

Identifikasi dan Deskripsi morfologi *Parmarion Martensi* dikawasan Hutan Lindung Gunung Selatan Pulau Tarakan

The Identification and Morphological Description of *Parmarion martensi* in The Protected Forest Area of The Southern Tip of Tarakan

Lisdawati, Bimo Aji Nugroho, Nursia

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: lisdawatidaa@gmail.com, Telp: +6285348086541

Submit : 17 Maret 2026 Revisi : 20 April 2026 Diterima : 12 Juni 2026

ABSTRACT

The absence of data regarding slug distribution in the Kalimantan region presents a challenge amid ongoing deforestation. Slugs function as decomposers within the environment; recognising their presence facilitates the conservation of both the species and their habitat. This research seeks to identify and delineate the morphological traits, as well as investigate the environmental preferences of semi-slug species in the Gunung Selatan Protected Forest area of Tarakan City. The study was executed between November and December 2025 at four observation sites, each comprising a rectangle of 20x20 metres. The research findings revealed the occurrence of nine individuals of the shell-less gastropod species *Parmarion martensi*, belonging to the family Ariophantidae, at all sites. Morphological study reveals unique adaptive traits characterised by diminished internal shells safeguarded by an expansion of the mantle tissue, which constitutes approximately 40% of the whole-body length. The anatomical composition of *Parmarion martensi* is pliable and mucilaginous to mitigate the likelihood of evaporative desiccation. Measurements of abiotic factors revealed a temperature range of 25.8–29.5°C, air humidity of 84.8–94% RH, light intensity of 226–911 lux, and soil pH of 5.2–6.0. The occurrence of *P. martensi* exhibited a robust correlation with microhabitat quality; the species thrived in environments characterised by cool, highly humid, and shaded conditions (Stations 1 and 3), whereas its prevalence was markedly diminished in regions with elevated ambient temperatures and intense light exposure (Station 4). These discoveries provide crucial preliminary scientific data regarding the bioecology and diversity of shell-less gastropods inside the Tarakan tropical forest ecosystem.

Key word: Morphology, *Parmarion martensi*, Shell-less Snails, South Mountains, Gastropoda

ABSTRAK

Ketersediaan data mengenai distribusi siput di wilayah Kalimantan menjadi tantangan di tengah deforestasi yang sedang berlangsung. Siput tanah berfungsi sebagai pengurai dalam lingkungan; mengenali keberadaan mereka memfasilitasi konservasi baik spesies maupun habitat mereka. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mendelineasi ciri-ciri morfologi, serta menyelidiki preferensi lingkungan dari spesies semi-slug di kawasan Hutan Lindung Gunung Selatan Kota Tarakan. Studi ini dilaksanakan antara November dan Desember 2025 di empat lokasi pengamatan, masing-masing terdiri dari persegi panjang berukuran 20x20 meter. Temuan penelitian mengungkapkan keberadaan sembilan individu spesies gastropoda tanpa cangkang *Parmarion martensi*, yang termasuk dalam keluarga Ariophantidae, di semua lokasi. Studi morfologi mengungkapkan ciri-ciri adaptif unik yang ditandai dengan cangkang internal yang menyusut dilindungi oleh perluasan jaringan mantel, yang membentuk sekitar 40% dari panjang seluruh tubuh. Komposisi anatomi *Parmarion martensi* bersifat lentur dan berlendir untuk mengurangi kemungkinan pengeringan akibat penguapan. Pengukuran faktor abiotik mengungkapkan rentang suhu 25,8–29,5°C, kelembapan udara 84,8–94% RH, intensitas cahaya 226–911 lux, dan pH tanah 5,2–6,0. Keberadaan *P. martensi* menunjukkan korelasi yang kuat dengan kualitas mikrohabitat; spesies ini berkembang di lingkungan yang ditandai dengan kondisi sejuk, sangat lembab, dan teduh (Stasiun 1

dan 3), sedangkan prevalensinya menurun secara signifikan di daerah dengan suhu ambient yang tinggi dan paparan cahaya yang intens (Stasiun 4). Penemuan-penemuan ini memberikan data ilmiah awal yang penting mengenai bioekologi dan keanekaragaman gastropoda tanpa cangkang di dalam ekosistem hutan tropis Tarakan.

Kata Kunci: Morfologi, *Parmarion martensi*, Siput Tanpa Cangkang, Gunung Selatan, Gastropoda

PENDAHULUAN

Mollusca merupakan salah satu filum hewan dengan tingkat keanekaragaman yang tinggi, dengan lebih dari 85.000 spesies yang telah dideskripsikan, di mana sekitar 80% termasuk dalam kelas Gastropoda. Diperkirakan terdapat sekitar 3.000 spesies siput laut tanpa cangkang di dunia (Kocot et al., 2016; Vilanova, 2014), sementara jumlah spesies siput darat tanpa cangkang masih belum diketahui secara pasti. Kelompok ini menunjukkan kemampuan adaptasi morfologis yang tinggi terutama dalam memanfaatkan habitat lembab. Adaptasi tersebut memberikan keuntungan ekologis seperti peningkatan mobilitas, penurunan ketergantungan terhadap kalsium, serta kemampuan mengakses mikrohabitat seperti celah batu dan kayu lapuk.

Indonesia memiliki keanekaragaman gastropoda tergolong tinggi, termasuk siput darat dan bekicot (Mujiono, 2019). Namun studi mengenai siput tanpa cangkang secara umum masih terbatas di Indonesia, penelitian yang ada masih menyebar di luar Indonesia dan banyak pada sea slugs (Andrimida & Hermawan, 2019; Mitchueachart et al., 2024; Toso et al., 2025) dan hanya berfokus pada Kawasan Jawa dan Sulawesi (Marzuki et al., 2021; Mujiono, 2019). Penting untuk menambah area cakupan penelitian untuk memperluas informasi terkait persebaran slug khususnya di wilayah Kalimantan. Secara ekologi slug berperan penting dalam proses dekomposisi serasah dan siklus nutrisi. Dengan mengetahui persebaran slug kita akan lebih mudah melakukan konservasi jika hewan tersebut terancam atau melakukan antisipasi kerusakan lingkungan jika spesies tersebut sudah mengganggu ekosistem atau pertanian.

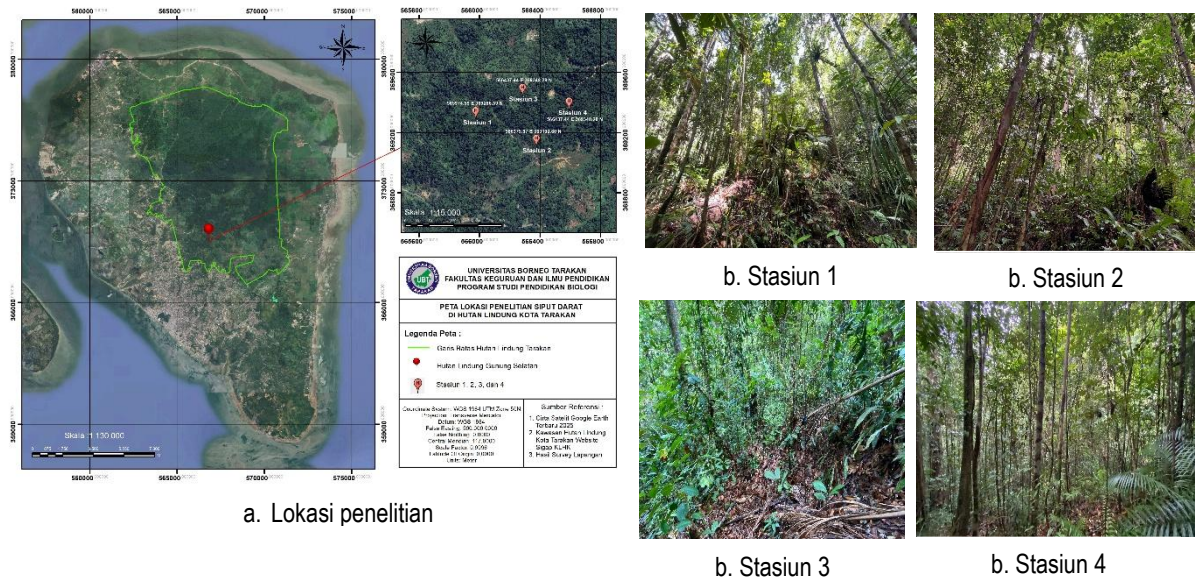
Pulau Tarakan memiliki beberapa tipe ekosistem mulai dari pesisir sampai dengan hutan. Penelitian yang khusus mengkaji keanekaragaman fauna sudah pernah dilakukan mulai dari ikan (Haryono, 2023), kepiting (Silva, 2024) dan gastropoda (Nugroho & Putri, 2024). Secara khusus Hutan Lindung Gunung Selatan merupakan ekosistem yang bercirikan vegetasi lebat dan kelembaban tinggi. Studi sebelumnya melaporkan parameter lingkungan dengan rentang 28,4-33,4°C, kelembapan 58,2-89,7%, pH 6,2-6,3 serta intensitas cahaya 252-2970 lux (Palungana et al., 2024). Beberapa penelitian yang fauna yang pernah dilakukan di hutan gunung Selatan seperti cacing (Palungana et al., 2024) dan udang (Nugroho et al., 2025). Oleh sebab itu penting untuk menambah kajian khusus hewan aboreal khususnya Siput tanpa cangkang. Selain karena fungsi slug sebagai dekomposer dalam rantai makanan, penelitian berusaha menambah data persebaran slug di Indonesia khususnya Kalimantan.

Keterbatasan data slug di Indonesia memberikan kita keterbatasan untuk melakukan manajemen pengelolaan sumberdaya. Selain itu semakin menyempitnya ekosistem akan berdampak pada hilangnya spesies, data slug di gunung Selatan akan menambah keanekaragaman yang ada di lokasi penelitian. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mendeskripsikan morfologi gastropoda tanpa cangkang serta menganalisis dengan parameter lingkungan, seperti kelembaban, intensitas cahaya, dan pH tanah. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi awal terhadap data keanekaragaman gastropoda tanpa cangkang di Kalimantan serta mendukung upaya konservasi ekosistem hutan tropis.

MATERI DAN METODE

Lokasi penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November sampai dengan Desember 2025, di kawasan hutan lindung Gunung Selatan Pulau Tarakan. Pengambilan sampel dilakukan pada 4 stasiun pengamatan yang telah ditentukan, Stasiun 1 (3.340404°N, 117.59813°E), stasiun 2 (3.340286°N, 117.596246°E), stasiun 3 (3.340356°N, 117.596182°E) dan stasiun 4 (3.341040°N, 117.594690°E) (Gambar 1). Pada setiap stasiun dibuat 1 plot dengan ukuran 20x20m, sebanyak 3 orang peneliti melakukan pencarian spesies secara menyeluruh pada seluruh substrat seperti serasah daun, batang kayu lapuk, bawah bebatuan, serta pada batang dan permukaan pohon yang lembab. Spesies yang ditemukan dimasukkan ke dalam botol sampel yang telah diberi label dan alkohol, total sampel yang didapatkan dalam penelitian sebanyak 9 individu. Pada setiap stasiun dilakukan pengukuran parameter lingkungan seperti (suhu, pH tanah, kelembaban udara dan tanah, serta intensitas cahaya).



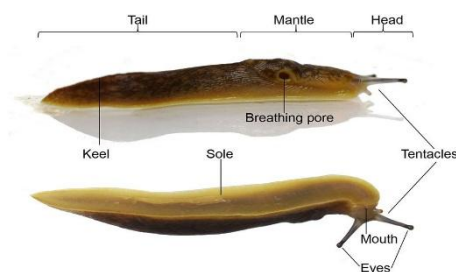
Gambar 1. Lokasi penelitian siput tanpa cangkang di kawasan hutan lindung gunung selatan, a. lokasi penelitian, b. stasiun penelitian

Prosedur Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan pada pagi hingga sore hari dengan melakukan penelusuran pada setiap plot. Pada setiap plot, tiga orang peneliti melakukan pencarian secara menyeluruh pada berbagai substrat, seperti serasah daun, kayu lapuk, serta batang dan permukaan pohon yang lembap. Proses identifikasi spesies dilakukan secara morfologis dengan mengacu pada literatur ilmiah (Grimm et al., 2009; Thomas et al., 2010). Pengukuran spesies menggunakan jangka sorong digital dengan toleransi 0,1 mm. Karakter yang diamati meliputi bentuk tubuh, warna, struktur mantel, keberadaan dan posisi cangkang, ukuran tubuh, serta karakter tentakel dan kaki. Hasil pengamatan kemudian dibandingkan dengan deskripsi taksonomi untuk menentukan klasifikasi hingga tingkat spesies.

Analisis Data

Analisis dilakukan dengan mendeskripsikan karakter morfologi spesies yang ditemukan dengan mengamati karakter tubuh dari siput tanpa cangkang. Setiap individu diukur mulai dari Panjang tubuh, lebar tubuh, Panjang mantel, dan Panjang tentakel. 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)



Gambar 2. Morfologi Siput Tanpa Cangkang

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan selama bulan November 2025 diperoleh 1 spesies siput tanpa cangkang di Kawasan Hutan Lindung Gunung Selatan, yang ditemukan pada setiap stasiun dan plot penelitian.

Total individu yang diperoleh sebanyak 9 individu, setiap individu diukur mengikuti standar yang sudah di tentukan (Tabel 2).

Tabel 1. Data *Parmarion martensi* di setiap stasiun pengamatan

No.	Nama Spesies	Stasiun			
		1	2	3	4
1	<i>Parmarion martensi</i>	3 individu	2 individu	3 individu	1 individu

Perbedaan distribusi *Parmarion martensi* di lokasi penelitian sangat di pengaruhi oleh perbedaan parameter abiotic pada setiap stasiun. *Parmarion martensi* cenderung mendiami habitat dengan mikrohabitat yang sejuk, teduh, dan berkelembaban tinggi guna meminimalisasi risiko paparan sinar matahari langsung. Hal ini dibuktikan pada stasiun 1 dan 3 dengan populasi (masing-masing 3 individu), hal ini karena kondisi lingkungan yang sangat ideal dengan kelembaban udara (93–93,2% RH), tanah (4–4,5%), dengan suhu (25,8–27,2°C) serta intensitas cahaya yang rendah (226–394 lux). Sebaliknya, stasiun 4 merepresentasikan zona dengan parameter abiotik tertinggi bagi *Parmarion martensi*, ditandai dengan lonjakan intensitas cahaya (911 lux), peningkatan suhu secara signifikan (29,5°C), dan penurunan drastis pada kelembaban udara (84,8% RH). Kombinasi faktor abiotik ini secara logis menekan tingkat kehadiran spesies (1 individu) akibat tingginya laju penguapan cairan tubuh, terlepas dari kondisi pH tanahnya (pH 6) yang sebenarnya lebih netral dibandingkan stasiun lainnya.

Tabel 2. Data analisis morfologi *Parmarion martensi*

No.	Parameter morfologi	Rata-rata (Mean)	Standar Deviasi (SD)
1	Panjang tubuh (mm)	23,4 mm	3,8 mm
2	Lebar tubuh (mm)	11,6 mm	1,5 mm
3	Panjang mantel (mm)	9,4 mm	2,1 mm
4	Lebar mantel (mm)	8,2 mm	1,2 mm
5	Panjang tentakel (mm)	2,2 mm	0,9 mm

Analisis morfologi terhadap 9 individu *Parmarion martensi* mengindikasikan dimensi tubuh berukuran sedang dengan rata-rata panjang 23,4 mm dan lebar 11,6 mm, di mana tingginya parameter panjang tubuh (SD 3,8 mm) merepresentasikan adanya perbedaan usia. Karakteristik adaptasi teramati melalui dimensi mantelnya (panjang 9,4 mm dan lebar 8,2 mm) yang mendominasi sekitar 40% dari total panjang tubuh; secara anatomi dan fungsional perluasan jaringan mantel ini mengkompensasi ketiadaan cangkang utuh dengan berperan sebagai proteksi mekanis utama bagi massa viseral bagian dorsal. Di sisi lain, parameter organ sensorik berupa tentakel mencatatkan nilai rata-rata 2,2 mm dengan standar deviasi (SD 0,9 mm), secara biologis maupun metodologis sangat logis mengingat sifat dasar jaringan otot tentakel gastropoda yang sangat retraktil dan hipersensitif terhadap stres mekanis selama prosedur pengukuran berlangsung.

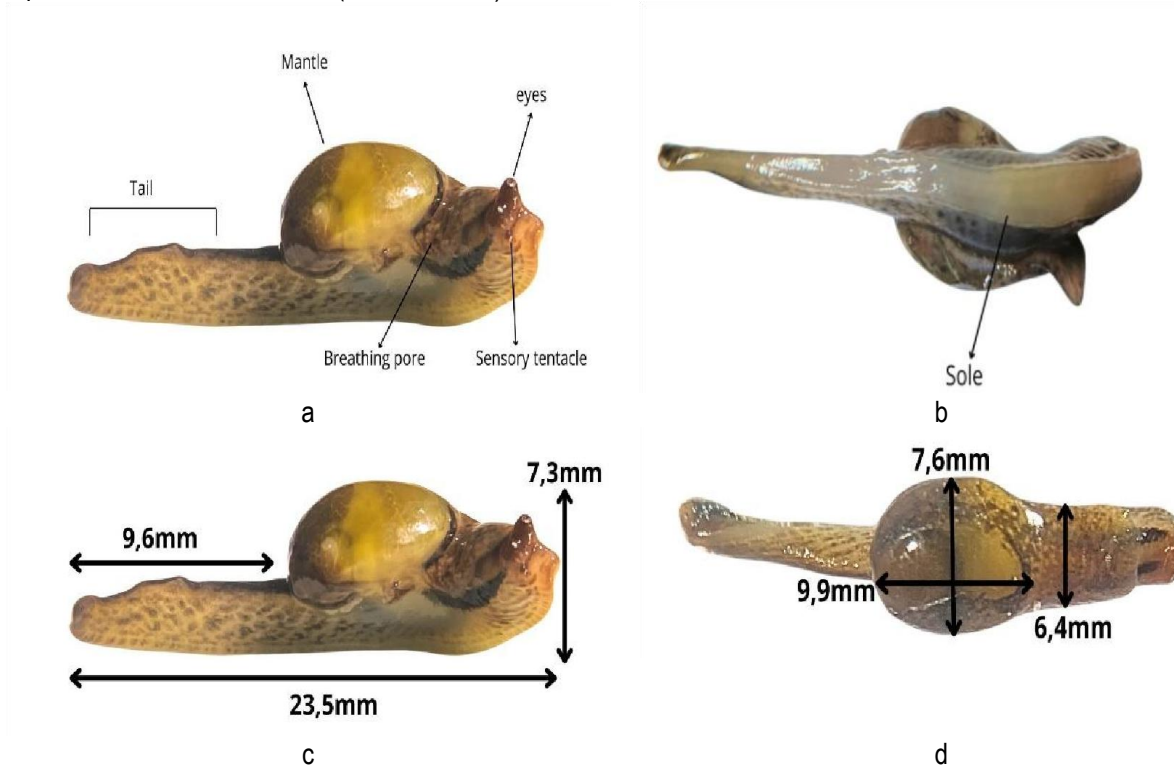
Tabel 3. Data Parameter Abiotik

No.	Parameter Abiotik	Stasiun			
		1	2	3	4
1.	Intensitas Cahaya	226 lux	644 lux	394 lux	911 lux
2.	pH Tanah	5,3	5,4	5,2	6
3.	Suhu	25,8°C	26,5°C	27,2°C	29,5°C
4.	Kelembaban Udara	93%RH	94,0%RH	93,2%RH	84,8%RH
5.	Kelembaban Tanah	4%	3,5%	4,5%	3,5

Parameter abiotik pada keempat stasiun pengamatan menunjukkan gradien kualitas mikrohabitat yang menjadi faktor adaptasi bagi spesies gastropoda tanpa cangkang. Stasiun 1 dan 3 teridentifikasi sebagai habitat yang ideal, hal ini ditandai dengan tingginya kelembaban udara (93–93,2% RH) dan tanah (4–4,5%), dengan suhu (25,8–27,2°C) serta rendahnya intensitas cahaya (226–394 lux) guna menekan laju penguapan cairan dari permukaan tubuh hewan. Berlawanan dengan stasiun 4 yang menunjukkan kondisi habitat yang lebih berbeda dengan tingginya suhu lingkungan (29,5°C), paparan cahaya terik (911 lux), dan kelembaban udara (84,8% RH), menciptakan lingkungan yang lebih hangat dan membatasi kelangsungan hidup spesies. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada ke 4 stasiun pengamatan diperoleh 1 spesies siput tanpa cangkang yaitu *Parmarion martensi* spesies ini memiliki karakteristik cangkangnya yang tereduksi.

Kingdom: Animalia

Filum : Mollusca
 Kelas : Gastropoda
 Ordo : Stylommatophora
 Famili : Ariophantidae
 Genus : Parmarion
 Spesies : *Parmarion martensi* (Simroth, 1893)



Ukuran morfologi: (a) Ukuran panjang badan *slug* ini 23,5mm dengan (b) lebar jarak dari mantel ke ujung belakang 9,6mm, (c) tinggi badan 7,3 dan (d) lebar badan 6,4mm, (e) panjang mantel 9,9mm. (f) lebar mantel 7,6mm.

Waktu pengambilan sampel: Tarakan, kawasan Hutan Gunung selatan, pada stasiun 1 sampai dengan stasiun 4, pengambilan sampel dilakukan pada bulan November sampai desember 2025 pada pagi hari sampai sore hari.

Deskripsi: *Parmarion martensi* adalah filum moluska dari Ordo Stylommatophora yang diklasifikasikan sebagai siput semi-telanjang (semi *slug*) yang termasuk ke dalam subfamili Ostracolethinae dengan cangkang kecil tereduksi dan tertutup mantel (Cowie et al., 2018) dan termasuk dalam famili Ariophantidae. Ciri morfologi utamanya berpusat pada sifat cangkangnya yang tereduksi. Cangkang pada *Parmarion martensi* sangat kecil, tipis, dan pipih dan terdapat di dalam jaringan tubuh (internal) yang tertutup oleh mantel sehingga tidak terlihat dari luar. Tubuh *Parmarion martensi* ini lunak, memanjang, dan fleksibel yang meruncing ke arah ekor. Permukaan kulitnya halus dan licin karena diselubungi lapisan lendir (mukus) yang tebal. Di bagian kepala *Parmarion martensi* memiliki dua pasang tentakel yang merupakan ciri khas Ordo Stylommatophora. sepasang tentakel optik yang lebih panjang berfungsi sebagai mata dan terletak di atas sementara sepasang tentakel labial yang lebih pendek di bawah berfungsi sebagai peraba. Kedua pasang tentakel ini bersifat retraktil (dapat ditarik masuk). Radula pada *slug* sebagai alat makan yang terletak di dalam rongga mulut dan tersusun atas pita fleksibel yang dipenuhi gigi dengan ukuran mikroskopis. Bagian anterior punggung ditutupi oleh mantel yang relatif besar sebagai pelindung cangkang internal dan organ penting. Warna tubuh spesies ini cenderung kusam dan coklat muda, krem, atau bening/transparan. Pada bagian mantel terdapat pneumostome, yaitu lubang pernapasan sebagai tempat pertukaran gas secara efisien di lingkungan yang lembab. Pada bagian Tail Pergerakan *slug* dilakukan menggunakan kaki Foot muskular lebar yang merayap di atas permukaan, kaki merupakan bagian ventral tubuh

slug yang berotot dan berfungsi sebagai alat gerak utama. dengan bantuan sekresi lendir (mucus) yang berperan penting dalam mengurangi gesekan, menjaga kelembaban tubuh serta melindungi *slug* dari ancaman lingkungan dan predator.

Distribusi geografis: *Parmarion martensi* memiliki persebaran yang luas mulai dari Jawa (Prasetya, 2025), Sabah (Schilthuizen, 2008), Cambodia, Laos, Malaysia and Singapore (Inkhavilay et al., 2019) Hawaii (Hollingsworth et al., 2007).

Habitat: Siput tanpa cangkang *Parmarion martensi* menunjukkan preferensi habitat pada berbagai mikrohabitat meliputi serasah daun, batang kayu lapuk, serta permukaan batang pohon yang lembap (Brodie et al., 2014). Habitat ini sangat didukung oleh karakteristik Hutan Lindung Gunung Selatan yang memiliki tingkat kerapatan vegetasi pepohonan yang sangat tinggi. Tutupan kanopi yang rapat berfungsi mereduksi intensitas cahaya matahari yang mencapai permukaan tanah (Majasalmi & Rautiainen, 2020). Hal ini mampu mempertahankan tingginya kelembaban udara serta menjaga stabilitas suhu lingkungan. Kondisi lingkungan yang teduh, sejuk, dan lembap ini merupakan prasyarat mutlak yang mendukung aktivitas dan keberlangsungan hidup *P. martensi* guna meminimalisasi risiko kehilangan cairan tubuh. Secara keseluruhan, *P. martensi* mampu beradaptasi di keempat stasiun pengamatan, yang direpresentasikan oleh rentang parameter lingkungan berupa suhu 25,8–29,5°C. Suhu panas antara 26–30°C merupakan pemicu stres serta memperlambat pertumbuhan, jika suhu mendekati 30°C siput umumnya akan menjadi tidak aktif melakukan estivasi atau bahkan mati (Majasalmi & Rautiainen, 2020). Kelembaban udara 84,8–94% RH sangat mendukung aktivitas siput. *P. martensi* membutuhkan lingkungan yang sangat lembap (di atas 90% RH) untuk mencegah dehidrasi (Hickford & Schiel, 2011). Siput biasanya aktif di malam hari untuk menghindari dehidrasi dan pemangsaan (Grognez et al., 2025), pada lokasi penelitian intensitas cahaya 226–911 lux jauh lebih tinggi daripada cahaya bulan ini yang menyebabkan jumlah slug yang di dapatkan sedikit dan pada stasiun 4 hanya mendapat 1 individu. Pengukuran pH tanah pada lokasi penelitian menunjukkan rentang 5,2–6,0 yang umumnya dianggap asam, kondisi tersebut umumnya menciptakan lingkungan yang mendukung aktivitas dan kelangsungan populasi siput karena mereka lebih menyukai kondisi lembap dan asam (Spyra, 2017).

KESIMPULAN

Penelitian di kawasan Hutan Lindung Gunung Selatan, Pulau Tarakan, berhasil mengidentifikasi spesies siput tanpa cangkang *Parmarion martensi* dari famili Ariophantidae yang tersebar di empat stasiun pengamatan. Secara morfologis, spesies ini beradaptasi melalui modifikasi cangkang internal tereduksi yang terlindungi oleh jaringan mantel, serta tubuh lunak berlendir untuk mereduksi risiko desikasi. Kelangsungan hidup *P. martensi* mendiami area yang teduh, sejuk, dan kaya bahan organik dengan tingkat kelembaban udara ideal (di atas 90% RH), sementara paparan suhu panas dan cahaya terik menjadi faktor pembatas yang menekan aktivitasnya. Secara keseluruhan, temuan ini menyumbangkan data ilmiah awal mengenai bioekologi, karakteristik habitat, dan keanekaragaman gastropoda tanpa cangkang di ekosistem hutan tropis tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing atas bimbingan dan arahannya 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

Andrimida, A., & Hermawan, R. (2019). Diversity and distribution of sea slugs (Gastropods: Heterobranchia) in Sempu Strait, Indonesia. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1–8. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/391/1/012073>

- Brodie, G., Barker, G. M., Stevens, F., & Fiu, M. (2014). Preliminary re-survey of the land snail fauna of Rotuma: conservation and biosecurity implications. *Pacific Conservation Biology*, 20, 94–107.
- Cowie, R. H., Hayes, K. A., Kim, J. R., Bustamente, K. M., & Yeung, N. W. (2018). *Parmarion martensi* Simroth, 1893 (Gastropoda: Ariophantidae), an intermediate host of *Angiostrongylus cantonensis* (rat lungworm), on Maui. *Bishop Museum Occasional*, 123, 7–10.
- Grimm, F. W., Forsyth, R. G., Schueler, F. W., & Karstad, A. (2009). *Identifying land snails and slugs in Canada: Introduced species and native genera*. Cette publication est aussi. <https://www.researchgate.net/publication/289377614>
- Grognez, V., Landolt, F., Curty, J., & Knop, E. (2025). Slugs hide in the dark: Artificial light at night alters fitness and activity of dominant herbivores with consequences for ecosystem functioning. *IScience*, 28(6). <https://doi.org/10.1016/J.ISCI.2025.112770>
- Haryono, M. G. (2023). Spatial distribution of screening point of pari fish type himantura gerrardi in Tarakan Waters, North Kalimantan. *Samakia*, 14(1), 93–99. <https://journal.ibrahimiy.ac.id/index.php/JSAPI/article/view/3026/1732>
- Hickford, M. J. H., & Schiel, D. R. (2011). Synergistic interactions within disturbed habitats between temperature, relative humidity and UVB radiation on egg survival in a diadromous fish. *PLoS ONE*, 6(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0024318>
- Hollingsworth, R. G., Kaneta, R., Sullivan, J. J., Bishop, H. S., Qvarnstrom, Y., Silva, A. J. da, & Robinson, D. G. (2007). Distribution of *Parmarion cf. martensi* (Pulmonata: Helicarionidae), a new semi slug pest on Hawai 'i Island, and its potential as a vector for human angiostrongyliasis. *Pacific Science*, 61, 457–467.
- Inkhavilay, K., Sutcharit, C., Bantaowong, U., Chanabun, R., Siriut, W., Srisonchai, R., Pholyotha, A., Jirapatrasilp, P., & Panha, S. (2019). Annotated checklist of the terrestrial molluscs from Laos (Mollusca, Gastropoda). *ZooKeys*, 834(834), 1–166. <https://doi.org/10.3897/zookeys.834.28800>
- Kocot, K. M., Aguilera, F., McDougall, C., Jackson, D. J., & Degnan, B. M. (2016). Sea shell diversity and rapidly evolving secretomes: insights into the evolution of biomineralization. *Frontiers in Zoology*, 13(1), 23. <https://doi.org/10.1186/S12983-016-0155-Z>
- Majasalmi, T., & Rautiainen, M. (2020). The impact of tree canopy structure on understory variation in a boreal forest. *Forest Ecology and Management*, 466. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118100>
- Marzuki, M. E. Bin, Liew, T. S., & Mohd-Azlan, J. (2021). Land snails and slugs of Bau limestone hills, Sarawak (Malaysia, Borneo), with the descriptions of 13 new species. *ZooKeys*, 1035, 1–113. <https://doi.org/10.3897/ZOOKEYS.1035.60843>
- Mitchuechart, B., Sutcharit, C., Tongkerd, P., & Panha, S. (2024). Morphological and molecular evidence uncovers hidden species diversity in the leatherleaf slug genus *Valiguna* (Systellommatophora, Veronicellidae) from Thailand. *ZooKeys*, 1212, 79–107. <https://doi.org/10.3897/ZOOKEYS.1212.126624>
- Nugroho, B. A., Umar, H. S., & Palungan, C. J. (2025). Analisis morfometrik udang air tawar *Macrobrachium scabriculum* di daerah aliran Sungai Gunung Selatan Tarakan. *Bioma: Jurnal Biologi Dan Pembelajaran Biologi*, 10(1), 1–13. <https://doi.org/10.32528/BIOMA.V10I1.3000>
- Mujiono, N. (2019). Survei hama keong dan siput pada lahan pertanian di Jawa (Gastropoda: Pulmonata). *Jurnal Moluska Indonesia*, 3(2), 28–34.
- 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>
- Palungana, C. J., Umar, H. S., Nirmala, A. S., & Nugroho, B. A. (2024). Diversity and dominance of earthworms in relation to abiotic factors in the Gunung Selatan Forest of Tarakan Island. *Biological Environment and Pollution*, 4(2), 79–86. <https://doi.org/10.31763/BIOENVIPO.V4I2.826>
- Prasetia, A. G. (2025). The phylogenetic analysis of *Parmarion martensi* Simroth, 1893 collections of the Museum Zoologicum Bogoriense from Java based on Cox1 gene. *Jurnal Moluska Indonesia*, 9(1), 25–32. <https://doi.org/10.54115/jmi.v9i1.120>
- Schilthuizen, M. (2008). The slugs and semislugs of Sabah, Malaysian Borneo (Gastropoda, Pulmonata: Veronicellidae, Rathouisiidae, Ariophantidae, Limacidae, Philomycidae). *Basteria*, 72, 287–306.
- Silva, J. (2024). Analisis keanekaragaman kepiting di kawasan konservasi mangrove dan bekantan (kkmb) Kota Tarakan serta potensinya sebagai sumber belajar biologi [Universitas Borneo Tarakan]. <https://repository.ubt.ac.id/repository/UBT02-10-2024-101148.pdf>
- 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>

- Thomas, A. K., Donnell, R. J. M., Paine, T. D., & Harwood, J. D. (2010). *A field guide to the slugs of Kentucky*. University of Kentucky College of Agriculture.
- Toso, A., Solca, M., Trainito, E., Stifani, M., & Furfaro, G. (2025). Arrivals and departures: exploring sea slug diversity (Mollusca, Gastropoda) in the Salento Peninsula harbours. *Marine Biodiversity*, 55(5), 80-. <https://doi.org/10.1007/S12526-025-01563-8>
- Vilanova, X. M. (2014). Shellfish. *Encyclopedia of Meat Sciences*, 380–387. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384731-7.00082-9>