



CURRENT BIOCHEMISTRY

ISSN: 2355-7877

e-ISSN: 2355-7931

Journal homepage: <http://journal.ipb.ac.id/index.php/cbj>

Journal E-mail: current.biochemistry@gmail.com

CB Current
Biochemistry

Perbedaan Bagian Tanaman Krokot (*Portulaca grandiflora* Hook.) Terhadap Kandungan Total Fenolik dan Flavonoid serta Aktivitas Antioksidan

Husnawati^{1*}, Ukhradiya M Safira Purwanto¹, Aulia Ayu Rispriandari¹

¹Department of Biochemistry, IPB University, Bogor, 16680, Indonesia

Received: 31 July 2019 ; Accepted: 1 February 2020

Corresponding author : Husnawati, Departemen Biokimia IPB; e-mail: dr.husnawati1983@gmail.com

ABSTRACT

Portulaca grandiflora Hook. was known to have a potency as antioxidant. Differences in plant parts can cause differences in phytochemical content, which can affect its antioxidant activity. This study aims to compare the content of total phenolic and flavonoid in leaf, old stem, young stem, and flower organs of purslane plant (*Portulaca grandiflora* Hook.) which is extracted using ethanol 96% and determined the antioxidant activity of the extract with DPPH method. The result showed that each plant organ of purslane contains different concentration of phenolic and flavonoid compounds. The highest total phenolic and flavonoid content was found in the leaves (113.26 ± 3.85 mg GAE/g and 97.99 ± 1.28 mg QE/g), but the highest antioxidant activity was found in the old stem with IC₅₀ value 122.15 ± 1.30 ppm (classified as medium antioxidant).

Keywords: Antioxidant, Flavonoid, Phenolic, *Portulaca grandiflora* Hook

ABSTRAK

Portulaca grandiflora Hook. diketahui memiliki potensi sebagai antioksidan. Perbedaan bagian-bagian tanaman dapat menyebabkan perbedaan kandungan fitokimia, yang kemudian dapat mempengaruhi aktivitas antioksidannya. Penelitian ini bertujuan membandingkan kandungan total fenolik dan flavonoid pada organ daun, batang tua, batang muda, dan bunga dari tanaman krokot (*Portulaca grandiflora* Hook.) yang diekstrak menggunakan etanol 96% serta menentukan aktivitas antioksidan dari ekstrak tersebut dengan metode DPPH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap organ tanaman krokot mengandung konsentrasi senyawa fenolik dan flavonoid yang berbeda. Kandungan total fenolik dan flavonoid paling tinggi terdapat pada bagian daun (113.26 ± 3.85 mg GAE/g dan 97.99 ± 1.28 mg QE/g), tetapi aktivitas antioksidan tertinggi terdapat pada bagian batang tua dengan nilai IC₅₀ 122.15 ± 1.30 ppm (tergolong antioksidan sedang).

Kata kunci: Antioksidan, Fenolik, Flavonoid, *Portulaca grandiflora* Hook.

1. PENDAHULUAN

Antioksidan merupakan suatu komponen yang dapat menangkal radikal bebas yang apabila jumlahnya berlebihan akan memicu efek patologis (Selawa *et al.* 2013). Antioksidan juga berperan dalam mencegah stress oksidatif yang berperan penting dalam etiologi terjadinya proses penuaan dan berbagai penyakit degeneratif (Werddhasari 2014). Radikal bebas yang terdapat dalam tubuh dapat berasal dari metabolisme tubuh, polusi udara, cemaran makanan, dan sinar matahari. Salah satu tanaman obat yang memiliki potensi sebagai antioksidan adalah tanaman krokot (*Portulaca grandiflora* Hook.) (Lim *et al.* 2014).

Krokot (*Portulaca grandiflora* Hook.) dikenal juga dengan nama *Sutra Bombay* atau *Moss Rose*, biasa digunakan sebagai tanaman hias dan tanaman obat (Sari *et al.* 2017). Krokot dapat tumbuh dengan baik meski mendapat pengaruh signifikan dari iklim dan komposisi tanah yang buruk, sehingga tanaman ini dapat dikategorikan sebagai gulma. Krokot dalam bidang pengobatan tradisional bermanfaat dalam mengobati sakit tenggorokan, ruam kulit, dan detoksifikasi (Anghel *et al.* 2013).

Kandungan fitokimia dari herba krokot yaitu sterol, karotenoid, flavonoid, asam polifenol, polisakarida, dan agen pereduksi (Zhou *et al.* 2015). Perbedaan fungsi organ tanaman dapat menyebabkan perbedaan jalur biosintesis kandungan fitokimia pada bagian-bagian tanaman, termasuk kandungan senyawa fenolik dan flavonoid (Heldt dan Piechulla 2011).

Penelitian tentang aktivitas antioksidan dari tanaman krokot secara utuh telah banyak dilakukan (Lim *et al.* 2014;

Andarwulan *et al.* 2010; Lolo *et al.* 2017), tetapi belum ada yang mengamati perbedaan aktivitas antioksidan dan kandungan senyawa fenolik dan flavonoid pada tiap organ tanaman krokot. Hal ini mendorong studi lanjutan untuk mencari bagian organ tanaman krokot yang paling berpotensi sebagai antioksidan.

Penelitian ini bertujuan mengukur kandungan total fenolik dan flavonoid pada organ daun, batang tua, batang muda, dan bunga dari tanaman krokot (*Portulaca grandiflora* Hook.) asal Bogor yang diekstrak menggunakan etanol 96%, serta menentukan aktivitas antioksidan dari ekstrak tersebut menggunakan uji DPPH (2,2-difenil-1-pikrihidrazil).

2. METODOLOGI

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah bagian bunga, daun, batang muda, dan batang tua krokot yang didapat dari kebun Pusat Studi Biofarmaka Institut Pertanian Bogor. Alat yang digunakan adalah *rotary evaporator*, spektrofotometer nano (LABTECH) dan desikator. Bahan-bahan yang digunakan dalam pengujian antara lain etanol 96%, reagen DPPH (2,2-difenil-1-pikrihidrazil), vitamin C, asam galat, Na₂CO₃, reagen *folin-ciocalteu*, kuersetin (TCL), AlCl₃, dan CH₃COONa.

Preparasi Simplisia Krokot (Modifikasi Gazali *et al.* 2016, Lolo *et al.* 2017)

Tiap bagian tanaman krokot disortasi. Batang muda berwarna hijau dan berukuran kecil, sedangkan batang tua berwarna kecoklatan dan berukuran lebih besar. Kemudian tiap bagian tanaman dikeringkan dengan suhu 50 °C selama 2-3 hari. Krokot kering kemudian dihaluskan

dan diayak dengan ayakan 60 mesh dan disimpan dalam suhu ruang. Pengukuran kadar air simplisia dilakukan dengan metode pengeringan di oven pada suhu 105 °C.

Ekstraksi Krokot (Modifikasi Gazali *et al.* 2016, Lolo *et al.* 2017)

Ekstraksi dilakukan dengan cara maserasi. Simplisia krokot direndam dalam etanol 96% dengan perbandingan 1:10 selama 3 hari dalam kondisi gelap. Pengadukan dan penyaringan dilakukan tiap 24 jam. Filtrat kemudian disaring dan diperoleh ekstrak cair. Filtrat yang didapat kemudian diuapkan menggunakan *rotary evaporator* sehingga diperoleh ekstrak kental.

Uji Total Fenolik (Modifikasi Hidayati *et al.* 2019)

Sebanyak 0.2 mL sampel dengan konsentrasi 1000 ppm ditambahkan dengan 1 mL Na₂CO₃ 7.5% lalu didiamkan di inkubator selama 8 menit. Setelah itu ditambahkan dengan 1.25 mL reagen *folin-ciocalteu* lalu diinkubasi selama 30 menit. Absorbansi dibaca pada panjang gelombang 750 nm. Kurva standar asam galat dibuat dengan konsentrasi 0, 25, 50, 100, 125, 150, dan 250 ppm. Total fenolik dihitung dalam milligram ekuivalen asam galat/gram sampel (mg GAE/g).

Uji Total Flavonoid (Modifikasi Azizah *et al.* 2014)

Sebanyak 0.5 mL sampel dengan konsentrasi 1000 ppm ditambahkan 0.1 mL CH₃COONa 1 M, 0.1 mL AlCl₃ 10%, 1.28 mL akuades, dan 1.5 mL etanol. Campuran kemudian diinkubasi selama 30 menit. Absorbansi dibaca pada panjang

gelombang 430 nm. Kurva standar kuersetin dibuat dengan variasi konsentrasi 0, 25, 50, 100, 125, 150, 200, dan 250 ppm. Total flavonoid dihitung dalam milligram ekuivalen kuersetin per gram sampel (mg QE/g).

Uji Antioksidan Metode DPPH (Modifikasi Yanuarti *et al.* 2017)

Sebanyak 200 µL sampel dengan variasi konsentrasi 100, 200, 400, 600, 800 dan 1000 ppm dicampurkan dengan 100 µL DPPH 125 µM dalam etanol. Campuran dikocok dan dibiarkan pada suhu ruang (25 °C) dalam kondisi gelap selama 30 menit. Blanko dibuat dengan mencampurkan 200 µL sampel dan 100 µL etanol. Kontrol negatif dibuat dengan mencampurkan 100 µL DPPH 125 µM dengan 200 µL etanol. Vitamin C digunakan sebagai kontrol positif, masing-masing dibuat dengan variasi konsentrasi 0-20 ppm dengan sampel sebanyak 200 µL dalam etanol ditambah dengan 100 µL DPPH 125 µM. Absorbansi diukur menggunakan panjang gelombang 518 nm. Persen inhibisi ditentukan menggunakan rumus berikut:

$$\% \text{Inhibisi} = \frac{(\text{Abs. Blanko} - \text{Abs. Sampel}) \times 100\%}{\text{Absorbansi Blanko}}$$

Nilai IC₅₀ ditentukan dengan membuat kurva antara persen inhibisi dan konsentrasi hingga diperoleh persamaan regresi.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0.05$). Uji lanjut dilakukan dengan menggunakan uji *Tukey*.

3. HASIL

Kadar Air

Penentuan kadar air dilakukan 3 kali ulangan dengan hasil rerata kadar air paling tinggi terdapat pada organ batang muda, yaitu $6.97\% \pm 0.12$ dan paling rendah pada bunga (Gambar 1A). Analisis statistik menunjukkan kadar air pada batang muda tidak berbeda nyata dengan daun ($p > 0.05$), tetapi berbeda nyata dengan bagian batang tua dan bunga ($p < 0.05$).

Kandungan Total Fenolik

Uji total fenolik yang dilakukan menggunakan kurva standar asam galat. Kurva yang diperoleh memiliki nilai regresi 0.977 atau mendekati 1. Nilai R^2 yang semakin mendekati 1 menunjukkan persamaan yang diperoleh semakin bagus dan semakin tepat kepastian nilai yang diperoleh dari persamaan garis tersebut (Suryohastari 2016). Persamaan garis yang diperoleh adalah $Y = 0.0886X + 0.0176$.

Kandungan total fenolik *Portulaca grandiflora* paling tinggi adalah pada organ daun dengan rerata 113.26 mg GAE/g (Gambar 1B). Kandungan paling rendah terdapat pada bagian batang muda dengan rerata 59.91 mg GAE/g. Analisis statistik menunjukkan kandungan total fenolik pada tiap organ berbeda nyata ($p < 0.05$).

Kandungan Total Flavonoid

Uji total flavonoid yang dilakukan menggunakan kurva standar kuersetin. Kurva yang diperoleh memiliki nilai regresi 0.984, dengan persamaan garis yang diperoleh adalah $Y = 0.1927X + 0.034$. Kandungan total flavonoid paling tinggi adalah pada bagian daun dan paling

rendah pada bagian batang tua dengan rentang rerata 97.99 dan 50.77 mg QE/g (Gambar 1C). Hasil analisis statistik menunjukkan kandungan total flavonoid pada tiap bagian tanaman berbeda nyata ($p < 0.05$).

Aktivitas Antioksidan Tanaman Krokot

Nilai IC_{50} kontrol positif (vitamin C) yang diperoleh pada pengujian DPPH adalah 10.08 ppm. Nilai IC_{50} tanaman krokot yang paling rendah adalah batang tua dengan nilai 122.15 ppm (Gambar 1D). Nilai tersebut masih jauh dari nilai IC_{50} vitamin C. Nilai IC_{50} paling tinggi adalah batang muda (334.54 ppm).

Ekstrak etanol batang tua krokot ini tergolong ke dalam antioksidan sedang karena memiliki IC_{50} pada rentang 100-150 ppm, sedangkan bunga, daun, dan batang muda tergolong antioksidan sangat lemah karena memiliki $IC_{50} > 200$ ppm. Vitamin C tergolong ke dalam antioksidan sangat kuat karena memiliki $IC_{50} < 50$ ppm (Molyneux 2004). Analisis statistik menunjukkan nilai IC_{50} pada batang tua berbeda nyata dengan ketiga organ lainnya ($p < 0.05$).

4. PEMBAHASAN

Kadar Air

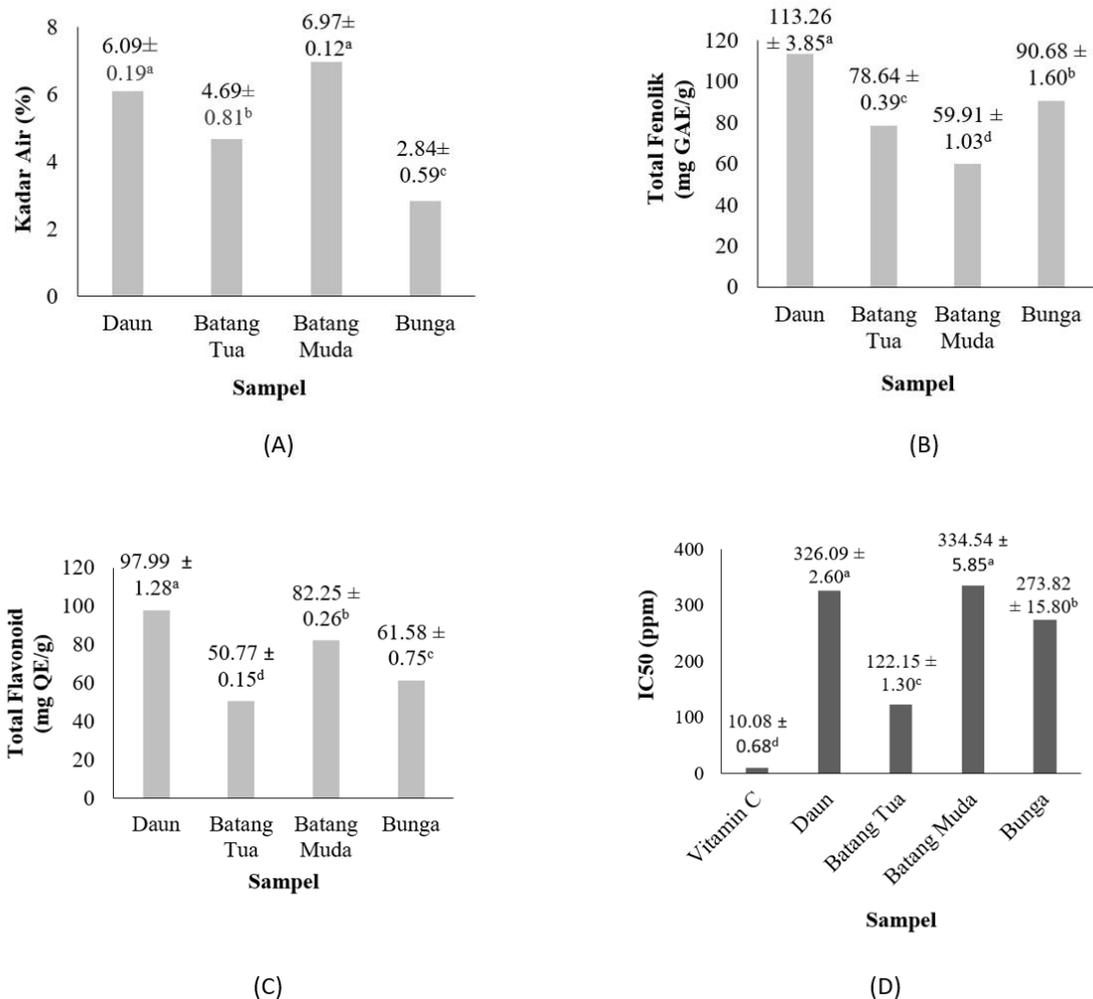
Proses preparasi sampel krokot yang dilakukan menghasilkan simplisia daun, batang tua, batang muda, dan bunga yang memiliki kadar air sesuai standar tanaman obat menurut BPOM (2014) yaitu tidak melebihi 10% (Gambar 1A). Kadar air menunjukkan banyaknya air yang terdapat dalam sampel dan mempengaruhi umur simpan suatu bahan. Suatu bahan dengan kadar air yang tinggi akan semakin rentan terhadap serangan mikroba

(Sulihono *et al.* 2012). Kadar air juga dapat mempengaruhi laju aktivitas enzimatis yang akan memicu produksi senyawa samping yang dapat mengganggu efek farmakologi suatu tanaman obat (Manoi 2006). Rendahnya kadar air akan menghambat aktivitas enzimatis (Indah *et al.* 2017).

Penanganan pascapanen yang kurang tepat dapat menurunkan mutu simplisia. Terdapat beberapa metode pengeringan untuk membuat simplisia

tanaman diantaranya adalah metode pengeringan dibawah sinar matahari dan pengeringan dengan oven (Cahyono *et al.* 2011).

Pembuatan simplisia tanaman krokot (*Portulaca grandiflora* Hook.) menggunakan oven pada suhu 50 °C dapat mempercepat proses pengeringan dan diperoleh berat kering yang konstan. Penggunaan suhu 50°C memiliki hasil kadar air simplisia yang baik (Winangsih *et al.* 2013).



Gambar 1 Kadar air (A), kandungan total fenolik (B), total flavonoid (C), dan nilai IC50 (D) dari tanaman krokot *Portulaca grandiflora*. Nilai dalam bentuk rerata ± standar deviasi. Huruf superskrip yang berbeda menunjukkan beda nyata pada taraf uji 95% (p < 0.05)

Kandungan Total Fenolik

Penelitian Lim *et al.* (2014) yang menguji lima varietas ekstrak etanol *Portulaca grandiflora* asal Malaysia, menunjukkan kandungan total fenolik yang berkisar antara 41.46-85.70 mg GAE/100 g sampel. Kandungan total fenolik pada penelitian ini lebih tinggi yaitu 59.91-113.26 mg GAE/g sampel (Gambar 1B). Hal ini dapat disebabkan karena faktor lokasi tanam. Spesies yang sama yang ditanam pada lokasi berbeda akan memberikan karakteristik kandungan fitokimia yang berbeda (Andrianto *et al.* 2020). Jalur metabolisme pembentukan metabolit sekunder dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor eksternal yaitu cahaya, pH, ketinggian, kelembapan, waktu panen, dan nutrisi (Gustina 2017; Nofiani 2008).

Kandungan total fenolik tertinggi terdapat pada daun (113.26 mg GAE/g) diikuti secara berturut-turut pada bunga, batang tua dan batang muda (Gambar 1B). Perbedaan ini dapat disebabkan oleh fungsi organ tanaman yang berbeda. Senyawa fenolik berperan dalam perlindungan terhadap radiasi sinar UV, kehilangan air berlebih, menarik hewan dalam membantu penyerbukan dan penyebaran benih, perlindungan diri dari herbivora dan patogen, alelopati, dan sinyal yang memicu reaksi pertahanan dari tekanan biotik dan abiotik (Yahia dan Lopez 2018).

Metabolit sekunder dibentuk sebagai hasil samping atau hasil antara pada metabolisme primer (Setyorini dan Yusnawan 2016). Daun merupakan organ utama tempat terjadinya fotosintesis dan menghasilkan karbohidrat yang merupakan sumber utama karbon pada tanaman (Pertamawati 2010). Karbohidrat

akan dimetabolisme sehingga membentuk fosfoenolpiruvat (PEP) yang kemudian berkondensasi dengan eritrosa-4-fosfat membentuk 3-deoksi-darabino-heptulosonat-7-fosfat (DAHP). Lalu DAHP akan mengalami serangkaian reaksi membentuk 3-DHS yang menjadi prekursor beberapa senyawa fenolik seperti asam galat, ellagitannin, dan gallotanin.

Perkembangan yang terjadi pada tanaman krokot dapat dilihat dari pembentukan daun dan bunga sebagai organ reproduksi. Perubahan yang terjadi mempengaruhi kandungan senyawa biokimia yang ada pada krokot (Hapsari *et al.* 2018; Kusumaningrum 2017; Sarjani *et al.* 2017). Sistem vaskular pada batang membantu dalam pengangkutan air dan hasil fotosintesis untuk ditranspor ke organ lain, sehingga mendorong keragaman komponen fitokimia yang terdapat dalam krokot (Heldt dan Piechulla 2011). Uddin *et al.* (2012) menyatakan semakin bertambah umur krokot maka kandungan total fenolik pada tanaman krokot semakin meningkat.

Kandungan fenolik berkorelasi positif dengan aktivitas antioksidan. Semakin tinggi kandungan fenolik maka semakin tinggi aktivitas antioksidan (Kusumowati *et al.* 2011). Kemampuan senyawa fenolik dipengaruhi oleh jumlah gugus hidroksil dan ikatan konjugasi pada cincin aromatik benzena. Mekanisme senyawa fenolik sebagai antioksidan dapat dilakukan dengan mendonorkan atom hidrogen (Sedjati *et al.* 2018). Senyawa golongan fenolik pada krokot yang berfungsi sebagai antioksidan adalah gallotanin, asam klorogenat, dan asam kafeat (Zhou *et al.* 2015, Anghel *et al.* 2013).

Kandungan Total Flavonoid Krokot

Senyawa fenolik terdapat di berbagai jaringan tanaman seperti buah, biji, daun, dan batang. Terdapat lebih dari 8000 senyawa fenolik yang kemudian dibagi menjadi dua kelompok, yaitu flavonoid dan nonflavonoid. Kandungan total flavonoid pada tanaman krokot juga berbeda nyata pada tiap organ, dengan konsentrasi tertinggi pada bagian daun (Gambar 1C). Penelitian El Kashef *et al.* (2018) menggunakan krokot asal Mesir menghasilkan kandungan total flavonoid ekstrak etanol krokot yang lebih kecil, yaitu 34.66 ± 4.00 mg QE/g. Hal ini membuktikan bahwa kandungan total flavonoid juga dapat dipengaruhi oleh kondisi lokasi asal tanaman.

Flavonoid umumnya berfungsi sebagai sinyal interaksi dengan simbiosis, pigmen bunga, dan substansi perlindungan cahaya. Senyawa flavonoid seperti flavon dan flavonol memiliki serapan maksimum pada wilayah UV. Senyawa ini dapat berperan juga sebagai pigmen pelindung dari kerusakan akibat radiasi UV. Karena itulah, daun yang merupakan pusat fotosintesis, menghasilkan senyawa flavonoid lebih banyak daripada bagian tanaman lainnya. Radiasi UV pada daun memicu peningkatan biosintesis flavonoid (Heldt dan Piechulla 2011).

Krokot merupakan gulma yang dapat tumbuh dalam iklim yang kurang baik (Kurniawati 2018). Kondisi cekaman seperti kekeringan, panas, dingin, kelebihan cahaya, defisiensi fosfat, dan kadar garam yang tinggi merupakan faktor stress lingkungan yang dapat menginduksi akumulasi senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid untuk pertahanan diri. Senyawa flavonoid yang diproduksi pada

kondisi stress lingkungan akan menurunkan pemakaian energi kimia seperti NADPH dan ATP sehingga reaksi terang pada fotosintesis akan berkurang dan mencegah pemakaian energi dan reduksi berlebih dari rantai transport elektron pada fotosintesis (Heldt dan Piechulla 2011).

Kemit *et al.* (2017) menyatakan kandungan flavonoid berkorelasi positif dengan aktivitas antioksidan. Semakin tinggi kandungan flavonoid maka semakin tinggi aktivitas antioksidannya. Aktivitas antioksidan flavonoid disebabkan oleh keberadaan gugus hidroksil. Jumlah gugus hidroksil yang semakin banyak akan meningkatkan aktivitas antioksidan. Senyawa golongan flavonoid pada krokot yang dapat berperan sebagai antioksidan adalah epigenin, kaempferol, dan kuersetin (Zhou *et al.* 2015).

Aktivitas Antioksidan Krokot

Senyawa fenolik dan flavonoid memiliki fungsi sebagai antioksidan dilihat dari kemampuannya dalam menangkal radikal bebas (Sedjati *et al.* 2017; Heldt dan Piechulla 2011). Menurut Molyneux (2004), suatu senyawa dapat digolongkan sebagai anti-oksidan sangat kuat ($IC_{50} < 50$ ppm), kuat (IC_{50} 50-100 ppm), sedang (IC_{50} 100-150 ppm), lemah (IC_{50} 150-200 ppm), dan sangat lemah ($IC_{50} > 200$ ppm).

Nilai IC_{50} terbaik krokot adalah pada ekstrak etanol batang tua yang tergolong ke dalam antioksidan sedang dengan nilai IC_{50} 122.15 ppm (Gambar 1D). Tetapi nilai ini masih jauh dari aktivitas antioksidan Vitamin C yang merupakan antioksidan sangat kuat dengan nilai IC_{50} 10.08 ppm. Sedangkan bunga, daun, dan batang muda tergolong

ke dalam antioksidan sangat lemah karena memiliki $IC_{50} > 200$ ppm. Hasil penelitian ini jauh lebih baik jika dibandingkan dengan penelitian Lim *et al.* (2014) pada ekstrak etanol tanaman krokot utuh asal Malaysia, dimana nilai IC_{50} yang diperoleh adalah berkisar 0.76 hingga 1.82 mg/ml atau setara dengan 760-1820 ppm.

Nilai IC_{50} yang diperoleh pada penelitian ini tidak berkorelasi positif dengan kandungan total fenolik dan flavonoid tanaman krokot. Daun yang memiliki kandungan total fenolik dan flavonoid tertinggi memiliki aktivitas antioksidan yang sangat lemah, sedangkan batang tua yang kandungan total flavonoidnya paling rendah memiliki aktivitas antioksidan yang lebih baik. Hal ini ternyata tidak berbeda dengan hasil penelitian Lim *et al.* (2014) yang menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan dengan kandungan fenolik dan flavonoid pada tiap varietas krokot, tidak selalu berkorelasi positif. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh peran senyawa metabolit sekunder lain yang terdapat dalam bagian-bagian tanaman krokot.

Komponen bioaktif metabolit sekunder secara umum tidak bekerja sendiri. Beberapa senyawa bioaktif bekerja secara sinergis dengan saling menguatkan senyawa bioaktif lainnya (Darwis *et al.* 2012). Senyawa lain pada tanaman krokot yang dapat berfungsi sebagai antioksidan adalah alkaloid dan terpenoid (Firdiyani *et al.* 2015). Menurut Zhou *et al.* 2015 kedua senyawa ini banyak terdapat pada organ batang. Kemampuan organ yang lebih tua untuk memproduksi metabolit sekunder yang lebih banyak memungkinkan metabolit sekunder lain yang berperan sebagai

antioksidan berjumlah lebih banyak pada batang tua (Anwar *et al.* 2017), sehingga menghasilkan efek antioksidan yang lebih tinggi pada batang tua krokot.

Komponen bioaktif lain yang terdapat pada tanaman krokot juga dapat bekerja secara antagonis yaitu dengan cara melemahkan aktivitas senyawa bioaktif lainnya (Darwis *et al.* 2012). Kandungan fenolik dan flavonoid pada tanaman krokot yang berbeda menghasilkan efek yang tidak sinergis pada aktivitas antioksidannya. Hal ini dapat disebabkan karena penggunaan ekstrak kasar etanol tanaman krokot sehingga memungkinkan adanya senyawa lain yang belum teridentifikasi yang mengganggu kerja senyawa bioaktif. Menurut Zhou *et al.* (2015) dan Anghel *et al.* (2013) ekstrak krokot mengandung asam organik seperti asam fenolkarboksilat. Penelitian Zhang *et al.* (2019) menunjukkan bahwa kandungan asam organik dalam ekstrak memiliki efek antagonis dengan aktivitas antioksidan senyawa fenolik.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [BPOM] Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2014. Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat Dan Makanan Tentang Persyaratan Mutu Obat Tradisional. Jakarta (ID): BPOM.
- Andarwulan N, Batari R, Sandrasari DA, Boilling B, Wijaya H. 2010. Flavonoid content and antioxidant activity of vegetables from Indonesia. *Food Chem.* 121(4): 1231-1235.
- Anghel AI, Olaru OT, Gatea F, Dinu M, Ancuceanu RV, Istudor V. 2013. Preliminary research on *Portulaca grandiflora* Hook. *Species*

- (*Portulacaceae*) for therapeutic use. *FARMACIA*. 61(4): 294-702.
- Anwar K, Rahmanto B, Triyasmono L, Rizki MI, Halwany W, Lestari F. 2017. The influence of leaf age on total phenolic, flavonoids, and free radical scavenging capacity of *Aquilaria beccariana*. *RJPBCS*. 8(1S): 129-133.
- Azizah DN, Kumulowati E, Faramayuda F. 2014. Penetapan kadar flavonoid metode AlCl₃ pada ekstrak metanol kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.). *KJIF*. 2(2): 45-49.
- Cahyono B, Huda MDK, Limantara L. 2011. Pengaruh proses pengeringan rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* ROXB) terhadap kandungan dan komposisi kurkuminoid. *J Reaktor*. 13(3): 165-171.
- Darwis W, Hafiedzani M, Astuti RRS. 2012. Efektivitas ekstrak akar dan daun pecut kuda *Stachytarpeha jamaicensis* (L) Vahl dalam menghambat pertumbuhan jamur *candida albicans* penyebab kandidiasis vaginalis. *J Koservasi Hayati*. 8(2): 1-6.
- El Kashef RKH, Soliman AS, Hassan HMM, Abd-Elhak NA. 2018. Evaluation of total phenolic content and antioxidant activity of different solvent extract of egyptian purslane leaves. *Curr Sci J*. 7(4): 616-623.
- Firdiyani F, Agustini TW, Ma'ruf WF. 2015. Ekstraksi senyawa bioaktif sebagai antioksidan alami *Spirulina plantensis* segar dengan pelarut yang berbeda. *JPHPI*. 18(1):28-37.
- Gazali AMF, Anam S, Khumaidi A. 2016. Isolasi senyawa antibakteri ekstrak etanol akar krokot (*Portulaca oleracea* Linn) menggunakan bakteri uji *Staphylococcus aureus*. *Natural Sci J*. 5(1): 49-59.
- Hapsari AT, Darmanti S, Hastuti ED. 2018. Pertumbuhan batang, kar, dan daun gulma katumpangan (*Pilea microphylla* (L.) Liebm.). *JANAFIS*. 3(1): 79-84.
- Heldt HW, Piechulla B. 2011. *Plant Biochemistry 4th Edition*. London (UK): Academic Press.
- Hidayati JR, Yudiati E, Pringgenies D, Arifin Z, Oktaviani DT. 2019. Antioxidant activities, total phenolic compound and pigment of total *Sargassum* sp. extract, macerated in different solvents polarity. *J Kel Trop*. 22(1): 73-80.
- Indah, Mappiratu, Musafira. 2017. Produksi enzim lipase dari *Aspergillus niger* isolate kapang kopra dengan menggunakan medium kelapa parut. *KOVALEN*. 3(3): 269-276.
- Kemit N, Widarta IWR, Nocianitri KA. 2017. Pengaruh jenis pelarut dan waktu maserasi terhadap kandungan senyawa flavonoid dan aktivitas antioksidan ekstrak daun alpukat (*Persea Americana* Mill). *JITEPA*. 5(2):130-141.
- Kurniawati IY. 2018. Peningkatan keragaman krokot (*Portulaca grandiflora*) melalui mutase induksi dengan iradiasi sinar gamma secara berulang [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Kusumaningrum R. 2017. Peranan xylem dan floem dalam pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Di dalam: Seminar Nasional Pendidikan Biologi. 2017 Desember 2. Yogyakarta, Indonesia. Yogyakarta (ID): Universitas Negeri Yogyakarta. B123-130.

- Kusumowati ITD, Melannisa R, Ratri K. 2011. Korelasi kandungan fenolik dan aktivitas antioksidan daun jambu mete. *JBM*. 3(2): 25-30.
- Lim CK, Tiong WN, Loo JL. 2014. Antioxidant activity and total phenolic content of different varieties of *Portulaca grandiflora*. *IJPP*. 4(1): 2277-2928.
- Lolo WA, Sudewi S, Edy HJ. 2017. Penentuan nilai *Sun Protecting Factor* (SPF) herba krokot (*Portulaca oleracea* L.). *JPSCR*. 2(1):1-5.
- Manoi F. 2006. Pengaruh cara pengeringan terhadap mutu simplisia sambiloto. *Bul. Littro*. 17(1): 1-5.
- Molyneux P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *SJST*. 26(2): 212-219.
- Pertamawati. 2010. Pengaruh fotosintesis terhadap pertumbuhan tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) dalam lingkungan fotoautotrof secara in vitro. *JSTI*. 12(1): 31-37.
- Sarjani TM, Mawardi, Pandia ES, Wulandari D. 2017. Identifikasi morfologi dan anatomi tipe stomata family *Piperaceae* di Kota Langsa. *JIFI*. 1(2): 182-191.
- Sari BP, Karno, Anwar S. 2017. Karakter morfologi dan sitologi tanaman sutra Bombay (*Portulaca grandiflora* Hook.) hasil poliploidisasi dengan kolkisin pada berbagai konsentrasi dan frekuensi aplikasi. *JOAC*. 1(12): 39-48.
- Sedjati S, Supriyantini E, Ridlo A, Soenardjo N, Santi VY. 2018. Kandungan pigmen, total fenolik dan aktivitas antioksidan *Sargassum* sp. *J Kel Trop*. 21(2): 137-144.
- Sedjati S, Suryono, Santosa A, Supriyantini E, Rdlo A. 2017. Aktivitas antioksidan dan kandungan senyawa fenolik makroalga coklat *Sargassum* sp. *J Kel Trop*. 20(2): 117-123.
- Selawa W, Runtuwene MRJ, Citraningtyas G. 2013. Kandungan flavonoid dan kapasitas antioksidan total ekstrak etanol daun binahong [*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis.]. *Pharmacon*. 2(1): 18-22.
- Setyorini SD, Yusnawan E. 2016. Peningkatan kandungan metabolit sekunder tanaman aneka kacang sebagai respon cekaman biotik. *J Iptek Tanaman Pangan*. 11(2): 167-174.
- Sulihono A, Tarihoran B, Agustina TE. 2012. Pengaruh waktu, temperature, dan jenis pelarut terhadap ekstraksi pektin dari kulit jeruk bali (*Citrus maxima*). *IJC*. 18(4): 1-8.
- Suryohastari RB. 2016. Analisis protein defensin dari biji jinten hitam (*Nigella sativa* L.) pada mencit (*Mus musculus*) yang diberi biji jinten hitam melalui teknik SDS-PAGE. *Al-Kauniyah J Biol*. 9(1): 26-36.
- Uddin MK, Juraimi AS, Ali ME, Ismail MR. 2012. Evaluation of antioxidant properties and mineral composition of purslane (*Portulaca oleracea* L.) at different growth stages. *Int J Mol Sci*. 13(8): 10257-10267.
- Werdhasari A. 2014. Peran antioksidan bagi kesehatan. *JBMI*. 3(2): 59-68.
- Winangsih, Prihastanti E, Parman S. 2013. Pengaruh metode pengeringan terhadap kualitas simplisia lempuyang wangi (*Zingiber aromaticum* L.). *JANAFIS*. 21(1): 19-25.

- Yahia E, Lopez AC. 2018. *Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruit and Vegetables*. Cambridge (UK): Woodhead Publishing.
- Yanuarti R, Nurjanah, Anwar E, Hidayat T. 2017. Profil fenolik dan aktivitas antioksidan dari ekstrak rumput laut *Turbinaria conoides* dan *Eucheuma cottoni*. *JPHPI*. 20(2): 230-237.
- Zhang B, Tia T, Duan W, Zhang Z, Li Y, Fang B, Xia M, Wang M. 2019. Effects of organic acid, amino acid, and phenolic compounds on antioxidant characteristic of Zhenjiang aromatic vinegar. *Molecules*. 24(3799): 1-12.
- Zhou YX, Xin HL, Rahman K, Wang SJ, Peng C, Zhang H. 2015. *Portulaca oleracea* L.: review of phytochemistry and pharmacological effects. *Biomed Res Int*. 2015: 1-11.