

Kandungan total senyawa fenol, total senyawa flavonoid dan aktivitas antioksidan ekstrak etanol kulit batang sekilang (*Embelia borneensis* Scheff.)

Total phenolic content, total flavonoid content and antioxidant activity of ethanol extract of sekilang (*Embelia borneensis* Scheff.) stem bark

Reksi Sundu*, Risa Supriningrum, Nurul Fatimah

Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Samarinda, Samarinda, Kalimantan Timur, 75124, Indonesia

* reksi.sundu@gmail.com

Abstrak

Kulit batang sekilang (*Embelia borneensis* Scheff.) secara empiris oleh suku Dayak Kenyah digunakan untuk penangkapan ikan di sungai dan mengusir lintah. Flavonoid merupakan kelompok terbesar dari senyawa fenolik yang memiliki sifat sebagai antioksidan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan total senyawa fenol, total senyawa flavonoid dan aktivitas antioksidan dari ekstrak etanol kulit batang sekilang. Metode ekstraksi yang digunakan adalah metode maserasi, penetapan kadar fenol dengan metode Folin-Ciocalteu, penetapan kadar flavonoid dengan metode $AlCl_3$ dan pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode 2,2 -diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH). Berdasarkan hasil penelitian, ekstrak etanol kulit batang sekilang mengandung total senyawa fenol sebesar 42,605 mg GAE/g ekstrak dan total senyawa flavonoid sebesar 6,165 mg QE/g ekstrak. Ekstrak etanol kulit batang sekilang memiliki aktivitas antioksidan dengan nilai IC_{50} sebesar 141,27 ppm dengan kategori aktivitas sedang. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bahwa kulit batang sekilang memiliki potensi sebagai agen antioksidan alami.

Kata kunci: DPPH; IC_{50} ; Spektrofotometri

Abstract

Sekilang (*Embelia borneensis* Scheff.) stem bark empirically by the Dayak Kenyah tribe used for fishing in river and repel leeches. Flavonoids are the largest group of phenolic compounds that have antioxidant properties. The purpose of this study was to determine total phenolic content, total flavonoid content, and antioxidant activity of sekilang bark ethanol extract. The extraction method used maceration technique, the total phenolic content was determined using the Folin-Ciocalteu method, the total flavonoid content was determined using the $AlCl_3$ method, and the antioxidant activity was investigated using the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) scavenging assay. Based on the research result, the extract contains total phenolic content of 42.605 mg GAE/g extract and total flavonoid content of 6.165 mg QE/g extract. The extract has antioxidant activity with an IC_{50} value of 141.27 ppm in the moderate category. This result shows that the sekilang bark has potency as a natural antioxidant agent.

Keywords: DPPH; IC_{50} ; Spectrophotometer

Diajukan: 6 September 2022

Direvisi: 17 November 2022

Diterima: 29 November 2022

Pendahuluan

Senyawa yang memiliki satu atau lebih gugus hidroksil yang menempel di gugus aromatik disebut senyawa fenolik (Harborne, 1973; Vermerris & Nicholson, 2006). Senyawa fenolik memiliki variasi struktur yang luas karena banyaknya variasi gugus yang dapat tersubstitusi pada kerangka aromatik dari fenol. Sekitar delapan ribu tumbuhan mengandung senyawa

yang termasuk dalam golongan senyawa fenolik dan telah diketahui strukturnya antara lain flavonoid, fenil propanoid, kuinon fenolik polifenol (lignin, melanin, tannin) dan fenol monosiklik sederhana (Marinova dkk, 2005; Idroes dkk., 2017).

Flavonoid merupakan kelompok terbesar dari senyawa fenolik yang memiliki sifat sebagai antioksidan (Hanin & Pratiwi, 2017). Flavonoid terdapat hampir di

semua bagian tumbuhan, seperti pada bunga, buah daun, akar, nektar, dan biji (Neldawati dkk, 2013). Aktivitas antioksidan pada senyawa flavonoid diketahui memiliki kemampuan mencegah penyakit diabetes melitus, mengurangi resiko terjadinya penyakit kanker, jantung dan penyakit degeneratif lainnya (Rohman, 2010). Antioksidan dalam tubuh manusia jumlahnya tidak mencukupi untuk mengatasi radikal bebas yang berlebihan, sehingga diperlukan antioksidan dari luar (eksogen). Berdasarkan sumbernya, antioksidan eksogen dibagi menjadi dua yaitu antioksidan alami dan antioksidan sintetis (Widowati, 2005). Butylated hydroxytoluene (BHT), butylated hydroxyanisole (BHA) dan tertiary butyl hydroquinone (TBHQ) merupakan contoh antioksidan sintetis. Sumber Antioksidan alami dari tanaman dapat berupa senyawa kimia dari golongan polifenol, flavonoid, vitamin C dan Vitamin E (Hernani & Rahardjo, 2005).

Sekilang (*Embelia borneensis* Schiff.) merupakan tumbuhan bioma tropis basah yang dapat dijumpai di desa Long Temuyat Kecamatan Kayan Hulu Malinau, Kalimantan Utara, Indonesia. Secara empiris suku Dayak Kenyah menggunakan tumbuhan ini pada bagian kulit batangnya untuk penangkapan ikan disungai dan mengusir lintah. Kulit batang sekilang digunakan dengan digojok ke dalam air, kemudian menghasilkan buih dan beberapa saat ikan akan mati, sehingga proses penangkapan ikan lebih mudah. Kulit batang sekilang mengandung senyawa alkaloid, saponin, tannin dan flavonoid (Supriningrum dkk., 2021). *Embelia ribes*, tanaman yang berasal dari famili yang sama dengan sekilang, memiliki kemampuan sebagai antimikroba, antidiabetes, antifungal, antitumor dan *antifertility* (Rathi dkk, 2010; Souravi dkk., 2014). Berdasarkan data empiris dan kurangnya informasi tentang kulit batang sekilang maka perlu dilakukan penelitian tentang kandungan fenolik, kandungan flavonoid dan aktivitas antioksidan ekstrak etanol dari kulit batang sekilang.

Metode Penelitian

Sampel dan Bahan

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit batang sekilang. Bahan kimia yang digunakan adalah etanol 70% (b/v), 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) (Sigma-aldrich), kuersetin (Sigma-aldrich), asam galat, vitamin C, dan reagen Follin-Ciocalteu.

Pengumpulan dan determinasi sampel

Kulit batang sekilang diperoleh dari Hutan Ampan Iba, Kecamatan Kayan Hulu, Kabupaten Malinau, Kalimantan Utara, Indonesia. Determinasi tumbuhan dilakukan di Laboratorium Anatomi Fisiologi Tumbuhan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia.

Pembuatan ekstrak

Kulit batang sekilang segar dicuci bersih, ditiriskan, dipotong-potong dan dikeringkan dibawah sinar matahari langsung. Setelah kering, bahan di haluskan dan diayak dengan ayakan 40 mesh. Sebanyak 200 g sampel halus dicampur dengan etanol 70% (v/v) dalam botol maserasi hingga sampel terendam. Setelah 4 hari, campuran disaring dan ampas (residu) diremaserasi kembali sebanyak 3 kali. Semua filtrat yang diperoleh diuapkan dengan *rotary evaporator* (IKA), lalu dipekatkan di atas penangas air, hingga diperoleh ekstrak kental.

Penentuan kandungan total senyawa fenol

Kandungan total senyawa fenol ekstrak etanol kulit batang sekilang ditentukan dengan menggunakan metode Folin-Ciocalteu dan dianalisis menggunakan Spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu) berdasarkan prosedur yang dikemukakan oleh Andriani & Murtisiwi (2018) dengan sedikit modifikasi. Sampel ditimbang sebanyak 10 mg dan ditambahkan campuran etanol 70% (v/v) dan aquades (1:1) hingga volume 10 mL pada labu takar. Kemudian dipipet 1 mL larutan sampel tersebut dan diencerkan dengan etanol 70% (v/v) hingga mencapai total volume 10 mL. Larutan sampel hasil pengenceran dipipet 0,3 mL, lalu ditambahkan 1,5 mL reagen Folin-Ciocalteu, digojok hingga homogen dan kemudian didiamkan selama 3 menit pada suhu kamar. Ditambahkan 1,2 mL larutan natirum karbonat 7,5% (b/v), didiamkan selama 60 menit dan diukur serapannya pada panjang gelombang maksimum 725 nm. Proedur ini dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan. Larutan standar (baku) yang digunakan adalah asam galat dengan beberapa konsentrasi yaitu 10, 20, 30, 40 dan 50 ppm. Kandungan total senyawa flavonoid dihitung menggunakan persamaan regresi linier dari larutan standar dan dinyatakan sebagai setara asam galat (*miligram gallic acid equivalent*, GAE/g ekstrak).

Penentuan kandungan total senyawa flavonoid

Kandungan total senyawa flavonoid ditentukan dengan metode pembentukan kompleks menggunakan aluminium klorida ($AlCl_3$) dan dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu) berdasarkan prosedur yang dikemukakan oleh Ratulangi dkk. (2016) dengan sedikit modifikasi. Sebanyak 1 mL larutan ekstrak 100 ppm dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL dan ditambahkan 1,5 mL etanol 70% (v/v), 0,2 mL $AlCl_3$ 10% (b/v), 0,2 mL kalium asetat. Ke dalam campuran ditambahkan aquades hingga total volume campuran 10 mL. Kemudian diinkubasi selama 30 menit dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 440 nm. Larutan standar yang digunakan adalah kuersetin dengan berbagai konsentrasi (2, 4, 6, 8, dan 10 ppm). Kandungan total senyawa flavonoid dihitung menggunakan persamaan regresi linier dari larutan standar dan dinyatakan sebagai setara kuersetin (*miligram quercetine equivalent*, QE/g ekstrak).

Uji aktivitas antioksidan

Pengujian antioksidan yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan metode yang pernah dilakukan oleh Wang dkk. (2017) yaitu metode penangkapan radikal 2,2 -diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH). Uji dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu). Sebanyak 1 mL sampel dari masing-masing konsentrasi ekstrak (120, 140, 160, 180, dan 200 ppm) ditambahkan 2 mL DPPH 40 ppm, selanjutnya diinkubasi selama 30 menit pada tempat yang gelap, dilakukan 3 kali pengulangan. Kemudian absorbansi diukur dengan panjang gelombang 514 nm. Data absorbansi yang diperoleh digunakan untuk menentukan inhibisi menggunakan persamaan (1).

$$\% \text{ Penghambatan} = \frac{\text{Serapan blanko} - \text{Serapan sampel}}{\text{Serapan blanko}} \times 100\% \quad (1)$$

Persen aktivitas antioksidan diperoleh dengan menghitung nilai IC_{50} dari persamaan regresi linier. Nilai IC_{50} menyatakan besarnya konsentrasi larutan sampel yang dibutuhkan untuk mereduksi radikal DPPH sebesar 50%. Sebagai pembanding digunakan vitamin C yang dilarutkan dalam etanol 70% (v/v).

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil ekstraksi serbuk (40 mesh) kulit batang sekilang menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 70% diperoleh ekstrak kental sebanyak 12,81 gram yang berasal dari 200 gram sampel serbuk, sehingga diperoleh nilai rendemen ekstrak sebesar 6,41% (b/b). Kadar fenol dan flavonoid ekstrak etanol kulit batang sekilang disajikan pada Tabel 1. Penetapan kadar fenol menggunakan metode Folin-Ciocalteu. Fosfomolibdat fosfotungstat (berwarna kuning) dalam pereaksi Folin-Ciocalteu direduksi oleh senyawa fenol menjadi molibdenum yang berwarna biru (Huang dkk., 2015). Metode ini dipilih karena memiliki kelebihan yaitu sederhana, cepat dan minim gangguan dari matrik yang ada disampel karena mengabsorpsi

kromofor pada panjang gelombang tinggi (Sánchez-Rangel dkk., 2013). Kandungan fenol dalam ekstrak diperoleh dari persamaan regresi linier larutan standar asam galat (Tabel 1). Dari persamaan tersebut dapat diperoleh kandungan fenolik sebesar 42,605 mg GAE/g ekstrak.

Penentuan kandungan flavonoid menggunakan metode kolorimetri yang mana metode ini didasarkan pada reaksi pembentukan senyawa kompleks berwarna kuning yang stabil antara flavonoid dengan Al^{3+} (Papoti, dkk., 2011). Ion Al^{3+} membentuk ikatan dengan gugus keto C4 dan gugus hidroksil dari C3 atau C5 pada flavon dan flavonol. Larutan baku pembanding yang digunakan adalah kuersetin karena merupakan kelompok flavonoid golongan flavonol yang didapatkan pada hampir setiap jenis tanaman dan mempunyai gugus keto dan hidroksil (Azizah dkk., 2014). Kandungan flavonoid dalam ekstrak diperoleh dari persamaan regresi linier dari larutan standar kuersetin (Tabel 1). Dari persamaan tersebut diperoleh kandungan flavonoid adalah sebesar 6,165 mg QE/g ekstrak. Dari hasil ini diperoleh bahwa kandungan fenol yang diperoleh lebih besar dari pada kandungan flavonoid karena flavonoid merupakan golongan dari senyawa fenol.

Antioksidan memiliki peran penting bagi tubuh yaitu untuk mempertahankan diri dari radikal bebas maupun prooksidan lainnya. Senyawa antioksidan berperan penting karena dapat mencegah berbagai penyakit seperti kanker, penyakit jantung, *stroke* dan penyakit degeneratif lainnya. Beberapa senyawa yang memiliki peran sebagai antioksidan adalah senyawa golongan fenolik dan flavonoid, vitamin C, vitamin E, dan karotenoid (Hernani & Raharjo, 2005). Pengujian aktivitas antioksidan pada sampel menggunakan metode penangkapan radikal DPPH. Metode ini dipilih karena merupakan metode yang sederhana, efektif, praktis dan mudah untuk penampisan aktivitas penangkapan radikal beberapa senyawa (Molyneux, 2004). Metode DPPH didasarkan pada reduksi dari larutan etanol radikal DPPH yang berwarna ungu oleh penghambat

Tabel 1
Kadar fenol dan flavonoid ekstrak etanol kulit batang sekilang

Senyawa	Persamaan regresi linier standar	R ²	Kadar
Fenol	y = 0,007x + 0,0864	0,9985	42,605 mg GAE/g ekstrak
Flavonoid	y = 0,0047x + 0,0181	0,9959	6,165 mg QE/g ekstrak

GAE= gallic acid equivalent (setara asam galat), QE = quercetine equivalent (setara kuersetin)

Tabel 2
Aktivitas antioksidan ekstrak etanol kulit batang sekilang dan vitamin C

Sampel uji	Persamaan regresi linier	R ²	IC ₅₀ (ppm)
Ekstrak Etanol Kulit Batang Sekilang	y = 0,354x + 0,293	0,9990	141,270
Vitamin C	y = 6,113x - 2,141	0,9900	7,83

(penangkal/penangkap) radikal bebas (pendonor elektron) menjadi senyawa non radikal yang berwarna kuning (Biswas dkk, 2005).

Data *inhibition concentration* 50% (IC₅₀) atau nilai persen penangkapan ekstrak/bahan terhadap radikal DPPH merupakan gambaran besarnya konsentrasi aktivitas ekstrak/bahan yang diuji dapat menangkap radikal bebas sebesar 50%. Nilai IC₅₀ dari suatu senyawa digolongkan sangat kuat jika konsentrasinya <50 ppm, kuat jika konsentrasinya 50-100 ppm, sedang jika konsentrasinya 100-250 ppm, lemah jika konsentrasinya 250-500 ppm, dan tidak aktif jika konsentrasinya >500 ppm (Jun dkk., 2006). Data IC₅₀ ekstrak etanol kulit batang sekilang dan vitamin C terhadap penangkapan radikal DPPH disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2, ekstrak etanol kulit batang sekilang memiliki aktivitas antioksidan pada kategori sedang dengan nilai IC₅₀ sebesar 141,27 ppm. Jika dibandingkan dengan vitamin C, aktivitas ekstrak etanol kulit batang sekilang dalam menangkap radikal DPPH jauh lebih rendah dibanding aktivitas vitamin C. Vitamin C memiliki aktivitas yang sangat kuat dengan nilai IC₅₀ sebesar 7,83 ppm. Walaupun demikian, dengan aktivitas yang tergolong sedang tersebut ekstrak etanol kulit batang sekilang memiliki potensi sebagai agen penangkap radikal bebas.

Aktivitas antioksidan memiliki korelasi dengan kandungan senyawa fenolik dan flavonoid. Semakin tinggi kadungan senyawa fenolik dan flavonoid suatu bahan maka semakin baik juga aktivitas antioksidan suatu bahan dalam mendonorkan elektronnya untuk menekan perkembangan radikal bebas (Al-Farsih dkk., 2007; Ghasemzadeh & Ghasemzadeh, 2011; Turumtay, dkk., 2014; Januarti, dkk., 2019). Kadar senyawa fenol yang cukup tinggi pada ekstrak etanol kulit batang sekilang diduga memiliki peran penting sebagai antioksidan. Selain itu juga berdasarkan hasil skrining fitokimia yang sudah dilakukan pada penelitian sebelumnya oleh Supriningrum dkk. (2021) di peroleh adanya tannin yang mana senyawa ini diketahui memiliki aktivitas antioksidan atau penangkap radikal bebas (Zuraida dkk., 2017).

Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh bahwa ekstrak etanol kulit batang sekilang memiliki kandungan total senyawa fenol 42,605 mg GAE/g ekstrak dan kandungan total senyawa flavonoid sebesar 6,165 mg QE/g ekstrak dengan aktivitas antioksidan tergolong sedang (IC₅₀ = 141,27 ppm). Hasil ini menunjukkan bahwa kulit batang sekilang memiliki potensi sebagai sumber antioksidan alami. Walaupun demikian penelitian lebih lanjut masih diperlukan mengingat secara empiris kulit batang sekilang digunakan dalam penangkap ikan dan mengusir lintah yang diduga memiliki sifat toksik.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Samarinda yang telah memberikan dana dan fasilitas dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Al-Farsi, M., Alasalvar, C., Al-Abid, M., Al-Shoaily, K., Al-Amary, M., & Al-Rawahy, F. (2007). Compositional and functional characteristic of dates, syrup, and their by products. *Food Chemistry*, 104(3), 943-947. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.12.051>
- Andriani, D dan Murtisiwi. (2018). Penetapan kadar fenolik total ekstrak etanol bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) dengan Spektrofotometri UV-Vis. *Cendekia Journal of Pharmacy*, 2(1), 32-38. <https://doi.org/10.31596/cjp.v2i1.15>
- Azizah, D. N., Kumolowati, E. & Faramayuda, F. (2014). Penetapan kadar flavonoid metode AlCl₃ pada ekstrak metanol kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.). *Kartika: Jurnal Ilmiah Farmasi*. 2(2), 45-49. <https://doi.org/10.26874/kjif.v2i2.14>
- Biswas, R. Dasgupta, A. Mitra, A. Roy, S.K. Dutta, P.K. Achari, B. Dastidar, S.G., Chatterjee. (2005). Isolation, purification and characterization of four pure compounds from the root extract of *Pluchea indica* Less and the potentiality of the root extract and the pure compounds for antimicrobial activity. *European Bulletin of Drug Research*, 13, 63-70
- Ghasemzadeh, A. & Ghasemzadeh N. (2011). Flavonoids and phenolic acids: Role and biochemical activity in plants and human. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(31), 6697-6703. doi:10.5897/jmpr11.1404
- Idroes, R., Khairan, Fakhri, F. (2017). *Skrining aktivitas tumbuhan yang berpotensi sebagai bahan antimikroba di kawasan Ie Jue (upflow geothermal zone) Aceh Besar*. Herbal Medicine Reseach Centre LPPM Universitas Syiah Kuala.
- Hanin, N. N. F. & Pratiwi, R. (2017). Kandungan fenolik, flavonoid dan aktivitas antioksidan ekstrak daun paku laut (*Acrostichum aureum* L.) fertil dan steril di Kawasan Mangrove Kulon Progo, Yogyakarta. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, 2(X), 51-56. <https://doi.org/10.22146/jtbb.29819>
- Harborne, J. B. (1973). *Phytochemical Methods*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-009-5921-7_2

- Hernani, M.R. & Rahardjo, M. (2006). *Tanaman berkhasiat antioksidan*. Penebar Swadaya.
- Huang, D., Ou, B., Prior, & R. L. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6), 1841–1856. <https://doi.org/10.1021/jf030723c>
- Januarti, I. B., Taufiq, H., & Sulistyaningsih. (2019). The correlation of total flavonoid and total phenolic with antioxidant activity of single bulb garlic (*Allium sativum*) from tawangmangu and magetan. *Jurnal Farmasi Sains Dan Komunitas (Journal of Pharmaceutical Science and Community)*, 16(2), 96-103. <https://doi.org/10.24071/jpsc.001798>
- Jun, M., Fu, H. -Y., Hong, J., Wang, X., Yang, C. S., & Ho, C. T. (2003). Comparison of antioxidant activities of isoflavones from kudzu root (*Pueraria lobate* Ohwi). *Journal of Food Science*, 68(6), 2117-2122. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb07029.x>
- Marinova, D., Ribarova, F., Atanassova, M. (2005). Total phenolics and total flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, 40(3), 255-260. <https://journal.uctm.edu/node/j2005-3/Marinova.pdf>
- Molyneux, P. (2004). The use of stable free radical diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Journal of Science Education and Technology*, 26(2), 211-219. <http://rdo.psu.ac.th/sjst/article.php?art=214>
- Neldawati, Ratnawulan & Gusnedi. (2013). analisis nilai absorbansi dalam penentuan kadar flavonoid untuk berbagai jenis daun tanaman obat. *Pillar of Physics*, 2, 76-83. <http://dx.doi.org/10.24036/756171074>
- Papoti, V.T., Xystouris, S., Papagianni, G., & Tsimidou, M.Z. (2011). “Total flavonoid” content assessment via aluminum [Al(III)] complexation reactions: What we really measure?. *Italian Journal of Food Science*, 23(3), 252-259.
- Rathi, S. G., Bhaskar, V. H., & Patel, G.P. (2010). Antifungal activity of *Embelia ribes* plants extracts. *International Journal of Pharmaceutical and Biological Research*, 1 (1), 6-10.
- Ratulangi. R. Y., Amaliah D., & Aktsar. R. A. (2016). Penetapan kadar flavonoid total dari ekstrak etanolik daun benalu mangga (*Dendrophthe pentandra* (L.) Miq). *Jurnal Fitokimia Indonesia*. 1(1), 14-17. <https://doi.org/10.33096/jffi.v1i1.195>
- Rohman, A., Riyanto, S., Yuniarti, N., Saputra, W.R., Utami, R, & Mulatsih, W. (2010). Antioxidant activity, total phenolic, and total flavonoid of extracts and fractions of red fruit (*Pandanus conoideus* Lam). *Intenational Food Research Journal*, 17, 97–106. [http://www.ifrj.upm.edu.my/17%20\(01\)%202010/\(11\)%20IFRJ-2010-97-106%20Rohman%20Indonesia.pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/17%20(01)%202010/(11)%20IFRJ-2010-97-106%20Rohman%20Indonesia.pdf)
- Sánchez-Rangel, J. C., Benavides, J., Heredia, J. B. Cisneros-Zevallos, L. & Jacobo-Velázquez, D. A. (2013). The Folin–Ciocalteu assay revisited: improvement of its specificity for total phenolic content determination. *Analytical Methods*, 5(21), 5990–5999. <https://doi.org/10.1039/c3ay41125g>
- Souravi K. & Rajasekharan, P. E. (2014) Ethnopharmacological uses of *Embelia ribes* Burm. F. - A review. *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences (IOSR-JPBS)*, 9(3), 23-30. <https://www.iosrjournals.org/iosr-jpbs/papers/Vol9-issue3/Version-3/F09332330.pdf>
- Supriningrum, R., Sundu., R, Sentat T., Kumalasari & Niah, R. (2021). Karakterisasi simplisia dan ekstrak kulit batang sekilang (*Embelia borneensis* Scheff.). *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 6(2), 196-205. <https://doi.org/10.36387/jiis.v6i2.677>
- Turumtay, E. A., İslamoğlu, F., Çavuş, D., Şahin, H., Turumtay, H., & Vanholme, B. (2014). Correlation between phenolic compounds and antioxidant activity of Anzer tea (*Thymus praecox* Opiz subsp. *caucasicus* var. *caucasicus*). *Industrial Crops and Products*, 52, 687–694. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.11.042>
- Vermerris, W. & Nicholson, R. (2006). *Phenolic compound biochemistry*. Springer
- Wang X., Ding, G., Liu B., and Wang Q. (2017). Analysis of flavonoids and antioxidants in extracts of ferns from Tianmu Mountain in Zhejiang Province (China), *Industrial Crops and Products*, 97, 137-145. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.12.013>
- Widowati, W., Safitri, R., Rumumpuk, R. & Siahaan M. (2005). Penapisan aktivitas superoksida dismutase pada berbagai tanaman. *Jurnal Kedokteran Maranatha* (Maranatha Journal of Medicine and Health). 5(1), 33-48. <https://www.neliti.com/publications/148578/penapisan-aktivitas-superoksida-dismutase-pada-bagaiman-tanaman#cite>
- Zuraidah, Sulistiyani, Sajuthi, D., Suparto, I. H. (2017). Fenol, flavonoid, dan aktivitas

antioksidan pada ekstrak kulit batang pulai
(*Alstonia scholaris* R.Br). *Jurnal Penelitian
Hasil Hutan*, 35(3), 211-219.
[https://doi.org/10.20886/jphh.2017.35.3.211-
219](https://doi.org/10.20886/jphh.2017.35.3.211-219)