

INTERAKSI ANTARA TANAMAN DENGAN SEMUT: STUDI KASUS PADA *Nepenthes mirabilis* Druce DI KEBUN RAYA BOGOR

Tri Handayani

Pusat Riset Konservasi Tumbuhan Kebun Raya dan Kehutanan - BRIN

Jl. Ir. H. Juanda No. 13, Bogor 16122

E-mail: irtri@yahoo.co.id

Abstrak

Banyak tanaman secara tidak langsung menarik predator untuk memerangi hama dan patogen pengganggu tanaman. Selain untuk perlindungan diri, tanaman menarik serangga untuk membantu penyerbukan. Salah satu jenis tanaman yang melakukan interaksi dengan semut adalah *Nepenthes mirabilis* Druce (kantong semar). Interaksi antara *N. mirabilis* dengan semut telah diamati di Kebun Raya Bogor. Tujuannya untuk mengetahui jenis-jenis semut, tipe interaksi serta manfaat dari interaksi tersebut untuk kedua belah pihak. Duapuluh tanaman dan duabelas perbungaan *N. mirabilis* digunakan sebagai sampel pengamatan. Empat jenis semut ditemukan terlibat dalam interaksi ini, yaitu: semut *Camponotus* sp., *Dolichoderus thoracicus*, *Crematogaster difformis*, dan *Oecophylla smaragdina*. Mereka menunjukkan interaksi mutualis non spesifik. Tanaman akan mendapatkan perlindungan dari serangan fitofag serta sumber nutrisi dari semut. Sedangkan semut mendapatkan sumber makanan berupa nektar floral dan nektar ekstrafloral yang dihasilkan oleh *N. mirabilis*. Selain itu, semut mendapatkan tempat tinggal dan perlindungan dari tanaman *N. mirabilis*.

Kata Kunci: interaksi, makanan, perlindungan, *Nepenthes mirabilis*.

1. PENDAHULUAN

Nepenthes atau kantong semar merupakan tumbuhan unik yang umumnya tumbuh pada lingkungan yang terbuka, lembab, tanah masam dan miskin unsur hara (Phillips dan Lamb 1996, Pavlonic et al. 2007). Mereka memenuhi kebutuhan metabolis tubuhnya dengan cara memangsa serangga atau hewan kecil di sekitar habitatnya (Ashman dan King 2005, Bauer et al. 2007, di Giusto et al. 2008). Kebiasaan hidup seperti itu yang menyebabkan kantong semar dimasukkan ke dalam tumbuhan karnivora. Tumbuhan karnivora menggunakan berbagai bentuk perangkap untuk menangkap mangsa, misalnya kantong semar memodifikasi daun dalam bentuk kantong di ujung daunnya.

Tumbuhan kantong semar berinteraksi dengan serangga atau hewan kecil sebagai upaya mendapatkan sumber makanan dan perlindungan diri. Salah satunya adalah interaksi dengan berbagai jenis semut. Berbagai strategi dilakukan oleh kantong semar dalam upaya memikat semut, antara lain dengan menghasilkan nektar, warna kantong mencolok, atau menghasilkan aroma bunga yang khas (Bennett dan Ellison 2009; Farre-Armengol 2015). Tingkat keberhasilan yang paling tinggi dalam memikat mangsa hanya dicapai dengan menggunakan nektar (Merbach et al. 2001).

Terdapat dua macam nektar yang dihasilkan oleh kantong semar, yaitu nektar floral (nektar yang dihasilkan oleh bagian bunga) serta nektar ekstrafloral (nektar yang dihasilkan oleh bagian lain di luar bunga). Nektar floral dihasilkan oleh tumbuhan khususnya untuk menarik pollinator atau serangga penyerbuk. Sedangkan nektar ekstrafloral berfungsi untuk menarik semut atau serangga lain dengan tujuan sebagai sumber makanan semut sehingga semut dapat melindungi kantong semar dari herbivore. Selain itu, nektar ekstra floral juga berfungsi untuk menarik semut sebagai sumber makanan bagi kantong semar. Seperti diketahui semut merupakan mangsa utama bagi sebagian besar kantong semar (Merbach et al. 2001; Thornham et al. 2012).

Interaksi tumbuhan kantong semar dengan semut di habitat alamnya telah dilaporkan sebelumnya oleh beberapa peneliti. Kato (1993) melaporkan interaksi antara *N. gracilis* dengan semut di habitat alam di Sumatra. Kantong semar menarik semut dengan nektar yang disekresikan di tepi kantong. Interaksi kantong semar dengan semut (*Camponotus schmitzi*, *Crematogaster* spp., *Polyrhachis* spp.) di habitat alam di Brunai Darussalam juga dilaporkan

oleh Merbach et al. (2001) terhadap lima jenis kantong semar. Interaksi saling menguntungkan, dimana kantong semar mendapatkan perlindungan terhadap serangga pemakan tunas, sedangkan semut mendapatkan nektar sebagai sumber makanan.

Pola hubungan kantong semar dan semut dapat dibedakan menjadi hubungan mutualistik spesifik dan mutualistik tidak spesifik (Merbach et al. 2001). Hubungan mutualistik spesifik, misalnya pada interaksi *N. bicalcarata* dengan *C. schmitzi*. Dalam hal ini kantong semar akan memberikan sulurnya sebagai tempat bersarang semut. Selain itu, kantong semar akan memberikan nektar dan mangsa yang terjebak sebagai sumber pakan semut. Semut akan memberikan perlindungan pada kantong semar dari pengganggu tanaman dan membantu menangkap mangsa yang ingin melarikan diri dari lubang kantong (Merbach et al. 2001; Bonhomme et al. 2011). Sifatnya spesifik karena hanya terjadi pada *N. bicalcarata* dengan semut *Camponotus schmitzi*. Hubungan mutualistik non spesifik misalnya terjadi antara *N. mirabilis* dengan semut *Crematogaster* spp., *Polyrhachis* spp, atau dengan spesies semut lainnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui interaksi antara *N. mirabilis* dan semut yang ada di Kebun Raya Bogor. Berbagai macam semut berinteraksi dengan tanaman koleksi Kebun Raya Bogor, baik semut arboreal maupun semut yang habitatnya dipermukaan tanah. Menurut Ito et al (2001) terdapat sekitar 216 spesies semut di Kebun Raya Bogor yang termasuk ke dalam 9 subfamili. Sedangkan, Herwina & Nakamura (2007) melaporkan semut di Kebun Raya Bogor yang berhasil dikoleksi sebanyak 29.424 individu yang termasuk dalam 55 spesies 27 marga, serta 17 suku dan 6 subfamili.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pengamatan hubungan antara *N. mirabilis* dengan semut dilakukan terhadap semua aktivitas semut yang mengunjungi tanaman *N. mirabilis* (bagian bunga dan selain bunga). Pengamatan semut yang mengunjungi bagian bunga dilakukan terhadap duabelas buah perbungaan yang telah mekar. Sedangkan, pengamatan aktivitas semut di bagian selain bunga dilakukan terhadap duapuluh tanaman *N. mirabilis* koleksi Kebun Raya Bogor. Pengamatan dilakukan 1-2 kali dalam seminggu, pada pagi dan sore hari, namun tidak rutin setiap minggu. Pengamatan dilakukan sejak tahun 2016 sampai tahun 2019.

2.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan berupa tanaman *N. mirabilis*, kaca pembesar, alat tulis, tabung wadah semut, dan kamera Canon Power Shot SX160IS.

Pengamatan dilakukan terhadap jenis-jenis semut yang mengunjungi tanaman dan beraktivitas di permukaan media tanam. Data yang dikumpulkan merupakan data primer dan data sekunder. Data primer diambil dengan cara mengumpulkan data hasil pengamatan langsung di lapangan. Sedangkan data sekunder yang dikumpulkan merupakan informasi sebagai panduan identifikasi semut, literatur yang berkaitan dengan sifat-sifat semut dan literatur tentang Nepenthes atau kantong semar. Pengamatan aktivitas semut dilakukan dibagian-bagian tanaman (batang, daun, kantong) yang dikunjungi oleh semut. Untuk mengetahui interaksi antara tanaman kantong semar dengan semut akan dilihat hal-hal yang menguntungkan atau merugikan yang dilakukan oleh semut terhadap tanaman. Selain itu juga dilakukan terhadap apa yang dilakukan oleh tanaman terhadap semut. Dari pengamatan tersebut akan diketahui pola interaksinya, menguntungkan kedua belah pihak atautkah hanya satu pihak saja yang diuntungkan. Selanjutnya, akan ditentukan tingkat ketergantungan antara kedua belah pihak.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kantong Bawah dan Kantong Atas *N.mirabilis*

N. mirabilis dan tanaman kantong semar menghasilkan dua jenis kantong yaitu kantong bawah (terrestrial) dan kantong atas (aerial). Beberapa jenis menghasilkan kantong peralihan antara kantong bawah dengan kantong atas (Clarke, 2001). Kantong bawah (terrestrial) dihasilkan oleh tanaman yang batangnya masih berbentuk roset. Kantong atas adalah kantong yang dihasilkan oleh tanaman yang batangnya telah tumbuh memanjang. Sedangkan, kantong peralihan dihasilkan oleh tanaman yang batangnya mulai tumbuh memanjang, sehingga bentuk kantongnya juga perpaduan antara kantong bawah dengan kantong atas. Tidak semua jenis tanaman kantong semar menghasilkan kantong peralihan. Berdasarkan pengamatan penulis, kantong peralihan dapat ditemukan pada *N. ampullaria* dan *N. xhookeriana*.

Semua kantong yang dihasilkan tersebut menghasilkan nektar ektrafloral terutama di bagian peristome dan permukaan bawah tutup kantong. Terdapat perbedaan fungsi nektar yang dikeluarkan oleh kantong bawah dan kantong atas. Kantong bawah menghasilkan nektar yang berguna untuk menarik serangga yang berada di permukaan tanah, misalnya semut. Sedangkan, kantong atas menghasilkan nektar ektrafloral untuk menarik serangga yang terbang, seperti kupu-kupu dan lebah. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa mangsa yang terjebak pada kantong bagian bawah *N. mirabilis* lebih banyak semut daripada serangga lainnya. Sedangkan, pada kantong atas meskipun ditemukan semut namun jumlahnya hanya sedikit.

3.2 Nektar Floral dan Nektar Ektrafloral

Hampir seluruh bagian kantong semar menghasilkan nektar, yaitu batang, daun, kantong, dan bunga. Nektar yang dihasilkan oleh tanaman kantong semar digunakan sebagai hadiah untuk menarik mangsa serangga atau hewan-hewan kecil pemakan nektar. Nektar adalah zat yang sangat kompleks yang dihasilkan oleh kelenjar-kelenjar nektarifer dalam bentuk larutan gula dengan konsentrasi yang bervariasi berkisar antara 5-70%. Konsentrasi ini dipengaruhi oleh kelembaban udara, tanah, jenis tanaman dan lain-lain (Gunawan et al. 2018). Menurut Anonim (2013), nektar adalah semacam cairan yang dihasilkan oleh kelenjar nektar tumbuhan, kaya akan berbagai bentuk karbohidrat (3-87%), seperti sukrosa, fruktosa dan glukosa, mengandung sedikit senyawa-senyawa nitrogen, seperti asam-asam amino, amida-amida, asam-asam organik, vitamin-vitamin, senyawa aromatik dan juga mineral-mineral. Zat terlarut dalam nektar menguntungkan bagi polinator karena memiliki berbagai kandungan senyawa, misalnya air, ion, karbohidrat, asam amino.

Kantong semar menghasilkan dua macam nektar yaitu nektar floral dan nektar ektrafloral. Nektar floral adalah nektar yang dihasilkan pada bagian bunga (Clarke 2001). Nektar floral umumnya dihasilkan oleh tepal atau tenda bunga. Bentuk morfologi tepal atau tenda bunga *N. mirabilis* membulat cekung, sehingga sesuai untuk wadah nektar yang disekresikan oleh bagian tersebut. Nektar floral umumnya dimanfaatkan oleh kantong semar untuk menarik serangga penyerbuk atau pollinator untuk membantu proses penyerbukan bunganya. Nektar ektrafloral adalah nektar yang dihasilkan oleh bagian di luar bunga, yaitu daun, batang, sulur, kantong (Clarke 2001, Bauer and Federle, 2009; Handayani dan Wawangningrum, 2019). Nektar ektrafloral dijadikan sebagai pemikat serangga dan hewan-hewan yang berada di permukaan tanah. Nektar ektrafloral juga merupakan hadiah sekaligus umpan yang disediakan oleh kantong semar untuk menarik dan memikat mangsa agar berkunjung ke tumbuhan tersebut terutama bagian kantong. Nektar ektrafloral sebagian besar terletak pada bagian sangat rawan bagi serangga pengunjung yang memungkinkan terjebak dan tergelincir ke dalam lubang kantong.

Jumlah nektar yang dihasilkan pada bagian kantong dan bagian di luar kantong bervariasi tergantung pada jenis kantong semar dan umur kantong. Permukaan bawah tutup kantong dan

peristome (bibir kantong) bagian dalam paling banyak menghasilkan nektar ektrafloral (Bauer et al. 2007; Handayani, 2017).

3.3 Jenis-jenis Semut yang Ditemukan

Hasil pengamatan menunjukkan adanya interaksi antara *N. mirabilis* dengan semut. Ditemukan empat spesies semut yang berkunjung ke tanaman *N. mirabilis* yaitu *Camponotus* sp, *Dolichoderus thoracicus*, *Crematogaster difformis*. dan *Oecophylla smaragdina*. Semut *Camponotus* sp, *Dolichoderus thoracicus* dan *Oecophylla smaragdina* ditemukan pada bagian batang, daun dan kantong. Semut *Camponotus* sp dan *D. thoracicus* ditemukan berada di tangkai perbungaan *N.mirabilis*. Semut *Crematogaster* sp, selain ditemukan pada bagian atas tanaman juga ditemukan bergerak aktif di permukaan tanah. Jika dibandingkan dengan semut yang ada di Kebun Raya Bogor sebanyak 216 spesies (Ito et al, 2001), maka spesies yang berkunjung di *N. mirabilis* sangat sedikit, sekitar 1,85% saja. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian Herwina dan Nakamura (2007), jumlah semut yang berkunjung hanya sebesar 7,27 % saja.

Semut *Camponotus* sp termasuk jenis semut yang paling banyak dijumpai di tanaman kantong semar. Koloni semut *Camponotus* sp lebih banyak melakukan aktivitas mencari makan yang berupa nektar ektrafloral di batang, daun dan kantong. Selama pengamatan semut ini sering ditemukan berada di bagian peristome serta lubang kantong bagian atas tepatnya di bawah peristome. Semut ini juga ditemukan mengunjungi bunga. Semut *Camponotus* sp juga ditemukan sebagai mangsa yang tenggelam di cairan kantong. Semut *Camponotus* sp termasuk ke dalam Famili Formicidae, Subfamili Formicinae dan Marga *Camponotus*. Secara umum berwarna kehitaman, namun ada juga yang berwarna hitam dan merah kecokelatan. Meskipun pernah ditemukan di bagian bunga, namun jarang sekali.

Keberadaan semut *Dolichoderus thoracicus* pada tanaman kantong semar ditemukan di batang, daun, kantong dan bunga. Semut *D. thoracicus* lebih banyak dijumpai di daun dan kantong daripada di bagian bunga. Mereka juga ditemukan sebagai mangsa yang terperangkap dan jatuh di cairan kantong. Semut jenis ini sering disebut sebagai semut hitam. Semut termasuk ke dalam Famili Formicidae, Subfamili Dolichoderinae, dan Marga *Dolichoderus*. Semut berwarna hitam dan seringkali ditemukan berasosiasi dengan kutu putih.

Oecophylla smaragdina lebih dikenal dengan semut rangrang. Semut rangrang termasuk ke dalam Famili Formicidae, Subfamili Formicinae, dan Marga *Oecophylla*. Semut rangrang berwarna merah kehitaman atau merah kecokelatan. Semut rangrang jarang dijumpai pada tanaman kantong semar. Jika pada tanaman lain, semut rangrang banyak ditemukan bersarang di tanaman inangnya. Hasil pengamatan menunjukkan tidak pernah ditemukan sarang semut rangrang pada tanaman kantong semar. Kehadiran rangrang pada batang, daun atau kantong diduga sekedar mencari makan berupa nektar. Jumlah semut rangrang yang berkunjung pada kantong semar juga sangat sedikit, jika dibandingkan dengan spesies semut lainnya.

Semut *Crematogaster difformis* termasuk ke dalam Famili Formicidae, Subfamili Myrmicinae, dan Marga *Crematogaster*. Semut yang sebagian besar tubuhnya berwarna hitam ini selain dijumpai di bagian tanaman juga di permukaan tanah. Semut ini banyak ditemukan bergerak aktif di bagian batang daun dan kantong. Selain itu juga menjadi salah satu bagian mangsa yang tenggelam di dalam cairan kantong.

3.4 Pola interaksi *N. mirabilis* dengan semut

Hasil pengamatan menunjukkan adanya interaksi antara *N. mirabilis* dengan semut di Kebun Raya Bogor. Pola interaksi bersifat mutualis fakultatif (non spesifik), karena ketidakberadaan suatu spesies semut tidak berpengaruh terhadap kelangsungan hidup *N. mirabilis*. Sebaliknya, ketidakberadaan tanaman *N. mirabilis* tidak akan mengganggu kelangsungan hidup semut, karena masih ada jenis kantong semar lainnya di lokasi yang sama.

Spesies semut yang ditemukan adalah *Camponotus sp*, *Dolichoderus thoracicus*, *Crematogaster difformis*. dan *Oecophylla smaragdina*. Sebagian besar semut yang ditemukan berfungsi sebagai pencari makan. Semut *Dolichoderus thoracicus* dan *Oecophylla smaragdina*, selain berperan sebagai pencari makanan juga sebagai predator. Keberadaan keempat spesies tersebut pada tanaman *N. mirabilis* semata-mata hanya mencari nektar floral dan ektrafloral sebagai sumber makanannya. Namun, spesies tersebut tidak hanya mengandalkan nektar yang dihasilkan oleh *N. mirabilis* tetapi juga jenis katong semar yang lain, seperti *N. gracilis*, *N. reinwadtiana* dan *N. X. hookeriana* yang berada pada lokasi yang sama. Dengan demikian, seandainya *N. mirabilis* tidak ada semut masih dapat memenuhi kebutuhan hidupnya dari jenis yang lain.

Hampir semua semut yang ditemukan di *N. mirabilis* mengunjungi di batang, daun dan kantong. Bagian tersebut menjadi tempat disekresikannya nektar ektrafloral, sehingga semut secara teratur akan mengunjungi tempat tersebut. Khusus pada bagian organ kantong, semut banyak yang mengunjungi peristome dan permukaan bawah tutup kantong. Kedua bagian tersebut juga merupakan tempat yang paling banyak dihasilkan nektar ektrafloral yang dicari semut sebagai sumber makanan. Selaras dengan pendapat Merbach et al. (2001), bahwasanya sekresi nektar ektrafloral yang terus menerus dapat diamati pada bagian batang yang paling muda dan di daerah peristome serta permukaan bawah tutup kantong yang baru terbuka. Hua and Li (2005) melaporkan bahwa pada *N. mirabilis*, nektar ektrafloral dapat ditemukan di batang, tangkai daun, daun, dan kantong. Mereka menambahkan bahwa bagian bawah tutup dan mulut kantong menghasilkan nektar yang menarik banyak serangga terbang di sekitar atau mendarat di bagian tepi peristome. Serangga-serangga tersebut yang kemudian menarik beberapa hewan-hewan lainnya, seperti belalang, laba-laba, semut, kadal, dan katak pohon, untuk mendatangi kantong. Hasil penelitian pada *N. rafflesiana* yang dilakukan oleh Bauer dan Federle (2009) juga menunjukkan bahwa bagian peristome menghasilkan banyak nektar ektrafloral yang berfungsi sebagai pemikat dan perangkap mangsa.

3.5 Keuntungan yang Diperoleh *N. mirabilis*

Interaksi antara *N. mirabilis* dan semut bersifat mutualis non spesifik. Kantong semar menarik mangsa dengan cara menawarkan hadiah berupa nektar yang disukai oleh semut sebagai sumber makanan. Seperti diketahui semut rangrang (*Oecophylla smaragdina*) dan semut hitam (*Dolichoderus thoracicus*) merupakan semut predator bagi serangga lain yang menyerang tanaman kantong semar. Kehadiran kedua spesies semut itu dapat menjaga tanaman dari serangan fitofag. Pada umumnya semut rangrang membuat sarang dengan menyatukan daun-daun muda yang segar di tanaman inangnya. Hasil pengamatan tidak ditemukan sarang semut rangrang yang dibuat di tanaman *N. mirabilis*. Nektar ektrafloral yang dihasilkan oleh tanaman juga berfungsi untuk menarik calon mangsa yang diharapkan akan terjebak di dalam lubang kantong sebagai sumber makanan kantong semar. Menurut Merbach et al. (2001) nektar yang dihasilkan oleh tanaman kantong semar selain daya tarik mangsa juga menjadi daya tarik semut yang dapat bertindak sebagai pelindung terhadap serangga fitifag karena kehadirannya yang terus menerus pada bagian muda tanaman.

Nektar ektrafloral selain disekresi pada bagian muda tanaman juga banyak di bagian kantong. Keuntungan yang diperoleh oleh tanaman dari semut yang mengunjungi bagian kantong adalah mendapatkan semut sebagai sumber nutrisi *N. mirabilis*. Tidak semua semut dapat selamat pada saat mencari nektar ektrafloral di bagian kantong. Bagian peristome dan tutup kantong tempat nektar umumnya terdapat lapisan lilin yang licin, yang menyebabkan semut tergelincir dan jatuh ke dalam lubang kantong. Hasil pengamatan menunjukkan adanya semut *Camponotus sp*, dan *Dolichoderus thoracicus* memakan nektar di peristome. Ditemukannya semut-semut yang tenggelam di dalam cairan kantong membuktikan bahwa

semut berusaha mencari nektar ekstrafloral yang dihasilkan di bagian kantong. Meskipun semut yang mengunjungi tanaman kantong semar ada yang dijadikan mangsa oleh tanaman, namun jumlahnya lebih sedikit jika dibandingkan dengan semut yang mencari nektar.

Semut juga diduga sebagai penyerbuk tanaman kantong semar. Namun, dalam penelitian ini semua tanaman yang diamati berkelamin jantan, sehingga tidak diketahui apakah semut juga berperan dalam penyerbukan. Hasil pengamatan juga ditemukan adanya semut *Camponotus* sp dan *D. thoracicus* berada di area bunga jantan *N. mirabilis*.

3.6. Keuntungan yang Diperoleh Semut

Interaksi tanaman *N. mirabilis* dan semut juga memberikan keuntungan bagi semut. Semut mengunjungi kantong semar sebagian besar alasannya untuk mendapatkan nektar. Nektar mengandung senyawa aromatik untuk menarik serangga pengunjung. Semut adalah serangga yang dikenal menyukai cairan manis seperti nektar. Zat terlarut dalam nektar menguntungkan bagi semut karena memiliki berbagai kandungan senyawa, misalnya air, ion, karbohidrat, asam amino. Selain itu juga mengandung enzim dan antioksidan yang berfungsi untuk menjaga homeostasis komposisi nektar (Agussalim et al., 2017). Keuntungan utama yang diperoleh semut dari interaksi ini adalah mendapatkan sumber makanan berupa nektar. Selain itu, semut yang ada pada tanaman memperoleh tempat tinggal, dan dapat terlindungi dari pengaruh lingkungan yang kurang baik, seperti angin kencang dan hujan deras. Namun, perlindungan tersebut bukanlah tujuan utama dari interaksi semut dengan tanaman.

4. SIMPULAN

N. mirabilis menghasilkan nektar floral dan nektar ekstrafloral yang dimanfaatkan untuk menarik semut. Terdapat empat spesies semut yang berinteraksi dengan *N. mirabilis* di Kebun Raya Bogor, yaitu *Camponotus* sp, *Dolichoderus thoracicus*, *Crematogaster difformis*. dan *Oecophylla smaragdina*. Interaksi tersebut bersifat mutualistik non spesifik. Dari hubungan ini tanaman mendapatkan perlindungan dari serangan fitofag dan mendapatkan mangsa sebagai sumber nutrisi. Sedangkan, semut memperoleh nektar sebagai sumber makanannya dan tempat tinggal.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Agussalim, Agus A, Umami N, dan Budisatria IGS. (2017). Variasi jenis tanaman pakan lebah madu sumber nektar dan polen berdasarkan ketinggian tempat di Yogyakarta. Buletin Peternakan, 41 (4): 448-460.
- Ashman TL, King EA. (2005). Are flower-visiting ants mutualists or antagonists? A study in Gynodioecious Wild Strawberry. Am J Bot 92 (5): 891-895
- Bauer U and Federle W. (2009). The insect-trapping rim of *Nepenthes* Pitchers: surface structure and function. Plant Signaling & Behavior 4 (11): 1019-1023.
- Bauer U, Bohn HF, Federle W. (2007). Harmless nectar source or deadly trap: *Nepenthes* pitchers are activated by rain, condensation, and nectar. Proc R Soc B Biol Sci. 275 : 259-265.
- Bennett KF, Ellison M. (2009). Nectar, not colour, may lure insects to their death. Biol. Lett. (2009) 5, 469–472
- Bonhomme V, Pelloux-Prayer H, Jusselin E, Yoe, Forterre, Labat JJ, Gaume L. (2011). Slippery or sticky? Functional diversity in the trapping strategy of *Nepenthes* carnivorous plants. New Phytol 191: 545-554.
- Clarke C. (2001). *Nepenthes* of Sumatra and Peninsular Malaysia. National History Publications. Natural History Publications (Borneo) Sdn.Bhd., Kota Kinabalu
- di Giusto B, Grosbois V, Fargeas E, Marshall D J and Gaume L (2008). Contribution of pitcher fragrance and fluid viscosity to high prey diversity in a *Nepenthes* carnivorous plant from Borneo; J. Biosci. 33: 121–136
- Farre-Armengol G, Filella I, Llusia J and Penuelas J. (2015). Relationships among floral VOC emissions, floral rewards and visits of pollinators in five plant species of a Mediterranean shrubland. Plant Ecology and Evolution 148 (1): 90–99.

- Gunawan R, Erwin dan Syafrizal. (2018). Uji fitokimia dan penentuan aktivitas antioksidan dari madu *Trigona incisa*. Jurnal Atomik, 03 (1): 18-21.
- Handayani T. (2017). Flower morphology, floral development and insect visitors to flowers of *Nepenthes mirabilis*. Biodiversitas 18 (4): 1624-1631.
- Handayani, T., Wawangningrum, H. (2019). Nektar dan warna sebagai pemikat serangga pengunjung tumbuhan kantong Semar (*Nepenthes* spp.). Warta Kebun Raya 17 (1) : 57-65.
- Herwina, H., & Nakamura, K. (2007). Ant species diversity study using pitfall traps in a small yard in Bogor Botanic Garden, West Java, Indonesia. Treubia, 99-116.
- Hua Y, Lie H. (2005). Food web and fluid in pitchers of *Nepenthes mirabilis* in Zhuhai, China. Acta Bot. Gallica, 152 (2), 165-175.
- Ito, F., Yamane, S., Eguchi, K., Noerdjito, W. A., Kahono, S., Tsuji, K., et al. (2001). Ants species diversity in the Bogor Botanic Garden, West Java, Indonesia, with description of two new species of the genus *Leptanilla* (Hymenoptera, Formicidae). Tropics, 379-404
- Kato M. (1993). Floral biology of *Nepenthes gracilis* (Nepenthaceae) in Sumatra. Am J Bot 80 (8): 924-927
- Merbach MA, Ziska G, Fiala B, Maschwitz U, Booth W. (2001). Patterns of nectar secretion in five *Nepenthes* species from Brunei Darussalam, Northwest Borneo, and implications for ant-plant relationships. Flora 196: 153-160
- Pahlovic A, Masarovic E, Hudak J. (2007). Carnivorous syndrome in Asian pitcher plants of the genus *Nepenthes*. Ann Bot 100 (3): 527-536.
- Phillipps A, Lamb A. (1996). Pitcher-plants of Borneo. Natural History Publications (Borneo) Sdn.Bhd.,
- Thornham, DG., Smith, JM., Grafe, TU., Federle, W. (2012). Setting the trap: cleaning behaviour of *Camponotus schmitzi* ants increases long-term capture efficiency of their pitcher plant host, *Nepenthes bicalcarata*. Functional Ecology, 26: 11–19