JURNAL PENELITIAN SAINS
Journal Home Page: http://ejurnal.mipa.unsri.ac.id/index.php/jps/index

Marchantia polymorpha: Studi profil dan kandungan senyawa bioaktif potensial sebagai obat di masa mendatang

ABDILLAH MAULANA FARHAN[1*], MUHAMMAD ZULFIKAR ARIAN MASAYU[1], ALYA NAJWA AZIZAH[2], ALEXANDRIA ZAZILA RISQI[3], ABDULLOH HASAN SHODIQ[4], MUHAMMAD HUSEIN SHODIQ[4]

[1]Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember; [2]Jurusan Kedokteran Hewan, Fakultas Ilmu Kesehatan, Kedokteran, dan Ilmu Alam, Universitas Airlangga; [3]Jurusan Ilmu Keperawatan, Fakultas Keperawatan, Universitas Jember; [4]Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember

Kata kunci:
Marchantia polymorpha, profil morfologi, senyawa bioaktif

ABSTRAK: *Marchantia polymorpha* merupakan salah satu jenis lumut hati bertalus. Lumut tersebut memiliki tiga subspesies yaitu, *M. polymorpha* subsp. *polymorpha, M. polymorpha* subsp. *ruderalis, and M. polymorpha* subsp. *montivagans*. Ketiga subspesies tersebut memiliki morfologi dan karakteristik yang berbeda. *M. polymorpha* subsp. *polymorpha* ditandai dengan garis hitam tebal yang membentang lurus di tengah talus hingga ujungnya, sedangkan M. *polymorpha* subsp. *ruderalis* memiliki garis tengah yang terputus-putus pada talus, dan *M. polymorpha* subsp. *montivagans* tidak memiliki garis tengah pada talusnya. M. *polymorpha* memiliki komponen senyawa bioaktif yang berpotensi dalam bidang medis. Berdasarkan hasil analisis GC-MS memiliki 10 senyawa dominan yang terdapat pada lumut hati bertalus tersebut, dengan 8 senyawa berpotensi sebagai obat, yaitu sebagai antimikroba, agen anti-kanker, anti-inflamasi, dan aktivitas biologis lainnya. Tujuan dari studi ini adalah untuk eksplorasi mengenai informasi profil morfologi dan senyawa bioaktif yang terkandung pada *M. polymorpha* menggunakan data sekunder secara *literature review*. Manfaat dari studi ini adalah untuk mendukung tahapan penelitian primer dan memberikan gambaran terkait dengan morfologi, distribusi, siklus hidup, senyawa bioaktif, dan potensi dalam bidang medis.

Keywords:
Bioactive compounds, Marchantia polymorpha, profile morphology

ABSTRACT: Marchantia polymorpha is one type of liverwort thallus. This liverwort has three subspecies: M. polymorpha subsp. polymorpha, M. polymorpha subsp. ruderalis, and M. polymorpha subsp. montivagans. These three subspecies exhibit different morphologies and have their own characteristics. M. polymorpha subsp. polymorpha is characterized by a thick black line running down the center of the thallus to the tip, while M. polymorpha subsp. ruderalis has a broken central line on the thallus, and M. polymorpha subsp. montivagans has no central line on its thallus. M. polymorpha contains bioactive compounds that have potential medicinal properties. Analysis using GC-MS indicates that there are 10 dominant compounds in this liverwort, with 8 of them being potentially beneficial for health, acting as antimicrobials, anticancer agents, anti-inflammatory agents, and having other biological activities. The aim of this study is to explore further information regarding the profile and bioactive compound content of M. polymorpha using a literature or secondary data approach. The benefits of this study are to advance the stages of primary research and to provide an overview of the morphology, distribution, life cycle of the liverwort, the content of its compounds, and its potential as a medicine in the future.

1 PENDAHULUAN

Marchantia polymorpha L. merupakan salah satu jenis lumut hati bertalus yang dapat ditemukan di berbagai Negara. Lumut hati tersebut dapat hidup secara efektif dikawasan Negara tropis yang memiliki kondisi abiotik yang lembab [1,2]. Secara morfologi *Marchantia polymorpha* memiliki organ reproduksi berupa anteridium (jantan) dan arkegonium (betina). Memiliki talus yang cukup lebar, memiliki rhizoid, dan memiliki *gemma cup* [3,4]. Secara taksonomi, lumut tersebut masuk dalam family Marchantiaceae dan kelas Marchantiales. *Marchantia polymorpha* memiliki tiga sub-spesies yaitu, *M. polymorpha* ssp. *polymorpha*, *M. polymorpha* ssp. *montivagans*, dan *M. polymorpha* ssp. *ruderalis*, ketiga macam sub-spesies tersebut memiliki perbedaan dari segi morfologi dan kandungan senyawa bioaktif didalamnya [5].

*** Corresponding Author:** abdillahmaulanafarhan97@gmail.com

https://doi.org/10.56064/jps.v27i2.1101
Naskah diusulkan: 6 November 2024; disetujui: 12 April 2025; diterbitkan: 5 Juni 2025
p-ISSN: 1410-7058 e-ISSN: 2597-7059 © 2025 JPS MIPA UNSRI

Marchantia polymorpha secara fitokimia memiliki kandungan bioaktif potensial dalam bidang kesehatan. Penelitian sebelumnya mengindikasikan bahwa *Marchantia polymorpha* memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder volatile seperti flavonoid dan terpenoid yang dapat bersifat sebagai antioksidan dan antiinflamasi [6]. *Marchantia polymorpha* secara skrining juga memiliki kandungan bibenzyl dan bisbibenzyl dengan struktur Marchantin pada salah satu gugusnya, kandungan tersebut sangat potensial di masa mendatang, karena diduga memiliki potensi sebagai antibakteri, antijamur, antiinflamasi, bahkan potensial untuk menghambat pertumbuhan sel kanker [7-9].

Berdasarkan penelitian terdahulu tersebut *M. polymorpha* memiliki kandungan senyawa bioaktif yang potensial di bidang kesehatan. Diperlukan suatu metode akurat berkaitan dengan skrining fitokimia yang terkandung pada lumut hati tersebut, salah satu metode analisis yang dapat direkomendasikan dalam identifikasi senyawa bioaktif adalah GC-MS (*Gass Chromatography-Mass Spectrometry*). *Gass Chromatography-Mass Spectrometry* merupakan salah satu alat kromatografi yang dapat membaca senyawa volatile pada suatu ekstrak berdasarkan berat molekulnya. Keunggulan dari metode tersebut adalah dapat membaca suatu senyawa ekstrak dengan cepat dan terspesifikasi [10,11].

Profiling juga sangat penting dilakukan terhadap *M. polymorpha*, karena jenis tersebut memiliki variasi morfologi yang berbeda disetiap habitat [12], sehingga profil seperti ciri-ciri morfologi, reproduksi, dan adaptasi dari lumut tersebut sangat penting untuk dilakukan suatu riset. Tujuan dari kajian ini adalah untuk menganalisis profil secara umum dari *M. polymorpha* berdasarkan morfologi dan kandungan senyawa bioaktif yang berpotensi sebagai obat di masa mendatang pada sampel *M. polymorpha* dengan pengambilan data sekunder.

2 METODE

Metode yang digunakan dalam penulisan ini adalah analisis profil *M. polymorpha* yaitu morfologi dan proses reproduksi menggunakan data sekunder penelitian terdahulu. Sedangkan analisis kandungan senyawa bioaktif pada *M. polymorpha* spesifik menggunakan hasil analisis kromatografi GC-MS dari penelitian terdahulu. Data sekunder dari penulisan ini berasal dari jurnal nasional dan internasional dengan indeks terpercaya. Hasil penelusuran data sekunder tersebut dilakukan pembahasan secara detail terkait dengan profil dan kandungan senyawa bioaktif pada *M. polymorpha*.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Morfologi *M. polymorpha*

M. polymorpha secara umum memiliki talus berwarna hijau muda dengan panjang kurang lebih 5 cm dan lebar kurang lebih 1 cm. Jenis lumut ini memiliki tiga subspesies yang memiliki perbedaan variasi morfologi [13]. Subspesies *M. polymorpha* terdiri dari *M. polymorpha* subsp. *polymorpha*, *M. polymorpha* subsp. *ruderalis*, dan *M. polymorpha* subsp. *montivagans* [2]. Ketiga subspecies tersebut memiliki karakteristik berbeda-beda, berikut merupakan gambar 1 penampakan morfologi dari ketiga subspecies *M. polymorpha*.

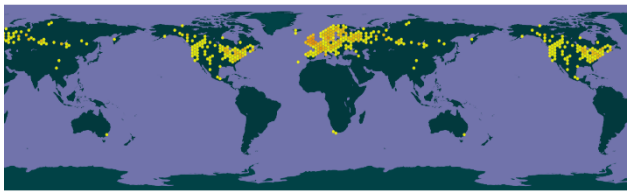


a. b. c.

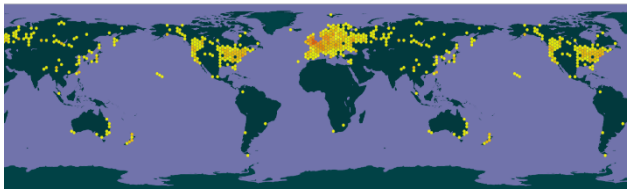
Gambar 1. Populasi Marchantia polymorpha.
a. Marchantia polymorpha subsp. polymorpha [14].
b. Marchantia polymorpha subsp. ruderalis [15].
c. Marchantia polymorpha subsp. montivagans. [16].

Menurut penelitian sebelumnya *M. polymorpha* subsp. *polymorpha* dapat ditemukan dengan jumlah yang sangat melimpah di Negara Jepang. Secara morfologi *M. polymorpha* subsp. *polymorpha* memiliki ciri khas pada bagian tengah talus tampak lebih tebal dibandingkan dengan lainnya, secara garis besar morfologi *M. polymorpha* subsp. *polymorpha* hampir sama dengan *M. polymorpha* subsp. *ruderalis* [17]. *M. polymorpha* subsp. *ruderalis* memiliki ciri khas pada bagian tengah talus dapat dijumpai garis hitam seperti subspesies polymorpha, namun perbedaanya pada *M. polymorpha* subsp. *ruderalis* terputus-putus, sehingga tersusun lebih tipis daripada morfologi *M. polymorpha* subsp. *polymorpha* [17-19]. *M. polymorpha* subsp. *montivagans* memang tampak paling berbeda dari kedua subspesies lainnya. Talus pada subspesies tersebut tidak terdapat garis hitam dibagian tengah [13].

Distribusi persebaran dari ketiga subspecies tersebut berbeda-beda, hal ini dikarenakan adanya faktor lingkungan abiotik yang mendasari distribusi persebaran dari ketiga subspesies *Marchantia* tersebut. Berdasarkan situs GBIF, *M. polymorpha* subsp. *ruderalis* memiliki distribusi paling banyak atau menyebar, secara keseluruhan lumut tersebut sangat optimal tumbuh pada Negara yang memiliki kelembaban yang cukup tinggi. Berikut gambar 2. merupakan distribusi dari ketiga subspesies *M. polymorpha*.



(a)



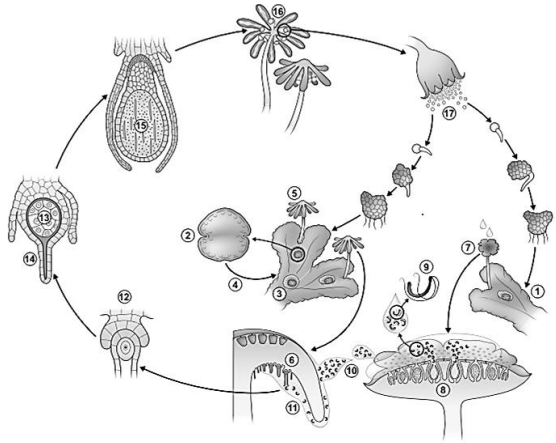
(b)



(c)

Gambar 2. a. Distribusi *Marchantia polymorpha* subsp. *polymorpha* [20]. b. Distribusi *Marchantia polymorpha* subsp. *ruderalis* [21]. c. Distribusi *Marchantia polymorpha* subsp. *montivagans*. [22].

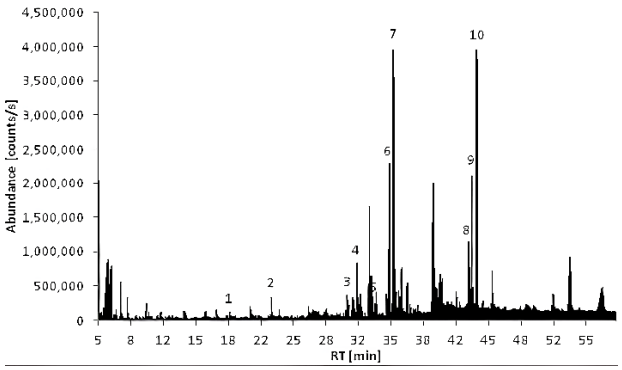
Lumut *M. polymorpha* mengalami reproduksi seksual dan aseksual, lumut tersebut memiliki alat reproduksi berupa anteridium (jantan) dan arkegonium (betina). Proses reproduksi lumut tersebut melibatkan fase sporofit dan gametofit, sporofit ditandai dengan adanya spora, dan gametofit dengan sel gamet. Siklus hidup *Marchantia polymorpha* melibatkan pergiliran generasi antara fase gametofit dan sporofit. Fase dominan adalah gametofit, berupa talus hijau dengan struktur reproduksi khusus, anteridiopora (penghasil sperma) dan arkegoniopora (penghasil telur). Sperma dari anteridiopora bergerak dengan bantuan air menuju arkegoniopora untuk fertilisasi. Hasilnya, zigot berkembang menjadi sporofit kecil yang bergantung pada gametofit induk. Sporofit menghasilkan spora haploid melalui meiosis, yang kemudian tersebar dan tumbuh menjadi gametofit baru. Siklus ini memungkinkan regenerasi dan penyebaran yang efisien di habitat lembap, menjadikan *Marchantia polymorpha* adaptif di berbagai lingkungan [3,13,23,24]. Berikut merupakan gambar 3. tentang siklus hidup (reproduksi) dari lumut *M. polymorpha*.



Gambar 3. Siklus Hidup *M. polymorpha*. (1) Aseksual menggunakan *Gemmae* (*Gemma cup*). (2) Produksi Gemma cup. (3) Perkembangan Gemma cup pada talus Marchantia. (4) *Gemma cup* terdapat sel meristematik yang terletak diujung talus. (5) Arkegonia. (6) Singular arkegonia. (7) Anteridium. (8) Anteridia berkembang di lekukan apical (ujung) talus gametofit. Anteridia memproduksi sperma, pada saat ada air hujan akan sperma tersebut akan mengalami pelepasan. (9) Sperma akan melepas atau meluncur memanfaatkan tetesan air hujan. (10) Sperma tersebut terbawa dengan air hujan untuk menuju ke arkegonia (betina). (11) Sperma siap membuahi sel telur betina. (12) Fase embrio. (13) Perkembangan embrio menuju kaliptra. (14) Bagian pelindung dari proses perkembangan sporofit, setelah tahapan meiosis akan menghasilkan spora. (15) Ribuan spora sudah memadati di kotak spora (sporangium). (16) Pelepasasn spora. (17) Berkembang menjadi sporofit dan terbentuk talus baru dan tahapan siklus terkahir [24].

Kandungan Senyawa Bioaktif *M. polymorpha*

M. polymorpha memiliki kandungan senyawa bioaktif potensial sebagai obat di masa mendatang. Senyawa bioaktif tersebut memilki aktivitas biologi yang dibutuhkan oleh organisme lain, terutama oleh manusia dalam bidang *natural medicine*. Metode untuk deteksi senyawa bioaktif dapat dilakukan dengan GC-MS. Berikut merupakan gambar 4 grafik kromatografi senyawa bioaktif yang terdapat di *M. polymorpha*.

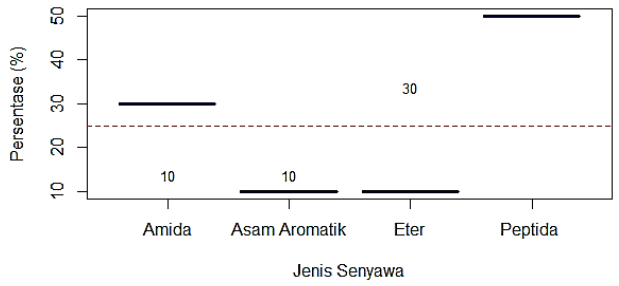


Gambar 4. Grafik Kromatografi senyawa bioaktif *M. polymorpha* menggunakan GC-MS [25].

Table 1. Daftar senyawa bioaktif pada *M. polymorpha* [25].

No.	Senyawa	RT (min)	Jenis	Manfaat	Ref.
1.	1,1-Dibutoxy-butane***	18.06	Eter	Pelarut dalam bahan bakar diesel	[26]
2.	Anthranilic acid	22.70	Asam Aroma-tik	Mencegah Skizofrenia, antiinflamasi	[27]
3.	2,2-Dimethyl-N-phenethylpropio-namide***	30.40	Amida	-	-
4.	Pyrrolidino[1,2-a]piperazine-3,6-dione	31.49	Peptida siklik	Antibakteri, antikanker	[10]
5.	N-Phenethylacetam-ide	33.24	Amida	Antiinflamasi	[28]
6.	Cyclo(D-Leu-D-Pro)	34.88	Peptida siklik	Antimikrob	[29]
7.	Cyclo(L-Leu-L-Pro) = Gancidin W	35.18	Peptida siklik	Antimikrob	[29]
8.	Cyclo(D-Phe-D-Pro)	42.95	Peptida siklik	Antimikrob	[29]
9.	Oleic acid amide	43.22	Amida	Antikanker, penurun kadar gula	[30]
10.	Cyclo(L-Phe-L-Pro)	43.81	Peptida siklik	Antimikrob	[30]

*** = belum terdeteksi potensi sebagai obat



Gambar 5. Boxplot persentase jenis senyawa di *M. polymorpha* menurut hasil GC-MS [25]. (Visualisasi menggunakan Rstudio)

Berdasarkan grafik hasil dari analisis GC-MS pada gambar 4. *M. polymorpha* memiliki kandungan senyawa bioaktif yang sangat melimpah. Namun, pada penelitian terdahulu tersebut [25], terdapat 10 senyawa bioaktif yang mendominasi dari kandungan bioaktif lainnya. 10 senyawa bioaktif tersebut memiliki potensial masing-masing,hanya terdapat dua jenis senyawa bioaktif yang masih belum terdeteksi potensi sebagai obat yaitu senyawa yang berada pada No 1 dan 3 pada table 1. Selain dari kedua senyawa tersebut, senyawa lainnya memiliki potensi sebagai obat, sehingga *M. polymorpha* dapat dilanjutkan dalam tahapan riset konkrit sesuai prosedur *medicine*.

Anthranilic acid merupakan salah satu senyawa yang terdeteksi di *M. polymorpha*, senyawa tersebut termasuk dalam kelompok senyawa asam aromatik. Penelitian terdahulu membuktikan bahwa senyawa tersebut potensial untuk mencegah skizofrenia. *Anthranilic acid* (AA) dapat digunakan untuk biomarker pada pasien skizofrenia ditandai dengan meningkatnya jumlah AA pada serum pasien skizofrenia, sehingga mekanisme kerja dari AA adalah secara autoimun [27]. AA selain bersifat dapat mencegah skizofrenia, juga potensial sebagai antiinflamasi [31-32].

Pyrrolidino[1,2-a]piperazine-3,6-dione merupakan salah satu kelompok senyawa peptide. Senyawa ini sudah sering digunakan dalam lembaga penelitian bidang kedokteran. Senyawa pyrrolidino dapat digunakan untuk indikator adanya toksisitas dari seorang pasien [33]. Pyrrolidino secara literatur juga berpotensi sebagai antibakteri dan antikanker, hal tersebut juga saling berkorelasi dengan potensial *M. polymorpha*. *M. polymorpha* bersifat sebagai antibakteri, salah satu uji coba yang telah dilakukan sebelumnya *M. polymorpha* dapat menghambat laju bakteri *E. coli* dan *S. aureus* dengan ditandai zona bening pada media pertumbuhan kedua bakteri tersebut [34, 35, 36]. Sifat antibakteri pada *M. polymorpha* semakin kuat dengan adanya beberapa jenis kandungan Cyclo yang bersifat sebagai antimikrob. *Oleic acid amide* merupakan salah satu senyawa kelompok amida yang memiliki potensi sebagai antikanker. Penelitian terdahulu yang sudah dilakukan Oleic acid amide memiliki potensi signifikan terhadap antikanker prostat PC3. *M. polymorpha* saat ini masih terfokus pada skala laboratorium, yaitu dengan mengujicobakan terhadap sel kanker HeLa [37-39]. *M. polymorpha* selain memiliki aktivitas antikanker, juga memiliki aktivitas antioksidan, penelitian yang dilakukan oleh [40], mengidentifikasikan bahwa kultur M. polymorpha memiliki aktivitas antioksidan yang cukup tinggi. Penelitian tersebut menggunakan DPPH sebagai control negatifnya.

4 KESIMPULAN

M. polymorpha memiliki 3 subspesies yaitu *M. polymorpha* subsp. *polymorpha*, *M. polymorpha* subsp. *ruderalis,* dan *Marchantia polymorpha* subsp. *montivagans*. Ketiga subspesies memiliki karakteristik pada bagian garis tengah hitam talus. M. polymorpha melakukan siklus hidup dengan reproduksi secara gametofit dan sporofit dengan organ reproduksinya adalah anteridium (jantan) dan arkegonium (betina). Hasil analisis GC-MS mengidentifikasikan M. polymorpha memiliki kandungan senyawa bioaktif yang potensial sebagai obat dimasa mendatang, 8 dari 10 senyawa bioaktif dominan pada M. polymor-

pha memiliki potensi sebagai antimikrob, antibakteri, antikanker, dan antiinflmasi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis sangat mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang sudah sangat mendukung dan memberikan masukan dalam studi literature ini. Harapannya dari studi ini, akan diterapkan dalam riset eksperimen menggunakan data primer untuk benar-benar membuktikan profil dan senyawa bioaktif pada *M. polymorpha*.

REFERENSI

[1] Shimamura, M. *Marchantia polymorpha*: taxonomy, phylogeny and morphology of a model system. *Plant and Cell Physiology*, 2015, 2, 230-256.

[2] Sandler, G.; Agrawal, A.F.; Wright, S.I. Population genomics of the facultatively sexual liverwort *Marchantia polymorpha*. *Genome Biology and Evolution*, 2023, 15.

[3] Schmid, M.W.; Giraldo-Fonseca, A.; Rövekamp, M.; Smetanin, D.; Bowman, J.L.; Grossniklaus, U. Extensive epigenetic reprogramming during the life cycle of *Marchantia polymorpha*. *Genome biology*, 2018, *19*, 1-17.

[4] Putri, I.K.; Haerida, I.; Setyati, D.; Nadhifah, A.; Ulum, F.B.. Liverworts (Marchantiophyta) of Ireng-ireng forest Bromo Tengger Semeru National Park, east Java Indonesia. International Conferences Life Sciences and Biotechnology, University of Jember, Indonesia. (2024)

[5] Quach, P.N. Biological activities of in vitro liverwort *Marchantia polymorpha* L. extracts. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 2020, 2, 826-838.

[6] Cai, Y.Y.; Chen, T.; Cao, J.F. Antimicrobial and Antioxidant Metabolites From the Cultured Suspension Cells of *Marchantia polymorpha* L. *Natural Product Communications*, 2022, 17.

[7] Asakawa, Y; Toyota, M; Tori, M; Hashimoto, T. Chemical structures of macrocyclic bis-(bibenzyls) isolated from liverworts (Hepaticae). *Journal of Spectroscopy*, 2000, 14, 149-175.

[8] Asakawa, Y; Ludwiczuk, A; Nagashima, F. Phytochemical and biological studies of bryophyte. *Phytochemistry*, 2013, 91, 52-80.

[9] Tanaka, M; Esaki, T; Kenmoku, H; Koeduka, T; Kiyoyama, T; Masujima, T; Matsui, K. Direct evidence of specific localization of sesquiterpenes and marchantin A in oil body cells of *Marchantia polymorpha* L. *Phytochemistry,* 2016*,* 130, 77- 84.

[10] Stelmasiewicz, M.; Świątek, Ł.; Ludwiczuk, A. Phytochemical profile and anticancer potential of endophytic microorganisms from liverwort species, *Marchantia polymorpha* L. *Molecules*, 2021, *27*, 153.

[11] Mishra, T.; Sahu, V.; Meena, S.; Pal, M.; Asthana, A.K.; Datta, D.; Upreti, D.K. A comparative study of in vitro cytotoxicity and chemical constituents of wild and cultured plants of *Marchantia polymorpha* L. *South African Journal of Botany*, 2023, 157, 274-278.

[12] Horn, A.; Pascal, A.; Lončarević, I.; Volpatto, M,R.; Lu, Y.; Miguel, S.; Simonsen, H.T. Natural products from bryophytes: from basic biology to biotechnological applications. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 2021, 40, 191-217.

[13] Linde, A.M.; Sawangproh, W.; Cronberg, N.; Szövényi, P.; Lagercrantz, U. Evolutionary history of the *Marchantia polymorpha* complex. *Frontiers in plant science*, 2020, *11*, 829.

[14] Global Biodiversity Information Facility. *Marchantia polymorpha* subsp. *polymorpha*. https://www.gbif.org/occurrence/4908049478. Accessed 30 Oct. 2024.

[15] Global Biodiversity Information Facility. *Marchantia polymorpha* subsp. *ruderalis* https://www.gbif.org/occurrence/4510118059. Accessed 31 Oct. 2024.

[16] Global Biodiversity Information Facility. Marchantia polymorpha subsp. montivagans https://www.gbif.org/occurrence/4145289603. Accessed 31 Oct. 2024.

[17] Zheng, T.X.; Oishi, Y.; Shimamura, M. Notes on some Marchantiales taxa from Rishiri Island, Japan. *Hikobia*, 2022. *18*, 251-257.

[18] Kwon, W., Kim, Y., & Park, J. The complete chloroplast genome of Korean *Marchantia polymorpha* subsp. *ruderalis* Bischl. & Boisselier: low genetic diversity between Korea and Japan. *Mitochondrial DNA Part B*, 2019, *4*, 959-960.

[19] Bączkiewicz, A. Genetic diversity of leafy liverwort species (Jungermanniidae, Marchantiophyta) in Poland: regional genetic differentiation of leafy liverworts. *Biodiversity research and Conservation*, 2012, *27*, 55-76.

[20] Global Biodiversity Information Facility. Distribution of *Marchantia polymorpha* subsp. *polymorpha*. https://www.gbif.org/species/7889197. Accessed 2 Nov. 2024.

[21] Global Biodiversity Information Facility. Distribution of Marchantia polymorpha subsp. ruderalis. https://www.gbif.org/species/7611031. Accessed 2 Nov. 2024.

[22] Global Biodiversity Information Facility. Distribution of Marchantia polymorpha subsp. montivagan. https://www.gbif.org/species/8412153 . Accessed 2 Nov. 2024.

[23] Shimamura, M. *Marchantia polymorpha*: taxonomy, phylogeny and morphology of a model system. *Plant and Cell Physiology*, 2016, *57*, 230-256.

[24] Aguilar-Cruz, A.; Grimanelli, D.; Haseloff, J.; Arteaga-Vázquez, M.A. DNA methylation in *Marchantia polymorpha*. *New Phytologist*, 2019, *223*, 575-581.

[25] Stelmasiewicz, M.; Świątek, Ł.; Ludwiczuk, A. Chemical and biological studies of endophytes isolated from *Marchantia polymorpha*. *Molecules*, 2023, 28, 2202.

[26] Michael. Carbon Negative Mixes Comprising 1, 1-Dibutoxybutane. *Journal of Analytical & Bioanalytical oJ Techniques,* 2023, *14,* 549.

[27] Oxenkrug, G.; van der Hart, M.; Roeser, J.; Summergrad, P. Anthranilic acid: a potential biomarker and treatment target for schizophrenia. *Annals of psychiatry and mental health*, 2016, *4*.

[28] Boyer, D.; Bauman, J.N.; Walker, D.P.; Kapinos, B.; Karki, K.; Kalgutkar, A.S. Utility of MetaSite in improving metabolic stability of the neutral indomethacin amide derivative. *Drug metabolism and disposition*, 2009, *37*, 999-1008.

[29] Saadouli, I.; Zendah E,E,I.; Trabelsi, E.; Mosbah, A.; Redissi, A.; Ferjani, R.; ... Ouzari, H.I. Isolation, characterization and chemical synthesis of large spectrum antimicrobial cyclic dipeptide (L-leu-L-pro) from Streptomyces misionensis V16R3Y1 bacteria extracts. A novel 1H NMR metabolomic approach. *Antibiotics*, 2020, *9*, 270.

[30] Negut, Catalina, Lucia, P,; Constantin, T.; Denisa I.U.; Constantin, D.; Cristian, M.; Elena, M. Oleic acid amides with potential pharmacological effects in the overweight treatment. *Rev. Chim,* 2018, *69*, 790-794.

[31] Milusheva, M.; Todorova, M.; Gledacheva, V.; Stefanova, I.; Feizi-Dehnayebi, M.; Pencheva, M.; Nikolova, S. Novel anthranilic acid hybrids—An alternative weapon against inflammatory diseases. *Pharmaceuticals*, 2023, *16*, 1660.

[32] Inglis, J. J.; Criado, G.; Andrews, M.; Feldmann, M.; Williams, R.O.; Selley, M.L. The anti-allergic drug, N-(3′, 4′-dimethoxycinnamonyl) anthranilic acid, exhibits potent anti-inflammatory and analgesic properties in arthritis. *Rheumatology*, 2007, *46*, 1428-1432.

[33] Eiden, C., Mathieu, O., Cathala, P., Debruyne, D., Baccino, E., Petit, P., & Peyriere, H. (2013). Toxicity and death following recreational use of 2-pyrrolidino valerophenone. *Clinical toxicology*, *51*(9), 899-903.

[34] Jantwal, A.; Rana, M.; Rana, A.J.; Upadhyay, J.; Durgapal, S. Pharmacological potential of genus *Marchantia*: A Review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 2019, *8*, 641-645.

[35] Mewari, N.; Kumar, P. Antimicrobial activity of extracts of Marchantia polymorpha. *Pharmaceutical biology*, 2008, *46*, 819-822.

[36] Ramadhan, Z. A., & Agustien, A. Potential of Endophytic Bacteria From Liverwort (*Marchantia polymorpha* L.) Which Produces Antibiotics in *Staphylococcus aureus* L. World *Journal of Pharmaceutical Research*, 2019, *8,* 171-178.

[37] Mandia, S. Cytotoxicity activity of Liverwort (*Marchantia polymorpha* L.) Methanolic Extract to HeLa cell Line. *Asian Pacific Journal of Health Sciences*, 2020, *7*, 69-73.

[38] Poveda, J. Analysis of *Marchantia polymorpha*–microorganism interactions: basis for understanding plant–microbe and plant–pathogen interactions. *Frontiers in Plant Science*, 2024, *15*, 1301816.

[39] Chrzanowska, A.; Roszkowski, P.; Bielenica, A.; Olejarz, W.; Stępień, K.; Struga, M. Anticancer and antimicrobial effects of novel ciprofloxacin fatty acids conjugates. *European journal of medicinal chemistry*, 2020, *185*, 111810.

[40] Cai, Y.Y.; Chen, T.; Cao, J.F.. Antimicrobial and Antioxidant Metabolites From the Cultured Suspension Cells of *Marchantia polymorpha* L. *Natural Product Communications*, 2022, *17*, 1934578X221096172. _____