

Effect of Drying Methods on the Total Phenolic of Maman Plant (*Cleome gynandra* L.) from Riau

Muhamad Fauzan¹, Dewi Indriyani Roslim^{1*}, Anna Safarrida², Herman¹, & Wahyu Lestari¹

¹Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau, Riau, Indonesia;

²Pusat Riset Botani Terapan, Organisasi Riset Hayati dan Lingkungan, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Bogor, Indonesia;

Article History

Received : April 25th, 2024

Revised : May 01th, 2024

Accepted : May 13th, 2024

*Corresponding Author:

Dewi Indriyani Roslim,

Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau, Riau, Indonesia;

Email:

dewiindriyaniroslim@gmail.com

Abstract: Maman plant (*Cleome gynandra* L.) is an underutilised leafy vegetable that has a high nutritive value and contains phenolic compounds that are essential in reducing or preventing the occurrence of chronic and infectious diseases. In this study, we investigate the effect of drying methods on the total phenolic content of maman plant from Riau. The drying treatment process for maman leaves was tried using three methods: room air-dried without sunlight exposure at 21-24°C for seven days, freeze-dried at -40°C for four days, and oven-drying at 40°C for three days. Freeze-dried maman leaves exhibited significantly ($p < 0.05$) higher total phenolics (5,90 mgGAE/g) than those dried using other methods, followed by oven-dried (5,14 mgGAE/g) and room-air dried (4,50 mgGAE/g). Drying maman leaves for further research is recommended using the freeze-dried method to obtain optimal phytochemical content.

Keywords: *Cleome gynandra* L., drying methods, maman plant, phenolic compounds.

Pendahuluan

Maman (*Cleome gynandra* L.) adalah herba tahunan yang tumbuh di daerah tropis dan telah menjadi tanaman budidaya di Afrika dan beberapa negara Asia (Shilla *et al.*, 2019). Siklus hidup tumbuhan maman antara 3-4 bulan dan dipanen antara 4-5 minggu setelah tanam (Sogbohossou *et al.*, 2018). Masyarakat Melayu Rokan di Riau biasanya mengolah daun maman menjadi sayur fermentasi yang disebut joruk maman. Joruk maman adalah makanan tradisional yang dibuat dari daun maman yang dicampur air hangat, garam dan nasi putih, lalu didiamkan selama 2-3 hari (Restusari *et al.*, 2022). Selain dimanfaatkan sebagai makanan tradisional, daun maman juga dimanfaatkan sebagai obat alternatif untuk mengobati artitis, demam, diare, pusing, inflamasi, konstipasi, migrain, pneumonia, rematik dan lain-lain (Kwarteng *et al.*, 2018).

Tumbuhan maman mengandung banyak metabolit yang berkhasiat untuk kesehatan seperti alkaloid, fenol, flavonoid, saponin dan tanin (Mangaiyarkarasi & Ilyas, 2015). Studi yang dilakukan oleh Krisanta *et al.*, (2021) melaporkan bahwa setiap 1 g bubuk daun maman mengandung total fenol sebesar 18,52 mgGAE, total flavonoid sebesar 35,54 mgQE dan vitamin C sebesar 93,42 mgAAE. Fenol, flavonoid dan vitamin C dapat berperan sebagai sumber antioksidan alami bagi tubuh. Hal ini didukung oleh studi yang dilakukan oleh Chandradevan *et al.*, (2020) melaporkan bahwa aktivitas antioksidan daun maman mencapai 40.36 µg/ml pada uji DPPH (IC50).

Senyawa fenol merupakan senyawa yang memiliki cincin aromatik dengan satu atau lebih gugus hidroksil. Menurut Tungmunnithum *et al.*, (2014), fenol memiliki aktivitas antioksidan karena struktur cincin aromatis yang memungkinkan senyawa ini

menyumbangkan atom hidrogen bebas ke zat radikal bebas dan menonaktifkannya. Menurut Kamble & Gacche, (2019), terdapat hubungan erat antara zat radikal bebas dan timbulnya berbagai penyakit seperti kanker, hipertensi dan gangguan neurodegeneratif.

Terlepas dari manfaat etnofarmakologis dan nutrisi tumbuhan mamin yang potensial, tumbuhan mamin di Indonesia khususnya di Provinsi Riau belum banyak diteliti sehingga informasi ilmiah seperti kandungan metabolit sekunder pada tumbuhan ini belum banyak diketahui. Salah satu metabolit sekunder yang melimpah pada tumbuhan mamin dan banyak dikaitkan dengan manfaat kesehatan adalah fenol. Senyawa fenol yang terkandung dalam tumbuhan mamin diperoleh dari olahan masakan atau melalui proses ekstraksi untuk bahan baku obat. Salah satu langkah penting yang perlu diperhatikan dalam mengekstraksi suatu senyawa dari tumbuhan adalah memilih metode pengeringan. Metode pengeringan memiliki peran penting dalam mengawetkan dan menjaga kandungan pada sampel dengan cara mengurangi kadar airnya (Reninta *et al.*, 2022).

Studi pengaruh metode pengeringan terhadap kandungan total fenol terhadap tumbuhan mamin belum banyak dilaporkan. Studi yang dilakukan oleh Moyo *et al.*, (2016) telah melaporkan pengaruh pemasakan dan pengeringan oven terhadap kandungan total fenol pada tumbuhan mamin asal provinsi Limpopo, Afrika Selatan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menganalisis pengaruh metode pengeringan terhadap kandungan total fenol pada tumbuhan mamin asal Riau. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi peneliti dalam memilih metode pengeringan untuk tumbuhan mamin.

Bahan dan Metode

Bahan dan alat

Penelitian dilakukan di Laboratorium Bioteknologi, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Serpong, Banten. Biji mamin yang berasal dari petani di Desa Serombau Indah, Kecamatan Rambah Hilir, Kabupaten Rokan Hulu, Riau ditanam di *green house* Lab. Bioteknologi. Tumbuhan mamin dipanen pada umur 4 minggu setelah tanam. Bahan yang diperlukan adalah

Nitrogen cair, Metanol, Metanol *hypergrade for LC-MS*, akuades, Folin-Ciocalteu, Natrium karbonat dan Asam galat. Semua reagen yang digunakan berjenis *for analysis grade* dari Merck™.

Alat yang digunakan adalah *freeze dryer* (*Heto PowerDry*), oven (*Memmert*), *grinder* (*GM-250S1*), timbangan analitik, tabung reaksi, *sonicator* (*Ultrasons*), *suction filtration*, kertas saring (*Whatman no. 42*), *rotary vacuum evaporator* (*Heidolph*), spektrofotometer UV-Vis (*Shimadzu UV-1800*), kuvet, pipet mikro dan tip mikro.

Proses pengeringan

Daun mamin yang sudah dipisahkan dari batang, kemudian ditimbang sebanyak 400 g tiap perlakuannya. Metode kering angin dilakukan dengan cara menyimpan daun di dalam ruangan pada suhu 21-24°C selama tujuh hari. Metode kering beku dilakukan dengan cara memasukkan daun ke dalam kantong *ziplock*, lalu nitrogen cair dituangkan ke dalam kantong secukupnya dan dimasukkan ke dalam mesin *freeze dryer* selama empat hari. Metode kering oven dilakukan dengan cara memasukkan daun ke dalam oven pada suhu 40°C selama tiga hari. Daun mamin yang sudah kering digiling menggunakan *grinder* hingga menjadi bubuk.

Proses ekstraksi

Sebanyak 1 g bubuk daun dari setiap perlakuan dilarutkan secara terpisah dengan 25 ml metanol konsentrasi 50 %. Larutan disonikasi selama 30 menit, lalu supernatan disaring menggunakan *suction filtration*. Maserasi dilakukan dua kali, supernatan yang terkumpul didistilasi vakum menggunakan *rotary evaporator* hingga menjadi *crude* (ekstrak pekat). *Crude* dilarutkan dengan metanol *hypergrade for LC-MS* konsentrasi 50% (konsentrasi 10.000 ppm).

Penetapan kandungan total fenol

Larutan stok asam galat (1.000 ppm) dibuat menjadi delapan tingkat konsentrasi yaitu 25, 50, 75, 100, 150, 200, 250 dan 300 ppm. Sebanyak 300 µl larutan asam galat tiap konsentrasi atau memasukkan ekstrak yang diuji dalam tabung reaksi, kemudian 1,5 ml Folin-Ciocalteu (1:10) ditambahkan dalam tabung dan campuran diinkubasi pada suhu ruang selama 3 menit.

Sebanyak 1,2 ml Na₂CO₃ konsentrasi 7,5 % ditambahkan ke dalam tabung dan campuran diinkubasi dalam gelap selama 30 menit sebelum diukur absorbansinya.

Panjang gelombang maksimum asam galat ditetapkan dengan mengukur absorbansi asam galat konsentrasi 100 ppm pada rentang panjang gelombang 400-800 nm. Kurva kalibrasi dibuat dengan mengukur absorbansi delapan tingkat konsentrasi standar asam galat pada panjang gelombang maksimum secara berurutan. Kadar asam galat dalam sampel dideteksi dengan mengukur absorbansi ekstrak daun mamin pada panjang gelombang maksimum. Kadar asam galat ditetapkan dengan menghitung *Total Phenolic Content* (TPC) dan dinyatakan dalam miligram setara asam galat per gram (mgGAE/g). Terakhir, data penelitian dianalisis dengan perangkat lunak statistik SPSS versi 17.

Hasil dan Pembahasan

Hasil kandungan total fenol pada ekstrak daun mamin

Kandungan total fenol tumbuhan mamin dianalisis pada organ daun yang dipetik sebelum fase generatif (fase berbunga), tepatnya empat minggu setelah tanam. Hal ini dilandasi Maina *et al.*, (2021) menyatakan kandungan senyawa fenol menurun pada organ vegetatif selama fase generatif karena sel tumbuhan secara aktif mengalami diferensiasi selain sintesis metabolit. Penurunan kandungan senyawa fenol pada fase generatif juga dapat disebabkan faktor lain seperti penggunaan senyawa fenol untuk mekanisme pertahanan, penyerbukan dan reproduksi.

Kandungan total fenol pada ekstrak daun mamin diukur menggunakan metode kolorimetri Folin-Ciocalteu dengan asam galat sebagai standar. Penetapan panjang gelombang dilakukan dengan mengukur absorbansi pada rentang panjang gelombang 400-800 nm menunjukkan kandungan asam galat maksimum terdeteksi pada 746 nm. Oleh sebab itu, pembuatan kurva kalibrasi dan penetapan kadar

asam galat akan menggunakan panjang gelombang tersebut.

Kurva kalibrasi dibuat dengan mengukur kadar asam galat dimulai dari konsentrasi 25, 50, 75, 100, 150, 200, 250 dan 300 ppm. Kurva kalibrasi untuk mendapatkan persamaan regresi digunakan untuk mengestimasi kadar asam galat dalam ekstrak daun mamin. Kandungan total fenol dalam ekstrak daun mamin berdasarkan kadar asam galat diukur menggunakan tiga persamaan regresi yang berbeda berdasarkan ulangan dari setiap perlakuan (Tabel 1). Hal ini terjadi karena proses ekstraksi daun mamin terbagi dalam tiga sesi berbeda sehingga pengukuran absorbansi ekstrak dilakukan tiap akhir sesi proses ekstraksi. Kandungan total fenol dalam ekstrak daun mamin diestimasi menggunakan persamaan regresi dengan cara memasukkan nilai absorbansi sampel ulangan pertama ke dalam persamaan $y = 0,0120085x + 0,0124579$, sampel ulangan kedua ke dalam persamaan $y = 0,0115290x + 0,2826610$ dan sampel ulangan ketiga dalam persamaan $y = 0,0119412x + 0,0326368$ (Tabel 2).

Nilai koefisien korelasi yang dihasilkan dari ketiga persamaan regresi linear berkisar antara 0,97940-0,99237. Menurut Verdiana *et al.*, (2018), nilai koefisien korelasi yang lebih besar dari 0,95 dapat dikategorikan sebagai korelasi sangat kuat. Selain itu, nilai koefisien korelasi dihasilkan dari ketiga persamaan regresi juga bernilai positif. Hal ini menunjukkan semakin tinggi nilai absorbansi yang terdeteksi maka semakin tinggi pula kadar asam galat yang terukur. Hasil sidik ragam diketahui nilai rerata kandungan total fenol dalam ekstrak daun mamin kering angin, kering beku dan kering oven berbeda secara signifikan ($p < 0,05$). Kandungan total fenol paling tinggi dihasilkan oleh ekstrak daun mamin kering beku sebesar $5,90 \pm 0,85$ mgGAE/g, sedangkan kandungan total fenol paling rendah dihasilkan oleh daun mamin kering angin sebesar $4,50 \pm 0,73$ mgGAE/g (Gambar 1).

Tabel 1. Persamaan regresi dan koefisien korelasi standar berdasarkan ulangan dari setiap perlakuan

No.	Sesi Ekstraksi	Persamaan Regresi	Koefisien Korelasi
1	MA.1, MB.1, MO.1	$y = 0,0120085x + 0,0124579$	0,99237
2	MA.2, MB.2, MO.2	$y = 0,0115290x + 0,2826610$	0,97940
3	MA.3, MB.3, MO.3	$y = 0,0119412x + 0,0326368$	0,99175

Keterangan : MA (sampel kering angin), MB (sampel kering beku) dan MO (sampel kering oven).

Perbandingan hasil kandungan total fenol pada ekstrak daun maman dengan penelitian lain

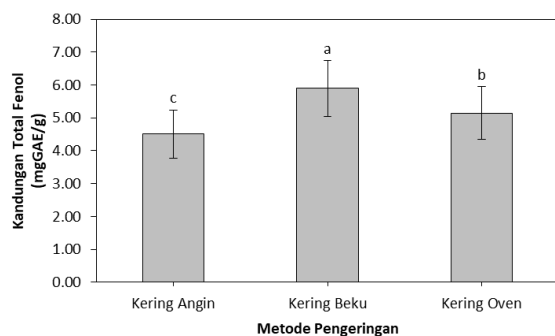
Kandungan total fenol pada ekstrak daun maman kering beku adalah sebesar $5,90 \pm 0,85$ mgGAE/g. Hasil ini lebih rendah jika dibandingkan dengan kandungan total fenol pada ekstrak daun maman kering beku asal Malaysia sebesar $37,10 \pm 2,60$ mgGAE/g dan daun maman asal Afrika Selatan sebesar $15,15 \pm 0,52$ mgGAE/g (Chandradevan *et al.*, 2017; Moyo *et al.*, 2018). Kandungan total fenol pada ekstrak daun maman kering oven adalah sebesar $5,14 \pm 0,80$ mgGAE/g. Hasil ini lebih rendah jika dibandingkan dengan kandungan total fenol pada

ekstrak daun maman kering oven asal Afrika Selatan sebesar $9,65 \pm 0,53$ mgGAE/g (Moyo *et al.*, 2016). Kandungan total fenol pada ekstrak daun maman kering angin adalah sebesar $4,50 \pm 0,73$ mgGAE/g. Hasil ini lebih rendah jika dibandingkan dengan kandungan total fenol pada ekstrak daun maman kering angin asal Burkina Faso sebesar $96,9 \pm 0,80$ mgGAE/g (Koala *et al.*, 2021). Menurut Chandradevan *et al.* (2020), besaran kandungan total fenol yang berbeda-beda antar penelitian pada tumbuhan yang sama bisa disebabkan oleh faktor metode ekstraksi, jenis pelarut ataupun alat analisis yang digunakan bervariasi.

Tabel 2. Kandungan total fenol dalam ekstrak daun maman berdasarkan metode pengeringan

Metode Pengeringan	Ulangan	Absorbansi	TPC (mgGAE/g)	Rata-rata TPC (mgGAE/g)
Kering Angin	1	1,152	4,74	$4,50 \pm 0,73^c$
	2	1,132	3,68	
	3	1,246	5,08	
Kering Beku	1	1,476	6,10	$5,90 \pm 0,85^a$
	2	1,429	4,97	
	3	1,615	6,63	
Kering Oven	1	1,344	5,54	$5,14 \pm 0,80^b$
	2	1,255	4,22	
	3	1,387	5,67	

Keterangan : TPC (*Total Phenolic Content*).



Gambar 1. Pengaruh metode pengeringan terhadap kandungan total fenol daun maman. Kandungan total fenol maman diukur dengan metode kolorimetri Folin-Ciocalteu. Nilai rerata \pm standar deviasi ($n = 3$). Huruf yang berbeda pada grafik menunjukkan signifikansi secara statistik berbeda ($p < 0,05$) berdasarkan uji perbandingan berganda Tukey.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak daun maman kering beku mengandung total fenol paling tinggi dibandingkan ekstrak daun kering oven atau kering angin. Temuan ini

sesuai dengan beberapa laporan penelitian yang menyebutkan bahwa metode kering beku dapat menghasilkan kandungan total fenol tertinggi dibandingkan dengan metode pengeringan lain (Ghafoor *et al.*, 2020, Barimah *et al.*, 2017, Sablani *et al.*, 2011). Menurut Sablani *et al.*, (2011), hal ini dapat disebabkan karena metode ini menggunakan suhu rendah sehingga dapat mempertahankan kandungan senyawa fitokimia tertentu yang tidak tahan panas (termolabil). Selain itu, proses ekstraksi sampel kering beku juga memiliki tingkat efisiensi yang lebih tinggi karena pembentukan kristal es di dalam matriks seluler selama proses pembekuan menyebabkan pecahnya struktur sel secara masif sehingga infiltrasi pelarut ke dalam matriks seluler dapat lebih maksimal.

Kandungan total fenol pada ekstrak daun maman kering oven lebih rendah dibandingkan dengan ekstrak daun maman kering beku. Hal ini diduga terjadi karena dampak panas yang ditimbulkan menginduksi terjadinya degradasi

senyawa termolabil dalam ekstrak. Menurut Mediani *et al.* (2014), metode kering oven dapat menyebabkan terdegradasinya senyawa bioaktif pada tanaman. Selain panas, degradasi senyawa fenol juga dapat disebabkan oleh enzim-enzim pendegradatif seperti peroksidase dan polifenol oksidase yang masih aktif selama pengeringan (Barimah *et al.*, 2017). Oksidasi senyawa fenol diduga menjadi penyebab rendahnya kandungan total fenol pada ekstrak daun mangan kering angin. Menurut Moyo *et al.* (2016), oksidasi senyawa fenol juga dapat terjadi pada sampel kering angin karena terpapar oksigen atmosfer dalam waktu yang lama.

Kesimpulan

Kandungan total fenol paling tinggi pada ekstrak daun mangan dihasilkan oleh metode kering beku, diikuti oleh metode kering oven dan kering angin. Oleh sebab itu, metode kering beku direkomendasikan untuk pengeringan daun mangan.

Ucapan terima kasih

Penelitian ini dibiayai oleh Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat; Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi; Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia melalui Hibah Penelitian Fundamental Reguler tahun 2023 dengan nomor kontrak 15459/UN19.5.1.3/AL.04/2023.

Referensi

- Alfian, R. & Susanti, H. (2012). Penetapan kadar fenolik total ekstrak metanol kelopak bunga rosella merah (*Hibiscus sabdariffa* Linn) dengan variasi tempat tumbuh secara spektrofotometri. *Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, 2(1): 73-80. DOI: 10.12928/pharmaciana.v2i1.655.
- Barimah, J., Yanney, P., Laryea, D. & Quarcoo, C. (2017). Effect of drying methods on phytochemicals, antioxidant activity and total phenolic content of dandelion leaves. *American Journal of Food and Nutrition*, 5(4): 136-141. DOI: 10.12691/ajfn-5-4-4.
- Chandradevan, M., Simoh, S., Mediani, A., Ismail, N. H., Ismail, I. S. & Abas, F. (2020). UHPLC-ESI-Orbitrap-MS analysis of biologically active extracts from *Gynura procumbens* (Lour.) Merr. and *Cleome gynandra* L. leaves. *Hindawi*, 2020:1-14. DOI: 10.1155/2020/3238561.
- Ghafoor, K., Juhaimi, F., Özcan, M. M., Uslu, N., Babiker, E. E. & Ahmed, I. A. M. (2020). Total phenolics, total carotenoids, individual phenolics and antioxidant activity of ginger (*Zingiber officinale*) rhizome as affected by drying methods. *Food Science and Technology*, 126: 1-7. DOI: 10.1016/j.lwt.2020.109354.
- Kamble, S. S. & Gacche, R. N. (2019). Evaluation of anti-breast cancer, anti-angiogenic, and antioxidant properties of selected medicinal plants. *European Journal of Integrative Medicine*, 25:13-19. DOI: 10.5897/ajar2019.14064.
- Koala, M., Ramde-Tiendrebeogo, A., Ouedraogo, N., Ilboudo, S., Kaboré, B., Kini, F. B. & Ouedraogo, S. (2021). HPTLC phytochemical screening and hydrophilic antioxidant activities of *Apium graveolens* L., *Cleome gynandra* L., and *Hibiscus sabdariffa* L. used for diabetes management. *American Journal of Analytical Chemistry*, 12: 15-28. DOI: 10.4236/ajac.2021.121002.
- Krisanta, C. S., Yusasrini, N. L. A. & Putra, I. N. K. (2021). Pengaruh konsentrasi etanol dan waktu ekstraksi terhadap aktivitas antioksidan ekstrak daun buangit (*Cleome gynandra*) dengan metode *microwave assisted extraction*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 10(4): 690-701. DOI: 10.24843/itepa.2021.v10.i04.p14.
- Kwarteng, A.O., Abogoom, J., Amoah, R. A., Nyadanu, D., Ghunney, T., Nyam, K. C., Ziyaaba, J. Z., Danso, E. O., Asiedu, D. D. & Whyte, T. (2018). Current knowledge and breeding perspectives for the spider plant (*Cleome gynandra* L.): a potential for enhanced breeding of plant in Africa. *Genetic resources and Crop Evolution*, 65(5): 1529-1550. DOI: 10.1007/s10722-015-0225-7.
- Maina, S., Ryu, D. H., Bakari, G., Misinzo, G., Nho, C. W. & Kim, H. Y. (2021). Variation in phenolic compounds and antioxidant activity of various organs of African cabbage (*Cleome gynandra* L.)

- accessions at different growth stages. *Antioxidants*, 10(1952): 1-17. DOI: 10.3390/antiox10121952.
- Mangaiyarkarasi, A. & Muhammad, M. H. (2015). Phytochemical screening and fluorescence analysis of *Cleome gynandra* L. leaves. *International Journal of Current Research in Biosciences and Plant Biology*, 2(9): 58-65. DOI: <http://ijcrbp.com>.
- Mediani, A., Abas, F., Tan, C. P. & Khatib, A. (2014). Effects of different drying methods and storage time on free radical scavenging activity and total phenolic content of *Cosmos caudatus*. *Antioxidants*, 3:358-370. DOI: 10.3390/antiox3020358.
- Moyo, M., Amoo, S. O., Aremu, A. O., Gruz, J., Šubrtová, M., Jarošová, M., Tarkowski, P. & Doležal, K. (2018). Determination of mineral constituents, phytochemicals, and antioxidant qualities of *Cleome gynandra*, compared to *Brassica oleracea* and *Beta vulgaris*. *Frontiers in Chemistry*, 5(128): 1-9. DOI 10.15242/IAE.IAE1116433.
- Moyo, M., Amoo, S. O., Aremu, A. O., Gruz, J., Šubrtová, M., Jarošová, M., Tarkowski, P. & Doležal, K. (2018). Determination of mineral constituents, phytochemicals and antioxidant qualities of *Cleome gynandra*, compared to *Brassica oleracea* and *Beta vulgaris*. *Frontiers in Chemistry*, 5(128): 1-9. DOI: 10.3389/fchem.2017.00128.
- Reninta, R., Nawfetrias, W., Tanjung, A., Utami, R. N., Handayani, D. P., Pinardi, D. 2022. Effect of extraction method on the flavonoid content of potential medicinal plant *Phyllanthus niruri* L. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, May 28-Jun. 2, IOP Publishing, Boston, pp: 1-7. DOI: 10.1088/1755-1315/1114/1/012073.
- Restusari, L., Muharni, Fitri & Sjahjadi, N. R. (2023). Activities of fermented maman (*Cleome gynandra* L.) on blood sugar level of hyperglycemic white rats. *Journal of Local Therapy*, 2(1): 1-8. DOI: 10.36929/pitimas.v1i1.537.
- Sablani, S. S., Andrews, P. K., Davies, N. M., Walters, T., Saez, H. & Bastarrachea, L. (2013). Effects of air and freeze drying on phytochemical content of conventional and organic berries. *Drying Technology*, 29:205-216. DOI: 10.1080/07373937.2010.483047.
- Shilla, O., Fekadu, F. D., Emmanuel, O. O., Traud, W. & Mary, O. A. (2019). *Cleome gynandra* L. origin, taxonomy, and morphology: a review. *African Journal of Agricultural Research*, 14(32): 1568-1583. DOI: 10.5897/AJAR2019.14064.
- Sogbohossou, E. O. D., Achigan-Dako, E. G., Maundu, P., Solberg, S., Deguenon, E. M. S., Mumm, R. H., Hale, I., Van Deynze, A. and Schranz, M. (2018). A roadmap for breeding orphan leafy vegetable species: a case study of *Gynandropsis gynandra* (Cleomaceae). *Horticulture Research*, 5(2): 1-15. DOI: 10.1038/s41438-017-0001-2.
- Tungmunnithum, D., Thongboonyou, A., Pholboon, A. & Yangsabai, A. (2018). Flavonoids and other phenolic compounds from medicinal plants for pharmaceutical and medical aspects: an overview. *Medicines*, 5: 93-100. DOI: 10.3390/antiox10121952.
- Verdiana, M., Widarta, I. W. R., Gede, I. D. & Permana, M. (2018). Pengaruh jenis pelarut pada ekstraksi menggunakan gelombang ultrasonik terhadap aktivitas antioksidan ekstrak kulit buah lemon (*Citrus limon* L.). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 7(4): 213-222. DOI: 10.24843/itepa.2018.v07.i04.p08.