



Interaksi *venus flytrap (Dionaea muscipula)* dengan serangga mangsa dan serangga polinator

DIAH AYU UTAMI, MOVHALKY ARGESWARA DELTA CANCERA AMERO, PUTRI AISIYYA QUTLANA MUNAWAROH, DAN MUKHAMAD SU'UDI*

Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Jember, Indonesia

<p>Kata kunci: <i>Dionaea muscipula</i> prey/pollinator paradox snap trap trigger hairs</p>	<p>ABSTRAK: <i>Dionaea muscipula</i> merupakan tumbuhan karnivora yang hidup di daerah terestrial yang kurang nutrisi khususnya nitrogen dan memiliki <i>active snap trap</i>. Tumbuhan karnivora ini memangsa serangga untuk memenuhi kebutuhan nitrogen dengan membentuk lobus berumbai yang akan menutup saat serangga mangsa masuk karena memiliki <i>trigger hairs</i> sebagai sensor. Lobus juga mensekresikan pigmen antosianin dan <i>Volatile Organic Compounds (VOCs)</i> untuk menarik perhatian serangga mangsa. Peran serangga selain menjadi mangsa juga berperan sebagai polinator, maka terjadi <i>prey/pollinator paradox</i> karena polinator dapat termangsa oleh <i>D. muscipula</i>. Maka dari itu, <i>D. muscipula</i> membentuk mekanisme dengan membentuk bunga sekitar 15-35 cm diatas jebakan. Mekanisme ini menyebabkan polinator yang berupa serangga terbang tidak termangsa oleh <i>D. Muscipula</i> dan membantu membawa polen. Mekanisme tersebut meminimalisasi <i>overlapping</i> antara serangga mangsa dan serangga polinator.</p>
<p>Keywords: <i>Dionaea muscipula</i> prey/pollinator paradox snap trap trigger hairs</p>	<p>ABSTRACT: <i>Dionaea muscipula</i> is carnivorous plant lives in terrestrial areas that lack nutrients, especially nitrogen, and has an active snap trap. This carnivorous plant preys on insects to meet its nitrogen needs by forming tufted lobes that close when the prey (insects) enter because they have trigger hairs as sensors. The lobes also secrete anthocyanin pigments and Volatile Organic Compounds (VOCs) to attract the prey (insects). Apart from being prey, the insects also act as pollinators, so a prey/pollinator paradox occurs because pollinators can be preyed upon by <i>D. muscipula</i>. Therefore, <i>D. muscipula</i> forms a mechanism by forming flowers about 15-35 cm above the trap. This mechanism prevents pollinators, in the form of flying insects, from being preyed upon by <i>D. Muscipula</i>, and in the contrary, helps carry pollen. This mechanism minimizes overlap between prey (insects) and pollinator insects.</p>

1 PENDAHULUAN

Venus flytrap (Dionaea muscipula) merupakan tanaman yang disebut oleh Charles Darwin sebagai “*The most wonderful plant in the world*” karena sifat karnivoranya [1]. Tumbuhan karnivora di dunia yang tercatat lebih dari 600 spesies berasal dari famili Nepenthaceae/Sarraceniaceae dan Droseraceae [2]. Spesies *D. muscipula* termasuk dalam spesies tumbuhan karnivora satu-satunya yang hidup di terestrial dengan jebakan aktif (*active snap trap*) untuk menangkap serangga mangsanya [3].

Keunikan lain yang dimiliki oleh tanaman karnivora seperti *D. muscipula* ini adalah naiknya tingkatan sejumlah satu tingkat di *Darwinian ladder*. Hal ini dikarenakan adanya anomali bahwa tanaman

yang biasanya menjadi mangsa oleh makhluk hidup lain justru menjadi predator [1]. *Dionaea muscipula* termasuk salah satu kelompok tumbuhan dari famili Droseraceae [4]. Tumbuhan ini umumnya dikenal dengan sebutan *Venus Flytrap*. *Dionaea muscipula* memiliki gerakan thigmonastik yang sangat cepat dan berfungsi sebagai perangkap untuk mangsanya, yang kemudian dapat dicerna dan diserap oleh tumbuhan [5].

Habitat alami dari *D. muscipula* adalah lingkungan yang kurang nutrisi seperti rawa-rawa. Spesies ini menangkap kelompok arthropoda kecil dan mencernanya di dalam perangkap untuk memenuhi kebutuhan nutrisinya. *Venus flytrap* dapat tumbuh hingga 10 daun dengan perangkap yang panjangnya kurang lebih 20 mm, masing-masing terdiri dari dua

* Corresponding Author: email: msuudi52@gmail.com

lobus. Lobus-lobus tersebut terhubung melalui pelepah, dengan tiga hingga empat rambut pemicu yang ada di bagian dalam setiap lobus [6].

Pada ulasan sebelumnya, kami telah mengupas keunikan yang ada pada beberapa tumbuhan seperti anggrek akar, monotropa, dan kantong semar [7-9]. Khusus untuk kantong semar, meskipun tumbuhan ini juga merupakan organisme karnivora, namun terdapat perbedaan dengan *D. muscipula*. Dalam ulasan ini, kami membahas mengenai keunikan dari *D. muscipula* yaitu terkait interaksinya dengan serangga mangsa dan serangga polinator.

2 METODE PENULISAN

Metode yang digunakan dalam penulisan artikel ini adalah *literature study* dengan melakukan pencarian menggunakan *keyword* seperti *Dionaea muscipula*, *snap trap*, *trigger hairs*, dan *prey/pollinator paradox*. Metode *literature study* merupakan suatu kegiatan dengan mengumpulkan data pustaka dari berbagai sumber artikel dan buku. Data pustaka yang didapat kemudian dijadikan sebagai acuan penulisan dalam ulasan mengenai interaksi venus flytrap (*D. muscipula*) dengan serangga mangsa dan serangga polinator.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Mekanisme Pemangsaan Serangga

Venus flytrap (D. muscipula) memiliki habitat asli di rawa-rawa yang memiliki kandungan nitrogen tanah sangat sedikit. Kondisi ini mengakibatkan adanya evolusi yang dilakukan berupa tingkah laku venus flytrap untuk mencukupi kebutuhan nitrogen [10]. Pemenuhan kebutuhan nitrogen oleh tumbuhan karnivora *D. muscipula* dengan memangsa serangga yang hinggap. Jebakan yang dimiliki oleh *D. muscipula* berupa dua lobus yang merupakan diferensiasi daun yang dapat menutup secara bersamaan saat serangga berada di dalamnya (Gambar 1) [2]. Bagian dalam lobus berwarna merah serta menghasilkan *Volatile Organic Compounds (VOCs)* yang dapat mengeluarkan aroma sehingga menarik perhatian serangga mangsa [1]. Warna merah yang dihasilkan oleh metabolit sekunder berupa antosianin, sangat kontras dengan warna hijau pada lobusnya. Warna merah ini selain untuk menarik perhatian serangga juga menjadi sinyal terkait kondisi tanah di lingkungan tersebut. Lobus yang berwarna hijau akan berubah menjadi warna merah ketika nutrisi dalam tanah semakin menurun [11,12].



Gambar 1. Tumbuhan Karnivora Venus Flytrap (*Dionaea muscipula*)

Serangga yang masuk ke dalam lobus akan dirasakan oleh *D. muscipula* dengan reseptor berupa *trigger hairs* sehingga lobus dapat menutup. *Trigger hairs* yang berjumlah tiga bersifat sensitif dan tumbuh di bagian tengah pada masing-masing lobus. Lobus akan menutup dalam jangka waktu yang sangat singkat (sekitar satu detik) saat *trigger hairs* distimulasi beberapa kali oleh serangga. Lobus juga memiliki rumbai-rumbai di sekitarnya sehingga dapat mengunci serangga yang masuk [13]. *Snap trap* juga memiliki “*simple memory*” sehingga perangkat akan menutup saat ada serangga yang hinggap, namun tidak menutup saat debris yang masuk [2]. *Simple memory* yang terbentuk karena adanya sentuhan dari serangga sehingga sensor akan mengenali sinyal sebagai *Action Potential (APs)* dan menghindari sinyal “palsu” dari debris [14].

Serangga yang terperangkap selanjutnya akan dicerna dan nutrisinya akan diserap oleh *D. muscipula*, khususnya nitrogen. Proses pencernaan serangga pada *D. muscipula* berhubungan dengan hormon asam jasmonat (JA). Hormon ini dapat mengaktifkan sistem endokrin dengan menginduksi ekspresi dan eksositosis enzim hidrolitik pada kelenjarnya yang melindungi permukaan dalam pada “*green stomach*” dari *D. muscipula*. Sekresi *hydrolase* pada bagian inilah yang dapat mendekomposisi mangsa menjadi *nutrient building blocks* [1,14,15]. Hasil pencernaan tidak hanya nitrogen dan asam amino, namun juga terdapat *ammonium (NH₄⁺)* yang termasuk dalam produk pencernaan utama [15]. Proses pencernaan yang meliputi pembusukan dan penyerapan nutrisi dari serangga berlangsung sekitar 1 minggu, kemudian lobus akan terbuka

kembali jika sudah selesai dan menunggu serangga untuk hinggap kembali [1].

Perilaku *D. muscipula* yang memangsa serangga sangat dipengaruhi oleh keadaan tanah di habitatnya. Habitat yang memiliki nutrisi yang cukup, termasuk nitrogen, akan menyebabkan sensitivitas *D. muscipula* dalam memangsa serangga menurun bahkan hingga berhenti total. Hal ini menyebabkan mangsa dari *D. muscipula* seperti serangga kecil dan laba-laba akan kehilangan salah satu predatornya dan populasinya akan meningkat secara drastis. Populasi serangga khususnya laba-laba yang meningkat dapat mengganggu keseimbangan lingkungan jika terjadi dalam jangka waktu yang lama [10].

Overlapping antara Serangga Mangsa dan Polinator

Serangga sangat penting bagi tumbuhan karnivora sebagai mangsa untuk mencukupi kebutuhan nitrogen yang tidak bisa dicukupi oleh nutrisi yang berada di dalam tanah. Serangga yang berperan sebagai mangsa oleh *D. muscipula* sangat beragam dan berasal dari kelas yang berbeda. Menurut Youngsteadt et al. [3], invertebrata yang berperan sebagai mangsa oleh *D. muscipula* terdiri dari empat kelas yaitu Gastropoda, Arachnida (2 ordo), Crustacea (1 ordo), serta Insecta (7 ordo). Invertebrata yang paling banyak adalah laba-laba (40%) dari kelompok Salticidae dan Lycosidae serta serangga (58%) dari ordo Hymenoptera dan Coleoptera. Takson hewan mangsa *D. muscipula* dapat dilihat pada Tabel 1. Mangsa *D. muscipula* terdiri dari invertebrata besar maupun kecil karena lobusnya memiliki *trigger hairs* yang sangat sensitif, bahkan invertebrata kecil seperti nyamuk sekalipun [16].

Serangga tidak hanya berperan sebagai mangsa bagi tumbuhan karnivora, namun juga berperan sebagai polinator untuk reproduksi tumbuhan secara seksual. Tanaman karnivora sebagian besar memiliki bunga entomofil sehingga bergantung kepada serangga untuk memfasilitasi reproduksi seksualnya dan melakukan penyerbukan. Hal ini menyebabkan adanya "*prey/pollinator paradox*" karena serangga yang berperan sebagai polinator bisa termangsa oleh *D. muscipula* sehingga tidak dapat membantu proses reproduksi [12]. Menurut Youngsteadt et al. [3], vektor polinasi yang berperan pada *D. muscipula* berasal dari ordo Hymenoptera dan Coleoptera, khususnya lebah dan kumbang yang dapat dilihat di Tabel 1. Vektor ini merupakan polinator umum yang dimiliki oleh tanaman yang lain.

Tabel 1. Takson Serangga Mangsa dan Polinator pada *Dionaea muscipula* [3]

Takson	Ordo	Peran
<i>Augochlorella gratiosa</i>	Hymenoptera	Polinator
<i>Trichodes apivorus</i>	Coleoptera	Polinator
<i>Typocerus sinuatus</i>	Coleoptera	Polinator
<i>Lasioglossum creberrimum</i>	Hymenoptera	Polinator
<i>Chauliognathus marginatus</i>	Coleoptera	Polinator
<i>Trichiotinus piger</i>	Coleoptera	Polinator
<i>Mordella atrata</i>	Coleoptera	Polinator
<i>Megachile mendica</i>	Hymenoptera	Polinator
<i>Aphria</i> sp.	Diptera	Polinator
Salticidae	Araneae	Mangsa
Acrididae	Orthoptera	Mangsa
Lycosidae	Araneae	Mangsa
<i>Paria aterrima</i>	Coleoptera	Mangsa
<i>Crematogaster pilosa</i>	Hymenoptera	Mangsa
<i>Crematogaster atkinsoni</i>	Hymenoptera	Mangsa
<i>Solenopsis invicta</i>	Hymenoptera	Mangsa
<i>Camponotus castaneus</i>	Hymenoptera	Mangsa
<i>Disonycha admirabilis</i>	Coleoptera	Mangsa

Penelitian yang dilakukan terhadap tumbuhan karnivora untuk melihat *overlapping* antara mangsa dan polinator menunjukkan bahwa *D. muscipula* memiliki beberapa mekanisme untuk meminimalisasi terjadinya pemangsaan pada polinator. Mekanisme tersebut meliputi pemisahan antara bunga dan perangkap secara waktu dan ruang atau membentuk suatu daya tarik yang berbeda misalnya warna dan aroma [3]. Tanaman karnivora dapat memproduksi metabolit sekunder yang mengekspresikan sinyal secara visual bahkan kimia pada daun jebakannya sehingga akan menarik serangga mangsa saja [12]. Mekanisme lainnya yang dapat dilakukan oleh *D. muscipula* antara lain menarik polinator khusus pada bagian bunganya dan membuat daun perangkap tidak menarik bagi pollinator [17].

Polinator pada mulanya dapat terjebak pada daun perangkap, namun polinator akan membuat strategi agar tidak terjebak dan berevolusi seiring berjalannya waktu untuk mengenali isyarat dari daun perangkap [18]. Mekanisme selanjutnya yang dilakukan oleh tumbuhan *D. muscipula* antara lain tidak membentuk perangkap yang baru selama pembungaan berlangsung. Namun, hal tersebut dinilai kurang efektif untuk mengatasi *overlapping* yang terjadi karena perangkap yang sebelumnya tetap aktif. Mekanisme *D. muscipula* yang lain berupa membentuk bunga yang lebih tinggi daripada perangkapnya sekitar 15-35 cm. Hal ini meminimalisasi terjadinya *overlapping* karena polinator merupakan serangga yang bisa terbang dan mangsa merupakan serangga yang berjalan menuju perangkap dari dasar tanah [3].

Future Perspective pada *Dionaea muscipula*

Dionaea muscipula merupakan tanaman yang sangat unik karena memiliki jebakan yang aktif saat mengenali sensor keberadaan serangga pada daunnya. Hal ini menyebabkan banyak penelitian yang dilakukan untuk mengeksplorasi keunikan tersebut dan dimanfaatkan untuk teknologi di masa depan. Salah satu penelitian yang dilakukan pada *D. muscipula* terkait daun jebakan yang banyak dijadikan sebagai *nature role model* untuk pembuatan robot. Hal yang diadopsi adalah gerakan menutupnya daun perangkap dengan cepat saat terdapat serangga. Gerakan ini diharapkan dapat diaplikasikan pada robot di masa depan yaitu dapat merespon dan beradaptasi secara mandiri di lingkungan seperti organisme hidup [19]. Mekanisme pembukaan dan penutupan daun jebakan juga banyak dirancang untuk diaplikasikan dalam biomimetik ke robot [5,20]. Tanaman ini perlu diteliti lebih lanjut untuk pengembangan robotik di masa depan.

Penelitian yang dikembangkan pada *D. muscipula* tidak hanya pada bidang robotik, namun juga di bidang kesehatan. Tanaman ini mensekresikan beberapa metabolit sekunder yang bermanfaat bagi pengobatan kanker, diantaranya adalah plumbagin, quercetin, myricetin, hingga *ellagic acid*. Metabolit sekunder yang paling menjanjikan adalah plumbagin. Plumbagin (*5-hydroxy-2-methyl-1,4-naphthoquinone*) pada *D. muscipula* berfungsi sebagai pelindung terhadap predator dan parasit yang dapat menyerang di alam [21]. Metabolit sekunder plumbagin banyak dimanfaatkan sejak 2500 tahun yang lalu untuk pengobatan berbagai penyakit. Plumbagin efektif untuk pengobatan kanker paru-paru, ovarium, payudara, prostat, dan leukemia [22]. Metabolit tersebut perlu dipelajari lebih lanjut melalui eksperimen biologis misalnya identifikasi target protein atau analisis secara komputasi melalui *molecular docking*. Penelitian selanjutnya akan menciptakan alternatif pengobatan antikanker baru yang spesifik dan efisiensinya lebih tinggi sehingga pengobatan dapat lebih maksimal [21].

Penelitian di bidang kesehatan tidak hanya terkait metabolit sekundernya namun juga reaksi atau respon *D. muscipula* terhadap obat atau senyawa tertentu salah satunya anestesi. Anestesi umumnya diaplikasikan pada hewan dan manusia untuk menghilangkan respon terhadap rangsangan dan bekerja pada sistem saraf. Pemberian anestesi pada tumbuhan *D. muscipula* untuk melihat sinyal listrik yang dihasilkan walaupun tumbuhan tersebut tidak memiliki neuron [23]. Anestesi yang diujikan adalah *ketamine*, *lidocaine*, *diethyl eter*, dan *amlodipine* yang efeknya sangat spesifik terhadap saluran tertentu.

Hasil penelitian De Luccia [24] membuktikan bahwa eter menunjukkan efek paling nyata yang menyebabkan imobilisasi pada tanaman hingga hampir total. *Diethyl eter* terbukti dapat menghambat pembentukan potensial aksi dan reaksi terhadap penutupan daun jebakan. Efek tersebut akan hilang sehingga daun jebakan dapat pulih dengan cepat dan mudah saat anestesi dihilangkan. Respon selanjutnya yaitu akumulasi *Jasmonic Acid* (JA) dan ekspresi gen yang responsif terhadap JA juga dihambat oleh *diethyl eter*. Hal ini menyebabkan *D. muscipula* tidak dapat merespon mangsa atau serangan herbivora saat diberikan *diethyl eter* [23]. Penelitian tentang respon *D. muscipula* terhadap anestesi yang diberikan perlu dieksplorasi lebih lanjut untuk senyawa yang lain sehingga dapat menjadi referensi terkait efek yang terjadi pada senyawa tersebut. Tumbuhan *D. muscipula* juga diharapkan dapat menjadi subyek yang ideal dan aman sebagai uji praklinis pengujian anestesi sebelum diujikan ke hewan coba di masa depan.

4 KESIMPULAN

Tumbuhan *Dionaea muscipula* memangsa serangga untuk memenuhi kebutuhan nitrogen yang kurang dari habitat alaminya. Tumbuhan karnivora ini dapat membedakan antara serangga polinator dengan serangga mangsa. Mekanisme yang dilakukan oleh *D. muscipula* yaitu tidak membentuk perangkap baru selama pembungaan berlangsung dan membentuk bunga yang lebih tinggi daripada perangkap untuk mengurangi terjadinya *overlapping* antara serangga mangsa dan polinator. *Venus flytrap* termasuk tumbuhan unik sehingga banyak diteliti sebagai model robot, diuji metabolit sekunder sebagai anti kanker, serta obyek untuk menguji senyawa tertentu seperti anestesi. *D. muscipula* perlu diteliti dan dikembangkan lebih lanjut agar dapat memaksimalkan eksplorasi pemanfaatannya di berbagai bidang.

REFERENSI

- [1] Hedrich, R., & Neher, E. (2018). Venus flytrap: how an excitable, carnivorous plant works. *Trends Plant Sci.* **2018**, 23(3), 220-234.
- [2] Behie, S. W., & Bidochka, M. J. Insects as a nitrogen source for plants. *Insects* **2013**, 4(3), 413-424.
- [3] Youngsteadt, E., Irwin, R. E., Fowler, A., Bertone, M. A., Giacomini, S. J., Kunz, M., Suiter, D., & Sorenson, C. E. Venus flytrap rarely traps its pollinators. *Am. Nat.* **2018**, 191(4), 539-546.
- [4] Plantamor **2023**. *Dionaea muscipula*.
- [5] Durak, G. M., Speck, T., & Poppinga, S. Shapeshifting in the Venus flytrap (*Dionaea muscipula*): Morphological and biomechanical adaptations and the potential

- costs of a failed hunting cycle. *Front. Plant Sci.* **2022**, 13, 970320.
- [6] Poppinga, S., Bauer, U., Speck, T., & Volkov, A. G. "Motile traps," in *Carnivorous Plants: Physiology, Ecology, and Evolution*, ed Aaron Ellison and Lubomír Adamec (Oxford: Oxford University Press), 2018, 180-193.
- [7] Saputri, V.Y., Sholichah, R.N., Solichah, L., Najah, M.A., & Su'udi, M. Translokasi asimilat pada anggrek akar. *Jurnal Penelitian Sains* **2020**, 22(1), 1-8.
- [8] Azizah, N., Khoirunnisa, G.A., Nuzulia, N., Muhammad, R.S., & Su'udi, M. Mekanisme miko-heterotrof tumbuhan Monotropa. *Jurnal Riset Sains & Teknologi* **2020**, 3(2), 49-53.
- [9] Ubaidillah, S., Mukarramah, L., Perwitasari, D.A.G., Rohimah, S., Wardani, F.E., & Su'udi, M. Keseimbangan mekanisme fotosintesis dan carnivory pada tumbuhan kantong semar: suatu kajian Pustaka. *J Biol Udayana* **2020**, 24(2), 63-71.
- [10] Howard, L., Philips, J., Shenk, J., Yoo, M. J., & Tanner, G. R. The effect of soil nitrogen levels on thigmotropic responses in the Venus flytrap, *Dionaea muscipula*. *J. Exp. Second. Sci.* **2012**, 12, 10-13.
- [11] Mendez, M., Jones, D. G., & Manetas, Y. Enhanced UV-B radiation under field conditions increases anthocyanin and reduces the risk of photoinhibition but does not affect growth in the carnivorous plant *Pinguicula vulgaris*. *New Phytol.* **1999**, 144(2), 275-282.
- [12] Tagawa, K. Pollinator Trapping in Carnivorous Plants. In J.-M. Mérillon & K. G. Ramawat (Eds.), *Co-Evolution of Secondary Metabolites*. **2020**. (pp. 775-793). Springer International Publishing.
- [13] Wang, Q., Xu, K., Fan, C., Sun, L., Zhang, L., & Wang, K. Research on Material and Morphological Structure of Venus Flytrap Trigger Hair. *J. Bionic Eng.* **2021**, 18(5), 1126-1136.
- [14] Bemm, F., Becker, D., Larisch, C., Kreuzer, I., Escalante-Perez, M., Schulze, W. X., Ankenbrand, M., Weyer, A.-L. V. de, Krol, E., Al-Rasheid, K. A., Mithöfer, A., Weber, A. P., Schultz, J., & Hedrich, R. Venus flytrap carnivorous lifestyle builds on herbivore defense strategies. *Genome Res.* **2016**, 26(6), 812-825.
- [15] Brownlee, C. Carnivorous plants: Trapping, digesting and absorbing all in one. *Curr. Biol.* **2013**, 23(17), R714-R716.
- [16] Scherzer, S., Federle, W., Al-Rasheid, K. A. S., & Hedrich, R. (2019). Venus flytrap trigger hairs are micronewton mechano-sensors that can detect small insect prey. *Nat. Plants* **2019**, 5(7), 670-675.
- [17] Jürgens, A., Sciligo, A., Witt, T., El-Sayed, A. M., & Suckling, D. M. Pollinator-prey conflict in carnivorous plants. *Biol. Rev.* **2012**, 87(3), 602-615.
- [18] Schaefer, H. M., & Ruxton, G. D. (2008). Fatal attraction: carnivorous plants roll out the red carpet to lure insects. *Biol. Lett.* **2008**, 4(2), 153-155.
- [19] Esser, F. J., Auth, P., & Speck, T. Artificial venus flytraps: a research review and outlook on their importance for novel bioinspired materials systems. *Front. Robot. AI* **2020**, 7, 75.
- [20] Li, J., Yan, J., Huang, M., & Wang, Y. Design and feasibility tests of a gas-driven bionic flytrap soft robot. *Res. Sq.* **2021**, 1-12.
- [21] Gaascht, F., Dicato, M., & Diederich, M. Venus flytrap (*Dionaea muscipula* Solander ex Ellis) contains powerful compounds that prevent and cure cancer. *Front. Oncol.* **2013**, 3, 202.
- [22] Badwaik, H. R., Kumari, L., Nakhate, K., Verma, V. S., & Sakure, K. Phytoconstituent plumbagin: Chemical, biotechnological and pharmaceutical aspects. *Stud. Nat. Prod. Chem.* **2019**, 63, 415-460.
- [23] Pavlovič, A., Libiaková, M., Bokor, B., Jakšová, J., Petřík, I., Novák, O., & Baluška, F. Anaesthesia with diethyl ether impairs jasmonate signalling in the carnivorous plant Venus flytrap (*Dionaea muscipula*). *Ann. Bot.* **2020**, 125(1), 173-183.
- [24] De Luccia, T. P. D. B. (2012). *Mimosa pudica*, *Dionaea muscipula* and anesthetics. *Plant Signal. Behav.* **2012**, 7(9), 1163-1167.