



Original Article

Keanekaragaman serangga yang terperangkap pada tumbuhan kantong semar (*Nepenthes* spp.: *Nepenthaceae*) di Gunung Samarinda, Aceh Barat Daya, Aceh, Indonesia

Diversity of insects trapped in pitcher plants (*Nepenthes* spp.: *Nepenthaceae*) in Gunung Samarinda, Aceh Barat Daya, Aceh, Indonesia

Restu Fitria¹, Tri Atmowidi², Windra Priawandiputra^{2*}

¹Program Studi Magister Biosains Hewan, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IPB University, Bogor 16680, Indonesia, ²Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IPB University, Bogor 16680, Indonesia

Penulis korespondensi:

Windra Priawandiputra
(priawandiputra@apps.ipb.ac.id)

Diterima: Januari 2025

Disetujui: April 2025

Sitasi:

Fitria R, Atmowidi T, Priawandiputra W. 2025. Keanekaragaman serangga yang terperangkap pada tumbuhan kantong semar (*Nepenthes* spp.: *Nepenthaceae*) di Gunung Samarinda, Aceh Barat Daya, Aceh, Indonesia. *Jurnal Entomologi Indonesia*. 22(3):141–151. DOI: <https://doi.org/10.5994/jei.22.3.141>.

ABSTRAK

Kantong semar *Nepenthes* spp. merupakan tumbuhan insektivora yang mampu menangkap dan mencerna serangga sebagai sumber nutrisi tambahan. Penelitian tentang serangga yang terperangkap pada kantong tumbuhan *Nepenthes* telah dilakukan di beberapa wilayah Indonesia. Namun, penelitian serupa belum pernah dilaporkan di wilayah Aceh Barat Daya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keanekaragaman dan komposisi serangga yang terperangkap dalam kantong tumbuhan *Nepenthes* di Desa Gunung Samarinda, Aceh Barat Daya, Aceh, Indonesia. Penelitian dilakukan dengan metode jelajah secara *purposive sampling* pada bulan Januari–Juli 2024, di sepanjang jalur menuju perkebunan kelapa sawit. Sampel serangga dikumpulkan dari setiap tumbuhan *Nepenthes* yang ditemukan di lokasi penelitian dan diidentifikasi pada tingkat spesies. Hasil penelitian menunjukkan sebanyak 1.740 individu yang termasuk dalam 18 spesies, 12 famili, dan 6 ordo serangga ditemukan dalam kantong *Nepenthes*. Tiga spesies serangga yang paling dominan adalah nyamuk *Aedes aegypti* (Linnaeus) (36,21%), semut *Tetramorium marginatum* Forel (16,90 %), dan semut *Anoplolepis gracilipes* Smith (13,33%). Keanekaragaman serangga tertinggi ditemukan pada kantong dari *Nepenthes rafflesiana*, diikuti oleh *N. gracilis*, dan *N. ampullaria*. Namun, tidak terdapat perbedaan signifikan dalam komposisi serangga antar spesies *Nepenthes*. Temuan ini menunjukkan bahwa *Nepenthes* spp. di lokasi penelitian berfungsi sebagai perangkap alami bagi serangga dengan dominasi spesies tertentu. Keberadaan *Nepenthes* di habitatnya dapat berperan dalam keseimbangan ekosistem, terutama dalam interaksi antara tumbuhan insektivora dan komunitas serangga.

Kata kunci: ekologi, interaksi tumbuhan-serangga, tumbuhan insektivora

ABSTRACT

Pitcher plants *Nepenthes* spp. are insectivorous plants capable of trapping and digesting insects as an additional nutrient sources. Research on insects trapped in the pitchers of *Nepenthes* plants has been conducted in several regions of Indonesia. Unfortunately, similar research has never been reported in the Southwest Aceh region. This study aims to analyze the diversity and composition of insects trapped in the pitchers of *Nepenthes* plants in Gunung Samarinda Village, Southwest Aceh, Aceh, Indonesia. The research was conducted using the exploratory method with purposive sampling from January to July 2024, along the path leading to the oil palm plantation. Insect samples were collected from every *Nepenthes* plant found at the research location and were identified to the species level. The results showed that a total of 1,740 individuals, belonging to 18 species, 12 families, and 6 insect orders, were found in the *Nepenthes* pitchers. The three most dominant insect species were *Aedes aegypti* (Linnaeus) (36.21%), *Tetramorium marginatum* Forel (16.90%), and *Anoplolepis gracilipes* Smith (13.33%). The highest insect diversity was found in pitcher of *Nepenthes rafflesiana*, followed by *N. gracilis*, and *N. ampullaria*. However, there was no significant difference in insect composition among the *Nepenthes* species. These findings indicate

that *Nepenthes* spp. at the research site function as natural traps for insects, with a dominance of certain species. The presence of *Nepenthes* in its habitat can play a role in the ecosystem balance, particularly in the interaction between insectivorous plants and insect communities.

Key words: ecology, insectivorous plants, plant-insect interactions

PENDAHULUAN

Kantong semar (Nepenthaceae: *Nepenthes*) merupakan tumbuhan unik dan langka yang sering dijadikan sebagai tanaman hias (Goh et al. 2020). *Nepenthes* merupakan tumbuhan tropis yang ditemukan di Asia Tenggara, Seychelles, Madagaskar, dan Australia (Moran & Clarke 2010). Tahun 2021 tercatat 80 spesies, atau sekitar 44% dari total 181 spesies *Nepenthes*, ditemukan di Indonesia (Mansur et al. 2021). Sebanyak 39 spesies *Nepenthes* telah dilaporkan berasal dari pulau Sumatera (Hernawati et al. 2022).

Kantong semar dikategorikan sebagai tumbuhan insektivora yang mampu mencerna serangga yang terperangkap dalam organ berbentuk kantong pada ujung daun (Mansur 2012; Anastasia et al. 2018; Putir et al. 2022) untuk memenuhi kebutuhan proteinnya (Handayani 2005; Muryanto & Putri 2023). Organ kantong pada tumbuhan kantong semar memiliki bentuk unik dan beranekaragam dalam ukuran dan warnanya.

Nepenthes memiliki mekanisme unik dalam menjebak mangsa, yaitu menggunakan nektar dan warna kantong yang mencolok (Bennett & Ellison 2009; Farre et al. 2015; Handayani 2022). Dinding kantong *Nepenthes* terdapat kelenjar lilin yang membuat bibir kantong menjadi licin sehingga serangga terperangkap ke dalam kantong (Atikah et al. 2021). Bagian dalam kantong *Nepenthes* terdapat enzim pencernaan yang berperan untuk mengurai mangsa yang terperangkap dan dijadikan sebagai nutrisi (Susanti & Yamin 2017). Tumbuhan ini dapat beradaptasi dengan baik di lingkungan ekstrim dengan tingkat keasaman tinggi dan kandungan unsur hara minim yang pada umumnya tumbuhan lain sulit hidup (Handayani 2021).

Penelitian terkait serangga yang terperangkap dalam kantong tumbuhan *Nepenthes* di Indonesia sudah pernah dilakukan, di antaranya Panda & Gunawan (2017) melaporkan terdapat 8 famili serangga yang terperangkap dalam kantong tumbuhan *N. gracilis* di area Kanal Eks PT. SSI Taman Nasional Sebangau Kalimantan Tengah. Atikah (2021) melaporkan 6 famili serangga yang terperangkap pada kantong atas dan kantong bawah *N. rafflesiana* di Sungai Koran Resort, Sebangau Hulu, Kalimantan. Tarigan et al. (2024) melaporkan bahwa terdapat 10 famili serangga

yang ditemukan dalam kantong tumbuhan *Nepenthes* di Kabupaten Aceh Singkil. Penelitian tentang keanekaragaman serangga yang terperangkap dalam tumbuhan *Nepenthes* di Aceh, khususnya di Aceh Barat Daya, belum pernah dilaporkan sebelumnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan keanekaragaman serangga yang terperangkap pada kantong tumbuhan *Nepenthes* spp. di Desa Gunung Samarinda, Kabupaten Aceh Barat Daya, Aceh, Indonesia.

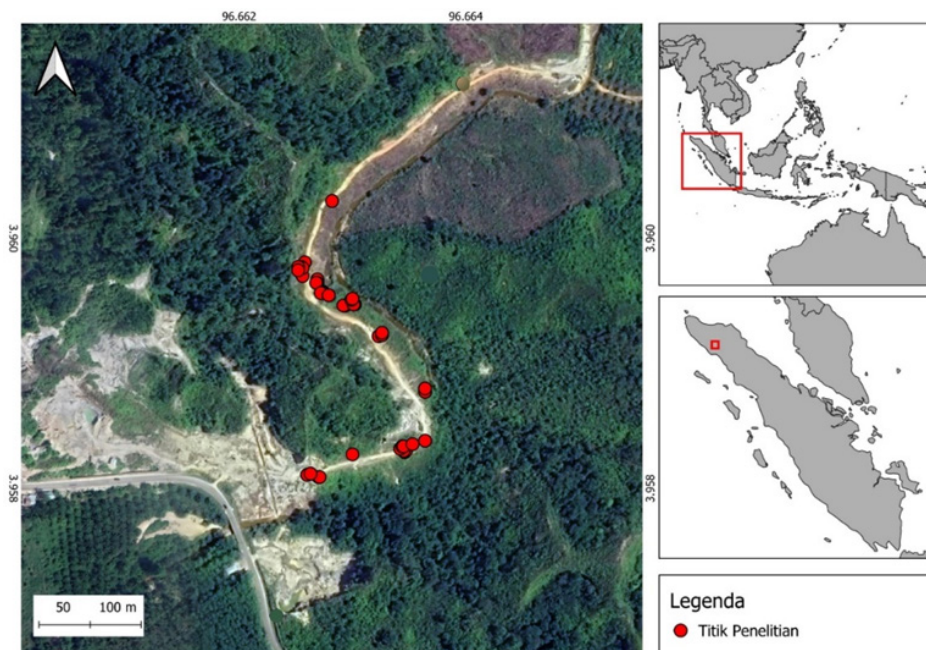
BAHAN DAN METODE

Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian dilakukan pada Januari–Juli 2024 di Desa Gunung Samarinda, Kecamatan Babahrot, Aceh Barat Daya, Aceh, Indonesia. Lokasi berada di sekitar jalan menuju perkebunan kelapa sawit, dengan koordinat 3°57'48.9"LU, 96°39'41.1"BT (Gambar 1). Ketinggian lokasi penelitian berkisar 1–500 m dpl. Berdasarkan data iklim dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), lokasi penelitian memiliki iklim tropis dengan rata-rata curah hujan 3.228–4.912 mm/tahun dan suhu 29 °C. Lokasi penelitian didominasi tanah berbatu dan berpasir yang miskin unsur hara. Vegetasi didominasi dengan tumbuhan semak, perdu, paku-pakuan, dan tumbuhan *Melastoma malabathricum*.

Pengambilan data tumbuhan kantong semar (*Nepenthes*)

Penelitian ini dilakukan dengan metode jelajah di lokasi penelitian. Sampel diambil menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu pemilihan sampel berdasarkan kriteria tertentu yang telah ditetapkan (Nanik & Setyaningsih 2007). Penelusuran dilakukan dengan berjalan mengikuti jalur yang telah ditentukan serta berdasarkan informasi dari masyarakat sekitar. Setiap individu *Nepenthes* yang ditemukan di lapangan difoto menggunakan kamera, kemudian diamati secara langsung dengan mengamati karakter morfologinya (Azra et al. 2023). Karakter tersebut dicatat dan dideskripsikan. Tumbuhan kantong semar yang ditemukan juga dihitung jumlahnya serta dicatat warna dan diukur panjang kantongnya. Identifikasi *Nepenthes* spp. dilakukan berdasarkan Cheek & Jebb (2001), Lam & Tan (2020).



Gambar 1. Lokasi penelitian Aceh Barat Daya Titik merah merupakan lokasi ditemukan *Nepenthes* dan pengambilan sampel serangga yang terperangkap didalamnya.

Figure 1. Research location in Southwest Aceh The red dot indicates where *Nepenthes* were found and where insect samples trapped inside were collected.

Pengambilan data serangga

Pengambilan sampel serangga dilakukan secara langsung dari setiap kantong *Nepenthes* yang mengandung cairan dan serangga di dalamnya. Cairan dari kantong dituangkan ke dalam botol sampel melalui saringan berukuran 25 μ m. Serangga yang tertinggal pada kertas saring kemudian diambil dan diawetkan menggunakan alkohol 70%, lalu disimpan dalam botol sampel. Setiap botol diberi label yang mencantumkan informasi *Nepenthes* dan lokasi pengambilan sampel. Pengamatan serangga dilakukan di bawah mikroskop stereo, dokumentasi dilakukan menggunakan kamera optilab di laboratorium Biosistemika dan Ekologi Hewan (BEH), Departemen Biologi, FMIPA, IPB University, Bogor. Identifikasi serangga dilakukan berdasarkan McAlpine et al. (1997), Borror (1992), Bolton (1994), Goulet & Huber (1993), dan Capinera et al. (2008).

Analisis data

Keanekaragaman serangga yang terperangkap pada kantong *Nepenthes* spp. dianalisis menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H'), indeks kemerataan (E), dan Indeks dominansi (D) (Magurran 1988) menggunakan perangkat lunak R (R Core Team 2023). Jumlah individu dan spesies serangga yang terperangkap dalam kantong setiap spesies *Nepenthes* disajikan dalam bentuk diagram Sankey menggunakan R (R Core Team 2023). Analisis lanjutan dilakukan dengan *analysis of similarity* (ANOSIM) untuk melihat

perbedaan komposisi serangga antar spesies *Nepenthes*. Hasilnya divisualisasikan menggunakan *non-metric multidimensional scaling* (NMDS) yang dijalankan dengan perangkat lunak R (R Core Team 2023).

HASIL

Spesies *Nepenthes* yang ditemukan di lokasi penelitian

Tiga spesies *Nepenthes* dengan total 126 kantong ditemukan tumbuh di kawasan yang berbatasan langsung dengan permukiman warga dan perkebunan kelapa sawit di Desa Gunung Samarinda, Kabupaten Aceh Barat Daya. Spesies tersebut adalah *Nepenthes rafflesiana* (45 kantong atas dan 28 kantong bawah), *N. gracilis* (35 kantong), dan *N. ampullaria* (18 kantong) (Gambar 2). Ketiga spesies ini secara alami tumbuh di habitat terbuka yang terpengaruh oleh aktivitas manusia. Keberadaannya di lokasi penelitian menunjukkan kemampuan beradaptasi terhadap perubahan lingkungan akibat pembukaan lahan.

Berdasarkan hasil pengamatan langsung di lapangan, *N. rafflesiana* memiliki habitus liana dengan tinggi mencapai lebih dari 2–15 m yang merambat di atas pohon. *N. rafflesiana* memiliki dua jenis kantong, yaitu kantong atas dan kantong bawah. Kantong atas berbentuk seperti terompet dengan ujung bawah yang melengkung ke atas dengan warna dasar kantong hijau terang, serta corak bintik-bintik merah keunguan pada bagian dalam kantong. Panjang kantong berkisar

20–30 cm. Mulut kantong bulat hingga bulat telur, sedikit miring. Peristom tebal dan memanjang dengan tepi bergelombang serta berwarna merah kecoklatan. Penutup berbentuk lonjong, mengarah ke atas dan tidak sepenuhnya menutupi mulut katong (Gambar 2A). Pada kantong bawah, kantong berbentuk lebih bulat menyerupai kendi. Panjang kantong bawah berkisar 17–24 cm. Warna dasar kantong merah keunguan dengan corak bintik-bintik hijau kekuningan. Peristom lebih lebar dan tebal, dengan tepi bergerigi tajam. Sepasang sayap lebar terlihat jelas menonjol di bagian depan kantong. Penutup kantong berukuran besar membentang kedepan, dan tidak menutup mulut kantong sepenuhnya (Gambar 2B). *Nepenthes rafflesiana* memiliki ciri khas pada bentuk kantong yang memiliki ukuran lebih besar dari spesies *Nepenthes* lainnya.

Hasil penelitian menunjukkan *N. gracilis* yang ditemukan di lokasi penelitian hanya ditemukan keberadaan kantong atas dan memiliki tinggi antara 2–5 m. Kantong atas *N. gracilis* berbentuk lonjong di bagian bawah dan memanjang silindris di bagian atas. Panjang kantong sebesar 5–7 cm. Warna kantong didominasi hijau terang tanpa corak mencolok. Mulut kantong berbentuk bulat dengan peristom yang datar dan tidak bergerigi. Tutup kantong berbentuk bulat dan melebar, dengan permukaan atas bercak kemerahan. Kantong tidak memiliki sepasang sayap, namun hanya tampak garis pada bagian depan kantong (Gambar 2C).

Sementara itu hasil penelitian di lapangan, spesies *N. ampullaria* merupakan spesies kantong semar yang paling jarang ditemukan selama penelitian. Spesies ini memiliki tinggi kurang dari 1 m. Spesies ini memiliki kantong berbentuk oval menyerupai guci. Panjang kantong berkisar 6,5–8,5 cm. Peristom tebal, melengkung ke arah dalam, dan bagian tepinya memiliki struktur bergerigi halus. Warna kantong didominasi hijau tua dengan corak merah keunguan yang menyebar pada permukaan luar. Tutup kantong

berbentuk lanset dan mengarah ke belakang sehingga tidak menutupi mulut kantong secara penuh (Gambar 2D). Seluruh karakteristik ini diamati langsung pada individu yang ditemukan di lapangan.

Keanekaragaman dan komposisi serangga yang terperangkap dalam kantong tumbuhan *Nepenthes*

Serangga yang dikoleksi dari 126 kantong *Nepenthes* yang mewakili tiga spesies tumbuhan *Nepenthes* di lokasi penelitian, dengan total 1.740 individu yang tergolong dalam 18 spesies, 11 famili, dan 6 ordo. Keenam ordo tersebut adalah Orthoptera, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Mantodea, dan Lepidoptera (Tabel 1). *Nepenthes rafflesiana* memiliki jumlah individu serangga, jumlah spesies, dan jumlah famili tertinggi dibandingkan dengan *N. gracilis*, dan *N. ampullaria*. Keanekaragaman serangga (H') tertinggi juga ditemukan pada *N. rafflesiana*, diikuti oleh *N. gracilis*, dan *N. ampullaria*. Namun, *N. rafflesiana* menunjukkan dominansi terendah, yang mengindikasikan distribusi serangga di kantongnya lebih merata.

Ordo Hymenoptera merupakan kelompok yang paling dominan secara keseluruhan, dengan spesies dari Famili Formicidae, seperti semut *Anoplolepis gracilipes* Smith dan *Tetramorium marginatum* Forel menjadi kontributor utama jumlah individu terbesar. Selain itu, Ordo Diptera, terutama spesies *Aedes aegypti* (Linnaeus), juga menunjukkan dominansi signifikan di semua spesies *Nepenthes*. Secara keseluruhan, perbedaan struktur kantong, seperti ukuran kantong, bentuk peristom, dan warna kantong, pada masing-masing spesies *Nepenthes* diduga mempengaruhi keragaman dan dominansi serangga yang terperangkap, meskipun kondisi lingkungan di masing-masing spesies tidak menunjukkan adanya perbedaan.

Terdapat lima spesies serangga dari 3 famili serangga berbeda ditemukan pada ketiga spesies *Nepenthes*, yaitu *A. aegypti*, *A. gracilipes*, *Drosophilla melanogaster* Meigen, *Diacamma intricatum* (Smith),



Gambar 2. Spesies *Nepenthes* A: *N. rafflesiana* kantong atas; B: *N. rafflesiana* kantong bawah; C: *N. gracilis*; D: *N. ampullaria*
Figure 2. Species *Nepenthes* A: *N. rafflesiana* upper pitcher; B: *N. rafflesiana* lower pitcher; C: *N. gracilis* upper pitcher; D: *N. ampullaria* lower pitcher.

Tabel 1. Keanekaragaman serangga yang terperangkap dalam kantong tumbuhan *Nepenthes* di Desa Gunung Samarinda, Aceh Barat Daya, Aceh. N menunjukkan jumlah kantong**Table 1.** Diversity of insects trapped in the pitchers of *Nepenthes* plants in Gunung Samarinda Village, Southwest Aceh, Aceh. N represents number of pitcher

Ordo Famili Species	<i>N. rafflesiana</i> (N = 73)	<i>N. gracilis</i> (N = 35)	<i>N. ampullaria</i> (N = 18)	Total (N = 126)	Persentase (%)
Orthoptera					
Acrididae					
<i>Locusta migratoria</i>	36	6	3	45	2,59
Gryllidae					
<i>Gryllidae</i> sp.	7	0	0	7	0,40
<i>Zebragrillus witoto</i>	6	0	0	6	0,34
Coleoptera					
Carabidae					
<i>Pheropsophus verticalis</i>	12	0	1	13	0,75
<i>Pericalus</i> sp.	10	0	0	10	0,57
Diptera					
Culicidae					
<i>Aedes aegypti</i>	340	215	75	630	36,21
<i>Aedes albopictus</i>	108	3	0	111	6,38
Drosophilidae					
<i>Drosopila melanogaster</i>	21	0	0	21	1,21
Hymenoptera					
Formicidae					
<i>Camponotus maculatus</i>	53	0	0	53	3,05
<i>Camponotus tanaemyrmex</i>	19	35	0	54	3,10
<i>Diacamma intricatum</i>	129	63	14	206	11,84
<i>Anoplolepis gracillipes</i>	169	45	18	232	13,33
<i>Tetramorium marginatum</i>	154	85	55	294	16,90
Mutillidae					
<i>Mutillidae</i> sp.	14	3	0	17	0,98
Vespidae					
<i>Ropalidia fasciata</i>	16	3	0	19	1,09
Tenthredinoidea					
<i>Tenthredinoidea</i> sp.	0	5	0	5	0,29
Mantodea					
Mantidae					
<i>Mantis</i> sp.	10	4	0	14	0,80
Lepidoptera					
Pyalidae					
<i>Pyalidae</i> sp.	3	0	0	3	0,17
Jumlah ordo	6	4	4	6	
Jumlah famili	11	7	4	11	
Jumlah individu	1107	467	166	1.740	
Jumlah spesies	17	11	6	18	
Indeks Shannon Wiener (H')	2,13	1,59	1,27	2,02	
Indeks kemerataan (E)	0,75	0,66	0,71	0,69	
Indeks dominansi (D)	0,16	0,27	0,33	0,98	

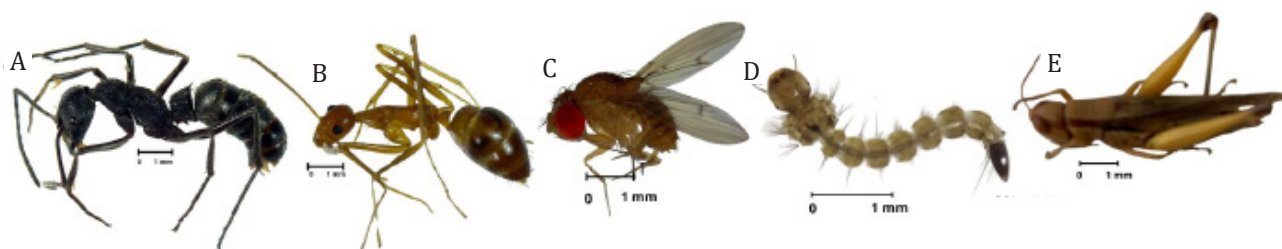
dan *Locusta migratoria* (Linnaeus) (Gambar 3). Hal ini menggambarkan bahwa ketiga spesies tumbuhan tersebut memiliki daya tarik yang sama bagi beberapa spesies serangga.

Berdasarkan diagram Sankey, terdapat asosiasi serangga yang berbeda-beda pada ketiga spesies *Nepenthes* yang diteliti (Gambar 4). *Nepenthes rafflesiana*, yang memiliki dua tipe kantong, yaitu kantong atas dan kantong bawah, menunjukkan keragaman serangga yang lebih tinggi. Kantong atas pada *N. rafflesiana* memerangkap lebih banyak serangga, seperti nyamuk *A. aegypti* dan *A. albopictus* (Culicidae), semut dari Famili Formicidae (*D. intricatum*, *A. gracilipes*, *Camponotus maculatus* (Fabricius), dan *T. marginatum*), serta serangga lain, seperti *L. migratoria* (Acrididae), *Pheropsophus verticalis* (Dejean) (Carabidae), *Rompalidia fasciata* (Fabricius) (Vespidae), dan *D. melanogaster* (Drosophilidae). Selain itu, terdapat juga serangga dari Famili Mutilidae, Pompilidae, dan Pyralidae. Sebaliknya, kantong bawah *N. rafflesiana* didominasi oleh serangga dari Famili Formicidae, seperti *D. intricatum* dan *C. maculatus*, serta serangga

dari Famili Gryllidae, seperti *Zebragrillus witoto* dan spesies *Gryllidae* sp.

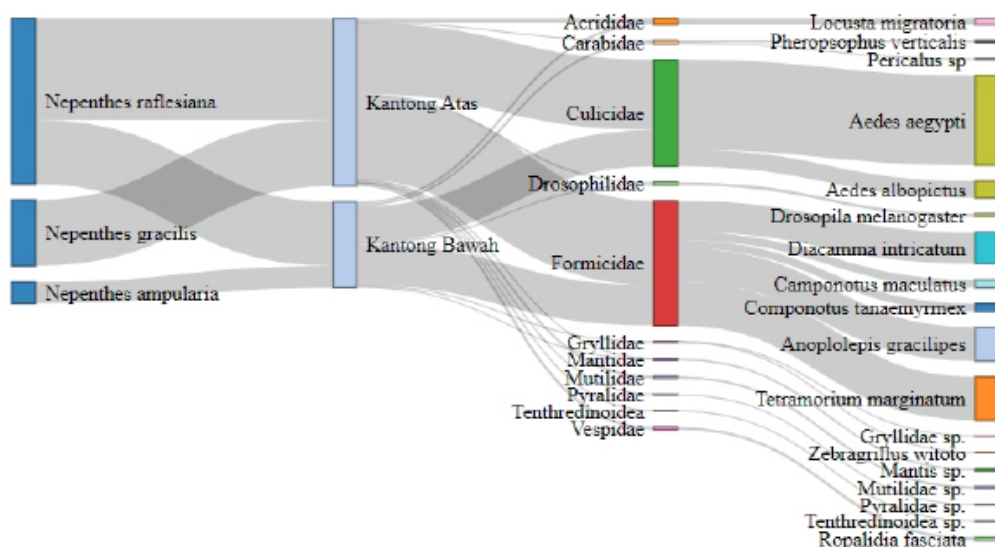
Nepenthes gracilis, yang hanya memiliki kantong atas, lebih banyak memerangkap serangga dari Famili Culicidae, yaitu nyamuk *A. aegypti* dan *A. albopictus*. Kantong atas *N. gracilis* juga menangkap serangga dari Famili Formicidae, seperti *D. intricatum*, *A. gracilipes*, *Camponotus tanaemyrmex* Ashmead, dan *T. marginatum*, serta serangga dari ordo lain, seperti *L. migratoria* (Acrididae), *Mantis* sp. (Mantidae), dan *R. fasciata* (Vespidae), serta *Mutilidae*. *Nepenthes ampullaria*, yang hanya memiliki kantong bawah, cenderung menangkap lebih sedikit serangga, dengan spesies yang terperangkap antara lain semut dari Famili Formicidae, seperti *D. intricatum*, *A. gracilipes*, dan *T. marginatum*, serta serangga dari ordo Mantidae (*Mantis* sp.) dan larva nyamuk *A. aegypti*.

Diagram Sankey ini menunjukkan bahwa kantong pada tumbuhan *Nepenthes* memengaruhi jumlah dan keragaman serangga yang terperangkap. Kantong atas cenderung lebih efektif dalam memerangkap lebih banyak spesies serangga, sedangkan kantong bawah



Gambar 3. Spesies serangga dominan yang berasosiasi dengan tumbuhan *Nepenthes rafflesiana*, *N. gracilis*, dan *N. ampullaria*. A: *Diacamma intricatum*; B: *Anoplolepis gracilipes*; C: *Drosophila melanogaster*; D: *Aedes aegypti*; E: *Locusta migratoria*.

Figure 3. Dominant insect species associated with *Nepenthes rafflesiana*, *N. gracilis*, and *N. ampullaria*. A: *Diacamma intricatum*; B: *Anoplolepis gracilipes*; C: *Drosophila melanogaster*; D: *Aedes aegypti*; E: *Locusta migratoria*.



Gambar 4. Sankey plot keanekaragaman serangga yang terperangkap dalam tiga spesies kantong tumbuhan *Nepenthes*

Figure 4. Sankey plot of insect diversity trapped in three species of *Nepenthes* plants.

meskipun ada, hanya menangkap serangga dalam jumlah yang lebih sedikit. *N. rafflesiana*, dengan kedua tipe kantong, memiliki keragaman serangga yang lebih tinggi dibandingkan dengan *N. gracilis* dan *N. ampullaria*, yang masing-masing hanya memiliki satu tipe kantong.

Hasil analisis menunjukkan bahwa perbedaan spesies tumbuhan *Nepenthes* tidak memengaruhi komposisi spesies serangga yang terperangkap di dalamnya (ANOSIM statistik $R = 0,02$; $P = 0,27$). Demikian juga, individu kantong yang berbeda juga tidak menunjukkan komposisi serangga berbeda ($R = 0,009$; $P = 0,43$). Adanya *overlap* pada grafik menunjukkan juga bahwa komposisi serangga antar spesies *Nepenthes* maupun antar kantong individu *Nepenthes* tidak menunjukkan banyak perbedaan (Gambar 5).

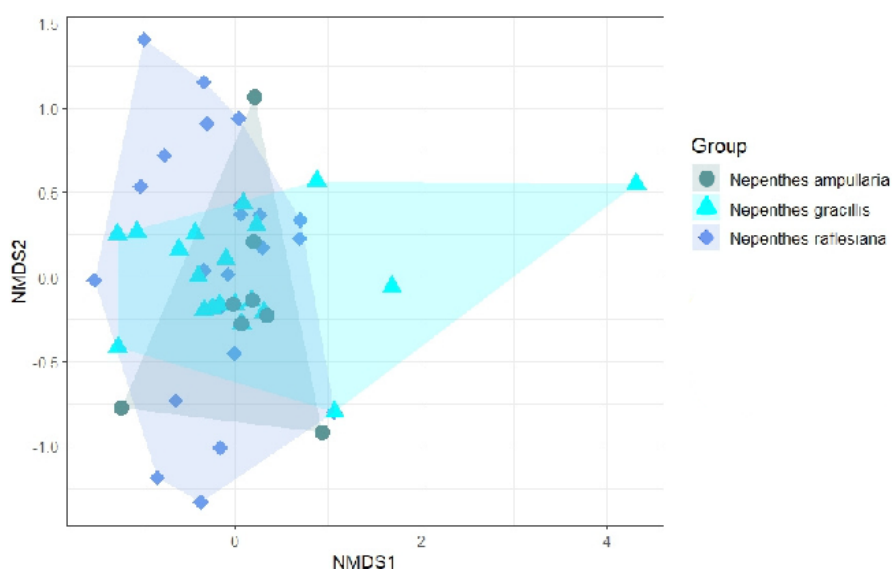
PEMBAHASAN

Kantong pada tumbuhan *Nepenthes* dikelompokkan berdasarkan posisi kantong, yaitu kantong atas dan kantong bawah. Kantong atas ditemukan pada batang tumbuhan dewasa, bentuk kantong ramping, memanjang, dan berukuran besar. Khairil et al. (2015) menyatakan kantong atas merupakan hasil modifikasi daun dari tumbuhan dewasa, berukuran lebih besar dari kantong bawah, berbentuk seperti terompet. Hal serupa juga ditemukan dalam penelitian Simbolon et al. (2021) yang menyatakan bahwa spesies ini memiliki kantong berwarna hijau dan berbentuk, seperti terompet, kantong bawah berwarna hijau, didominasi dengan bercak merah dengan kantong berbentuk kendi.

Berdasarkan hasil penelitian kantong atas tumbuhan *Nepenthes* ditemukan merupakan hasil modifikasi daun tumbuhan roset dan tumbuh di atas permukaan tanah. Kantong bawah umumnya ditemukan pada tumbuhan yang masih muda atau batang yang masih roset, bentuk bagian bawah kantong membulat silindris ke arah atas, dan melebar ke arah peristome (Utari et al. 2023).

Berdasarkan hasil penelitian, tumbuhan *N. gracilis* yang ditemukan di lokasi penelitian hanya memiliki kantong atas. Hal ini karena tumbuhan yang ditemukan sudah dewasa dan bukan lagi tumbuhan roset. *Nepenthes gracilis* yang ditemukan di lokasi penelitian memiliki kantong dengan ukuran kecil, berwarna hijau polos, memiliki sayap pada bagian depan kantong, memiliki tutup kantong yang proporsional, dan terdapat motif garis-garis merah pada penutup kantong. Hal ini sejalan dengan penelitian, Arwinda (2022) menyatakan bahwa *N. gracilis* memiliki kantong dengan ukuran kecil berwarna hijau, berbentuk seperti tabung berpinggang, bagian bawah kantong membulat, mulut menyempit, dan memiliki sayap. Armanda et al. (2020) juga melaporkan spesies ini memiliki bentuk kantong seperti gelas, warna hijau kekuningan dengan motif merah, memiliki sayap seperti renda dan memiliki bentuk tutup kantong yang tidak proporsional.

Keanekaragaman serangga yang terperangkap dalam kantong tumbuhan *Nepenthes* di lokasi penelitian tergolong sedang. Keanekaragaman serangga yang terperangkap berkaitan dengan jumlah spesies dan persebaran tumbuhan *Nepenthes* (Mansur et al. 2023). Berdasarkan hasil penelitian, *N. rafflesiana* paling banyak memerangkap jumlah individu serangga (1.107



Gambar 5. Non-metric multidimensional scaling (NMDS) yang menunjukkan komposisi spesies serangga pada tiga spesies *Nepenthes*: *Nepenthes rafflesiana*, *Nepenthes gracilis*, dan *Nepenthes ampullaria*.

Figure 5. Non-metric multidimensional scaling (NMDS) plot showing the composition of insect species associated with three *Nepenthes* species: *Nepenthes rafflesiana*, *Nepenthes gracilis*, and *Nepenthes ampullaria*.

individu). Hasil ini sejalan dengan penelitian Lam et al. (2020), pada *N. rafflesiana* di Singapura, yaitu 160 individu serangga yang termasuk dalam 60 famili dan 16 ordo terperangkap dalam 78 kantong.

Perbedaan jumlah serangga yang ditemukan pada ketiga spesies *Nepenthes* disebabkan oleh beberapa faktor, seperti ukuran, warna dan corak kantong, bentuk peristome, serta nektar dan aroma yang dihasilkan tumbuhan tersebut (Wong et al. 2021; Tarigan et al. 2023; Mansur et al. 2023). Penelitian ini juga mendapatkan larva nyamuk hidup di dalam kantong tumbuhan *Nepenthes*. Gaume et al. (2019) menyatakan adanya pakan alami, yaitu plankton dalam cairan di dalam kantong sebagai sumber makanan bagi larva nyamuk. Serangga yang berasosiasi dengan *Nepenthes* tidak semua menjadi mangsa karena cairan dalam kantong *Nepenthes* juga dijadikan sebagai habitat bagi larva nyamuk. Nyamuk dewasa meletakkan telurnya pada dinding kantong. Penelitian ini menemukan larva nyamuk dari Famili Culicidae yang masih dalam keadaan aktif (*viable*), dengan beberapa di antaranya menunjukkan tahap perkembangan menjadi pupa. Beberapa penelitian juga melaporkan berbagai serangga yang terdapat pada kantong *Nepenthes* dalam bentuk larva dan pupa, yang ditemukan dalam keadaan aktif, dengan kondisi utuh (Mogi 2010; Bittleston et al. 2015; Maysarah et al. 2016). Handayani (2021) melaporkan bahwa cairan dalam kantong *Nepenthes* dijadikan sebagai habitat bagi hewan-hewan kecil, salah satunya larva nyamuk. Vong et al. (2021) juga melaporkan 5 spesies larva nyamuk pada kantong *N. mirabilis* var. *mirabilis* di Songkhla Thailand. Sebagian besar serangga yang ditemukan pada kantong ketiga tumbuhan *Nepenthes* yang diamati ditemukan sudah mati dengan tubuh yang masih utuh.

Penelitian ini juga menunjukkan hubungan antara semut (Famili Formicidae) dan tumbuhan *Nepenthes*. Bazille et al. (2012) melaporkan bahwa semut *Camponotus schmitzi* (Starcke) berinteraksi dengan tumbuhan *N. bicalcarata*. Bauer et al. (2012) juga melaporkan interaksi antara semut dan *N. gracilis* bahwa *Nepenthes* menghasilkan nektar sebagai sumber pakan semut, sedangkan *Nepenthes* mendapatkan nutrisi dari semut yang terperangkap dalam kantong. Baby et al. (2017) melaporkan *Gryllidae* juga ditemukan dalam kantong *Nepenthes* karena ketertarikan terhadap warna pada kantong *Nepenthes*. Warna kantong *Nepenthes* juga menarik berbagai spesies serangga, termasuk *Zebragrillus witoto* (Takeuchi et al. 2015).

Berdasarkan hasil visualisasi data dalam diagram Sankey, *N. rafflesiana* yang memiliki dua tipe kantong, mampu menjebak serangga dalam jumlah dan keanekaragaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan

N. gracilis dan *N. ampullaria* yang masing-masing hanya memiliki satu tipe kantong. Kantong atas dari *N. rafflesiana* secara khusus menunjukkan efektivitas lebih besar terhadap serangga terbang, termasuk nyamuk dan semut. Sebaliknya, kantong bawah dari spesies yang sama serta kantong atas dan bawah pada dua spesies lainnya menjebak serangga dalam jumlah lebih sedikit. Perbedaan ini dapat dijelaskan melalui variasi morfologi kantong.

Perbedaan jumlah dan keragaman serangga yang terperangkap pada berbagai spesies kantong *Nepenthes* ini dapat dijelaskan oleh peran morfologi kantong dalam memengaruhi spesies serangga yang tertarik. Kantong atas dengan ukuran yang lebih besar dan kedalaman yang berbeda cenderung lebih efektif dalam memerangkap beragam spesies serangga dibandingkan dengan kantong bawah. Penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa bentuk kantong dan mekanisme perangkap pada tumbuhan pemangsa dapat memengaruhi spesies serangga yang terperangkap (Chin et al. 2014).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kantong atas *N. rafflesiana* lebih efektif dalam menangkap serangga terbang. Bauer et al. (2015) melaporkan bahwa keberadaan kantong bawah tetap penting karena dapat menangkap serangga yang lebih kecil atau lebih spesifik. Kantong atas cenderung lebih efektif dalam memerangkap lebih banyak spesies serangga, sedangkan kantong bawah lebih sedikit. *Nepenthes rafflesiana*, dengan dua tipe kantong, memiliki keragaman serangga yang lebih tinggi dibandingkan dengan *N. gracilis* dan *N. ampullaria*, yang masing-masingnya hanya memiliki satu tipe kantong. Hal ini menunjukkan bahwa kedua tipe kantong (kantong atas dan bawah) pada *Nepenthes* saling melengkapi dalam strategi pemangsaan, dengan masing-masing berkontribusi terhadap keberagaman dan efisiensi perangkap serangga.

Analisis ANOSIM pada penelitian ini dilakukan untuk menganalisis tingkat kesamaan komposisi komunitas serangga yang terperangkap di dalam kantong tiga spesies tumbuhan *Nepenthes*. Berdasarkan hasil analisis, tidak terdapat perbedaan yang signifikan dalam komposisi serangga antar tiga spesies *Nepenthes* (*Nepenthes rafflesiana*, *N. gracilis*, dan *N. ampullaria*). Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, seperti lokasi yang sama, kesamaan karakteristik lingkungan, dan dominansi ordo serangga tertentu. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Adam et al. (2011) yang melaporkan adanya ketiga spesies *Nepenthes* berada di lokasi yang sama dengan jarak antar tumbuhan yang relatif dekat. Kondisi ini memungkinkan adanya tumpang tindih habitat yang dihuni oleh spesies serangga yang serupa. Gilbert

(2020) melaporkan bahwa lingkungan tempat ketiga spesies tumbuh memiliki kondisi abiotik, seperti suhu, kelembapan, dan jenis tanah yang serupa. Faktor ini mendukung keberadaan komunitas serangga yang homogen. Chin (2014). juga menyatakan bahwa serangga yang terperangkap, seperti semut dari ordo Hymenoptera, sering menjadi dominan di habitat ini sehingga dominasi ini mengurangi variasi serangga antar spesies yang berbeda.

Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat kesamaan dalam komposisi komunitas serangga di tiga tipe kantong *Nepenthes*, diikuti dengan faktor-faktor abiotik dan biotik yang sama juga sehingga dapat mempengaruhi struktur komunitas serangga di habitat tersebut. Penelitian ini memberikan wawasan penting bagi konservasi *Nepenthes* beserta ekosistemnya, termasuk interaksinya dengan komunitas serangga yang bergantung pada *Nepenthes*.

KESIMPULAN

Tiga spesies tumbuhan *Nepenthes* yang ditemukan di Desa Gunung Samarinda, yaitu *N. rafflesiana*, *N. gracilis*, dan *N. ampullaria*. Serangga ditemukan dalam kantong tiga spesies *Nepenthes* sebanyak 1.740 individu yang termasuk dalam 18 spesies, 12 famili dan 6 ordo. Keanekaragaman serangga tertinggi yang terperangkap ditemukan pada *N. rafflesiana* ($H' = 2,13$), diikuti *N. gracilis* ($H' = 1,59$) dan *N. ampullaria* ($H' = 1,27$). Tiga spesies serangga yang ditemukan dominan nyamuk *A. aegypti*, semut *O. smaragdina*, dan semut *T. marginatum*. Nyamuk (Culicidae) dan semut (Formicidae) ditemukan pada tiga spesies *Nepenthes*. Komposisi spesies serangga yang terjebak pada ketiga *Nepenthes* menunjukkan tidak berbeda nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam JH, Hamid HA, Juhari MAA. 2011. Species composition and dispersion pattern of pitcher plants recorded from Rantau Abang in Marang District, Terengganu State of Malaysia. *International Journal of Botany*. 7:162–169. DOI: <https://doi.org/10.3923/ijb.2011.162.169>.
- Anastasia S, Turnip M, Linda R. 2018. Variasi morfometrik dan pengelompokan spesies kantong semar (*Nepenthes* spp.) di desa simpang kasturi kecamatan mandor. *Jurnal Protobion*. 7:29–36.
- Armanda, Anggraeni, Wahyuni T. 2020. Population and phenotype characterization of pitcher plant (*Nepenthes* spp.) in Palawan forest biodiversity park at Central Bangka Regency, Bangka Belitung Islands Province. *Media Konservasi*. 25:89–97. DOI: <https://doi.org/10.29244/medkon.25.1.89-97>.
- Arwindo V, Ifadatin S, Rafdinal. 2022. Keanekaragaman dan pola distribusi kantong semar (*Nepenthes* spp.) di Bukit Bentuang Dusun Punti Tapau Kecamatan Entikong Kabupaten Sangau. *Journal of Biotechnology and Conservation in Wallacea*. 2:59–70.
- Atikah S, Sunariyati S, Gunawan, Edy Y. 2021. Komposisi serangga yang terperangkap pada kantong atas dan kantong bawah *Nepenthes rafflesiana* di sungai koran resort, sebangau hulu. *Journal of Environment and Management*. 2:206–211. DOI: <https://doi.org/10.37304/jem.v2i3.4380>.
- Azra OD, Ifadatin S, Lovadi I, Rafdinal. 2023. Hubungan kekerabatan *Nepenthes* hybrid hasil persilangan alami antara *Nepenthes mirabilis* (Lour) Druce dan *Nepenthes reindwardtiana* Miq berdasarkan karakter morfologi. *Jurnal Floribunda*. 7:116–123. DOI: <https://doi.org/10.32556/floribunda.v7i3.2023.427>.
- Baby S, Johnson AJ, Zachariah EJ, Hussain AA. 2017. *Nepenthes* pitchers are CO₂-enriched cavities, that emit CO₂ to attract prey. *Scientific Report*. 7:1–10. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-11414-7>.
- Bauer U, Rembold K, Grafe U. 2015. Carnivorous *Nepenthes* pitcher plants are a rich food source for a diverse vertebrate community. *Journal of Natural History*. 50:7–8. DOI: <https://doi.org/10.1080/00222933.2015.1059963>.
- Bauer U, Giusto DB, Skepper J, Grafe UT, Federle W. 2012. With a flick of the lid: a novel trapping mechanism in *Nepenthes gracilis* pitcher plant. *Plos One*. 7:e38951. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0038951>.
- Bazille V, Moran JA, Le MG, Marshall DJ, Gaume L. 2012. A Carnivorous plant fed by its ant symbiont: A unique multi-faceted nutritional mutualism. *PLoS One*. 7:e36179. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0036179>.
- Bennett KF, Ellison M. 2009. Nectar, not color, may lure insects to their death. *Biology Letters*. 5: 469–472. DOI: <https://doi.org/10.1098/rsbl.2009.0161>.
- Bittleston LS, Baker CCM, Strominger LB, Pringle A, Pierce NE. 2015. Metabarcoding as a tool for investigating arthropod diversity in *Nepenthes* pitcher plants. *Austral Ecology*. 41:120–132. DOI: <https://doi.org/10.1111/aec.12271>.
- Bolton B. 1994. *Identification Guide to The Ant Genera of The World*. America: United States of America.
- Borror DJ, Triplehorn CA, Johnson NF. 1992. *Pengenalan Pelajaran Serangga*. 6th ed. Terjemahan oleh Soetiyono Partosoedjono. 1992, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Cheek M, Jebb M. 2013. In the Philippines, there is a recircumscription of the *Nepenthes* alata group (*Caryophyllales: Nepenthaceae*) with four new species. *European Journal of Taxonomy*. 69:1–23. DOI: <https://doi.org/10.5852/ejt.2013.69>.
- Capinera, Jhon L, De Clercq, Patrick. 2008. *Encyclopedia of Entomology*. Florida: Springer Science and Business Media.
- Chin L, Chung AY, Clarke C. 2014. Interspecific variation in prey capture behavior by co occurring *Nepenthes* pitcher plants: Evidence for resource partitioning or sampling-scheme artifacts?. *Plant Signaling & Behavior*. 9:e27930. DOI: <https://doi.org/10.4161/psb.27930>.
- Farre AG, Filella I, Llusia J, Penuelas J. 2015. Relationships among floral VOC emissions, floral rewards and visits of

- pollinators in five plant species of Mediterranean shrub land. *Plant Ecology and Evolution*. 148:90–99. <https://doi.org/10.5091/plecevo.2015.963>.
- Gaume L, Bazille V, Bousses P, Le moguedec G, Marshall JD. 2019. The biotic and abiotic drivers of living diversity in the deadly traps of *Nepenthes* pitcher plants. *Biodiversity and Conservation*. 28:345–362. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10531-018-1658-z>.
- Gilbert KJ, Bittleston LS, Tong W, Pierce NE. 2020. Tropical pitcher plants (*Nepenthes*) act as ecological filters by altering properties of their fluid microenvironments. 10:4431. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61193-x>.
- Goh HH, Baharin A, Salleh F, Imadi M, Ravee R, Zakaria WNAW, Noor NM. 2020. Transcriptome-wide shift from photosynthesis and energy metabolism upon endogenous fluid protein depletion in young *Nepenthes ampullaria* pitchers. *Scientific Reports*. 10:1–17. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63696-z>.
- Goulet H, Huber TJ. 1993. *Hymenoptera of The World: An Identification Guide to Families*. Ottawa: Agriculture Canada.
- Handayani T. 2005. Diversity and growth behavior of *Nepenthes* (pitcher plants) in Tanjung Putting National Park, Central Kalimantan Province. *Biodiv*. 6:248–252. DOI: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d060407>.
- Handayani T. 2021. Peranan tanaman kantong semar (*Nepenthes* spp.) dalam kehidupan manusia dan lingkungannya. *Gunung Djati Conference Series*. 6:11–18.
- Handayani T. 2022. Interaksi antara tanaman dengan semut: studi kasus pada *Nepenthes mirabilis* druce di kebun raya bogor. *Prosiding SNPBS*. 6:406–412.
- Hernawati H, Zuhud EAM, Prasetyo LB, Soekmadi R. 2022. Utilization and conservation of *Nepenthes ampullaria* Jack. In the tradition of the kenduri SKO Community of Kerinci, Jambi. *Media Konservasi*. 27:51–58. DOI: <https://doi.org/10.29244/medkon.27.2.51-58>.
- Khairil M, Dewantara I, Widiastuti T. 2015. Studi keanekaragaman jenis kanong semar (*Nepenthes* spp.) di Kawasan hutan bukit beluan Kecamatan Hulu Gurung. *Jurnal Hutan Lestari*. 3:259–264.
- Lam WN, Tan HTW. 2020. *The Pitcher Plants (Nepenthes Species) of Singapore*. Singapore: Lee Kong Chian Natural History Museum, National Univ of Singapore.
- Lam NW, Yeo H, Lim YJR, Wong HS, Lam-Phua GS, Fashing JN, Neo L, Wang YW, Cheong FL, Paul YCNg, Tan WTH. 2020. A comparative exploration of the inquiline and prey species of *Nepenthes rafflesiana* pitchers in contiguous and fragmented habitat patches in Singapore. *Raffles Bulletin of Zoology*. 68:838–858.
- Mansur M. 2012. A Review of *Nepenthes* (Nepentheceae) in Indonesia. *Berita Biologi*. 12:1–7.
- Mansur M, Brearley FQ, Esseen PJ, Rode-Margono EJ, Tarigan MRM. 2021. Ecology of *Nepenthes clipeata* on Gunung Kelam, Indonesian Borneo. *Plant Ecol Divers* 14:195–203. DOI: <https://doi.org/10.1080/17550874.2021.1984602>.
- Mansur M, Salamah A, Mirmanto E, Brearley O.F. 2023. Diversity, ecology, and conservation status of *Nepenthes* in west Sumatra province, Indonesia. *Biotropika*. 30:220–231. DOI: <https://doi.org/10.11598/btb.2023.30.2.1896>.
- Magurran A. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-94-015-7358-0>.
- Maysarah, Zuhud AME, Hikmat A. 2016. Populasi dan habitat *Nepenthes ampullaria* jack di Cagar Alam Mandor Kalimantan Barat. *Medkon*. 21:125–134. DOI: <https://doi.org/10.29244/medkon.21.2.125-134>.
- McAlpine JF, Peterson BV, Shewell GE, Teskey HJ, Vockeroth JR, Wood DM. 1987. *Manual of Nearctic Diptera Volume 2*. Ottawa: Agriculture Canada.
- Merbach MA, Zizka G, Fiala B, Merbach D, Booth EE, Maschwitz U. 2007. Why a carnivorous plant cooperates with an ant-selective defense against pitcher-destroying weevils in the myrmecophytic pitcher plant *Nepenthes bicalcarata* hook.F. *Ecotropica*. 13:45–56.
- Mogi M. 2010. Unusual life history traits of *Aedes (Stegomyia)* mosquitoes (Diptera: Culicidae) inhabiting *Nepenthes* pitchers. *Ann Entomol soc am* 103:618–624. DOI: <https://doi.org/10.1603/AN10028>.
- Moran AJ, Hawkins JB, Gowen EB, Robbins LS. 2010. Ion fluxes across the pitcher walls of three Bornean *Nepenthes* pitcher plant species: flux rates and gland distribution patterns reflect nitrogen sequestration strategies. *Journal of Experimental Botany*. 61:1365–1374. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/erq004>.
- Muryanto SB, Putri RA. 2023. Identifikasi tanaman kantong semar (*Nepenthes* sp.) terkait fenologynya pada daerah terbuka (panas) di Kawasan bumi perkemahan sobleman wilayah resort wonolelo, taman nasional gunung merbabu. *Journal Nusantara Hasana*. 2:164–171.
- Nanik L, Setyaningsih D. 2007. Explorative study of tropical pitcher plants (*Nepenthes* sp.) types and insects that are trapped inside Sebangau National Park Palangkaraya Central Kalimantan. *Journal of Physic Conf. Series* 795:012062. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/795/1/012062>.
- Panda A, Gunawan EY. 2017. Komposisi takson tingkat suku serangga yang terperangkap dalam kantong *Nepenthes* spp. *Biotropika*. 5:36–43. DOI: <https://doi.org/10.21776/ub.biotropika.2017.005.02.1>.
- Putir EP, Firdara FE, Nuwa, Andreas JFS. 2022. The diversity of kantong semar (*Nepenthes* spp.) in hampangan educational forest KHDT, universitas of palang karaya. *Jurnal Daun*. 9:177–187. DOI: <https://DOI.org/10.33084/daun.v9i2.4149>.
- Simbolon C, Samiyarsih S, Herawati W. 2021. Kajian anatomi daun dan morfologi *Nepenthes* spp. Koleksi kebun raya Baturaden Kabupaten Banyumas. *Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*. 3:121–131. DOI: <https://doi.org/10.20884/1.bioe.2021.3.3.4560>.
- Susanti T, Yamin M. 2017. Vegetasi komunitas *Nepenthes* spp. di kawasan hutan kampus institut agama islam negeri sulthan thaha saifuddin jambi. AlKauniyah: *Jurnal Biologi*.

- 10:83–90. DOI: <https://doi.org/10.15408/kauniyah.v10i2.4789>.
- Takeuchi Y, Chaffron S, Salcher MM, Inatsugi SR, Kobayashi JM, Diway B, Mering VC, Pernthaler J, Shimizu KK. 2015. Bacterial diversity and composition in the fluid of pitcher plants of the genus *Nepenthes*. *Elsevier Syapm*. 38:330–339. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.syapm.2015.05.006>.
- Tarigan MRM, Aziz S, Tanjung IF, Pary C, Adlini NM, Jayanti U, Ardianto, Ulfa AY. 2023. Morphology and pitcher's color *Nepenthes* in Batu Lubang Sibolga area, North Sumatra Province, Indonesia. 24:1953–1961. *Biodiversitas*. DOI: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d240403>.
- Tarigan MRM, Faisal M, Manalu K, Kairuna, Tambunan SPE, Rahmadina, Asy'ari H, Ritoga EY. 2024. Morphology of arthropods discovered in pitchers of *Nepenthes* at Aceh Singkil District, Indonesia. *Biodiversitas*. 25:2888–2900. DOI: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d250710>.
- Utari N, Sulistijorini, Ariyanti SN. 2023. Autecology of *Nepenthes* spp. in Peat Swamp and heath forest pematang gadung, west Kalimantan. *Journal Tropical Biodiversity Biotechnology*. 8:1–8. DOI: <https://doi.org/10.22146/jtbb.81351>.
- Vong V, Noon-Anant N, Ali A, Onsanit S, Thitithanakul S, Pengsakul T. 2021. Larva mosquito (Diptera: Culicidae) abundance in relation with environmental condition of pitcher plants *Nepenthes mirabilis* var. *mirabilis* in Songkhla Province, Thailand. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*. 43:431–438.
- Wong C, Ling SY, Wee SLJ, Mujahid A, Muller M. 2021. A comparative uhplc-q/tof-ms-based eco-metabolomics approach reveals temperature adaption of four *Nepenthes* species. *Scientific Reports*. 21:2186. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78873-3>.