



ARTICLE REVIEW : ANDROGRAFOLIDA SEBAGAI SENYAWA MARKER PADA GENUS ANDROGRAPHIS

Zelisa Nudia Fitri^{1*}, Aliefman Hakim²

^{1,2}Program Studi Magister Pendidikan IPA, Pascasarjana Universitas Mataram, Mataram, Indonesia.

*Corresponding author e-mail: zelisanudiafitri@gmail.com

Article Info

Article history:

Accepted: January 28th 2026,
Approved: March 20th 2026,
Published: March 30th 2026

Keywords:

Genus Andrographis, *Senyawa Andrografolida*, *Aktivitas farmakologis*

ABSTRACT

Andrographis adalah genus yang memiliki beberapa spesies yang berperan penting dalam berbagai pengobatan tradisional. Genus *Andrographis* termasuk dalam keluarga Acanthaceae. Genus ini memiliki beberapa macam spesies yang tersebar di berbagai macam wilayah di Asia termasuk Indonesia. Spesies yang paling terkenal adalah *A. paniculata*, atau biasa di kenal dengan tanaman sambiloto. Keanekaragaman spesies terbesar pada genus ini terdapat di India selatan. Studi ini melaporkan tiga dari spesies tersebut mengandung senyawa andrografolida. Andrografolida merupakan suatu diterpenoid lakton yang terkandung dalam tanaman sambiloto (*Andrographis paniculata*) sebagai senyawa aktif utama.. Selain itu, *A. alata* dan *A. lineata* juga mengandung senyawa andrografolida. Dari hasil review didapatkan bahwa andrografolida memiliki aktivitas biologis, diantaranya sebagai antiinflamasi, antikanker, hepatoprotektor, antioksidan, antidiabetes, antihiperlipidemia, antibakteri, dan antivirus. Beberapa senyawa aktif yang terkandung pada *A. paniculata* seperti flavonoid, 14-deoksiandrografolida, 14-deoksi-11,12-dehidroandrografolida, neoandrografolida, 14-deoksi-14,15-dihidroandrografolida, andrograpanin, dan isoandrografolida. Namun, dari beberapa senyawa yang terkandung tersebut, senyawa andrografolida yang menjadi senyawa aktif utama dan memiliki aspek farmakologis yang sangat luas.

How to Cite — Fitri, Z. N. & Hakim, A. (2026). *ARTICLE REVIEW : ANDROGRAFOLIDA SEBAGAI SENYAWA MARKER PADA GENUS ANDROGRAPHIS*. 4(1), 1-7. <https://doi.org/10.29303/cnsej.v4i1.1531>

© 2026 Science Education Doctoral Study Program, Postgraduate, University of Mataram, Indonesia.

Introduction

Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) melaporkan lebih dari 80% populasi di negara berkembang mengandalkan obat-obatan tradisional (Akerle, 1992). Diperkirakan lebih dari 6.000 spesies tumbuhan digunakan dalam pengobatan tradisional dan herbal (Huxley). Acanthaceae adalah salah satu dari sembilan famili tumbuhan yang dapat dijadikan sebagai tanaman herbal (Abhyankar, 2007). Menurut Internasional Indeks

Nama Tumbuhan (IPNI), genus *Andrographis* terdiri dari kurang lebih 40 species yang tersebar di berbagai macam negara. Jumlah total spesies dari genus ini bervariasi dalam beberapa artikel ilmiah yang berbeda, yang terdiri dari 19 (Bhattacharya, et al., 2012), 28 (Nirajan, et al., 2010), 40 (Okhuarobo, et al., 2014), atau 44 (Parixit, et al., 2012) spesies.

Keanekaragaman hayati (*flora biodiversity*) Indonesia merupakan sumber tanaman obat atau rempah-rempah dan herba yang memiliki nilai

© 2026 The Author(s).

This article is published by Contextual Natural Science Education Journal (CNSEJ) and licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).

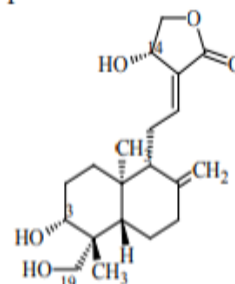
ekonomi tinggi, karena sebagai sumber metabolit sekunder atau senyawa bahan alam (*natural products*) yang memiliki aktivitas biologi dan sebagai bahan baku obat bagi industri farmasi dunia. Banyak dari tanaman tropis ini telah digunakan sebagai obat oleh penduduk asli di pedesaan dan perkotaan. Tetapi, hanya sejumlah kecil dari tanaman tersebut yang telah dipelajari secara menyeluruh terhadap semua potensi nilai terapeutik yang dimilikinya dalam kedokteran (Afra dan Iskandar, 2019).

Studi tentang genus *Andrographis* di India telah mengidentifikasi sebelas spesies (Karthikeyan et al., 2009), di antaranya yaitu spesies *A. paniculata* telah banyak digunakan secara tradisional sebagai pengobatan berbagai macam penyakit kesehatan. Selain *A. paniculata*, spesies lain seperti *A. alata*, *A. echiodides*, *A. elongata*, *A. lineata*, *A. nallmalayana*, *A. ovata* dan *A. serpyllifolia* juga digunakan sebagai pengobatan dalam masyarakat.

Senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada berbagai macam tanaman pada genus ini sangat beragam (Hossain et al., al). Menurut Boopathi (2000) senyawa andrografolida terkandung pada tiga spesies pada genus *Andrographis*. Andrografolida merupakan suatu diterpenoid lakton yang terkandung dalam tanaman sambiloto (*Andrographis paniculata*) sebagai senyawa aktif utama yang banyak digunakan selama berabad-abad di Cina, India, Jepang dan negara-negara Asia lainnya (Tang et al., 2011).

Kandungan andrografolida terbanyak ditemukan pada bagian daun dari tanaman sambiloto yaitu sebesar 0.054 - 4.686%. Selain itu, andrografolida juga dapat ditemukan pada bagian akar, batang, dan pucuk bunga tetapi dalam jumlah yang kecil (Sharma, Sharma and Bhardwaj, 2018). Selain diterpenoid lakton, pada *Andrographis paniculata* juga terkandung metabolit sekunder lain seperti flavonoid dan polifenol (Shrivastava, Varma and Padh, 2011).

Andrografolida memiliki rumus molekul $C_{20}H_{30}O_5$ (350,455 g/mol) dan berbentuk kristal tak berwarna dengan rasa yang sangat pahit (Chao and Lin, 2010). Andrografolida larut dalam etanol, metanol, piridin, asam asetat, dan aseton, sedikit larut dalam air dan pelarut organik yang kurang polar seperti eter, etil asetat, dan kloroform, serta tidak larut dalam dietil eter (Aromdee, 2012; Chao and Lin, 2010). Andrografolid mengandung tiga gugus hidroksil, yaitu pada C-19 (alkohol primer), C-3 (alkohol sekunder), dan C-14 (alkohol alilik) serta memiliki ikatan rangkap eksosiklik dan cincin lakton (Devendar et al., 2015).



Gambar 1. Struktur Andrografolida (Preet et al., 2014).

Andrografolida memiliki rumus molekul $C_{20}H_{30}O_5$, termasuk komponen diterpen lakton. Diterpenoid adalah kelompok senyawa yang berasal dari 4 satuan dasar C_5 isoprena. Tata nama organik berdasarkan *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC) untuk andrografolida adalah 3-[2-{decahydro-6hydroxy-5-(hydroxymethyl) 5, 8 α -dimethyl- 2-dimethylen-1-naphthalenyl}ethylidene] dihidro-4-hydroxyl-2(3H)-furanone. Bentuk kristal andrografolida berupa lempeng segi empat tidak berwarna dengan rasa yang sangat pahit (Zhao et al., 2002).

Method

Penulisan artikel ini menggunakan metode studi literatur dengan analisis deskriptif. Studi literatur menggunakan database online ilmiah yang mendukung dalam pemberian data sesuai dengan judul yang telah ditetapkan, antara lain dengan menggunakan *Google Scholar* atau *Google Cendekiawan* dan *search engine* lainnya yang dapat memberikan informasi data yang perlu disajikan berdasarkan kata kunci *Andrographis paniculata*, *Andrographis alata*, *Andrographis lineata*, genus *Andrographis*, senyawa andrografolida, dan aktivitas farmakologis andrografolida.

Result and Discussion

Andrografolida adalah senyawa utama yang diisolasi dari tanaman *Andrographis paniculata* (Sambiloto). Daun tanaman mengandung 0,054 – 4,686% dari kandungan andrografolida, konsentrasi kecil andrografolida juga terdapat pada batang, bunga, dan akar tanaman (Jarukamjorn & Nemoto, 2008) Sharma et al., 2018). Karena andrografolida adalah senyawa metabolit sekunder, maka kandungan andrografolida akan sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan musim. Konsentrasi andrografolida bervariasi di berbagai bagian tanaman dan hanya terdistribusi pada beberapa spesies dari genus *Andrographis* (Pandey et al., 2019).

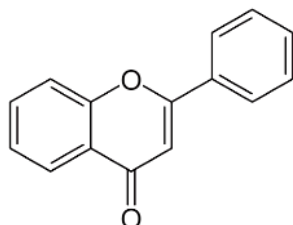
1. *Andrographis paniculata*

Andrographis paniculata termasuk dalam family *Acanthaceae* (Pholpana et al., 2013). *A. paniculata* banyak digunakan sebagai pengobatan herbal pada pengobatan tradisional. Umumnya *A. paniculata* dikenal sebagai *King of Bitters* atau

kalmegh (Okhuarobo, et al., 2014). *Andrographis paniculata* memiliki senyawa utama yaitu andrographolide yang terbukti memiliki efek antiinflamasi, antikanker, antiobesitas dan antidiabetes (Dai et., al, 2018). Andrographolide juga memiliki sifat antivirus pada Chikungunya (Wintachai et.,al, 2015), menghambat virus herpes simpleks tipe-19 dan mempunyai aktivitas anti-dengue (Ramalingam et.,al, 2018).

Di Indonesia, *Andrographis paniculata* dikenal dengan sebutan Sambiloto. Sambiloto banyak digunakan sebagai salah satu tanaman obat herbal (Lim et al., 2012) (Akbar, 2011; Kabir et al., 2014). Penelitian mengenai *A. paniculata* menyatakan bahwa tanaman ini memiliki senyawa utama seperti andrographolide dan neoandrographolide yang memiliki aktivitas sebagai anti inflamasi, anti alergi dan immunostimulan (Chandrasekaran, et al., 2010). *Andrographis paniculata* adalah tanaman asli Taiwan, Daratan Cina, dan India serta dapat ditemukan di Asia tropis dan subtropis, Asia Tenggara, dan beberapa negara lain termasuk Kamboja, kepulauan Karibia, Indonesia, Laos, Malaysia, Myanmar, Sri Lanka, Thailand, dan Vietnam (Niranjan, et al., 2010).

Secara kimia, *A. paniculata* mengandung flavonoid dan lakton. Pada lakton, komponen utamanya adalah andrografolida yang juga merupakan komponen zat aktif utama dari tanaman ini. Senyawa andrografolida terdapat pada semua bagian tanaman, dan paling tinggi terdapat pada bagian daun yaitu lebih dari 2%. Senyawa lainnya yang juga terdapat pada *A. paniculata* diantaranya adalah 14- deoksiandrografolida, 14-deoksi-11,12-dehidroandrografolida, neoandrografolida, 14-deoksi-14,15-dehidroandrografolida, andrograpanin dan isoandrografolida. Masing-masing komponen bioaktif tersebut memiliki aktivitas tertentu (Tabel 1). Deoksiandrografolid, neoandrografolid, 14-deoksi-11,12-dehidroandrografolida dan isoandrografolid merupakan komponen utama diterpen pada *A. paniculata* (Gambar 1). Selain itu, pada *A. paniculata* juga terdapat senyawa aktif berupa flavonoid.



Gambar 2. Struktur Flavonoid.

Tabel 1. Aktivitas Farmakologis Beberapa Senyawa Pada *A. paniculata*

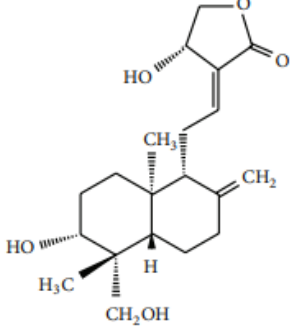
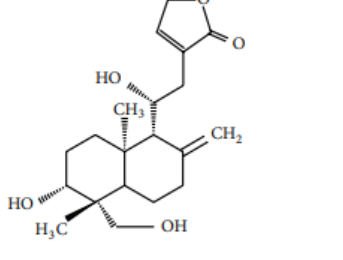
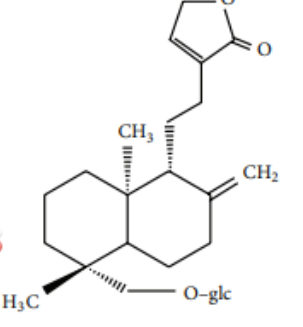
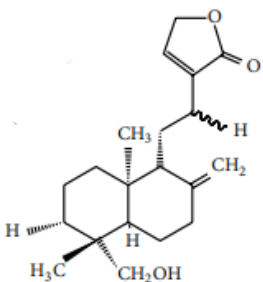
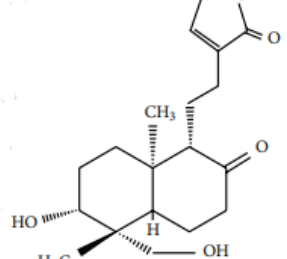
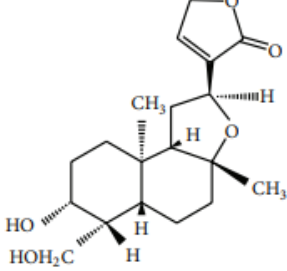
| Senyawa | Bioaktivitas |
|----------------|---------------------|
| Andrografolida | Menghambat produksi |

| | |
|---------------------------------------|---|
| | nitrogen oksida (NO), menghambat produksi radikal oksigen pada neutrofil, aktivitas antiinflamasi, aktivitas antikanker |
| 14-deoksiandrografolida | Antileishmaniasis |
| 14-deoksi-11,12-dehidroandrografolida | Antidiabetes, antifungal, antioxidant, hepatoprotektif, antiretroviral, cytotoxic, antihipertensi, antiherpes |
| Neoandrografolida | Antihepes simplex virus, anti inflammatory, antoksidan, antiparasitic, chemosensitiser, hepatoprotektif. |
| 14-deoksi-14,15-dehidroandrografolida | Antimikroba |
| Andrograpanin | Anti inflammatory |
| Isoandrografolida | Anti-kanker, antiinflamatory, antiproliferative, cytotoxic, menghambat pertumbuhan bakteri <i>Bacillus subtilis</i> |

Andrographolida memiliki banyak aktivitas farmakologi lainnya, sebagai antihiperlipidemia (Afra dan Iskandar, 2019). Kemampuan molekul andrografolida sebagai antioksidan juga telah banyak diteliti dari waktu ke waktu. Komponen neoandrografolida dapat menghentikan reaksi radikal dengan mendonorkan hidrogen yang terdapat pada cincin lakton. Selain itu juga, turunan semisintetik yang didapatkan dari andrografolida dengan tujuan penelitian pembentukan senyawa turunan ini adalah untuk peningkatan bioefisiensi untuk berbagai penyakit (Aromdee, 2014). Beberapa turunan semisintetik dari andrografolida juga dicoba untuk meningkatkan efek sebagai antihiperlipidemia (Wang, et al., 2012) dan efek hepatoprotektif (Tang, et al., 2014).

Senyawa andrografolida yang terkandung dalam *Andrographis paniculata* memiliki berbagai aktivitas farmakologis seperti antikanker (Mishra et al., 2007), antidiare (Gupta et al., 1990), antihepatitik (Meenatchisundaram et al., 2009), anti-HIV (Niranjan et al., 2010), antihiperlipidemia (Zhang et al., 2000), anti inflamasi (Sheeja et al., 2006), anti mikroba (Xu et al., 2006), antioksidan (Sheeja et al., 2006), kardiovaskular (Zhang et al., 1997), sitotoksik (Niranjan et al., 2010), hepatoprotektif (Trivedi et al., 2001), immunostimulan (Rhadika et al., 2012) dan disfungsi seksual (Hossain et al., 2014). Berdasarkan literatur lain, andrografolida dan turunannya juga memiliki banyak aktivitas biologis lain yaitu sebagai antikanker (Rajagopal et al., 2003) (Jayakumar et al., 2013).

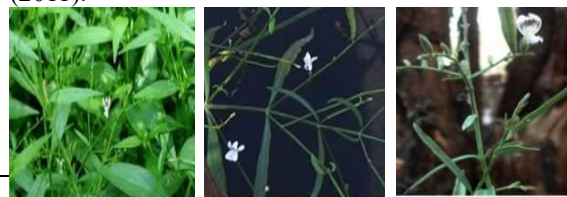
Tabel 2. Gambar struktur senyawa-senyawa mayor yang terkandung dalam *A. paniculata*

| Nama Senyawa | Struktur Senyawa | 14-deoksi-11,12-didehidroandrografolida | |
|-------------------|---|---|---|
| Andrografolida |  | 14-deoksi-11-hidroksiandrografolida |  |
| Neoandrografolida |  | | |
| Andrograpanin |  | 14-Deoksiandrografolida |  |
| Isoandrografolida |  | | |

2. *Andrographis alata*

Spesies dari genus *Andrographis* ini banyak ditemukan di India. *Andrographis alata* dikenal sebagai obat tradisional terkenal yang ditemukan di 11 lokasi di distrik Chittoor, Nellore, Visakhapatnam dan Prakasam dan kadang-kadang ditemukan di lereng bukit hutan gugur campuran. Spesies ini tidak melimpah seperti *A. paniculata*. *Andrographis alata* biasanya tumbuh pada semak-semak. Senyawa-senyawa yang terkandung pada *Andrographis alata* adalah flavon 2-glikosida, flavon glikosida, dan 5,7,2',6' terasilasi-flavon glukosida teroksigenasi. (Das et al., 2006).

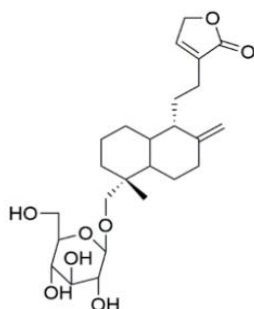
Selain itu juga terdapat senyawa utama yaitu senyawa andrografolida. Senyawa-senyawa tersebut dapat diisolasi dari seluruh bagian tanaman. Adapun aktivitas farmakologisnya yaitu terbukti sebagai antipiretik dan anti-inflamasi. Ekstrak tanaman ditunjukkan untuk memiliki potensi aktivitas antimikroba (Alagesaboopathi (2011).



Gambar 3. Gambar spesies *Andrographis* berturut-turut *Andrographis paniculata*, *Andrographis alata*, *Andrographis lineata*.

Andrographis alata dilaporkan mengandung senyawa andrografolida turunan neoandrografolida yang terbukti sebagai antioksidan kuat, antiinflamasi, anti malaria, dan fitokimia hepatoprotektif *Andrographis alata* adalah spesies langka dan tanaman endemik yang tersebar di India Selatan. Populasi alami tanaman ini mulai berkurang karena kehancuran habitat alami dan eksploitasi lahan yang berlebihan. Oleh sebab itu,

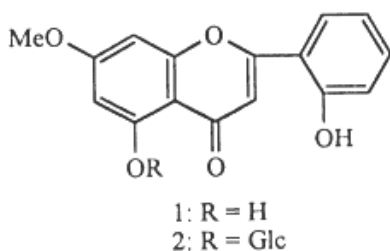
penelitian saat ini dilakukan untuk mengembangkan metodologi *in vitro* untuk memperbanyak *A. alata* (Kadapathi dan Murthy, 2021).



Gambar 4. Struktur turunan senyawa Andrografolida (Neoandrografolida) yang terkandung dalam *A. alata*.

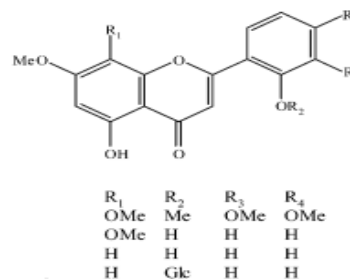
3. *Andrographis lineata*

Spesies ini adalah spesies penting dari genus *Andrographis* (Neeraja et al., 2015). Spesies ini banyak ditemukan di India, terletak di distrik Cuddapah, Chittoor dan Visakhapatnam di Andhra Pradesh. Tiga flavonoid diisolasi dari seluruh bagian tanaman. Daun ekstrak terbukti memiliki efek hepatoprotektif terhadap kerusakan hati pada tikus (Sangameswaran et al., 2008). Selain itu juga, kandungan senyawa andrografolida terbukti sangat efektif sebagai antihiperlipidemik dan antihiperlipidemia (Yunita, 2021) (Afra dan Iskandar, 2019). Ekstrak tumbuhan berkhasiat sebagai anti malaria dalam memerangi racun dari nyamuk anoples. Perkembangbiakan vegetatif tanaman ini dilakukan dengan menggunakan auksin. Ekstrak tanaman ditemukan efektif sebagai insektisida dan menunjukkan aktivitas larvasida yang lebih baik ketika dikombinasikan dengan ekstrak *A. paniculata* (Renugadevi et al., 2008).



Gambar 5. Struktur Flavon Glikosida yang terkandung dalam *A. lineata*.

Tiga flavonoid diisolasi dari daun ekstrak *A. lineata* (Harikishore et al., 2003). Isolasi ekstrak daun dari *A. lineata* dilaporkan dapat sebagai agen hepatoprotektor (Sangameswaran dan Jayakar 2008). Adapun beberapa senyawa flavonoid yang sudah terisolasi dari *A. lineata* dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Struktur flavonoid berturut-turut 5,2'-dihidroksi-7-metoksi flavanon, 5,2'-dihidroksi-7,8-dimetoksi flavon, 5,2'-dihidroksi-7-metoksi flavon, dan 5,2'-dihidroksi-7-metoksi flavon

Berdasarkan hasil pembahasan diatas, genus *Andrographis* memiliki berbagai jenis yang tersebar di seluruh dunia. Namun, beberapa spesies dari genus ini memiliki senyawa utama/marker yaitu senyawa andrografolida yang terkandung pada tanaman pada beberapa species dari *Andrographis*.

Conclusion

Genus *Andrographis* adalah salah satu genus yang memiliki senyawa marker yang berkhasiat sebagai pengobatan. Berbagai species dalam genus ini mengandung senyawa-senyawa penting yang berperan penting dalam aktivitas farmakologis. Diantaranya adalah senyawa metabolit sekunder seperti polifenol flavonoid dan senyawa andrografolida yang dapat dikatakan sebagai senyawa khas pada genus ini. Andrografolida disebut sebagai “*King of Bitters*” karena rasanya yang sangat pahit. *Andrographis paniculata* adalah salah satu spesies yang paling populer pada genus ini dan banyak dijadikan sebagai bahan dasar alami dalam pembuatan produk pengobatan berbagai macam penyakit. Selain itu juga, dua spesies lainnya yang dilaporkannya memiliki senyawa khas andrografolida adalah *Andrographis alata* dan *Andrographis lineata*.

References

- Abhyankar G, Reddy VD (2007) Rapid micropropagation via axillary bud proliferation of *Adhatoda vasica* Nees from nodal segments. *Indian J Exp Biol* 45:268–271
- Afra, D. N., & Iskandar, Y. (2019). Review Artikel : Aktivitas Andrografolida Dan Senyawa Turunannya Dari Tanaman Sambiloto. (*Andrographis Paniculata*) Sebagai Antihiperlipidemia. *Farmaka*, 17(2), 118-123.
- Akbar, S., 2011. *Andrographis paniculata*: a Review of Pharmacological Activities and Clinical Effects. *Alternative Medicine Review*, 16(1), pp. 66-77.

- Akerele O (1992) WHO guideline for assessment of herbal medicines. *Fitoterapia* 63:99–118
- Alagesaboopathi C (2011) Antimicrobial activity and phytochemical analysis of *Andrographis alata* Nees from Southern India. *Int J Pharm Tech Res* 3:1322–1328
- Badan Informasi Geospasial, Laporan Tahunan Pusat Pemetaan Batas Wilayah 2012, Pusat Pemetaan Batas Wilayah Badan Informasi Geospasial (BIG), Bogor, 2013.
- Benoy, G. K. et al., 2012. An Overview on *Andrographis paniculata* (burm. F.) Nees. *International Journal of Research in Ayurveda and Pharmacy*, 3(6), p. 752–760.
- Bhattacharya, S., Puri, S., Jamwal, A. & Sharma, S., 2012. Studies on Seed Germination and Seedling Growth in Kalmegh (*Andrographis paniculata* Wall. Ex Nees) Under Abiotic Stress Conditions. *International Journal of Science, Environment and Technology*, 1(3), pp. 197-204.
- Boopathi, C. A. (2000). *Andrographis* spp.: a source of bitter compounds for medicinal use. *Ancient science of life*, 19(3-4), 164.
- Chandrasekaran, C. V. et al., 2009. Evaluation of The Genotoxic Potential and Acute Oral Toxicity of Standardized Extract of *Andrographis paniculata* (Kalmcold). *Food and Chemical Toxicology*, Volume 47, pp. 1892- 1902.
- Chandrasekaran, C. V., Gupta, A. & Agarwal, A., 2010. Effect of an Extract of *Andrographis paniculata* Leaves on Inflammatory and Allergic Mediators In Vitro. *Journal of Ethnopharmacology*, Volume 129, pp. 203-207.
- Dai Y, Chen SR, Chai L, Zhao J, Wang Y. Overview of pharmacological activities of *Andrographis paniculata* and its major compound Andrographolide. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2018: 1549-91.
- Das B, Ramu R, Rao YK, Reddy MR, Harish H, Reddy VS, Ramakrishna KVS (2006) Acylated 5, 7, 20, 60 -oxygenated flavone glycosides from *Andrographis alata*. *Phytochemistry* 67:978–983
- Enmozhi Sk, Raja K, Sebastine I, Joseph J. Andrographolide as a potential inhibitor of SARS-CoV-2 main protease: an insilico approach. *J Biomol Struct*. 2020: 1-7.
- Gupta, S., Choudhry, M. A., Yadava, J. N. S., Srivastava, V., & Tandon, J. S. (1990). Antidiarrhoeal activity of diterpenes of *Andrographis paniculata* (Kal-Megh) against *Escherichia coli* enterotoxin in in vivo models. *International Journal of Crude Drug Research*, 28(4), 273-283.
- Hari Kishore P, Vijaya Bhaskar Reddy N, Kesava Reddy N. 2003. Flavonoids isolated from *Andrographis lineata*. *J Phytochem* 63: 457–461.
- Hossain, M. D., Urbi, Z., Sule, A., & Rahman, K. M. (2014). *Andrographis paniculata* (Burm. f.) Wall. ex Nees: a review of ethnobotany, phytochemistry, and pharmacology. *The Scientific World Journal*, 2014.
- Huxley A (1984) Green Inheritance: The World Wildlife Fund Book of India. Collins/Harvel, London
- Irawan, Prasetya. 1999. *Logika dan Prosedur Penelitian*. Jakarta: STIA-LAN.
- Jarukamjorn, K., & Nemoto, N. (2008). Pharmacological aspects of *Andrographis paniculata* on health and its major diterpenoid constituent andrographolide. *Journal of health science*, 54(4), 370-381.
- Jayakumar, T., Hsieh, C. Y., Lee, J. J., & Sheu, J. R. (2013). Experimental and clinical pharmacology of *Andrographis paniculata* and its major bioactive phytoconstituent andrographolide. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013.
- Karthikeyan S, Sanjappa M, Moorthy S (2009) Flowering Plants of India-Dicotyledons. *Publ Bot Surv India* 1:1–4
- Kirchdoerfer, R. N., & Ward, A. B. (2019). Structure of the SARS-CoV nsp12 polymerase bound to nsp7 and nsp8 co-factors. *Nature Communications*, 10(1), 2342.
- Meenatchisundaram, S., Parameswari, G., Subbraj, T., Suganya, T., & Michael, A. (2009). Medicinal and pharmacological activities of *Andrographis paniculata*—Review. *Ethnobotanical Leaflets*, 13(1), 55-58.
- Miles, M., dan Huberman, A. 1994. *Qualitative Data Analysis: an expanded sourcebook 2nd ed*. California: Sage Publications.
- Mishra, S. K., Sangwan, N. S., & Sangwan, R. S. (2007). Phcog rev.: Plant review *Andrographis paniculata* (Kalmegh): A review. *Pharmacognosy Reviews*, 1(2), 283-298.
- Muderawan, I. W. (2017). *Orasi Ilmiah Keanekaragaman Molekul Senyawa Bahan Alam Tanaman Obat Indonesia Sebagai Bahan Baku Obat Herbal Dan Modern*.
- Neeraja, C., Krishna, P. H., Reddy, C. S., Giri, C. C., Rao, K. V., & Reddy, V. D. (2015). Distribution of *Andrographis* species in different districts of Andhra Pradesh. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 85, 601-606.
- Niranjan, A., Tewari, S. K. & Lehri, A., 2010. Biological Activities of Kalmegh

- (*Andrographis paniculata* Nees) and Its Active Principles-A review. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 1(2), pp. 125-135.
- Okhuarobo, A. et al., 2014. Harnessing the Medicinal Properties of *Andrographis paniculata* for Diseases and Beyond: a Review of its Phytochemistry and Pharmacology. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 4(3), pp. 213-222.
- Pandey, A., Gulati, S., Gupta, A., & Tripathi, Y. C. (2019). Variation in andrographolide content among different accessions of *Andrographis paniculata*. *The Pharma Innovation Journal*, 8(4), 140-144.
- Parixit, B., Bharath, C., Rajarajeshwari, N. & Ganapaty, S., 2012. The Genus *Andrographis*—a review. *International Journal of Pharmaceutical Sciences*, 4(1), pp. 1835-1856.
- Pholpana N, Rangkadilok N, Saehun J, Ritruetchai S, Satayavivad J. Changes in the contents of four active diterpenoids at different growth stages in *Andrographis paniculata* (Burm.f) Nees (Chuanxinlian). *Chinese Medicine*. 2013;8(2): 1-12.
- Preet, R. et al. 2014. Synthesis and biological evaluation of andrographolide analogues as anti-cancer agents. *European Journal of Medicinal Chemistry* 85: 95–106.
- Radhika, P., Annapurna, A., & Rao, S. N. (2012). Immunostimulant, cerebroprotective & nootropic activities of *Andrographis paniculata* leaves extract in normal & type 2 diabetic rats. *The Indian Journal of Medical Research*, 135(5), 636.
- Rajagopal, S., Kumar, R. A., Deevi, D. S., Satyanarayana, C., & Rajagopalan, R. (2003). Andrographolide, a potential cancer therapeutic agent isolated from *Andrographis paniculata*. *Journal of Experimental therapeutics and Oncology*, 3(3), 147-158.
- Ramalingam S, Karupannan S, Padmanaban P, Vijayan S, Sheriff K, Palani G, et al. Anti-dengue activity of *Andrographis paniculata* extracts and quantification of dengue viral inhibition by SYBR green reverse transcription polymerase chain reaction. *AYU*. 2018;39: 87-91.
- Renugadevi G, Ramanathan T, Shanmuga PR, Thirunavukkarasu P (2013) Studies on effects of *Andrographis paniculata* (Burm.f.) and *Andrographis lineata* Nees (Family: acanthaceae) extracts against two mosquitoes *Culex quinquefasciatus* (Say.) and *Aedes aegypti* (Linn.). *Asian Pac J Trop Med* 6:176–179
- Royani, J. I., Hardianto, D. & Wahyuni, S., 2014. Analisa Kandungan Andrographolide pada Tanaman Sambiloto (*Andrographis paniculata*) dari 12 Lokasi di Pulau Jawa. *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia*, 1(1), pp. 15-20.
- Rukajat, A. 2018. *Pendekatan Penelitian Kuantitatif: Quantitative Research Approach*. Yogyakarta: Deepublish.
- S. Sharma, Y.P. Sharma, C. Bhardwaj, HPLC quantification of andrographolide in different parts of *Andrographis paniculata* (Burm. f.) Wall. ex Nees, *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7 (2018) 168-171.
- Sangameswaran B, Reddy TC, Jayakar B (2008) Hepatoprotective effect of leaf extracts of *Andrographis lineata* Nees on liver damage caused by carbon tetrachloride in rats. *Phytother Res* 22:124–126
- Sheeja, K., Shihab, P. K., & Kuttan, G. (2006). Antioxidant and anti-inflammatory activities of the plant *Andrographis paniculata* Nees. *Immunopharmacology and immunotoxicology*, 28(1), 129-140.
- Silalahi M. Sambiloto (*Andrographis paniculata*) dan bioaktivitasnya. *BEST Journal*. 2020;3(1): 76-84.
- Trivedi, N. P., & Rawal, U. M. (2001). Hepatoprotective and antioxidant property of *Andrographis paniculata* (Nees) in BHC induced liver damage in mice.
- Wintachai P, Kaur P, Lee RCH, Ramphan S. Activity of andrographolide against chikungunya virus infection. *Sci Rep*. 2015;5: 1479-93.
- Xu, Y., Marshall, R. L., & Mukkur, T. K. (2006). An investigation on the antimicrobial activity of *Andrographis paniculata* extracts and andrographolide in vitro. *Asian journal of plant sciences*, 5(3), 527-530.
- Yunita, E. (2021). Mekanisme Kerja Andrografolida Dari Sambiloto Sebagai Senyawa Antioksidan. *Herb-Medicine Journal: Terbitan Berkala Ilmiah Herbal, Kedokteran dan Kesehatan*, 4(1), 43-56.
- Zhang, C. Y., & Tan, B. K. H. (1997). Mechanisms of cardiovascular activity of *Andrographis paniculata* in the anaesthetized rat. *Journal of Ethnopharmacology*, 56(2), 97-101.
- Zhang, X. F., & Tan, B. K. H. (2000). Antihyperglycaemic and anti-oxidant properties of *andrographis paniculata* in normal and diabetic rats. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 27(5-6), 358-363.
- Zhao, D., Liao, K., Ma, X., & Yan, X. (2002). Study of the supramolecular inclusion of β -cyclodextrin with andrographolide. *Journal of inclusion phenomena and macrocyclic chemistry*, 43, 259-264.