

Original Research Paper

Non-*Nepenthes* Carnivorous Plants in Indonesia: Current Knowledge on Diversity, Ethnobotany, and Phytochemistry

Wendy A. Mustaqim *

Program Studi Biologi, Fakultas Teknik, Universitas Samudra, Langsa, Aceh, 24416, Indonesia

Article History

Received : May 31th, 2021

Revised : June 18th, 2021

Accepted : June 23th, 2021

Published : July 01th, 2021

*Corresponding Author:

Wendy A. Mustaqim,

Program Studi Biologi,
Fakultas Teknik, Universitas
Samudra, Langsa, Aceh,
24416, Indonesia;

Email:

wamustaqim@unsam.ac.id;

wendyachmmadm@gmail.com

Abstract: One of the most unique plant groups in the world is carnivorous plants. Indonesia is home to many species of this plant group. *Nepenthaceae*, represented by single genus *Nepenthes*, is relatively well known, but the others are not. A literature study and several field trips were conducted to give a summary of the diversity and the potential uses of the non-*Nepenthes* carnivorous plants in Indonesia. Three families with a total number of 29 species have been reported for Indonesia, namely *Lentibulariaceae* (20 species), *Droseraceae* (8 species), and *Byblidaceae* (1 species). One species, *Aldrovanda vesiculosa* is listed as Endangered based on IUCN Red List. The results reveal that several species possess ethnobotanical and medicinal uses as well as other potential such as in phytoremediation and nanoparticle biosynthesis. Several bioactivities have been reported such as anticancer, antihypertensive, antitumor, antioxidant, antibacterial, or even hepatoprotective. Among the most important bioactivity is anticancer which is supported by the presence of secondary metabolites named plumbagin, which so far has been found in three species. Our result indicates that this plant group is highly potential and warrants further studies and or development.

Keywords: bioactivity, ethnobotany, Indonesia, plant diversity, secondary metabolites

Pendahuluan

Tumbuhan karnivora merupakan salah satu kelompok tumbuhan yang menarik di dunia (Król *et al.*, 2012). Keunikan perilaku dan bentuk morfologinya menyebabkan kelompok tanaman ini sering dijadikan sebagai tanaman hias. Berbagai manfaat dalam dunia etnomedisin hingga etnofarmakologi dari kelompok tumbuhan ini juga sudah ditunjukkan oleh para peneliti, misalnya di India oleh Kumar *et al.* (2018), meski banyak jenis pada tulisan tersebut belum diungkap potensinya secara maksimal.

Tumbuhan karnivora tergolong ke dalam 11 famili (Ellison & Gotelli, 2009), dan empat diantaranya dapat ditemukan di Indonesia dengan total jenis sebanyak 91 (Schlauer, 2017). Famili tumbuhan karnivora yang ditemukan di Indonesia adalah *Byblidaceae*, *Droseraceae*, *Lentibulariaceae* dan *Nepenthaceae*. *Nepenthaceae* yang diwakili oleh genus tunggal,

Nepenthes L., merupakan tumbuhan yang sebagian jenisnya dilindungi Peraturan Pemerintah No 7 1999. *Nepenthes* atau kantung semar sudah sangat dikenal oleh banyak kalangan, terutama untuk tanaman hias dan sedikit diantaranya yang menyebutkan kegunaan lain misalnya untuk obat (Silalahi *et al.*, 2016). Penelitian mengenai famili *Nepenthaceae* yang mencakup kawasan Indonesia sudah dilakukan oleh beberapa peneliti mulai dari taksonomi (Lamb, 1996; Cheek and Jeeb, 2001; Clarke, 2001; Hernawati & Akhriadi, 2006; Mansur, 2013), dan hingga pengembangannya seperti Mansur (2007).

Sementara itu, tidak banyak informasi mengenai keragaman dan kegunaan ketiga famili tumbuhan karnivora lain (*Byblidaceae*, *Droseraceae*, dan *Lentibulariaceae*) di Indonesia. Beberapa publikasi terakhir adalah jenis baru yang mencakup kawasan Indonesia (Taylor, 1986; Fleischmann *et al.*, 2011). Ulasan ini

diharapkan menjadi bagian penting dalam penelitian tumbuhan karnivora atau secara keseluruhan di Indonesia. Sampai saat ini, informasi mengenai keragaman tumbuhan karnivora non-*Nepenthes* di Indonesia belum tersedia. Oleh karena itu, tulisan ini dibuat untuk menyajikan data keragaman jenis dan potensi pemanfaatan dari kelompok tumbuhan tersebut.

Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan dengan penelusuran pustaka dan juga eksplorasi lapangan pendukung di berbagai tempat di Indonesia. Literatur yang digunakan meliputi serial Flora Malesiana dan beberapa revisi serta publikasi terbaru. Data untuk keragaman juga dilakukan dengan memeriksa pangkalan data Schlauer (2017). Data untuk pemanfaatan mulai dari etnobotani hingga fitokimia dan bioaktivitas diperoleh dari berbagai jurnal dan buku-buku yang sudah terpublikasi. Data-data tertentu mengenai sebaran dan keberadaan jenis serta dokumentasi jenis tertentu didapatkan selama berbagai eksplorasi lapangan ke berbagai wilayah di Indonesia, meliputi Pulau Buru, Maluku (2014), Depok (2015, 2017), Pegunungan Arfak, Papua Barat (2016, 2018), Puncak Jaya, Timika (2018), Belitung (2019), Batang Toru, Sibolga, Sumatera Utara (2020). Nama ilmiah terbaru mengikuti Plants of the World Online (2021) dan status konservasi dari IUCN Red List (2021).

Hasil dan Pembahasan

Keragaman jenis

Berdasarkan penelusuran literatur, jumlah jenis tumbuhan karnivora non-*Nepenthes* di Indonesia saat ini berjumlah 29 jenis yang termasuk ke dalam tiga suku, yaitu Lentibulariaceae (20 jenis) diikuti oleh Droseraceae (8 jenis) dan Byblidaceae (1 jenis). Daftar jenis disajikan pada paragraf berikut dan dilengkapi status konservasi diadopsi dari IUCN Red List (2018). Dari berbagai jenis yang ada, beberapa di antaranya memiliki persebaran yang sempit di Indonesia, yaitu *Aldrovanda vesiculosa*, *Byblis linifolia*, *Drosera petiolaris*, *D. rotundifolia* subsp. *bracteata* dan *Utricularia baaouleensis*, hingga ditemukan di sebagian besar kawasan seperti *D. burmannii* (Gambar 1), *U. aurea* (Gambar 2), *U. bifida*, *U. caerulea* dan

U. striatula. *Utricularia steenisii* merupakan jenis endemik Indonesia (Taylor, 1986).

Daftar jenis

Daftar jenis berikut ini disusun dari berbagai literatur meliputi Steenis (1953, 1971), Fleischmann *et al.* (2011), Taylor (1977, 1986), Schauer (2017), Plants of the World Online (2021), Conn (1995) (tanda bintang menandakan distribusi yang tercatat sedikit meragukan). Setelah nama jenis, terdapat distribusi di berbagai kawasan di Indonesia serta status konservasi menurut IUCN Red List (2021) yaitu Belum Dievaluasi (NE), Risiko Rendah (LC), dan Genting (EN).

BYBLIDACEAE

Byblis liniflora Salisb. Papua (Merauke). LC.

DROSERACEAE

Aldrovanda vesiculosa L. Nusa Tenggara (Pulau Timor). EN.

Drosera burmannii Vahl. Bangka, Belitung, Kalimantan, Sulawesi, Flores, Sumba, Maluku (Buru), Papua. LC.

Drosera indica L. Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Sumba dan Papua. LC.

Drosera peltata J.E. Smith. Jawa (timur), Nusa Tenggara, Sulawesi (selatan) dan Papua. LC.

Drosera petiolaris R.Br. Papua (Merauke). LC.

Drosera rotundifolia subsp. *bracteata* Kern & Steen. Papua. NE.

Drosera spatulata Labill. Sumatra. NE.

Drosera ultramafica A.Fleischm., A.S.Rob. & S.McPherson. Sumatera dan Sulawesi. NE.

LENTIBULARIACEAE

Utricularia aurea Lour. Seluruh Indonesia. LC.

Utricularia australis R. Br. Sumatera, Jawa dan Niugini*. LC.

Utricularia baouleensis A. Chev. Jawa (hanya di Madura). NE.

Utricularia bifida L. Seluruh Indonesia kecuali Nusa Tenggara. LC.

Utricularia caerulea L. Seluruh Indonesia kecuali Sulawesi dan Nusa Tenggara. NE.

Utricularia capillacea Willd.. Kep. Aru dan Niugini*. NE.

Utricularia chrysantha R. Br. Papua. LC.

Utricularia gibba L. Seluruh kawasan kecuali

Nusa Tenggara dan Maluku. LC.
Utricularia limosa R. Br. Niugini*. LC.
Utricularia minutissima Vahl. Sumatera,
Kalimantan dan Papua*. LC.
Utricularia moniliformis P. Taylor6. Sumatera
dan Kalimantan*. NE
Utricularia muelleri Kamienski. Papua. LC.
Utricularia pulchra P. Taylor. Papua. LC.
(Gambar 3).
Utricularia punctata Wall. ex DC. Sumatera dan
Kalimantan*. LC.
Utricularia salwinensis Hand.-Mazz. Sumatra
(bagian utara). LC.
Utricularia scandens Benj. Maluku (Kep. Aru)
dan Papua. NE.
Utricularia steenisii P. Taylor. Sumatera. LC.
Utricularia striatula J. Sm. Seluruh kawasan.
LC.
Utricularia subulata L. Kalimantan. LC.
Utricularia uliginosa Vahl. Sumatera, Jawa,
Kalimantan dan Papua. LC.



Gambar 1. *Drosera burmannii* di Pulau Buru, Maluku.



Gambar 2. *Utricularia aurea* di Depok, Jawa Barat. A. Tumbuhan di habitat. B. Perbungaan.



Gambar 3. *Utricularia pulchra*, salah satu jenis dari Papua.

Etnobotani

Pemanfaatan jenis-jenis tumbuhan yang tercatat salah satunya adalah tanaman hias. Berbagai jenis *Drosera* dapat diperoleh dengan mudah di berbagai penjual tanaman hias. Dari jenis-jenis yang ada di Indonesia, pemanfaatan dalam dunia medis tradisional juga ditemukan di tempat lain.

Marga *Drosera* secara tradisional telah digunakan sebagai obat. Di India, *D. burmannii* digunakan untuk obat disentri berdarah (Vaidyanathan *et al.*, 2013; Kumar *et al.*, 2018) serta batuk (Shah *et al.*, 2011). Selain itu, *D. indica* juga digunakan untuk batuk dan *D. peltata* untuk rematik (Kumar *et al.*, 2018).

Berbagai jenis dari marga *Utricularia* telah dimanfaatkan di berbagai tempat di dunia. *Utricularia bifida* digunakan untuk menyembuhkan penyakit saluran urin (Haron dan Chew, 2012) dan inflamasi (Kumar *et al.* 2018). Selain itu, *U. caerulea* untuk menyembuhkan luka (Haron & Chew, 2012). *Utricularia aurea* juga telah digunakan untuk menyembuhkan malaria dan kemungkinan juga gangguan pada perut (Kumar *et al.*, 2018).

Kandungan metabolit sekunder

Secara umum, fitokimia untuk jenis-jenis di Indonesia masih belum banyak dipelajari. Jumlah jenis yang telah diteliti tidak lebih dari separuh dari total keseluruhan yang ada (Tabel 1). *Drosera burmannii* merupakan jenis yang paling banyak dikaji untuk komponen fitokimianya. Setidaknya 22 senyawa telah diidentifikasi dari jenis ini. Hal ini sangat kontras dengan *B. liniflora* di urutan kedua dengan hanya empat senyawa yang diketahui. Selain itu,

sebagian besar jenis dari marga *Utricularia* hampir belum pernah diteliti sama sekali. Data mengenai senyawa-senyawa yang ada pada berbagai jenis karnivora non-*Nepenthes* di Indonesia menunjukkan bahwa penelitian masih sangat kurang.

Tabel 1. Senyawa metabolit sekunder dari tumbuhan karnivora non-*Nepenthes* di Indonesia

Famili/spesies/kandungan kimia
<p>BYBLIDACEAE <i>Byblis linifolia</i> akteosida¹ isoakteosida¹ desrhamnosil isoakteosida¹ desrhamnosil akteosida¹</p>
<p>DROSERACEAE <i>Aldovandra vesiculosa</i> plumbagin²</p> <p><i>Drosera burmannii</i> [1,2-b]furan-2,5-dion³ 1-tetradekanol³ 2-(heksadesiloksi) etanol³ 2,2,5-trimetil-sikloheksana-1,4-diol³ 2,2-dimetil-5-(3-metiloksiran-2-il)sikloheksanona³ 2-heksadesen-1-ol, 3,7,11,15-tetrametil³ 7-metiljuglon⁴ 8,8-dimetil-3-(4-metil-5-okso-2,5-dihidrofuran-2-iloksimetilen)-3a,4,6,7,8,8b-heksahidro-3H-indeno asam heksadekanoat atau asam palmitat³ asam heksadekanoat, methyl ester atau metil palmitat³ asam oktadekanoat atau asam stearat³ asam tannat⁵ asam tetradekanoat³ heksadesen-1-ol, trans-9³ katekin⁵ metil gallat⁵ plumbagin⁶ purpurin⁵ reserpin⁵ saponin⁷ β-doradesin³ tannin⁷</p> <p><i>Drosera indica</i> terpenoid⁷ plumbagin⁴ 7-metiljuglon⁴</p>

<p><i>Drosera peltata</i> flavonoid⁷ steroid⁷</p>
<p>LENTIBULARIACEAE <i>Utricularia aurea</i> fukoidan⁸ enzim digestif⁷</p> <p><i>Utricularia bifida</i> flavonoida⁷</p>

Sumber: 1) Schlauer *et al.* (2004), 2) Schlauer *et al.* (2005), 3) Ghate *et al.* (2016), 4) Schlauer *et al.* (2018), 5) Ghate *et al.* (2015), 6) Madhavan *et al.* (2009), 7) Kumar *et al.* (2018), 8) Chosawad *et al.* (2005)

Plumbagin tampaknya menjadi salah satu senyawa yang paling potensial. Senyawa ini didapatkan dari *A. vesiculosa*, *D. burmannii* dan *D. indica*. Pada jenis *D. indica*, elisitasi yang salah satunya dilakukan dengan penambahan metil jasmonat dari tanaman telah mampu meningkatkan produksi senyawa tersebut (Thaseewak *et al.*, 2011). Hal ini menunjukkan potensi yang sangat besar untuk dikembangkan di masa mendatang. Proses yang sama dapat juga diaplikasikan pada jenis *D. burmannii*.

Keberadaan katekin pada jenis *D. burmannii* menyebabkan potensi jenis ini semakin tinggi. Struktur pasti dari katekin pada jenis ini belum terungkap sepenuhnya. Penelitian lebih lanjut untuk senyawa ini pada *D. burmannii* tampaknya menarik untuk dilakukan mengingat katekin berperan penting dalam bidang medis. Sebagai contoh, Velayutham *et al.* (2008) telah merangkum fungsi katekin dari tanaman teh (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) yang berpotensi sebagai antikanker, antiinflamasi, antioksidan, menurunkan kadar lipid dan obat penyakit kardiovaskular.

Senyawa-senyawa lain yang ada juga memberikan potensi yang bagus, antara lain reserpin dan fukoidan. Reserpin merupakan senyawa yang dapat dijadikan obat. Salah satu contohnya adalah untuk mengobati hipertensi (Lobay, 2015) meskipun dengan berbagai dampak yang masih menjadi perdebatan seperti adanya depresi (Lemieux *et al.*, 1956). Selanjutnya, fukoidan juga merupakan senyawa kimia rendah toksisitas dengan berbagai bioaktivitas (Li *et al.*, 2008).

Poin penting yang perlu diperhatikan adalah beberapa kandungan kimia yang belum spesifik pada beberapa jenis seperti flavonoida pada *D. peltata* dan *U. bifida* (Kumar *et al.*, 2018) tampaknya menyebabkan pentingnya identifikasi ke depan. Penggunaan teknik-teknik mutakhir seperti GC-MS atau HPLC dapat dilakukan.

Selain itu, sebagian besar jenis-jenis anggota marga *Utricularia* yang juga belum diungkap kandungan fitokimianya. Adanya fukoidan pada salah satu jenis (*U. aurea*) (Chosawad *et al.*, 2005) dan beberapa senyawa potensial lainnya (Tabel 1) menyebabkan penelitian lanjutan penting untuk dilakukan. Hal ini juga didukung pada fakta bahwa makrofit akuatik umumnya memiliki laju pertumbuhan yang lebih besar (Cebrian, 1999), termasuk di dalamnya adalah kelompok tumbuhan karnivora (Ellison & Adamec, 2011), sehingga produksi biomassa akan lebih cepat.

Potensi bioaktivitas

Penelitian mengenai potensi bioaktivitas dari kandungan senyawa metabolit sekunder yang ada sudah umumnya pada marga *Drosera*. Berikut akan disajikan hasil-hasil yang ada dan ditambahkan juga dengan potensi berdasarkan penelusuran bioaktivitas dari senyawa yang diketahui namun didapat dari tumbuhan jenis lainnya. Berbagai jenis yang ada tercatat memiliki kemampuan sebagai sumber bahan antibakteri, misalnya *D. burmannii* untuk *E. coli* dan *D. indica* untuk bakteri infeksi mulut. Selain itu, *D. peltata* dan *U. aurea* untuk sumber agen umum senyawa antibakteri (Kumar *et al.*, 2018). Salah satu senyawa agen antibakteri pada *U. aurea* adalah fukoidan (Fitton *et al.*, 2015).

Antiepilepsi. Antiepilepsi atau sering juga disebut sebagai antikonvulsan dilaporkan dari jenis *D. burmannii*. Skala yang dibuktikan saat ini masih berada pada tingkat percobaan dengan bagian yang digunakan adalah ekstrak alkohol dan cairan. Keseluruhan bagian tanaman memiliki kemampuan yang sama (Hema *et al.*, 2009).

Antifertilitas. Madhavan *et al.* (2009) menunjukkan adanya potensi antifertilitas pada *D. burmannii*. Potensi tersebut diketahui dari hasil percobaan menggunakan tikus. Beberapa senyawa yang terkandung seperti kuinon, flavonoida, saponin, fitosterol, gum, lendir dan

dibuktikan lebih lanjut dengan adanya plumbagin pada senyawa ekstrak alkohol.

Antihipertensi. Kandungan yang telah diteliti memiliki kemampuan sebagai senyawa antihipertensi. Salah satu yang penting adalah akteosida dan isoakteosida dari jenis *B. liniflora* (Schlauer *et al.*, 2004). Senyawa-senyawa ini telah ditunjukkan memiliki kemampuan untuk menurunkan tekanan darah baik sistolik maupun diastolik (Chen *et al.*, 2012). Potensi antihipertensi mungkin juga diperoleh dari reserpin (Lobay, 2015) dari jenis *D. burmannii* (Schlauer *et al.*, 2005).

Antiinflamasi. Jenis-jenis karnivora non-*Nepenthes* memiliki kegunaan dalam antiinflamasi sebagaimana dilaporkan dalam berbagai literatur. Jenis pertama adalah *D. burmannii* sebagaimana dilaporkan oleh Ghate *et al.* (2016) dan ulasan oleh Shah *et al.* (2015). Selain itu, potensi juga dapat disimpulkan dari keberadaan senyawa kimia. Sebagai contoh, fukoidan pada *U. aurea*, (Chosawad *et al.*, 2005) dikatakan memiliki potensi sebagai antiinflamasi (Li *et al.* 2008; Fitton *et al.* (2015).

Antikanker/antitumor. Meskipun tidak terbukti pada semua tipe sel kanker, ekstrak metanol dari *D. burmannii* dapat digunakan untuk menekan pertumbuhan sel MCF-7. Sel ini adalah salah satu penyebab kanker payudara yang ketika dihambat akan mengalami apoptosis (Ghate *et al.*, 2016). Laporan lain antikanker untuk jenis yang sama juga tersedia pada sel-sel mice 'Swiss albino' yang mengandung Dalton's Ascites lymphoma (Raju & Christina, 2013). Pada skala percobaan dengan berbagai metode, jenis *D. indica* hasil potensi antikanker juga ditunjukkan (Arsivatham dan Christina, 2012; Asirvatham *et al.*, 2013; Shaikh *et al.*, 2016). Tingkat efisiensi ekstrak etanol jenis ini setara dengan senyawa kimia yang sudah diketahui, yaitu 5-fluorourasil (Arsivatham & Christina, 2012).

Keberadaan senyawa plumbagin pada *A. vesiculosa* (Schlauer *et al.*, 2005), *D. burmannii* dan *D. indica* (Schlauer *et al.*, 2018), merupakan potensi yang penting terkait antikanker. Senyawa ini diketahui berpotensi menghambat perkembangan kanker prostat (Aziz *et al.*, 2008) dan kanker payudara (Kuo *et al.*, 2006). Jamal *et al.* (2014) telah menunjukkan kemampuan plumbagin mengikat protein sinyal yang berperan dalam perkembangan kanker, antara

lain AKT1/PKBA dan Bcl-2. Selain plumbagin, fukoidan juga merupakan senyawa antikanker (Fitton *et al.*, 2015).

Kandungan fukoidan pada *U. aurea* telah dilakukan percobaan untuk memiliki potensi antikanker (Li *et al.*, 2008). Percobaan telah dilakukan pada sel KB, suatu galur kanker pada sel nasofaring (Chosawad *et al.*, 2005). Lebih lanjut, keefektifan senyawa fukoidan telah ditunjukkan oleh Atashrazm *et al.* (2015).

Antioksidan. Potensi antioksidan dimiliki salah satunya oleh *D. burmannii*. Ekstrak metanol 70% dari jenis ini telah dilaporkan memiliki kemampuan tersebut (Ghate *et al.*, 2015). Penelitian lainnya secara *in vitro* juga menunjukkan potensi antioksidan dari jenis *D. indica* (Asirvatham *et al.*, 2013). Berikutnya, senyawa akteosida dan isoakteosida pada *B. liniflora* (Schlauer *et al.*, 2004) juga berpotensi sebagai antioksidan dengan menangkai keberadaan radikal bebas (Chen *et al.*, 2012). Fukoidan pada *U. aurea* (Chosawad *et al.*, 2015) juga berpotensi sebagai antioksidan yang baik sebagaimana sebelumnya juga dilaporkan oleh Li *et al.* (2008).

Antivirus. Salah satu contoh antivirus adalah senyawa fukoidan (Fitton *et al.*, 2015) yang ada pada *U. aurea*. Li *et al.* (2008) menunjukkan fukoidan telah diuji kemampuannya baik secara *in vitro* maupun *in vivo*. Peneliti tersebut juga menyimpulkan bahwa toksisitas senyawa ini lebih rendah dibandingkan obat yang ada saat ini, sehingga potensi pengembangannya dapat dijadikan prioritas.

Hepatoprotektif. Ghate *et al.* (2015) melaporkan potensi hepatoprotektif dari *D. burmannii*. Ghate dan kawan-kawan menggunakan ekstrak metanol dalam percobaannya. Kemampuan tersebut diduga kuat terkait dengan kemampuan ekstrak metanol dalam mengkelat Fe. Potensi yang masih terkait salah satunya adalah hepatopati (Li *et al.*, 2008).

Potensi-potensi bioaktivitas lainnya. Selain beberapa potensi bioaktivitas yang disebutkan, beberapa laporan juga menunjukkan potensi-potensi yang masih relatif kurang diketahui secara optimal. Salah satunya adalah potensi dari fukoidan pada *U. aurea* (Chosawad *et al.*, 2015) yang diketahui bermanfaat untuk antikoagulan, antitrombosit, menurunkan kadar lemak darah, perlindungan lambung dan perut lainnya, antiuropati, antirenalpati (Li *et al.*, 2008)

serta imunomodulator (Li *et al.*, 2008; Fitton *et al.*, 2015).

Potensi-potensi lain

Potensi lain selain dalam bidang medis antara lain mulai dari fitoremediasi hingga industri modern. *Utricularia aurea* diketahui dapat berpotensi sebagai tumbuhan akumulator limbah Zn. Hal ini diketahui dari sebuah studi di Malaysia yang dilakukan oleh Abu Bakar *et al.* (2015). Pertumbuhan yang relatif massif (Gambar 2A), menunjukkan potensi yang besar terkait nilai kegunaannya di masa mendatang. Fungsi untuk fitoremediasi juga didapati pada jenis *U. gibba* yang mampu mengakumulasi kromium (IV) (Augustynowicz *et al.*, 2015). Selain itu, jenis *D. indica* dan *D. spatulata* merupakan salah satu tumbuhan yang dapat digunakan untuk sintesis nanopartikel (Banasiuk *et al.*, 2017).

Pemanfaatan klasik dari berbagai jenis tumbuhan karnivora adalah tanaman hias yang tampaknya akan meningkat ke depannya. Tentunya hal ini berpotensi sebagai ancaman bagi populasi di alam liar sehingga perlindungan pun diperlukan (Campbell, 1983). Akan tetapi, dengan berkembangnya teknik-teknik budidaya seperti kultur jaringan pada genus *Drosera* (Anthony, 1992; Miclea & Zăhan, 2017), tampaknya produksi secara massif untuk keperluan pasar tidak akan terhambat, termasuk di dalamnya adalah untuk tujuan lain misalnya medis. Dengan optimalisasi perkembangan ilmu yang sudah ada, pemanfaatan berkelanjutan akan dapat dicapai.

Kesimpulan

Tumbuhan karnivora non-*Nepenthes* di Indonesia telah dipelajari pada berbagai aspek seperti taksonomi meskipun data-data yang ada umumnya sudah cukup usang. Sementara itu, studi lain di Indonesia tampaknya masih terbatas terutama bila dikaitkan dengan metabolit sekunder dan pengembangan potensinya. Terdapatnya kandungan senyawa-senyawa metabolit sekunder yang telah dilaporkan memiliki potensi-potensi seperti antikanker, antidiabetes dan berbagai penyakit lainnya menyebabkan pengembangannya menjadi penting. Kemampuan jenis tertentu seperti *U. aurea*, dengan senyawa penting dan laju

pertumbuhan tinggi, menambah nilai potensi pengembangan dari kelompok tumbuhan ini.

Ucapan terima kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada panitia Ekspedisi NKRI Koridor Maluku Utara 2014 dan Papua Barat 2016 yang telah memberikan dukungan dana untuk pengambilan data lapangan masing-masing selama di Pulau Buru, Maluku dan Pegunungan Arfak, Papua Barat. Eksplorasi di Depok didukung oleh Dana Hibah DRPM Universitas Indonesia; eksplorasi Pegunungan Arfak 2018 oleh National Parks Board Singapore (c.q. Yee Wen Low), Puncak Jaya, Timika (2019) oleh PT Freeport Indonesia, Belitung (2019) oleh Laboratorium Ekologi dan Sumber Daya Tumbuhan, Departemen Biologi, FMIPA, IPB University, dan Sumatera Utara (2020) oleh IPB University dan PTPN III Sumatera Utara.

Referensi

- Abu Bakar, A.A.B., Ali, K.A.B.M., Tarmizi, N.A.B.A., Japeri, A.Z.U.S.B.M. & Tammy, N.J.B. (2015). Potential of using bladderwort as a biosorbent to remove Zinc in wastewater. *AIP Conference Proceedings* 1774: 030023-1-030023-6. doi: 10.1063/1.4965079
- Anthony, J.L. (1992). *In vitro* propagation of *Drosera* spp. *HortScience* 27(7): 850. <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/27/7/article-p850.pdf>
- Arsivatham, R. & Cristina A.J.M. (2013). Anticancer activity of *Drosera indica* L., on Dalton's lymphoma ascites (DLA) bearing mice. *Journal of Intercultural Ethnopharmacology* 2(1): 9-14. <https://www.bibliomed.org/?mno=20192>
- Asirvatham, R., Cristina, A.J.M. & Murali, A. (2013). *In vitro* antioxidant and anticancer activity studies on *Drosera indica*. *Advanced Pharmaceutical Bulletin* 3(1): 115-120. DOI: <http://dx.doi.org/10.5681/apb.2013.019>
- Atashrazm, F., Lowenthal, R.M., Woods, G.M., Holloway, A.F. & Dickinson, J.L. (2015). Fucoic acid and cancer: A multifunctional molecule with anti-tumor potential. *Marine Drugs* 13(4): 2327-2346. doi: 10.3390/md13042327
- Augustynowicz, J., Lukowicz, K., Tokarz, K. & Plachno B.J. (2015). Potential for chromium (VI) bioremediation by the aquatic carnivorous plant *Utricularia gibba* L. (*Lentibulariaceae*). *Environmental Science and Pollution Research* 22(13): 9742-9748. DOI: 10.1007/s11356-015-4151-1
- Aziz, M.H., Dreckschmidt, N.E. & Verma, A.K. (2008). Plumbagin, a medicinal plant-derived naphthoquinone, is a novel inhibitor of the growth and invasion of hormone refractory prostate cancer. *Cancer Research* 68(21): 9024-9032. doi: 10.1158/0008-5472.CAN-08-2494
- Banasiuk, R., Krychowiak, M., Swigon, D., Tomaszewicz, T., Michalak, A., Chylewska, A., Ziabka, M., Lapinski, M., Koscielska, B. & Narajczyk, M. (2017). Carnivorous plants used for green synthesis of silver nanoparticles with broad-spectrum antimicrobial activity. *Arabian Journal of Chemistry, in press*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.arabc.2017.11.013>
- Campbell, F.T. (1983). Carnivorous plants deserve protection. *Carnivorous Plant Newsletter* 12: 96-98. https://cpn.carnivorousplants.org/articles/CPNv12n4p96_98.pdf
- Cebrian, J. (1999). Patterns in the fate of production in plant communities. *The American Naturalist* 154(4): 449-468. doi: 10.1086/303244.
- Cheek, M. & Jebb, M. (2001). *Nepenthaceae. Flora Malesiana I* 15: 1-157. <https://repository.naturalis.nl/pub/532692>
- Chen, C.H., Lin, Y.S., Chien, M.Y., Hou, W.C. & Hu, M.L. (2012). Antioxidant and antihypertensive activities of acteoside

- and its analogs. *Botanical Studies* 53: 421-429.
<https://ejournal.sinica.edu.tw/bbas/content/2012/4/Bot534-01.pdf>
- Chosawad, D., Leggat, U., Dechsukhum, C., Phongdara, A. & Chotigeat, W. (2005). Anti-tumour activities of fucoidan from the aquatic plant *Utricularia aurea* Lour. *Journal of Science and Technology* 27(Suppl. 3): 799-807.
http://rdo.psu.ac.th/sjst/journal/27-Suppl-3/17_cancer.pdf
- Clarke, C. (2001). *Nepenthes of Sumatra and Peninsular Malaysia*. Natural History Publications, Kinabalu.
- Conn, B.J. (1995). *Droseraceae*. In: Conn, B.J. (ed.). *Hanbook of the Flora of Papua New Guinea*. 3rd vol. Melbourne University Press, Melbourne. pp: 49-55. ISBN: 9780522845822
- Ellison, A.M. & Adamec, L. (2011). Ecophysiological traits of terrestrial and aquatic carnivorous plants: are the costs and benefits the same? *Oikos* 000: 1-11. doi: 10.1111/j.1600-0706.2011.19604.x
- Ellison, A.M. & Gotelli, N.J. (2009). Energetics and the evolution of carnivorous plants - Darwin's 'most wonderful plants in the world'. *Journal of Experimental Botany* 60(1): 19-42. doi: 10.1093/jxb/ern179
- Fitton, J.H., Stringer, D.N. & Karpiniec, S.S. (2015). Therapies from Fucoïdan: an update. *Marine Drugs* 13(9): 5920-5946. doi: 10.3390/md13095920
- Fleischmann, A., Robinson, A.S., McPherson, S., Heinrich, V., Gironella, E. & Madulid, D.A. (2011). *Drosera ultramafica* (*Droseraceae*), a new sundew species of the ultramafic flora of the Malesian highlands. *Blumea* 56: 10-15. doi: 10.3767/000651911X560907
- Ghate, N.B., Chaudhuri, D., Das, A., Panja, S. & Mandal, N. (2015). An antioxidant extract of the insectivorous plant *Drosera burmannii* Vahl. alleviates iron-induced oxidative stress and hepatic injury in mice. *PLoS ONE* 0128221: 1-21. DOI: 10.1371/journal.pone.0128221
- Ghate, N.B., Das, A., Chaudhuri, D., Panja, S. & Mandal, N. (2016). Sundew plant, a potential source of anti-inflammatory agents, selectively induces G2/M arrest and apoptosis in MCF-7 cells through upregulation of p53 and Bax/Bcl-2 ratio. *Cell Death Disc* 2: 15062. DOI: 10.1038/cddiscovery.2015.62
- Haron, N.W. & Chew, M.Y. (2012). Medicinal and environmental indicator species of *Utricularia* from montane forest of Peninsular Malaysia. *The Scientific World Journal* 2012: 234820. DOI: 10.1100/2012/234820
- Hema, B., Bhupendra, S., Saleem, M.T.S. Gauthaman, K. (2009). Anticonvulsant effect of *Drosera burmannii* Vahl. *International Journal of Applied Research in Natural Products* 2(3): 1-4.
https://www.researchgate.net/profile/Bhupendra_Shrestha2/publication/43772081_Anticonvulsant_Effect_of_Drosera_burmannii_Vahl/links/0fcfd505bee95835db000000.pdf
- Hernawati, & Akhriadi, P. (2006). A Field Guide to *Nepenthes* of Sumatra. PILI-NGO Movement, Bogor. ISBN: 9789793143187, pp: 94.
- IUCN Red List. (2021). *International Union for Conservation and Nature Red List of Threatened Species*. <http://www.iucnredlist.org>. (Accessed May 31, 2021).
- Jamal, M.S., Parveen, S., Beg, M.A., Suhail, M., Chaudhary, A.G.A., Damanhour, G.A., Abuzenadah, A.M. & Rehan, M. (2014). Anticancer compound plumbagin and its molecular targets: A structural insight into the inhibitory mechanisms using computational approaches. *PLoS ONE* 9(2): e87309. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0087309>

309

- Król, E., Płachno, B.J., Adamec, L., M. Stolarz, M., Dziubińska, H. & Trębacz, K. (2012). Quite a few reasons for calling carnivores 'the most wonderful plants in the world'. *Annals of Botany* 109: 47-62. doi: 10.1093/aob/mcr249
- Kumar, S., Thorat, S.S., Labala, R.K. & Patra, J.K. (2018). Insectivorous plants of India: sources of bioactive compounds to fight against antimicrobial resistance. In: Patra JK et al. (eds). *Microbial Biotechnology*. Singapore. Springer. P: 305-317. doi: https://doi.org/10.1007/978-981-10-7140-9_14
- Kuo, P.L., Hsu, Y.L. & Cho, C.Y. (2006). Plumbagin induces G2-M arrest and autophagy by inhibiting the AKT/mammalian target of rapamycin pathway in breast cancer cells. *Molecular Cancer Therapeutics* 5(12): 3209-3221. doi: 10.1158/1535-7163.MCT-06-0478
- Lamb, A. (1996). Pitcher-Plants of Borneo. Natural History Publications, Kinabalu. ISBN: 978-9838120098, pp: 181.
- Lemieux, G., Davignon, A. & Genest, J. (1956). Depressive states during *Rauwolfia* therapy for arterial hypertension. *Canadian Medical Association Journal* 74: 522-526. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/article/PMC1823144/>
- Li, B., Lu, F., Wei, X. & Zhao, R. (2008). Fucoidan: structure and bioactivity. *Molecules* 13(8): 1671-1695. doi: 10.3390/molecules13081671.
- Lobay, D. (2015). *Rauwolfia* in the treatment of hypertension. *Integrative Medicine (Encinitas)* 14(3): 40-46. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26770146/>
- Madhavan, V., Basnett, H., Gurudeva, M.R. & Yoganarasimhan, S.N. (2009). Pharmacognostical evaluation of *Drosera burmannii* Vahl (Droseraceae). *Indian Journal of Tradition Knowledge* 8(3): 326-333. <http://nopr.niscair.res.in/handle/123456789/5078>
- Mansur, M. (2007). *Nepenthes*: Kantong Semar yang Unik. Penebar Swadaya, Jakarta. ISBN: 979-002-000-7, pp: 99.
- Mansur, M. (2013). Tinjauan ulang *Nepenthes* (Nepenthaceae) di Indonesia. *Berita Biologi* 12(1): 1-7. https://ejournal.biologi.lipi.go.id/index.php/berita_biologi/article/view/512
- Miclea, I. & Zăhan, M. (2017). Propagation of *Drosera rotundifolia* and *Drosera capensis* in an *in vitro* culture system. *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies* 74(2): 144-148. doi: 10.15835/buasvmcn-asb: 0018
- Plants of the World Online. (2021) *Utricularia gibba* L. <http://www.plantsoftheworldonline.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:526777-1> (Accessed May 31, 2021).
- Raju, A. & Cristina, A.J.M. (2013). *Drosera burmannii* Vahl: antioxidant potential in Dalton's Ascites Lymphoma (DAL) bearing mice. *Journal of Medicinal Plants Studies* 1(4): 152-159. <https://www.plantsjournal.com/archives/2013/vol1issue4/PartB/16.1.pdf>
- Schlauer, J. (2017). World Carnivorous Plant List. <http://cpnames.carnivorousplants.org>. (Accessed May 31, 2021).
- Schlauer, J., Budzianowski, J., Kukulczanka, K. & Ratajczak, L. (2004). Acteoside and related phenylethanoid glycosides and its systematic significance. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 73(1): 9-15. <http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.agro-article-47161cfb-c6bd-4e90-af27-52fd85849160/c/48-48-2-PB.pdf>

- Schlauer, J., Hartmeyer, S.R.H., Hartmeyer, I., Hennern, H. & Hennern, A. (2018). Sundew chemistry and emergence updates. *Carnivorous Plant Newsletter* 47(1): 10-17. http://www.hartmeyer.de/ArtikelundBerichte/artchemotaxonomy-and-emergences_CPN2018.html
- Schlauer, J., Nerz, J. & Rischer, H. (2005). Carnivorous plant chemistry. *Acta Botanica Gallica* 152(2): 187-195. <https://doi.org/10.1080/12538078.2005.10515469>
- Shah, B.N., Seth, A.K. & Maheshwari, K.M. (2011). A review on medicinal plants as a source of antiinflammatory agents. *Research Journal of Medical Sciences* 5(2): 101-115. doi: 10.3923/rjmp.2011.101.115
- Shaikh, A.M., Shrivastava, B., Apte, K.G. & Navale, S.D. (2016). Medicinal plants as potential source of anticancer agents: a review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 5(2): 291-295. <https://www.phytojournal.com/archives/2016/vol5issue2/PartD/5-2-25-159.pdf>
- Steenis, C.G.G.J. van. (1953). Droseraceae. *Flora Malesiana* I 4(4): 377-381. <https://repository.naturalis.nl/pub/532693>
- Steenis, C.G.G.J. van. (1971). Byblidaceae. *Flora Malesiana* I 7(1): 135-138. <https://repository.naturalis.nl/pub/532491>
- Taylor, P. (1986). New taxa in *Utricularia* (Lentibulariaceae). *Kew Bulletin* 41(1): 1-18. <https://doi.org/10.2307/4103020>
- Thaweesak, J., Seiichi, S., Hiroyuki, T. & Waraporn, P. (2011). Elicitation effect on production of plumbagin in in vitro culture of *Drosera indica* L. *Journal of Medicinal Plants Research* 5(19): 4949-4953. https://academicjournals.org/article/article1380784006_Thaweesak%20et%20al.pdf
- Vaidyanathan, D., Senthikumar, M.S.S. & Basha, M.G. (2013). Studies on ethnomedicinal plants used by Malayali tribals in Kolli hills of Eastern Ghats, Tamilnadu, India. *Asian Journal of Plant Science & Research* 3(6): 29-45. <https://www.imedpub.com/abstract/studies-on-ethnomedicinal-plants-used-by-malayali-tribals-in-kolli-hills-of-eastern-ghats-tamilnadu-india-14868.html>
- Velayutham, P., Babu, A. & Liu, D. (2008). Green tea catechins and cardiovascular health: an update. *Current Medicinal Chemistry* 15(18): 1840-1850. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/article/PMC2748751/>