

## PENGARUH LAMA WAKTU MASERASI TERHADAP KADAR FLAVONOID DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK DAUN KELOR

*Effect of Maceration Time on Flavonoid Content and Antioxidant Activity of Moringa Leaf Extract*

Erni Apriyati<sup>1\*</sup>, Agnes Murdiati<sup>2</sup> dan Priyanto Triwitono<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta

Jl. Stadion Maguwoharjo No 22., Ngemplak Sleman Yogyakarta

<sup>2</sup>Departemen Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada

Jl. Flora No.1 Bulaksumur, Yogyakarta

\*e-mail : erni\_btpytk@yahoo.com

### ABSTRAK

Daun kelor (*Moringa oleifera*) mengandung beberapa senyawa bioaktif salah satunya adalah flavonoid yang memiliki potensi antioksidan. Daun kelor dapat diolah menjadi bubuk daun kelor agar umur simpan lebih lama dan lebih mudah penyimpanannya. Namun, penggunaan bubuk daun kelor pada produk pangan akan menghasilkan warna produk yang hijau gelap, rasa astringent, flavor langu dan cenderung tidak disukai. Oleh karena itu ekstrak daun kelor diharapkan mampu meningkatkan kandungan senyawa bioaktif dan lebih aplikatif dalam produk pangan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh lama waktu maserasi terhadap rendemen, kadar flavonoid dan aktivitas antioksidan ekstrak daun kelor. Ekstraksi bubuk daun kelor dibuat menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 70 % dengan perlakuan waktu maserasi (12, 24, 36, 48, 60 dan 72 jam) setelah itu disaring menggunakan kertas saring dan *vacuum pum*. Selanjutnya ekstrak encer diuapkan menggunakan *rotary evaporator* kemudian dikeringkan dengan *freeze dryer*. Ekstrak daun kelor yang dihasilkan dihitung rendemen, dianalisa kadar flavonoid dan aktivitas antioksidan. Penentuan kadar flavonoid dilakukan dengan pembanding quersetin. Hasil penelitian menunjukkan lama waktu maserasi tidak memberikan pengaruh nyata terhadap rendemen, kadar flavonoid dan aktivitas antioksidan ekstrak daun kelor. Ekstrak daun kelor yang dihasilkan memiliki rendemen antara 6,17 – 6,57 %, kadar flavonoid 25,03 – 27,77 mg QE/g dan aktivitas antioksidan IC50 127,92 - 108,67 µg/mL.

**Kata kunci** : ekstraksi, rendemen, flavonoid, IC50, kelor

### ABSTRACT

*Moringa leaves (Moringa oleifera) contain several bioactive compounds, including flavonoids which have antioxidant potential. Moringa leaves can be processed into Moringa leaf powder for a longer shelf life and easier storage. However, the application of Moringa leaf powder to food products will produce a dark green color, astringent taste, and unpleasant odor. Therefore, Moringa leaf extract is expected to increase the content of bioactive compounds and be more applicable in food products. The purpose of this study was to determine the effect of maceration time on yield, flavonoid content and antioxidant activity of Moringa leaf extract. Moringa leaf powder was extracted using maceration method with 70% ethanol as solvent. The maceration time treatments (12, 24, 36, 48, 60 and 72 hours) were filtered using filter paper and vacuum pump. The crude extract obtained was evaporated using a rotary evaporator and dried in a freeze dryer. Moringa leaf extract finely calculated yield and flavonoid content. Determination of flavonoid content using quercetin as a standard. The results showed that the maceration time did not have a significant effect on the yield and flavonoid content of Moringa leaf extract. Moringa leaf extract produced has a yield between 6.17 – 6.57 %, flavonoid content of 25.03 – 27.77 mg QE/g and IC50 108.67 – 127.92 µg/mL.*

**Keywords** : extraction, yield, flavonoid, IC50, moringa

## PENDAHULUAN

Daun kelor (*Moringa oleifera*) saat ini sedang populer di masyarakat karena memiliki banyak manfaat bagi Kesehatan karena mengandung beberapa senyawa bioaktif (Cuellar-Nuñez et al., 2018). Selain itu daun Kelor juga berpotensi sebagai antioksidan (Caicedo-Lopez et al., 2019). Sebanyak dua belas flavonoid teridentifikasi, termasuk quercetin sebagai konstituen utama (Coppin et al., 2013). Flavonoid merupakan senyawa fenol dan termasuk salah satu metabolit sekunder pada tumbuhan yang berfungsi sebagai antioksidan (Zuraida et al., 2017). Quercetin merupakan salah satu flavonoid yang terdapat dalam daun kelor (Jusnita and Syurya, 2019). Quercetin mempunyai kemampuan untuk mengikat atom atau sebagai scavenging bagi radikal bebas sehingga tidak terbentuk ROS berlebihan (Coskun et al., 2005, Eitah et al., 2019 dan Bule et al., 2019).

Belakangan ini daun kelor menjadi populer sebagai suplemen makanan dan obat herbal. Ekstraksi merupakan proses pemisahan bahan dari campurannya dengan menggunakan pelarut yang sesuai (Ibrahim et al., 2016). Menurut (Vongsak et al., 2013) metode maserasi dengan pelarut etanol 70% merupakan metode ekstraksi yang paling sesuai untuk bubuk daun kelor, karena menghasilkan rendemen ekstrak, kandungan total fenolat, flavonoid paling tinggi dan memiliki aktivitas antioksidasi paling kuat. (Sulistiyorini et al., 2015) juga menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 70 % dalam proses ekstraksi daun kelor.

Menurut (Chairunnisa et al., 2019) semakin lama waktu maserasi akan meningkatkan rendemen dan komponen bioaktif ekstrak yang dihasilkan.

(Rifkia and Prabowo, 2020) juga menyatakan lama waktu maserasi akan mempengaruhi rendemen dan kadar flavonoid. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh lama waktu maserasi terhadap rendemen, kadar flavonoid dan aktivitas antioksidan IC50 ekstrak daun kelor dengan pelarut etanol 70%.

## METODOLOGI

### Bahan dan Alat

Daun kelor diperoleh dari Kelompok Wanita Tani Ngudi Rejeki Desa Tlirenggo Kabupaten Bantul. Bahan kimia yang digunakan untuk ekstraksi, analisa kadar flavonoid dan aktivitas antioksidan IC 50, meliputi etanol 70 % teknis, metanol p.a (Sigma-Aldich), standar quercetin (Sigma-Aldich), aluminium clorida, sodium asetat (Sigma Aldrich) dan 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH).

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat pembuatan ekstrak daun kelor meliputi cabinet dryer, blender (Philips), ayakan tepung, timbangan digital, *vacuum pump*, *rotary evaporator* dan *freeze dryer*. Alat untuk analisis antara lain timbangan analitik (Fujitsu FS-AR210), pipet mikro, *magnetic stirrer*, *vortex*, dan spektrofotometer.

### Desain Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 3 ulangan. Data hasil analisis yang diperoleh diolah menggunakan *software* SPSS dengan metode *one way ANOVA*. Jika terdapat perbedaan maka dilanjutkan dengan uji beda nyata menggunakan analisis *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$ .

### Pembuatan ekstrak daun kelor

Pembuatan bubuk daun kelor menggunakan metode (Chandradevi et al. 2018) pertama-tama dilakukan sortasi sebelum proses pengeringan yaitu daun yang memar, berubah warna, layu atau rusak. selanjutnya daun dipisahkan dari batang, dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan semua debu dan kotoran yang menempel kemudian daun dicuci dan ditiriskan hingga tiris. Selanjutnya daun dikeringkan dalam cabinet dryer pada suhu 50 ° C selama 24 jam. Daun kering kemudian digiling menggunakan blender, diayak, dan dikemas dalam plastik tertutup kemudian dimasukkan lagi dalam kemasan sekunder agar terlindung dari cahaya dan disimpan dalam freezer hingga proses selanjutnya.

Proses ekstraksi dilakukan menurut (Jadhav and Anal, 2018) yaitu dengan metode maserasi. Bubuk daun kelor sebanyak 10 gram dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Ditambahkan etanol 70% sebanyak 100 ml atau perbandingan sampel dengan pelarut 1:10 kemudian diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 10 menit. Erlenmeyer ditutup dengan aluminium foil kemudian dimaserasi pada suhu kamar selama (12, 24, 36, 48, 60 dan 72 jam). Sebelum disaring menggunakan kertas saring diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 10 menit. Setelah itu difiltrasi dengan kertas saring dan *vacuum pump*, ekstrak yang diperoleh ditampung sedangkan ampasnya di bilas dengan etanol 70 % sebanyak 100 ml (1:10) kemudian diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 10 menit difiltrasi dengan kertas saring dan *vacuum pump*, filtrat/ ekstraknya dicampur dengan ekstrak sebelumnya. Filtrat yang diperoleh kemudian

dipekatkan dengan rotary vacuum evaporator merk IKA dengan suhu 40°C dan tekanan 100 mBar dan dihasilkan ekstrak kental, kemudian ekstrak kental tersebut dikeringkan menggunakan freeze dryer selama 48 jam hingga dihasilkan ekstrak kering. Ekstrak kering dikemas dalam plastik dan wadah tertutup kemudian disimpan di dalam freezer, hingga dianalisa.

### Penentuan rendemen

Rendemen adalah persentase berat ekstrak daun kelor yang dihasilkan dibanding dengan berat daun kelor segar yang digunakan. Penentuan rendemen ekstrak daun kelor menggunakan rumus (Rifkia and Prabowo, 2020) sebagai berikut :

Rendemen ekstrak =

$$\frac{\text{Berat ekstrak daun kelor}}{\text{Berat daun kelor segar}} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

### Analisis kadar flavonoid

Kadar flavonoid ekstrak ditentukan dengan metode spektrofotometri (Sankovic et al., 2011). Larutan sampel dibuat dengan konsentrasi 500 mg / ml. Sebanyak 1 ml larutan sampel + 1 ml larutan AlCl<sub>3</sub> 2% + 1 ml natrium asetat 10 mM dicampur menggunakan vortex, kemudian diinkubasi selama satu jam pada suhu kamar. Absorbansi ditentukan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 435 nm. Sampel disiapkan dalam rangkap dua untuk setiap analisis dan nilai rata-rata absorbansi diperoleh. Prosedur yang sama diulangi untuk larutan standar quercetin dan garis kalibrasi diinterpretasikan. Berdasarkan absorbansi yang diukur, konsentrasi flavonoid terbaca (µg / mL) pada garis kalibrasi; kemudian, kandungan flavonoid dalam ekstrak diekspresikan dalam ekuivalen quercetin (mg QE / g).

### Analisis aktivitas antioksidan IC50

Aktivitas pengikatan radikal oleh ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap radikal DPPH ditentukan menurut metode (Senet et al., 2018). Prosedur penentuan adalah sebagai berikut : 2 mL larutan radikal DPPH 0,1 mM + 1 mL larutan sampel dan larutan metanol. Kemudian dinkubasi 30 menit di kamar gelap, penurunan absorbansi campuran ditera pada 517 nm. Selama reduksi oleh antioksidan, warna larutan berubah dari ungu menjadi kuning pucat. Blanko dibuat dengan 1 mL metanol dan 2 mL larutan radikal DPPH 0,1 mM disiapkan dan ditera pada panjang gelombang yang sama.

$$\% \text{ inhibition} = \frac{A_{\text{blank}} - A_{\text{sample}}}{A_{\text{blank}}} \times 100 \dots \dots \dots (2)$$

Konsentrasi penghambatan 50% (IC50) dinyatakan sebagai jumlah ekstrak yang bereaksi dengan setengah dari radikal DPPH dengan satuan (µg/mL).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Pengaruh Waktu Maserasi terhadap Rendemen Ekstrak Daun Kelor

Rendemen merupakan persentase ekstrak yang diperoleh terhadap daun kelor segar yang digunakan. Rendemen ekstrak daun kelor dengan

lama waktu maserasi 12, 12, 24, 36, 48, 60 dan 72 Jam disajikan dalam Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1. lama waktu maserasi 12 jam hingga 72 jam tidak berpengaruh nyata terhadap rendemen ekstrak daun kelor yang dihasilkan. Rendemen ekstrak daun kelor pada penelitian ini berkisar antara 6,17 hingga 6,57 %. Semakin lama waktu maserasi tidak meningkatkan rendemen ekstrak yang dihasilkan. Hal ini kemungkinan terjadi karena pada penelitian ini proses pengadukan hanya dilakukan dua kali dan ampas dibilas sekali sedangkan pada penelitian (Jusnita and Syurya, 2019) pengadukan dilakukan berulang-ulang dan dibilas sebanyak tiga kali.

Hasil penelitian (Alegantina et al., 2013) dengan lama waktu maserasi 72 jam menghasilkan rendemen ekstrak daun kelor 15,59 % lebih tinggi dari penelitian ini karena saat pembilasan ampas simplisia direndam lagi selama 72 jam. Rendemen ekstrak daun kelor yang dihasilkan (Jusnita and Syurya, 2019) dengan lama waktu maserasi 72 jam juga lebih tinggi dari penelitian ini yaitu 15,89 % karena pembilasan dilakukan sebanyak tiga kali sedangkan pada penelitian ini pembilasan hanya dilakukan sekali.

Tabel 1. Rendemen Ekstrak Daun Kelor dengan Lama Waktu Maserasi 12, 24, 36, 48, 60 dan 72 Jam

Waktu Maserasi	Rendemen (%)
12 Jam	6.48 ± 0.25 <sup>a</sup>
24 Jam	6.57 ± 0.12 <sup>a</sup>
36 Jam	6.17 ± 0.20 <sup>a</sup>
48 Jam	6.22 ± 0.34 <sup>a</sup>
60 Jam	6.29 ± 0.08 <sup>a</sup>
72 Jam	6.37 ± 0.16 <sup>a</sup>

Keterangan : Hasil ditampilkan sebagai rerata ± standar deviasi (n = 3). Notasi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (p < 0,05) dengan uji *Duncan*

Bahkan hasil penelitian (Rifkia and Prabowo, 2020) menggunakan metode ultrasonic dengan suhu 70°C selama 20 menit bisa menghasilkan rendemen ekstrak daun kelor paling tinggi yaitu sebesar 27.89 %.

### **Pengaruh Waktu Maserasi terhadap Kadar Flavonoid Ekstrak Daun Kelor**

Kadar flavonoid dalam penelitian ini dinyatakan dalam mg quercetin ekuivalen per gram ekstrak daun kelor. Kadar flavonoid ekstrak daun kelor dengan lama waktu maserasi 12, 12, 24, 36, 48, 60 dan 72 Jam ditampilkan dalam Tabel 2.

Kadar flavonoid ekstrak daun kelor pada penelitian ini berkisar antara 25,03 hingga 27,77 mg QE/ g. Pada penelitian ini kadar flavonoid dengan lama waktu maserasi 12 jam sampai 72 jam tidak berbeda nyata (Tabel 2). Hal ini kemungkinan karena pengadukan hanya dilakukan dua kali, ampas dibilas hanya sekali dan saat pembilasan ampas tidak direndam lagi sehingga waktu maserasi tidak berpengaruh nyata terhadap kadar flavonoid.

Kadar flavonoid ekstrak daun kelor pada penelitian (Bennour et al., 2020) lebih tinggi dari penelitian ini yaitu 44,20 mg QE/g karena pengeringan daun segarnya pada suhu ruang selama 18 hari, ekstraksi dengan metode maserasi,

pelarutnya metanol 70% dan diaduk sesekali selama 72 jam. Sedangkan kadar flavonoid (Jaiswal et al., 2013) ekstrak daun kelor yang menggunakan pelarut air suling selama 48 jam pada suhu 40 - 60 °C adalah 40,50 mg QE/g juga lebih tinggi dibanding penelitian ini. Kadar flavonoid ekstrak daun kelor yang berasal dari Kabupaten Sigi Sulawesi Tengah yang diekstrak menggunakan pelarut etanol 96 % selama 72 jam dan dibilas tiga kali bahkan mencapai 81 - 96 mg QE/g (Sulastri et al., 2018).

### **Pengaruh Waktu Maserasi terhadap Aktivitas Antioksidan (IC50) Ekstrak Daun Kelor**

Prinsip pengukuran aktivitas antioksidan secara kuantitatif menggunakan metode DPPH ini adalah adanya perubahan intensitas warna ungu DPPH yang sebanding dengan konsentrasi larutan DPPH tersebut (Julianawati et al., 2020). Nilai IC50 merupakan konsentrasi sampel yang dibutuhkan untuk menangkap radikal DPPH sebanyak 50% (Setiawan et al., 2018). Nilai IC50 ekstrak daun kelor dengan lama waktu maserasi 12, 12, 24, 36, 48, 60 dan 72 Jam ditampilkan dalam Tabel 3.

Tabel 2. Kadar Flavonoid Ekstrak Daun Kelor dengan Lama Waktu Maserasi 12, 24, 36, 48, 60 dan 72 Jam

Waktu Maserasi	Kadar Flavonoid (mg QE/ g)
12 Jam	25.03 ± 1.15 <sup>a</sup>
24 Jam	26.99 ± 1.18 <sup>a</sup>
36 Jam	27.77 ± 1.72 <sup>a</sup>
48 Jam	25.36 ± 1.84 <sup>a</sup>
60 Jam	27.67 ± 1.81 <sup>a</sup>
72 Jam	26.74 ± 0.67 <sup>a</sup>

Keterangan : Hasil ditampilkan sebagai rerata ± standar deviasi (n = 3). Notasi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (p < 0,05) dengan uji *Duncan*

Tabel 3. Nilai IC 50 Ekstrak Daun Kelor dengan Lama Waktu Maserasi 12, 24, 36, 48, 60 dan 72 Jam

Waktu Maserasi	IC 50 ( $\mu\text{g/mL}$ )
12 Jam	124,36 $\pm$ 18,63 <sup>a</sup>
24 Jam	116,38 $\pm$ 20,35 <sup>a</sup>
36 Jam	118,29 $\pm$ 11,11 <sup>a</sup>
48 Jam	127,92 $\pm$ 21,88 <sup>a</sup>
60 Jam	108,67 $\pm$ 8,71 <sup>a</sup>
72 Jam	118,44 $\pm$ 14,95 <sup>a</sup>
Standar Quercetin	6,23 $\pm$ 0,12

Keterangan : Hasil ditampilkan sebagai rerata  $\pm$  standar deviasi ( $n = 3$ ). Notasi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) dengan uji *Duncan*

Nilai IC50 ekstrak daun kelor pada penelitian ini berkisar antara 127,92 hingga 108,67  $\mu\text{g/mL}$ . Nilai IC50 ekstrak daun kelor pada penelitian ini adalah 1/19 kali aktivitas antioksidannya jika dibandingkan standar quercetin. Nilai IC 50 penelitian ini hampir sama dengan hasil penelitian (Bennour et al., 2020) yaitu 120  $\mu\text{g/mL}$ , (Sulastri et al., 2018) yaitu sebesar 134,5  $\mu\text{g/mL}$  serta (Jadhav and Anal, 2018) yaitu sebesar 150  $\mu\text{g/mL}$ . Menurut (Bennour et al., 2020) nilai IC 50 asam askorbat adalah 4,5  $\mu\text{g/mL}$  berarti 25 kali lebih aktif dibanding ekstrak daun kelor pada penelitian ini.

Pada penelitian ini nilai IC50 dengan lama waktu maserasi 12 jam sampai 72 jam juga tidak berbeda nyata (Tabel 3). Hal ini kemungkinan juga karena pengadukan hanya dilakukan dua kali, ampas dibilas hanya dua kali dan saat pembilasan ampas tidak direndam lagi sehingga lama waktu maserasi tidak berpengaruh nyata terhadap nilai IC50. Berdasarkan (Phongpaichit et al. 2007) aktivitas antioksidan ekstrak daun kelor pada penelitian ini tergolong lemah karena memiliki nilai IC50 > 100  $\mu\text{g/mL}$ .

Ekstrak daun kelor (Riskianto et al., 2021) menggunakan pelarut etanol 70% selama 3x24 jam, dengan melakukan pengadukan dan penggantian

pelarut yang baru tiap 1x24 jam memiliki nilai IC50 50,59  $\mu\text{g/mL}$ . Nilai IC 50 ekstrak daun kelor menggunakan metode soxhlet dengan pelarut metanol 98% pada penelitian (Asgari-Kafrani et al., 2020) sebesar 40,15  $\mu\text{g/mL}$ . selain itu ekstrak daun kelor dengan pelarut etanol 70 % dengan lama waktu maserasi 72 jam dengan pengadukan beberapa kali dan diekstrak berulang memiliki nilai IC50 62,94  $\mu\text{g/mL}$  (Vongsak et al., 2013).

Beberapa cara untuk meningkatkan rendemen, kadar flavonoid dan aktivitas antioksidan berdasarkan pembahasan adalah metode ekstraksi yang digunakan. Pengeringan daun kelor menggunakan suhu minimal/ suhu ruang adalah salah satunya. Pengadukan dan cara pembilasan selama maserasi juga akan mempengaruhi rendemen, kadar flavonoid dan aktivitas daun kelor.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan lama waktu maserasi tidak memberikan pengaruh nyata terhadap rendemen, kadar flavonoid dan aktivitas antioksidan ekstrak daun kelor. Ekstrak daun kelor yang dihasilkan memiliki rendemen antara 6,17 – 6,57 %, kadar flavonoid 25,03 – 27,77 mg QE/g dan

memiliki aktivitas antioksidan yang lemah yaitu dengan nilai IC50 127,92 - 108,67 µg/mL.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian yang telah memberikan bantuan dana penelitian petugas belajar tahun anggaran 2020.

### DAFTAR PUSTAKA

- Alegantina, S., Isnawati, A., Widowati, L., 2013. Kualitas Ekstrak Etanol 70% Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lamk ) dalam Ramuan Penambah ASI 3, 1–8.
- Asgari-Kafrani, A., Fazilati, M., Nazem, H., 2020. Hepatoprotective and antioxidant activity of aerial parts of *Moringa oleifera* in prevention of non-alcoholic fatty liver disease in Wistar rats. *South African J. Bot.* 129, 82–90. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.01.014>
- Bennour, N., Mighri, H., Eljani, H., Zammouri, T., Akrouf, A., 2020. Effect of solvent evaporation method on phenolic compounds and the antioxidant activity of *Moringa oleifera* cultivated in Southern Tunisia. *South African J. Bot.* 129, 181–190. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.05.005>
- Bule, M., Abdurahman, A., Nikfar, S., Abdollahi, M., Amini, M., 2019. Antidiabetic effect of quercetin: A systematic review and meta-analysis of animal studies. *Food Chem. Toxicol.* 125, 494–502. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.01.037>
- Caicedo-Lopez, L.H., Luzardo-Ocampo, I., Cuellar-Núñez, M.L., Campos-Vega, R., Mendoza, S., Loarca-Piña, G., 2019. Effect of the in vitro gastrointestinal digestion on free-phenolic compounds and mono/oligosaccharides from *Moringa oleifera* leaves: Bioaccessibility, intestinal permeability and antioxidant capacity. *Food Res. Int.* 120, 631–642. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.11.017>
- Chairunnisa, S., Wartini, N.M., Suhendra, L., 2019. Pengaruh Suhu dan Waktu Maserasi terhadap Karakteristik Ekstrak Daun Bidara (*Ziziphus mauritiana* L.) sebagai Sumber Saponin. *J. Rekayasa Dan Manaj. Agroindustri* 7, 551. <https://doi.org/10.24843/jrma.2019.v07.i04.p07>
- Coppin, J.P., Xu, Y., Chen, H., Pan, M.H., Ho, C.T., Juliani, R., Simon, J.E., Wu, Q., 2013. Determination of flavonoids by LC/MS and anti-inflammatory activity in *Moringa oleifera*. *J. Funct. Foods* 5, 1892–1899. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2013.09.010>
- Coskun, O., Kanter, M., Korkmaz, A., Oter, S., 2005. Quercetin, a flavonoid antioxidant, prevents and protects streptozotocin-induced oxidative stress and β-cell damage in rat pancreas. *Pharmacol. Res.* 51, 117–123. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2004.06.002>
- Cuellar-Núñez, M.L., Luzardo-Ocampo, I., Campos-Vega, R., Gallegos-Corona, M.A., González de Mejía, E., Loarca-Piña, G., 2018. Physicochemical and nutraceutical properties of moringa (*Moringa oleifera*) leaves and their effects in an in vivo AOM/DSS-induced colorectal carcinogenesis model. *Food Res. Int.* 105, 159–168. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.11.004>
- Eitah, H.E., Maklad, Y.A., Abdelkader, N.F., Gamal el Din, A.A., Badawi, M.A., Kenawy, S.A., 2019. Modulating impacts of quercetin/sitagliptin combination on streptozotocin-induced diabetes mellitus in rats. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 365, 30–40. <https://doi.org/10.1016/j.taap.2018.12.011>
- Ibrahim, W., Mutia, R., Nurhayati, N., Nelwida, N., Berliana, B., 2016. Penggunaan Kulit Nanas Fermentasi dalam Ransum yang Mengandung Gulma Berkhasiat Obat Terhadap Konsumsi Nutrient Ayam Broiler. *J. Agripet* 16, 76. <https://doi.org/10.17969/agripet.v16i2.4142>

- Jadhav, R., Anal, A.K., 2018. Experimental investigation on biochemical, microbial and sensory properties of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) treated with moringa (*Moringa oleifera*) leaves powder. *J. Food Sci. Technol.* 55, 3647–3656. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3293-9>
- Jaiswal, D., Rai, P.K., Mehta, S., Chatterji, S., Shukla, S., Rai, D.K., Sharma, G., Sharma, B., khair, S., Watal, G., 2013. Role of *Moringa oleifera* in regulation of diabetes-induced oxidative stress. *Asian Pac. J. Trop. Med.* 6, 426–432. [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(13\)60068-1](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(13)60068-1)
- Julianawati, T., Hendarto, H., Widjiati, 2020. Penetapan Total Flavonoid, Aktivitas Antioksidan dan Karakterisasi Nanopartikel Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa pterygosperma Gaertn.*). *J. Penelit. Kesehat. Suara Forikes* 11, 49–54
- Jusnita, N., Syurya, W., 2019. Karakterisasi Nanoemulsi Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera Lamk.*). *J. Sains Farm. Klin.* 06, 16–24.
- Rifkia, V., Prabowo, I., 2020. Pengaruh Variasi Suhu dan Waktu terhadap Rendemen dan Kadar Total Flavonoid pada Ekstraksi Daun *Moringa oleifera Lam.* dengan Metode Ultrasonik. *J. Farm. Indones.* 17, 387–395.
- Riskianto, Kamal, S.E., Aris, M., 2021. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol 70% Daun Kelor (*Moringa oleifera Lam.*) terhadap DPPH. *J. Pro-Life* 8, 168–177.
- Senet M. R. M., Raharja, I.G.M.A.P., Darma, I.K.T., Prastakarini, K.T., Dewi, N.M.A., Parwata, I.M.O.A., 2018. Penentuan Kandungan Total Flavonoid dan Total Fenol Dari Akar Kersen (*Muntingia calabura*) Serta Aktivitasnya Sebagai Antioksidan 12, 13–18.
- Setiawan, F., Yunita, O., Kurniawan, A., 2018. Uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol kayu secang dan FRAP. *Media Pharm. Indones.* 2, 82–89.
- Sulastri, E., Zubair, M.S., Anas, N.I., Abidin, S., Hardani, R., Yulianti, R., Aliyah, 2018. Total phenolic, total flavonoid, quercetin content and antioxidant activity of standardized extract of *moringa oleifera* leaf from regions with different elevation. *Pharmacogn. J.* 10, S104–S108. <https://doi.org/10.5530/pj.2018.6s.20>
- Sulistiyorini, R., Sarjadi, Johan, A., Djamiatun, K., 2015. Pengaruh Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera*) pada Ekspresi Insulin dan Insulitis Tikus Diabetes Melitus. *Maj. Kedokt. Bandung* 47, 69–76. <https://doi.org/10.15395/mkb.v47n2.456>
- Vongsak, B., Sithisarn, P., Mangmool, S., Thongpraditchote, S., Wongkrajang, Y., Gritsanapan, W., 2013. Maximizing total phenolics, total flavonoids contents and antioxidant activity of *Moringa oleifera* leaf extract by the appropriate extraction method. *Ind. Crops Prod.* 44, 566–571. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.09.021>
- Zuraida, Z., Sulistiyani, S., Sajuthi, D., Suparto, I.H., 2017. Fenol, Flavonoid, dan Aktivitas Antioksidan pada Ekstrak Kulit Batang Pulai (*Alstonia scholaris R.Br.*). *J. Penelit. Has. Hutan* 35, 211–219. <https://doi.org/10.20886/jpjh.2017.35.3.211-219>