarkan perbedaan karakteristik habitat dan kondisi lingkungan perairan. Kondisi habitat pada stasiun 1 (3°24'25.48"N-116°30'27.50"E) memiliki lebar sungai kurang lebih 2m dengan arus yang relatif stabil, substrat dasar perairan didominasi oleh lumpur dan pasir halus, sedangkan vegetasi di sekitar sungai berupa rumput liar. Stasiun 2 (3°24'0.47"N-116°30'19.54"E) memiliki lebar sungai berkisar 2–3m dengan arus sedang dan stabil, substrat dasar terdiri atas campuran lumpur, pasir, batuan halus, dan batuan kasar, sementara vegetasi di sekitar sungai didominasi oleh rumput liar dan pohon berukuran sedang. Stasiun 3 (3°23'22.41"N-116°29'48.48"E) memiliki lebar sungai berkisar 3–7m dengan arus yang relatif lebih deras dibandingkan stasiun lainnya, substrat dasar perairan didominasi oleh batuan kasar sedangkan vegetasi di sekitar sungai terdiri atas semak belukar dan pohon berukuran sedang hingga besar.



a. Peta Lokasi penelitian
Gambar 1. Lokasi penelitian siput air tawar dikawasan Desa Setarap

Prosedur Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode *line transects* dengan tiga transek pada setiap stasiun yang ditempatkan pada bagian tepian kiri, tengah, dan tepian kanan sungai. Setiap transek memiliki panjang 100m, setiap transek diletakkan plot dengan ukuran 1x1 dengan jarak antar plot 10m. Total plot pada keseluruhan stasiun penelitian berjumlah 30 plot. Pengambilan sampel dilakukan dengan mengamati setiap plot dengan mengambil setiap spesies yang ada didalam plot, selain itu dilakukan pengecekan dibalik batu atau substrat untuk melihat spesies yang bersembunyi. Spesimen yang ditemukan pada setiap stasiun penelitian di catat jumlah nya kemudian dibersihkan dan disimpan dalam botol sampel berisi alkohol 70% untuk keperluan identifikasi. Pengukuran parameter lingkungan yang meliputi suhu air menggunakan termometer, derajat keasaman (pH), oksigen terlarut, kecerahan air menggunakan, dan kecepatan arus menggunakan pada setiap stasiun penelitian.

Teknik Analisis Data

Siput yang didapatkan diidentifikasi memperhatikan ciri-ciri morfologi dari cangkang yang meliputi: *apex* (puncak), *spire* (menara), *body whorl* (badan lingkaran/seluk akhir), *suture* (garis lingkaran), *aperture* (mulut cangkang), *posterior canal* (saluran bagian atas), *anterior siphonal canal* (saluran bagian bawah). Pengukuran menggunakan jangka sorong digital dengan toleransi 0,1 mm. Hasil perhitungan dianalisis menggunakan program computer berupa microsoft excel untuk menghitung rata-rata (mean) dan standar deviasi (SD)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian siput air tawar yang telah dilakukan pada tiga stasiun di perairan lotik Desa Setarap diperoleh 5 spesies yang berbeda Tabel 1. Hasil menunjukkan terdapat sebaran yang berbeda pada setiap spesies yang di dapatkan, terdapat spesies yang menempati semua stasiun dilain sisi terdapat spesies yang hanya ditemukan pada satu stasiun. Data ini memberikan Gambaran bahwa setiap spesies gastropoda memiliki kareteristik habitat yang berbeda.

Tabel 1. Hasil Identifikasi Gastropoda di Setiap Stasiun Penelitian

No	Nama Spesies	Stasiun		
		1	2	3
1	<i>Sulcospira testudinaria</i>	✓	✓	✓
2	<i>Clea nigricans</i>	✓	✓	✓
3	<i>Filopaludina javanica</i>	✓	✓	
4	<i>Radix rubiginosa</i>	✓		
5	<i>Pila saxea</i>	✓	✓	

Hasil penelitian menunjukkan bahwa spesies *Sulcospira testudinaria* dan *Clea nigricans* ditemukan pada ketiga stasiun penelitian. Spesies *Filopaludina javanica*, *Pila saxea* hanya ditemukan di stasiun 1 dan stasiun 2 dan spesies *Radix rubiginosa* hanya ditemukan di stasiun 1 ini memberikan Gambaran bahwa terdapat spesies yang memiliki kekhususan karakteristik habitat. Terdapat hal yang menarik dimana terdapat gastropoda yang dapat menempati semua stasiun, ini menunjukkan bagaimana kemampuan adaptasi dari spesies tersebut. Selanjutnya dilakukan analisis morfologi untuk melihat karakteristik setiap spesies yang di dapatkan.

Tabel 2. Analis Morfologi Setiap Spesies di Setiap Stasiun Penelitian.

Nama Spesies	Panjang Cangkang	Lebar Cangkang	Tinggi Spire	Body Whorl	Panjang Aperature	Lebar Aperature	Panjang Operculum	Lebar Operculum
	Rata-rata ± SD	Rata-rata ± SD	Rata-rata ± SD	Rata-rata ± SD	Rata-rata ± SD	Rata-rata ± SD	Rata-rata ± SD	Rata-rata ± SD
<i>Sulcospira testudinaria</i>	63,5± 3,06	21,8± 0,88	20,4± 0,99	30,8± 1,65	20,7± 1,05	11,0± 1,10	8,5 ± 0,96	11,6± 1,07
<i>Clea nigricans</i>	32,3± 1,98	18,1± 1,01	18,5± 0,89	21,4± 1,03	18,2± 0,87	8,4 ± 0,51	7,5 ± 0,51	4,1 ± 0,32
<i>Filopaludina javanica</i>	16,5± 0,97	11,2± 0,65	11,8± 0,72	11,4± 0,72	9,7 ± 0,59	5,4 ± 0,39	8,0 ± 0,55	5,0 ± 0,41
<i>Radix rubiginosa</i>	8,5 ± 0,56	4,5 ± 0,27	4,3 ± 0,27	6,4 ± 0,40	4,7 ± 0,34	2,3 ± 0,16	-	-
<i>Pila saxea</i>	14,3± 0,84	8,4 ± 0,46	8,6 ± 0,43	11,4± 0,69	9,1 ± 0,57	3,6 ± 0,25	5,7 ± 0,40	3,4 ± 0,26

Berdasarkan hasil pengukuran morfologi menunjukkan adanya perbedaan ukuran dan proporsi cangkang pada lima spesies gastropoda yang ditemukan di lokasi penelitian. Variasi tersebut terlihat pada seluruh parameter yang diamati, meliputi panjang cangkang, lebar cangkang, tinggi spire, ukuran body whorl, panjang dan lebar aperture, serta ukuran operculum. Perbedaan karakter morfometri antarspesies menunjukkan adanya keragaman bentuk morfologi yang menjadi ciri khas pada masing-masing spesies.

Tabel 3. Data parameter lingkungan

Parameter lingkungan	Stasiun			Baku Mutu Air Tawar (PP No. 22 Tahun 2021)
	1 (Rata-rata± SD)	2 (Rata-rata ± SD)	3 (Rata-rata ± SD)	
Suhu (°C)	25,5 ± 0,10	26,6 ± 0,10	28,4 ± 0,20	20°C-30°C
pH air	7,85 ± 0,10	7,33 ± 0,04	7,90 ± 0,10	6 - 9
DO (mg/L)	12,86 ± 0,30	8,14 ± 0,20	13,44 ± 0,40	≥ 4 mg/L
Kecerahan air (cm)	23 ± 2,00	15 ± 1,00	45 ± 5,00	-
Kecepatan arus (m/s)	0,065 ± ,005	0,084 ± 0,006	0,328 ± 0,028	-

Sumber: Baku mutu kualitas air mengacu pada PP RI Nomor 22 Tahun 2021

Hasil pengukuran parameter lingkungan pada tiga stasiun pengamatan, terlihat bahwa setiap stasiun memiliki karakter lingkungan yang berbeda. Pengukuran suhu air pada 3 stasiun, berkisar 25,5°C sampai 28,4°C, ini dipengaruhi tingkat keterbukaan area serta intensitas cahaya matahari, hal ini sesuai dengan nilai PP No. 22 Tahun 202. Nilai pH perairan pada ketiga stasiun berada pada kisaran 7,33 sampai 7,90, yang menunjukkan kondisi perairan netral. Parameter DO memperlihatkan variasi yang cukup mencolok, dengan nilai tertinggi 13,44 mg/L sampai terendah 8,14 mg/L. Kecerahan air juga menunjukkan perbedaan yang jelas. Kecerahan air berkisar 23 cm sampai 45 cm. Kecepatan arus merupakan salah satu parameter yang paling membedakan ketiga lokasi. Stasiun 1 memiliki arus paling lambat (0,065 m/s), disusul stasiun 2 (0,084 m/s), dan yang tercepat adalah stasiun 3 (0,328 m/s). Berdasarkan hasil pengamatan pada tiga stasiun penelitian tercatat lima spesies gastropoda siput air tawar yang diidentifikasi. Setiap dari spesies memperlihatkan ciri-ciri morfologi yang khas, mencakup bentuk dan proporsi cangkang, *body whorl*, *width*, *length*, *struktur apex*, *suture*, *axial*, *spire*, *umbiculus*, *columella*, *aperature*, *outer lip*, *parietal wall*, *posterior canal*, *anterior canal*.

Kingdom : Animalia
 Filum : Mollusca
 Kelas : Gastropoda (Cuvier, 1795)
 Subclass : Caenogastropoda (Cox, 1960)
 Ordo : Cerithioidea
 Superfamily : Cerithioidea
 Famili : Pachychilidae (Thiele, 1908)
 Genus : *Sulcospira* (Troschel, 1858)
 Spesies : *Sulcospira testudinaria* (von dem Busch in Philippi, 1843)



Gambar 2. Deskripsi morfologi *Sulcospira testudinaria*
 (Sumber: Dokumentasi pribadi, 2026)

Ukuran morfologi: (a) Panjang cangkang 63,5mm, (b) Lebar cangkang 21,8mm, (c) Apex ke ujung atas body whorl 20,4mm, (d) Body whorl 30,8mm, (e) Panjang aperature 20,7mm, (f) lebar aperature 11,0mm, (g) Panjang operculum 8,5mm, (h) lebar operculum 11,6mm.

Deskripsi morfologi luar: Cangkang *Sulcospira testudinaria* tersusun atas beberapa putaran (*whorl*) yang tersusun spiral dengan arah putaran dextral. Apex tampak runcing dan membentuk puncak cangkang, dan terdapat pula individu yang memiliki apex yang tumpul dan diikuti oleh spire yang panjang dan ramping. Permukaan cangkang memperlihatkan adanya alur pertumbuhan aksial yang jelas pada setiap whorl, dengan suture yang terlihat jelas dan cukup dalam sehingga batas antar putaran tampak nyata dan memiliki 5 hingga 7 lingkaran suture. Body whorl berkembang dengan baik dan merupakan bagian terbesar dari cangkang. Umbilikus tampak tertutup atau sangat sempit, sedangkan columella kuat dan melengkung ke arah dalam. Aperture berbentuk oval hingga lonjong, dan bagian dalamnya berwarna putih, dengan bagian anterior sedikit meruncing. Bibir luar (*outer lip*) relatif tebal dan halus, tidak melebar. Operculum berbentuk membulat hingga oval, dengan pola pertumbuhan konsentris yang jelas dan permukaan relatif halus. *Sulcospira testudinaria* yang ditemukan memiliki dua warna yang berbeda yaitu berwarna hitam dan berwarna coklat terang dengan corak coklat gelap yang tak beraturan.

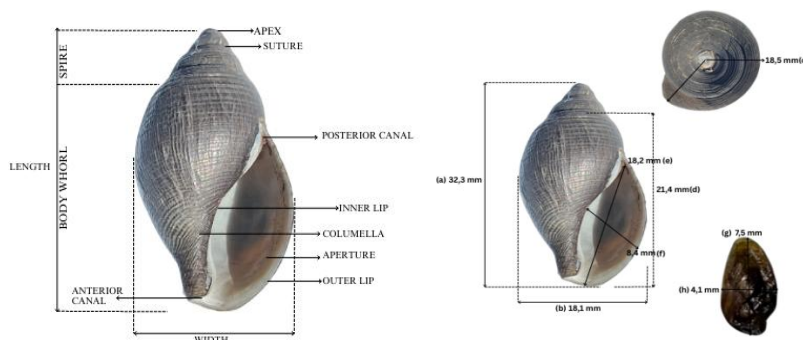
Distribusi geografis dan Habitat: *Sulcospira testudinaria* memiliki sebaran geografis yang luas. Spesies ini ditemukan di beberapa daerah di Sabah, Malaysia. Spesies ini tersebar di wilayah Sabah bagian barat, mulai dari Kota Marudu hingga Kota Kinabalu, serta di daerah pedalaman seperti Tenom dan Keningau. Selain itu, spesies ini juga ditemukan di Sabah bagian timur, meliputi Beluran, Kinabatangan, Lahad Datu, Kunak, dan Tawau (Ng et al., 2017), spesies ini juga tercatat tersebar di wilayah Indonesia khususnya penelitian yang di lakukan di Sungai Senjoyo, Jawa Tengah, Semarang (Ramagita & Cahyaningrum, 2023). Keberadaannya dijumpai di perairan anak sungai dengan kondisi arus relatif stabil pada substrat campuran berupa lumpur, pasir, dan batuan kecil, serta di antara serasah daun yang terendam air. Sebaran spesies ini pada seluruh stasiun menunjukkan bahwa *S. testudinaria* memiliki toleransi yang cukup luas terhadap variasi kondisi lingkungan di perairan tawar. Hasil pengukuran parameter lingkungan terdapat, suhu air pada lokasi penelitian berkisar antara 25,5–28,4°C. Kisaran suhu ini masih tergolong sesuai untuk kehidupan gastropoda air tawar dan mendukung aktivitas metabolisme *S. testudinaria*. Suhu yang relatif stabil antar stasiun memungkinkan spesies ini mempertahankan aktivitas normal

tanpa mengalami tekanan lingkungan yang berlebihan (Liu et al., 2025). Nilai pH perairan pada ketiga stasiun berada pada kisaran netral hingga sedikit basa, yaitu antara 7,33–7,90. Kondisi pH tersebut tergolong optimal bagi gastropoda air tawar karena mendukung kestabilan fisiologis serta proses pembentukan cangkang (Gheoca et al., 2023). Selain itu, oksigen terlarut (DO) menunjukkan nilai yang cukup tinggi, dengan kisaran 8,14 hingga 13,44 mg/L. Tingginya kadar oksigen terlarut ini mengindikasikan kondisi perairan yang baik dan mendukung respirasi organisme benthik, termasuk *S. testudinaria* (Wahyuni et al., 2015). Kecerahan air pada lokasi penelitian menunjukkan variasi antar stasiun, dengan nilai berkisar antara 15 cm sampai 45 cm. Perairan dengan tingkat kecerahan rendah hingga sedang cenderung memberikan perlindungan dari paparan cahaya berlebih dan memungkinkan *S. testudinaria* beraktivitas di dasar perairan serta di antara substrat yang terlindung (Yusal & Hasyim, 2022). Variasi kecerahan ini juga dipengaruhi oleh tutupan kanopi dan kondisi substrat dasar sungai. Kecepatan arus air merupakan faktor penting yang mempengaruhi keberadaan *S. testudinaria*. Pada lokasi penelitian, kecepatan arus berkisar antara (0,065 m/s) sampai (0,328 m/s), dengan stasiun 3 memiliki arus paling cepat. *Sulcospira testudinaria* ditemukan pada seluruh stasiun, namun individu berukuran lebih kecil yang ditemukan lebih dominan dijumpai pada stasiun dengan arus lebih cepat. Hal ini menunjukkan bahwa *S. testudinaria* memiliki kemampuan adaptasi terhadap beberapa variasi arus, tetapi distribusinya cenderung lebih besar di habitat dengan arus yang relatif stabil karena kondisi tersebut memberikan stabilitas dan ruang yang lebih optimal untuk beraktivitas (Marwoto & Isnaningsih, 2012).



Gambar 3. Spesies *Sulcospira testudinaria* di temukan pada lokasi penelitian
(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2026)

Kingdom	: Animalia
Filum	: Mollusca
Kelas	: Gastropoda (Cuvier, 1795)
Subclass	: Caenogastropoda (Cox, 1960)
Ordo	: Neogastropoda
Superfamili	: Buccinoidea
Famili	: Nassariidae (Iredale, 1916)
Genus	: Clea (H. Adams & A. Adams, 1853)
Spesies	: <i>Clea nigricans</i> (A. Adams, 1855)



Gambar 4. Deskripsi morfologi *Clea nigricans*
(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2026)

Ukuran morfologi: (a) Panjang cangkang 32,3 mm, (b) Lebar cangkang 18,1 mm, (c) Apex ke ujung atas body whorl 18,5 mm, (d) Body whorl 21,4 mm, (e) Panjang aperture 18,2 mm, (f) lebar aperture 8,4 mm, (g) Panjang operculum 7,5 mm, (h) lebar operculum 4,1 mm.

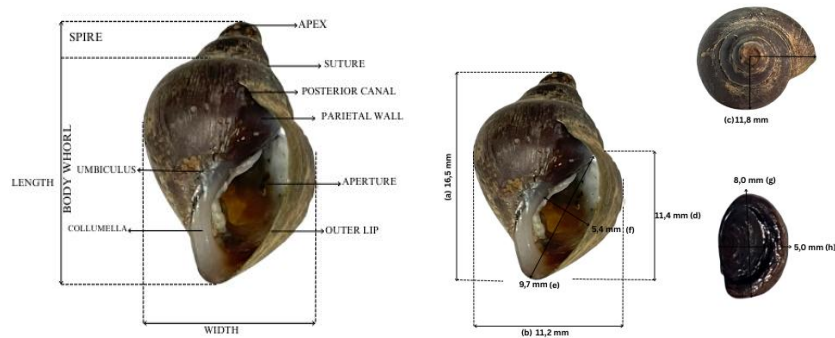
Deskripsi morfologi luar: Cangkang *Clea nigricans* tersusun atas beberapa putaran (whorl) yang tersusun spiral dengan arah putaran dextral. Bentuk cangkang ovoid, dengan bagian anterior dan posterior sedikit meruncing. Apex terletak pada bagian paling atas cangkang dan tampak relatif tumpul, diikuti oleh spire yang pendek. Antar whorl dipisahkan oleh suture yang terlihat jelas dan cukup dalam, sehingga batas antar putaran lebih terlihat. Permukaan pada cangkang memperlihatkan alur pertumbuhan aksial yang halus hingga jelas pada setiap whorl. Body whorl berkembang dengan baik dan merupakan bagian terbesar dari cangkang, mendominasi proporsi panjang keseluruhan cangkang. Pada bagian anterior cangkang terdapat anterior canal yang pendek dan tidak terlalu menonjol, sedangkan posterior canal tampak jelas pada bagian posterior aperture. Umbilikus tidak berkembang atau tampak tertutup, sementara columella terlihat kuat dan melengkung ke arah dalam. Aperture berbentuk oval hingga lonjong, dengan bagian dalam berwarna putih hingga keabu-abuan. Bibir dalam (inner lip) tampak halus dan menyatu dengan columella, sedangkan bibir luar (outer lip) relatif tebal, halus, dan tidak melebar. Warna cangkang *Clea nigricans* terlihat cokelat keabu-abuan hingga kehitaman dengan variasi intensitas warna yang relatif seragam pada seluruh permukaan cangkang.

Distribusi geografis dan Habitat: Spesies ini tersebar di wilayah tepian Sungai Kabo, Sungai Penebak, dan Sungai Nanga Tiga di Betong (Bidat et al., 2023), *Clea nigricans* juga ditemukan pada ketiga stasiun pengamatan di perairan lotik Desa Setarap. Spesies ini dijumpai di tepian sungai dan pada dasar perairan dengan substrat campuran lumpur, pasir, dan batuan kecil dan serasah daun yang terendam air. Sebaran *Clea nigricans* yang relatif merata pada lokasi penelitian mengindikasikan bahwa habitat perairan tawar di Desa Setarap masih menyediakan kondisi lingkungan yang sesuai untuk mendukung keberlangsungan hidup dan aktivitas spesies ini. Hasil pengukuran parameter lingkungan terdapat pada, nilai suhu air yang terukur berkisar antara 25,5°C sampai 28,4°C. Kisaran suhu tersebut masih berada dalam toleransi gastropoda air tawar dan dapat mendukung aktivitas fisiologis dari *C. nigricans*, rentang suhu antara 20°C sampai 30°C umumnya berada dalam kisaran toleransi bagi banyak gastropoda air tawar untuk mempertahankan aktivitas (Marshall et al., 2015). Suhu yang relatif sama antar stasiun diduga dipengaruhi oleh tutupan vegetasi riparian di sekitar sungai yang berperan dalam menjaga kestabilan suhu perairan. Nilai pH perairan pada seluruh stasiun berada pada kisaran 7,33 sampai 7,90, menunjukkan kondisi netral hingga sedikit basa. Kondisi ini mencerminkan lingkungan perairan yang relatif stabil dan mendukung keberlangsungan hidup *C. nigricans*, terutama dalam menjaga keseimbangan fisiologis serta proses pembentukan dan pemeliharaan cangkang (Spyra, 2017). Kandungan oksigen terlarut pada lokasi penelitian tergolong tinggi, dengan nilai berkisar antara 8,14 mg/L sampai 13,44 mg/L. Tingginya kadar oksigen terlarut menunjukkan bahwa perairan masih berada dalam kondisi baik dan mampu mendukung respirasi organisme benthik, termasuk *Clea nigricans* (Amanda et al., 2022). Kondisi ini menjadi salah satu faktor penting yang memungkinkan spesies ini bertahan dan beraktivitas secara optimal di dasar perairan. Kecerahan air pada ketiga stasiun berkisar antara 15 cm sampai 45 cm. Variasi kecerahan ini berkaitan dengan tingkat tutupan vegetasi dan kondisi substrat dasar perairan. *Clea nigricans* ditemukan pada perairan dengan kecerahan yang rendah hingga sedang, yang memberikan kondisi mikrohabitat lebih terlindung dari paparan cahaya langsung. Selain itu, kecepatan arus air di lokasi penelitian berkisar antara 0,065 m/s sampai 0,328 m/s, dengan karakteristik arus yang cukup stabil bagi spesies *Clea nigricans*. Spesies ini lebih sering dijumpai pada bagian perairan dengan arus relatif stabil, yang memungkinkan individu mempertahankan posisinya pada substrat tanpa terbawa aliran air (Atapaththu, 2023).



Gambar 5. Spesies *Clea nigricans* di lokasi penelitian
(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2026)

Kingdom : Animalia
 Filum : Mollusca
 Kelas : Gastropoda (Cuvier, 1795)
 Subclass : Caenogastropoda (Cox, 1960)
 Ordo : Architaenioglossa
 Superfamili : Viviparoidea
 Famili : Viviparidae
 Genus : *Filopaludina*
 Spesies : *Filopaludina javanica* (von dem Busch, 1842)



Gambar 6. Deskripsi morfologi *Filopaludina javanica*
 (Sumber: Dokumentasi pribadi, 2026)

Ukuran morfologi: (a) Panjang cangkang 16,5mm, (b) Lebar cangkang 11,2mm, (c) Apex ke ujung atas body whorl 11,8mm, (d) *Body whorl* 11,4 mm, (e) Panjang *aperture* 9,7mm, (f) lebar *aperture* 5,4mm, (g) Panjang operculum 8,0mm, (h) lebar operculum 5,0mm.

Deskripsi morfologi luar: Cangkang *Filopaludina javanica* tersusun atas beberapa putaran (*whorl*) yang membentuk spiral dengan arah putaran *dextral*. Bentuk cangkang *ovate* atau *subglobose*, dengan proporsi *body whorl* yang berkembang sangat dominan. *Apex* terletak pada bagian *posterior* cangkang dan tampak tumpul membentuk puncak cangkang yang tidak terlalu tinggi. *Spire* relatif pendek dan tersusun atas beberapa *whorl* yang ukurannya lebih kecil dibandingkan *body whorl*. Permukaan cangkang memperlihatkan adanya garis-garis pertumbuhan *aksial* yang halus pada setiap *whorl*. *Suture* tampak jelas dan cukup dalam, sehingga batas antar putaran cangkang terlihat lebih jelas. Jumlah *whorl* berkisar 3 putaran. *Body whorl* berkembang sangat baik dan merupakan bagian terbesar dari cangkang, membentuk sebagian besar panjang total cangkang. *Umbilikus* tampak sangat sempit hingga tertutup. *Columella* berkembang dengan baik, tampak kuat, tebal, dan melengkung ke arah dalam. *Aperture* terletak pada bagian *anterior* cangkang dan berbentuk oval dengan bukaan yang relatif lebar. Bagian dalam aperture berwarna putih dan sedikit cream pucat. Dinding bagian dalam aperture membentuk *parietal wall* yang tampak halus dan jelas. Bibir luar (*outer lip*) terlihat tebal, halus, dan sedikit melengkung mengikuti kontur dari *body whorl*. Pada bagian *posterior aperture* tampak adanya *posterior canal* yang pendek dan tidak terlalu menonjol. Warna cangkang *Filopaludina javanica* terlihat cokelat muda hingga kehitaman, dengan beberapa individu lain yang di temukan menunjukkan variasi warna yang lebih terang pada bagian tertentu dari *body whorl*. Permukaan cangkang tampak kusam hingga sedikit mengilap.

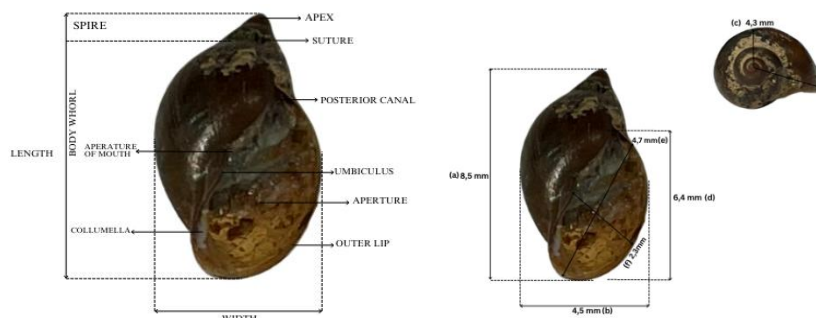
Distribusi geografis dan Habitat: Spesies *Filopaludina javanica* tercatat ditemukan di Kabupaten Konawe Utara, Sulawesi Tenggara (Purnama et al., 2022). Berdasarkan hasil pengamatan di lokasi penelitian Desa Setarap, spesies ini hanya ditemukan pada Stasiun 1 dan Stasiun 2, sedangkan pada Stasiun 3 tidak dijumpai. Keberadaan *F. javanica* pada dua stasiun tersebut menunjukkan bahwa spesies ini cenderung memilih habitat perairan dengan kondisi lingkungan yang relatif lebih tenang dan stabil. Habitat *F. javanica* pada lokasi penelitian berada pada bagian sungai dengan substrat dasar berupa lumpur, batuan kecil dan pasir halus, serta terdapat akumulasi bahan organik dari serasah daun yang terendam air. Substrat ini menyediakan kondisi yang sesuai bagi aktivitas *F. javanica*, baik untuk bergerak, mencari makan, maupun sebagai tempat berlindung. Hasil dari pengukuran data parameter lingkungan, suhu air pada Stasiun 1 dan Stasiun 2 berada pada kisaran 25,5°C sampai 26,6°C. Kisaran

suhu ini tergolong stabil dan sesuai untuk mendukung aktivitas fisiologis gastropoda air tawar, termasuk *Filopaludina javanica*. Suhu perairan yang tidak terlalu tinggi memungkinkan spesies ini mempertahankan aktivitas metabolisme tanpa mengalami tekanan lingkungan yang berlebihan (Liu et al., 2025). Nilai pH perairan pada Stasiun 1 dan Stasiun 2 berkisar antara 7,33 sampai 7,85, yang menunjukkan kondisi netral. Kondisi pH tersebut mendukung keseimbangan fisiologis *F. javanica* serta berperan penting dalam proses pembentukan dan pemeliharaan cangkang (Parker et al., 2013). Perairan dengan pH yang relatif stabil memungkinkan spesies ini berkembang dengan baik pada kedua stasiun tersebut. Kandungan oksigen terlarut (DO) pada Stasiun 1 (12,86 mg/L) dan Stasiun 2 (8,14 mg/L) tergolong tinggi, menunjukkan bahwa perairan memiliki kualitas yang baik untuk mendukung respirasi organisme benthik. Tingginya kadar oksigen terlarut menjadi salah satu faktor penting yang mendukung keberadaan *F. javanica* (Amanda et al., 2022), mengingat spesies ini hidup di dasar perairan dan bergantung pada ketersediaan oksigen terlarut untuk aktivitas hidupnya. Kecerahan air pada Stasiun 1 (23 cm) dan Stasiun 2 (15 cm) relatif lebih rendah dibandingkan Stasiun 3, yang menunjukkan kondisi perairan dengan tingkat penetrasi cahaya sedang. Kondisi ini mendukung keberadaan *F. javanica* karena spesies ini cenderung dapat beradaptasi dan menghuni perairan yang tidak terlalu terbuka dan memiliki perlindungan dari paparan cahaya langsung. Selain itu, kecepatan arus pada kedua (0,065 m/s) sampai (0,084 m/s) stasiun tersebut tergolong lambat atau stabil bagi spesies ini, sehingga memungkinkan *F. javanica* mempertahankan posisinya di dasar perairan tanpa terbawa aliran air.



Gambar 7. Spesies *Filopaludina javanica* di lokasi penelitian
(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2026)

Kingdom	: Animalia
Filum	: Mollusca
Kelas	: Gastropoda (Cuvier, 1795)
Subclass	: Heterobranchia (Burmeister, 1837)
Ordo	: Hygrophila
Superfamili	: Lymnaeoidea
Famili	: Lymnaeidae (Rafinesque, 1815)
Genus	: Radix
Spesies	: <i>Radix rubiginosa</i> (Michelin, 1831)



Gambar 8. Deskripsi morfologi *Radix rubiginosa*
(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2026)

Ukuran morfologi: (a) Panjang cangkang 8,5mm, (b) Lebar cangkang 4,5mm, (c) Apex ke ujung atas body whorl 4,3 mm, (d) Body whorl 6,4 mm, (e) Panjang aperature 4,7 mm, (f) lebar aperature 2,3mm.

Deskripsi morfologi luar: Cangkang *Radix rubiginosa* tersusun dari beberapa putaran (*whorl*) yang membentuk spiral dengan arah putaran dextral. Bentuk cangkang memanjang dengan proporsi panjang lebih besar dibandingkan lebarnya. *Apex* terletak pada bagian posterior cangkang dan tampak meruncing. *Spire* berkembang cukup baik dan tersusun atas *whorl* awal yang berukuran lebih kecil dibandingkan *body whorl*. Permukaan cangkang memperlihatkan garis-garis pertumbuhan aksial yang sangat halus, mengikuti arah pertumbuhan setiap *whorl*. *Suture* terlihat jelas dan cukup dalam. Jumlah *whorl* berkisar dua hingga tiga putaran. *Body whorl* berkembang sangat dominan dan merupakan bagian terbesar dari keseluruhan cangkang. *Umbilikus* tampak sempit hingga hampir tertutup, *Columella* berkembang dengan baik, tampak kuat dan sedikit melengkung ke arah dalam. *Aperture* terletak pada bagian *anterior* cangkang dan berbentuk oval atau lonjong memanjang, dengan bukaan yang relatif lebar. Bagian dalam *aperture* tampak halus dan berwarna lebih terang dibandingkan permukaan luar cangkang. Bibir luar (*outer lip*) relatif tipis, halus, dan tidak melebar, mengikuti kontur *body whorl*. Pada bagian *posterior aperture* tampak adanya *posterior canal* yang pendek dan tidak menonjol. Warna cangkang cokelat muda hingga cokelat kehitaman, dengan beberapa bagian menunjukkan variasi warna yang lebih terang.

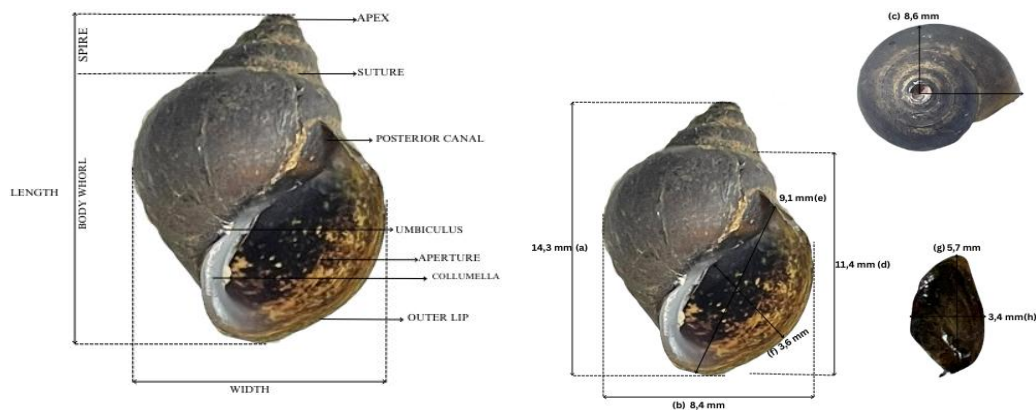
Distribusi geografis dan Habitat: Spesies ini tercatat ditemukan di wilayah Vietnam, serta umumnya ditemukan pada berbagai habitat perairan tawar seperti sungai, rawa, kolam, dan persawahan (Dung et al., 2013). Berdasarkan dari hasil penelitian ini, *Radix rubiginosa* ditemukan hanya pada stasiun satu, di lokasi penelitian dijumpai pada perairan dengan arus tenang. Spesies ini banyak ditemukan di tepi dan dasar pada perairan dilokasi penelitian dengan substrat lumpur halus, pasir serta tingkat kecerahan air sedang yang mendukung aktivitas makan dan pergerakan. Pola sebaran ini menunjukkan bahwa *Radix rubiginosa* memiliki preferensi habitat yang lebih spesifik dibandingkan beberapa spesies gastropoda air tawar lain yang ditemukan pada seluruh stasiun. Hasil dari pengukuran data parameter lingkungan terdapat, suhu air pada Stasiun 1 tercatat sebesar 25,5°C, yang masih berada dalam kisaran optimal bagi aktivitas fisiologis *Radix rubiginosa*. Suhu perairan yang stabil mendukung proses metabolisme dan aktivitas hidup tanpa menimbulkan tekanan lingkungan yang berlebihan pada spesies ini. Nilai pH perairan sebesar 7,85 menunjukkan kondisi netral, yang sesuai untuk menjaga keseimbangan fisiologis serta mendukung proses pembentukan dan pemeliharaan pada cangkang (Leung et al., 2022). Kandungan oksigen terlarut (DO) pada Stasiun ini tergolong tinggi, sesuai dengan PP No.22 Tahun 2021 yaitu 12,86 mg/L yang menunjukkan kualitas perairan yang baik untuk mendukung proses respirasi *Radix rubiginosa*. Selain itu, kecepatan arus yang relatif lambat 0,065 m/s, menciptakan kondisi perairan yang tenang dan memungkinkan spesies ini mempertahankan posisinya di dasar perairan tanpa terbawa oleh arus (Degani et al., 1993). Kecerahan air sebesar 23 cm menunjukkan tingkat penetrasi cahaya sedang, yang masih mendukung keberadaan sumber pakan alami dan sesuai dengan preferensi dari habitat *R. rubiginosa*. Dengan demikian, keberadaan spesies ini yang terbatas pada Stasiun 1 menunjukkan bahwa hanya lokasi tersebut yang menyediakan kondisi lingkungan paling optimal bagi kelangsungan hidup dan aktivitas *Radix rubiginosa* di area lokasi penelitian.



Gambar 9. Spesies *Radix rubiginosa* di lokasi penelitian
(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2026)

Kingdom	: Animalia
Filum	: Mollusca
Kelas	: Gastropoda (Cuvier, 1795)
Subclass	: Caenogastropoda (Cox, 1960)
Ordo	: Architaenioglossa
Superfamily	: Ampullarioidea

Famili : Ampullariidae (Gray, 1824)
 Genus : *Pila* (Roding, 1798)
 Spesies : *Pila saxeae* (Reeve, 1856)



Gambar 10. Deskripsi morfologi *Pila saxeae*
 (Sumber: Dokumentasi pribadi, 2026)

Ukuran morfologi: (a) Panjang cangkang 14,3 mm, (b) Lebar cangkang 8,4 mm, (c) Apex ke ujung atas body whorl 8,6 mm, (d) *Body whorl* 11,4 mm, (e) Panjang *aperature* 9,1 mm, (f) lebar *aperature* 3,6 mm, (g) Panjang operculum 5,7 mm, (h) lebar operculum 3,4 mm.

Deskripsi morfologi luar: Cangkang *Pila saxeae* berukuran besar dan tebal, dengan bentuk *subglobose*, sehingga tampak membulat dan kokoh. Cangkang tersusun atas putaran (*whorl*) yang berputar secara *spiral* dengan arah putaran *dextral*. Bagian *apex* terletak di puncak cangkang, dan *apex* berbentuk tumpul, *Spire* terlihat pendek dan tidak terlalu menonjol dibandingkan *body whorl*. Batas antar putaran cangkang ditandai oleh suture yang terlihat jelas. Bagian *aperture* berbentuk oval lebar dan memanjang, dengan bukaan yang cukup besar. Tepi *outer lip* tampak tebal, halus, dan melengkung sedikit ke luar. *Columella* berkembang baik, tampak padat dan melengkung ke arah dalam. *Umbilikus* terlihat sempit hingga hampir tertutup, menandakan pematangan pertumbuhan cangkang pada bagian basal. Pada bagian *posterior aperture* terdapat *posterior canal* yang pendek dan tidak terlalu menonjol. Saluran ini terlihat jelas namun tidak berkembang panjang. Warna cangkang terlihat cokelat tua hingga ada kehitaman pada bagian luar, sedangkan bagian dalam *aperture* berwarna lebih terang dengan corak kecokelatan hingga kekuningan.

Distribusi geografis dan Habitat: Spesies *Pila saxeae* tercatat keberadaannya pada berbagai habitat wilayah perairan air tawar di Thailand (Ng et al., 2017). Berdasarkan hasil penelitian di lokasi penelitian, *Pila saxeae* ditemukan pada Stasiun 1 dan Stasiun 2, namun tidak dijumpai pada Stasiun 3. *P. saxeae* dijumpai di bagian tepian sungai dan dasar perairan dangkal dengan substrat berupa lumpur yang bercampur pasir dan batuan kecil. Substrat tersebut menyediakan media yang sesuai bagi aktivitas merayap, mencari makan, serta perlindungan dari arus. Pola distribusi ini menunjukkan bahwa *Pila saxeae* memiliki preferensi terhadap habitat perairan yang lebih tenang dan kurang sesuai terhadap kondisi perairan dengan arus yang lebih kuat. Hasil dari data pengukuran parameter lingkungan terdapat nilai suhu air pada Stasiun 1 dan Stasiun 2 masing-masing sebesar 25,5°C dan 26,6°C. Kisaran suhu ini tergolong stabil dan sesuai untuk mendukung aktivitas fisiologis gastropoda air tawar (Countant, 1975; Schmitt et al., 2024). Nilai pH perairan pada Stasiun 1 dan 2 berada pada kisaran 7,85 dan 7,33, menunjukkan kondisi netral hingga sedikit basa. Kondisi pH tersebut mendukung proses metabolisme dan pembentukan cangkang *P. saxeae*. Pada Stasiun 3, pH perairan tercatat sebesar 7,90, yang masih dalam kisaran toleransi, namun faktor lingkungan lain diduga lebih berpengaruh terhadap ketidakhadiran spesies ini. Kandungan oksigen terlarut (DO) pada Stasiun 1 dan 2 masing-masing sebesar 12,86 mg/L dan 8,14 mg/L yang menunjukkan kondisi perairan dengan kualitas oksigen yang baik untuk mendukung respirasi organisme benthik. Meskipun nilai DO di Stasiun 3 lebih tinggi 13,44 mg/L, kecepatan arus yang berbeda diduga menjadi faktor pembatas utama. Kecepatan arus di Stasiun 1 dan 2 masing-masing sebesar 0,065 m/s dan 0,084 m/s, tergolong lebih lambat dibandingkan Stasiun 3 yang memiliki kecepatan arus sebesar 0,328 m/s. Arus yang lebih cepat pada Stasiun 3 diduga menyulitkan *P. saxeae* untuk mempertahankan posisi di dasar perairan. Hal ini menunjukkan bahwa spesies

ini memiliki kemampuan adaptasi terhadap arus yang relatif tenang atau lambat. Kecerahan air pada Stasiun 1 dan 2 masing-masing sebesar 23 cm dan 15 cm, menunjukkan kondisi perairan yang relatif lebih keruh dan terlindung (Olkeba et al., 2020; Savic et al., 2016), sehingga mendukung keberadaan *P. saxea* yang cenderung menghindari paparan cahaya berlebih. Sebaliknya, kecerahan air di Stasiun 3 mencapai 45 cm, yang mencerminkan perairan lebih terbuka dan dinamis. Secara keseluruhan, kombinasi suhu air yang lebih stabil, pH netral, oksigen terlarut yang memadai, kecerahan air yang lebih rendah, serta kecepatan arus yang relatif lambat pada Stasiun 1 dan 2 menjadikan kedua stasiun tersebut sebagai habitat yang lebih sesuai bagi *Pila saxea*. Tidak ditemukannya spesies ini pada Stasiun 3 menunjukkan bahwa perbedaan kondisi fisik perairan, khususnya suhu dan kecepatan arus, berperan penting dalam menentukan distribusi lokal *P. saxea* di perairan lokasi penelitian.



Gambar 11. Spesies *Pila saxea* di lokasi penelitian
(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2026)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di tiga titik stasiun pengamatan di perairan lotik Desa Setarap, berhasil diidentifikasi terdapat lima spesies gastropoda air tawar yang ditemukan yaitu, *Sulcospira testudinaria*, *Clea nigricans*, *Filopaludina javanica*, *Pila saxea*, dan *Radix rubiginosa*. Spesies *Sulcospira testudinaria* dan *Clea nigricans* hanya ditemukan pada stasiun 1. Hasil analisis morfometri masing-masing spesies menunjukkan adanya variasi karakter morfologi melalui bentuk dan ukuran cangkang, jumlah whorl, bentuk aperture, serta ukuran operkulum, struktur bagian puncak dan dasar cangkang yang menjadi dasar dalam proses identifikasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing atas bimbingan dan arahnya selama penelitian ini berlangsung. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada pihak Universitas Borneo Tarakan yang telah memberikan izin untuk melakukan.

DEKLARASI

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

DAFTAR PUSTAKA

- Amanda, M. Z., Hasri, I., Damora, A., Hidayat, T., & Farazillah, M. (2022). Keanekaragaman jenis moluska di Hulu Sungai Peusangan, Aceh Tengah. *Mahseer*, 5(2), 22–29.
- Atapaththu, K. S. S. (2023). Ecological significance of aquatic macroinvertebrates in headwater streams. *Journal of Tropical Forestry and Environment*, 13(02), 1–9. <https://content.ces.ncsu.edu>
- Azizah, L. A. (2021). *Keanekaragaman makrozoobentos di Sungai Ngrowo Kabupaten Tulungagung*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Bidat, A., Al-Asif, A., Rajae, A. H., & Hamli, H. (2023). Freshwater gastropod diversity in the selected lotic environment, Betong, Sarawak, Borneo. *Malaysian Applied Biology*, 52(5), 81–93. <https://doi.org/10.55230/mabjournal.v52i5.fisas08>
- Countant, C. (1975). *Thermal effects on aquatic organisms*. Union Carbide Corporation.

- Degani, G., Herbst, G. N., Bromley, H. J., Levanon, D., Netzer, Y., Harari, N., & Glazman, H. (1993). Relationship between current velocity, depth and the invertebrate community in a stable river system. *Hydrobiologia*, 236, 163–172.
- Gheoca, V., Benedek, A. M., & Schneider, E. (2023). Taxonomic and functional diversity of land snails reflects habitat complexity in riparian forests. *Scientific Reports* 2023 13:1, 13(1), 9808-. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-36896-6>
- Lago, E. A., Ramadhan, A., & Sutrisnawati, S. (2024). Diversity and density of freshwater gastropods and its utilization as learning media in The Lake Lindu Sigi Regency. *Equator Science Journal*, 2(3), 162–167. <https://doi.org/10.61142/esj.v2i3.143>
- Leung, J. Y. S., Zhang, S., & Connell, S. D. (2022). Is ocean acidification really a threat to marine calcifiers? A systematic review and meta-analysis of 980+ studies spanning two decades. *Small*, 18(35), 2107407. <https://doi.org/10.1002/sml.202107407>;website:website:pericles;requestedjournal:journal:16136829;wgrou p:string:publication
- Liu, J., Zhang, C., Yu, H., Fu, Z., Xie, H., Wang, Y., Zhao, B., Li, Q., Kuang, K., & Lin, H. (2025). Metabolic activity of invasive apple snails negatively affects the survival of native benthic snail in mangrove. *Biology*, 14(2). <https://doi.org/10.3390/biology14020141>
- Marshall, D. J., Rezende, E. L., Baharuddin, N., Choi, F., & Helmuth, B. (2015). Thermal tolerance and climate warming sensitivity in tropical snails. *Ecology and Evolution*, 5(24), 5919. <https://doi.org/10.1002/ECE3.1785>
- Marwoto, R. M., Heryanto, Isnaningsih, N. R., Mujiono, N., Alfiah, & Prihandini, R. (2020). *Moluska Jawa* (1st ed.). Penerbit IPB Press.
- Marwoto, R. M., & Isnaningsih, N. R. (2012). The freshwater snail genus *Sulcospira* Troschel, 1857 from Java, with description of a new species from tasikmalaya, west java, indonesia (mollusca: gastropoda: pachychilidae). *The Raffles Bulletin of Zoology*, 60(1), 1–10.
- Min, F., Wang, J., Liu, X., Yuan, Y., Guo, Y., Zhu, K., Chai, Z., Zhang, Y., & Li, S. (2022). Environmental factors affecting freshwater snail intermediate hosts in shenzhen and adjacent region, South China. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 7(12), 426. <https://doi.org/10.3390/tropicalmed7120426/s1>
- Ng, T. H., Dulipat, J., Foon, J. K., Lopes-Lima, M., Zieritz, A., & Liew, T. S. (2017). A preliminary checklist of the freshwater snails of Sabah (Malaysian Borneo) deposited in the borneensis collection, Universiti Malaysia Sabah. *ZooKeys*, 673, 105–123. <https://doi.org/10.3897/ZOOKEYS.673.12544>
- Nugroho, B. A., & Putri, E. A. W. (2024). Molluscan diversity the mangrove ecosystem of Tarakan Island Indonesia. *BIOMA: Jurnal Ilmiah Biologi*, 13(1), 50–68. <https://doi.org/10.26877/bioma.v13i1.661>
- Olkeba, B. K., Boets, P., Mereta, S. T., Yeshigeta, M., Akessa, G. M., Ambelu, A., & Goethals, P. L. M. (2020). Environmental and biotic factors affecting freshwater snail intermediate hosts in the Ethiopian Rift Valley region. *Parasites & Vectors*, 13(1), 292. <https://doi.org/10.1186/S13071-020-04163-6>
- Parker, L. M., Ross, P. M., O'Connor, W. A., Pörtner, H. O., Scanes, E., & Wright, J. M. (2013). Predicting the response of molluscs to the impact of ocean acidification. *Biology*, 2(2), 692. <https://doi.org/10.3390/biology2020651>
- Prasetyo, S., Permatasari, R. E., & Prabowo, R. (2025). Nutritional potential of freshwater snails (*Pila ampullacea*) from lake rawapening for sustainable food security. *BIO Web of Conferences*, 196. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202519605005>
- Purnama, M., Salwiyah, S., & Nadia, L. O. A. R. (2022). Diversitas gastropoda perairan tawar Kabupaten Konawe Utara, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Perikanan Unram*, 12(3), 365–377. <https://doi.org/10.29303/jp.v12i3.334>
- Ramagita, M. A., & Cahyaningrum, D. C. (2023). Kajian struktur komunitas gastropoda pasca pengembangan aktivitas pariwisata di Sungai Senjoyo. *Jurnal Natur Indonesia*, 21(2), 124–133.
- Savic, A., Randelovic, V., Dordevic, M., & Pesic, V. (2016). Assemblages of freshwater snails (mollusca: gastropoda) from the Nišava River, Serbia: ecological factors defining their structure and spatial distribution. *Acta Zoologica Bulgarica*, 68.
- Schmitt, K. E., Beuzen-Waller, T., Schmidt, C., Proctor, L., Lindauer, S., Gey, C. J., Pietsch, D., & Schöne, B. R. (2024). *Melanoides tuberculata* and *zootecus insularis* gastropod shells provide a snapshot into past

- hydroclimatic conditions of arid environments: New perspectives from Oman. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 655, 112542. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2024.112542>
- Spyra, A. (2017). Acidic, neutral and alkaline forest ponds as a landscape element affecting the biodiversity of freshwater snails. *The Science of Nature*, 104(9), 73-. <https://doi.org/10.1007/S00114-017-1495-z>
- Wahyuni, S., Yolanda, R., & Anthonius Purnama, A. (2015). Struktur komunitas gastropoda (moluska) di perairan bendungan menaming Kabupaten Rokan Hulu Riau. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa FKIP Prodi Biologi*, 1(1), 1–5.
- Yusal, M. S., & Hasyim, A. (2022). Kajian kualitas air berdasarkan keanekaragaman meiofauna dan parameter fisika-kimia di pesisir Losari, Makassar. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(1), 45–57. <https://doi.org/10.14710/jil.20.1.45-57>