



dapat diakses melalui <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jmuo>



## Perbandingan Aktivitas Antioksidan Bahan Alami Dan Bahan Sintetis (Study Pada Kayu Secang dan Vitamin C)

Ulfa Nurullita<sup>a\*</sup>, Estri Irawati<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Muhammadiyah Semarang

### KATA KUNCI

Flavonoid  
IC50  
Kayu Secang

### ABSTRAK

Berbagai faktor di lingkungan berkontribusi besar dalam pembentukan radikal bebas di mana paparan yang terus menerus akan mengakibatkan stress oksidatif. Radikal bebas dan stress oksidatif dapat dicegah dan dihambat dengan antioksidan. Salah satu bahan yang berpotensi, mudah ditemukan dan mempunyai harga terjangkau adalah kayu secang (*Caesalpinia sappan L*). Senyawa antioksidan berhubungan sangat erat dengan lingkungan tempat tumbuh. Perlu dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi senyawa flavonoid dan aktivitas antioksidan Kayu Secang yang berasal dari tempat tumbuh lain yang berbeda. Jenis penelitian ini adalah deskriptif dengan pendekatan analisis laboratorium. Tahapan penelitian meliputi persiapan bahan tanaman, ekstraksi dengan metode maserasi, identifikasi flavonoid dengan uji mikrokimiawi (uji warna), uji kadar flavonoid dengan metode spektrofotometri ultraviolet-cahaya tampak/UV-Vis, dan uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH. Hasil penelitian menunjukkan ekstrak etanol kayu secang mengandung flavonoid yang ditandai dengan adanya warna jingga, kadar flavonoid total 0.1136 mg EQ/ ml, dan memiliki aktivitas antioksidan (IC50) sebesar 56.32 µg/mL. IC50 vitamin C sebesar 10.69 µg/mL. Dari hasil penelitian ini disimpulkan ekstrak etanol kayu secang dari Kabupaten Situbondo berpotensi sebagai sumber antioksidan alami yang mengandung flavonoid dengan kadar 0.1136 mg EQ/ ml, lebih rendah dibanding vitamin C. Namun aktivitas antioksidan ekstrak etanol kayu secang tergolong dalam katagori kuat.

### KEYWORDS

Flavonoid  
IC50  
Caesalpinia sappan L

### ABSTRACT

Various factors in the environment contribute greatly to the formation of free radicals where continuous exposure will result in oxidative stress. Free radicals and oxidative stress can be prevented and inhibited with antioxidants. One material that has the potential, is easy to find and has affordable prices, is sappan wood (*Caesalpinia sappan L*). Antioxidant compounds are closely related to the environment in which they grow. It is necessary to research to identify flavonoid compounds and antioxidant activity of Secang Wood originating from different growing places. Methods: This type of research is descriptive with a laboratory analysis approach. The research stages include preparation of plant material, extraction by maceration method, identification of flavonoids by microchemical test (color test), test of flavonoid content by ultraviolet-visible light/UV-Vis spectrophotometry method, and antioxidant activity test by DPPH method. Results: Secang wood ethanol extract contains flavonoids which are characterized by an orange color, total flavonoid content is 0.1136 mg EQ/ml, and has antioxidant activity (IC50) of 56.32 g/mL. IC50 of vitamin C is 10.69 µg/m. Conclusion: Secang wood ethanol extract from Situbondo Regency has the potential as a source of natural antioxidants containing flavonoids with a concentration of 0.1136 mg EQ/ml, and based on its antioxidant activity, it is classified in the strong category.

### TERSEDIA ONLINE

01 Agustus 2022

### Pendahuluan

Berbagai faktor di lingkungan berkontribusi besar dalam pembentukan radikal bebas eksogen. (Aprini, Novianry and Zakiah, 2019) Radikal bebas

adalah atom atau senyawa yang kehilangan pasangan elektronnya yang menyebabkan tidak stabil, sangat reaktif, selalu mencari pasangan (Popovic *et al.*, 2015) sehingga mudah bereaksi dengan zat lain dalam tubuh. (Arief and

\*Corresponding author:

Email address: ulfa@unimus.ac.id

Published by FMIPA UNSRAT (2022)

Widodo, 2018) Paparan radikal bebas yang terus menerus akan melebihi kapasitas antioksidan dan terjadi ketidakseimbangan yang disebut stress oksidatif. Stres oksidatif menyebabkan kerusakan oksidatif pada berbagai molekul yang bila berlanjut akan menyebabkan efek karsinogenik. (Popovic et al., 2015)

Radikal bebas dan kerusakan oksidatif dapat dicegah dan dihambat dengan antioksidan, dengan cara menambahkan gugus atom hidrogen pada elektron yang tidak memiliki pasangan sehingga dapat stabil. (Phaniendra, Jestadi and Periyasamy, 2015) (Werdhasari, 2014) Pemanfaatan antioksidan dalam mencegah kerusakan oksidatif perlu dilakukan mengingat banyaknya pajanan bahan berbahaya di lingkungan. Salah satu bahan yang berpotensi, mudah ditemukan di Indonesia dan mempunyai harga terjangkau adalah kayu secang (*Caesalpinia sappan L*). Hasil penelitian menunjukkan ekstrak etanol kayu secang mempunyai efek hipolipidemik (Rahman, Kosman and Indra, 2015), dapat menurunkan kadar gula darah (Popovic et al., 2015), dan memiliki aktivitas sitotoksik dan penghambatan MMP pada sel kanker payudara 4T1 (Phaniendra, Jestadi and Periyasamy, 2015), Senyawa antioksidan berhubungan sangat erat dengan lingkungan tempat tumbuh. Perlu dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi senyawa flavonoid dan aktivitas antioksidan Kayu Secang yang berasal dari tempat tumbuh yang berbeda.

### Material dan Metode

Jenis penelitian ini adalah deskriptif dengan pendekatan analisis laboratorium. Tahapan penelitian meliputi preparasi sampel, ekstraksi sampel, identifikasi flavonoid, uji kadar flavonoid, dan uji aktivitas antioksidan.

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan kayu secang, methanol, aquades, asam asetat glacial, NaOH, AlCl<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>OH, kuersetin.

Alat yang digunakan aluminium foil, botol selai, cawan petri, chamber, corong pisah, gelas kimia, hot plate, kertas label, kamera, kertas saring, mortal dan pastle (alue), neraca analitik, pipet tetes, pisau besar, rak tabung reaksi, rotary evaporator, spektrofotometer UV-Vis, sendok, tabung reaksi, thermometer.

### Preparasi Bahan tanaman / Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu secang yang berasal dari Kabupaten Situbondo. Batang kayu secang dalam bentuk basah dicuci bersih dengan air mengalir, kemudian dianginkan pada suhu ruangan untuk menghilangkan kadar air dalam sampel agar terhindar dari perkembangbiakan mikroba dan agar senyawa aktif pada sampel tidak rusak. Selanjutnya kulit batang dibuang, kemudian kayu diserut tipis dengan ketebalan 3-5 mm. dan dikeringkan dengan oven pada 60 °C. Akhir pengeringan ditandai dengan permukaan serutan kayu yang kering. Selanjutnya

kayu secang diblender dan dilanjutkan dengan *disk mill* hingga didapatkan serabut yang lebih halus.

### Ekstraksi Sampel

175 gram simplisia kayu secang ditambahkan etanol 80% sampai terendam, kemudian diaduk selama 1 jam dan didiamkan 24 jam. Selanjutnya disaring dan dipisahkan ampas dan filtratnya. Pada ampas ditambahkan etanol 80% dan diaduk kembali 1 jam, dan didiamkan 24 jam (maserasi dilakukan 3 kali). Setelah filtrat keseluruhan terkumpul dari 3 ekstraksi, kemudian dipekatkan dengan *rotary evaporator* dengan suhu 60 °C kemudian diuapkan di atas *waterbath* sampai didapatkan bobot konstan. (Taufik, AN, 2016)

### Identifikasi Flavonoid

Sampel sebanyak ± 1 mL dicampurkan dengan 3 mL etanol 70% lalu dikocok, setelah itu dipanaskan, lalu dikocok lagi dan kemudian disaring. Filtrat yang diperoleh kemudian ditambah pita Mg 0,1 gram dan 2 tetes HCl pekat. (Ayu P, Hidajati, 2019)

### Uji Kadar Flavonoid

100 mg sampel dilarutkan dalam 10 mL methanol, disaring dan diambil sebanyak 5 mL AlCl<sub>3</sub> 2% (b/v). Sampel dihomogenkan dan diinkubasi selama 10 menit. Absorbansi diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 454,63 nm. Kuersetin sebagai standar dengan konsentrasi 10, 20, 30, 40, 50 ppm. Kandungan flavonoid dianggap sebagai jumlah ekuivalen mg kuersetin (QE) per gram sampel. Data yang diperoleh, kemudian dianalisis dengan regresi linier sederhana sehingga didapatkan nilai IC<sub>50</sub> menggunakan Microsoft Excel. (Setiawan, et al, 2018)

### Uji Aktivitas Antioksidan

Pembuatan larutan DPPH: Serbuk DPPH 15 mg dilarutkan dengan 100 ml etanol dalam labu tentukur. Larutan dijaga pada suhu kamar, terlindung dari cahaya untuk segera digunakan.

Dibuat beberapa larutan sampel dengan konsentrasi 25, 50, 75, 100, 125, 150, 200 ppm dan trolox dengan konsentrasi 20, 40, 60, 80, dan 100 ppm. Sampel dipipet dan ditambahkan larutan DPPH (200 ppm) dengan perbandingan 1:4 ke dalam 96-well clear polystyrene microplate lalu dihomogenkan. Campuran diinkubasi selama 30 menit pada suhu 37° C, kemudian serapan diukur dengan *microplate reader* pada panjang gelombang 520 nm. Asam askorbat sebagai kontrol positif diperlakukan sama dengan sampel. Data dianalisis dengan regresi linier sederhana menggunakan Microsoft Excel. (Setiawan, et al, 2018).

### Hasil dan Pembahasan

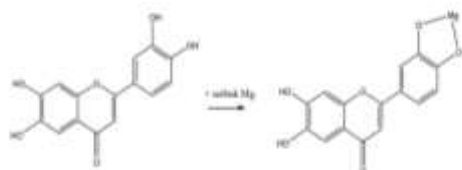
#### EKSTRAKSI MASERASI

Maserasi pada penelitian ini menggunakan pelarut etanol 80% dan dilakukan 3 kali. Ekstrak yang didapat dari proses maserasi berupa filtrat berwarna jingga.

#### UJI KANDUNGAN FLAVONOID

Uji flavonoid dilakukan dengan penambahan pita Mg dan HCl pekat. Flavonoid yang tereduksi dengan

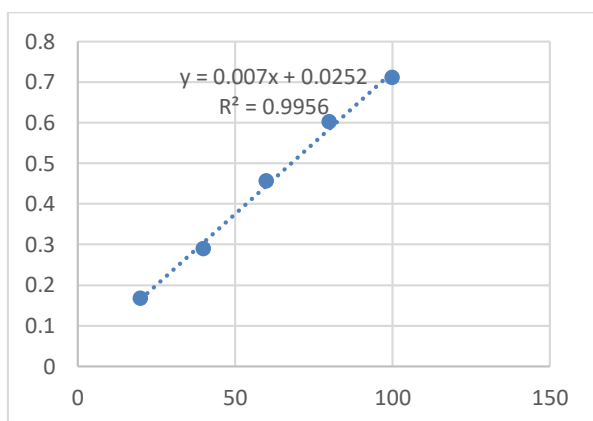
Mg dan HCl dapat memberikan warna merah, kuning atau jingga (Baud, Sangi and Koleangan, 2014). Hasil pengujian fitokimia menunjukkan ekstrak etanol 80% mengandung flavonoid yang ditandai dengan adanya warna jingga. Reaksi dugaan flavonoid dengan pita Mg ditunjukkan pada gambar 1



Gambar 1. Reaksi Dugaan Flavonoid dengan Serbuk Mg (Marliana and Suryanti, 2005)

**UJI KADAR FLAVONOID EKSTRAK KAYU SECANG**

Kadar flavonoid total dihitung berdasar kurva kalibrasi kuersetin pada panjang gelombang 510 nm dengan hasil seperti pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Kurva kalibrasi kuersetin pada panjang gelombang 510 nm

Hasil pengukuran absorbansi diperoleh hubungan yang linier antara absorbansi dengan konsentrasi sebesar 0,9956, intersep sebesar 0,0252 dan nilai slope sebesar 0,007 sehingga diperoleh persamaan kurva baku  $y = 0,007 x + 0,0252$ . Dari persamaan ini didapatkan kandungan flavonoid kuersetin terhadap ekstrak etanol kayu secang dengan hasil seperti pada table 1.

Tabel 1. Kandungan Flavonoid Total (Mg QE/ mL ekstrak)

| Replikasi | Kandungan Flavonoid Total (Mg QE/ mL ekstrak) |
|-----------|---|
| 1         | 0.1137  |
| 2         | 0.1145  |
| 3         | 0.1125  |
| X ± SD    | 0.1136 ± 0.10066                              |

Berdasarkan perhitungan diperoleh kadar flavonoid total rata-rata ekstrak etanol kayu secang sebesar  $0.1136 \pm 0.10066$  mg EQ/ ml, artinya dalam setiap mili liter ekstrak etanol kayu secang memiliki kadar flavonoid sebanding dengan kadar flavonoid dari 0.1136 mg kuersetin.

**UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN**

Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan menggunakan metode DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhidrazyl) dengan spektrofotometer UV-Visible terhadap ekstrak etanol kayu secang yang kemudian dibandingkan dengan vitamin C (asam askorbat), dengan hasil seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Antioksidan Ekstrak Etanol Kayu Secang dan Vitamin C

| Sampel                    | Konsentrasi (ppm) | % inhibisi | IC50 (µg/mL) |
|---------------------------|-------------------|------------|--------------|
| Vitamin C (Asam askorbat) | 2                 | 7.54       | 10.69 ± 0.10 |
|                           | 4                 | 21.61      |              |
|                           | 6                 | 32.23      |              |
|                           | 8                 | 41.13      |              |
|                           | 10                | 49.68      |              |
| Kayu secang               | 20                | 15.29      | 56.32 ± 1.30 |
|                           | 40                | 24.84      |              |
|                           | 60                | 36.47      |              |
|                           | 80                | 42.21      |              |
|                           | X ± SD            | 100        | 55.42        |

Aktivitas antioksidan dinyatakan dalam persen inhibisi 50% (IC50). Pada konsentrasi 56,32 µg/mL ekstrak kayu secang dapat menghambat 50% radikal bebas (DPPH). Aktivitas antioksidan vitamin C lebih besar dibanding ekstrak etanol kayu secang. Meskipun demikian ekstrak etanol kayu secang termasuk antioksidan kuat. Suatu senyawa dikatakan sebagai antioksidan kuat jika nilai IC50 50-100 ppm. Semakin tinggi kadar senyawa antioksidan dalam sampel maka akan semakin rendah nilai IC50. (Turkoglu et al., 2007) (Utari, 2017)

**PEMBAHASAN**

Uji fito kimia yang pernah dilakukan terhadap tanaman secang menunjukkan adanya kandungan senyawa alkaloid, triterpenoid, flavonoid, fenolik, steroid, pewarna merah saponin, tanin, fitosterol, asam galat dan brazilin (Werddhasari, 2014). Zat penciri dalam kayu secang terutama adalah brazilin (C<sub>16</sub>H<sub>14</sub>O<sub>5</sub>). Brazilin merupakan senyawa flavonoid yang secara struktur termasuk kelompok isoflavonoid. Brazilin adalah kristal berwarna kuning, tetapi jika teroksidasi akan menghasilkan brazilein yang berwarna merah kecoklatan yang dapat larut dalam air. (Y. Min, W., D. X. Fan, L. Zheng, M. Yu, N. Z., Hui, S., and Li, 2006)

Proses ekstraksi serat kayu secang menggunakan metode maserasi. Tujuannya untuk mengekstrak senyawa aktif yang dapat larut dalam pelarut berdasarkan tingkat kepolaran masing-masing pelarutnya. (Khopkar, 2008) Pada penelitian ini kayu secang yang digunakan diperoleh dari Kabupaten Situbondo, dan hanya digunakan pada bagian batang pohonnya saja. Analisis kualitatif dilakukan untuk mengetahui komponen kimia pada tumbuhan dengan menggunakan asam klorida (HCl). Flavonoid ditunjukkan dengan perubahan warna yang terbentuk yaitu warna jingga. (Harborne, 1987)

Hasil identifikasi menunjukkan ekstrak etanol kayu secang (*Caesalpinia sappan L*) positif mengandung flavonoid yang ditunjukkan dengan warna jingga.

Flavonoid merupakan senyawa alam yang berpotensi sebagai antioksidan yang dapat menangkalkan radikal bebas yang berperan pada timbulnya penyakit degeneratif melalui mekanisme perusakan sistem imunitas tubuh, oksidasi lipid dan protein (Ridwan Rais, 2015). Tanaman yang banyak mengandung senyawa flavonoid akan mempunyai aktivitas antioksidan. (Ridwan Rais, 2015)

Kadar flavonoid total ekstrak etanol kayu secang sebesar 11.36 mg EQ/100 ml ekstrak, artinya dalam setiap 100 ml ekstrak setara dengan 11.36 mg kuersetin. Tanaman obat yang mengandung flavonoid, memiliki aktivitas antioksidan, antibakteri, antivirus, antiradang, antialergi dan antikanker. (Aminah, Tomayahu and Abidin, 2017) Flavonoid mempunyai peran sebagai antiplatelet, antiinflamasi, dan antidiabetes. (Guerrero et al., 2005; Hämäläinen et al., 2007; Djamil et al., 2017) Berdasarkan hal ini maka pengujian flavonoid penting dilakukan untuk melihat potensi antioksidan dari bahan alam.

Antioksidan dapat mengurangi resiko terhadap berbagai penyakit akut dan kronis dengan cara meredam senyawa radikal bebas yang terlibat dalam patogenesis berbagai penyakit. Flavonoid mempunyai kemampuan antioksidannya dalam mencegah terjadinya luka akibat radikal bebas dan ada korelasi yang linier antara kandungan flavonoid terhadap aktivitas antioksidan. (Arifin and Ibrahim, 2018) (Nur et al., 2019)

Nilai IC50 ekstrak kayu secang sebesar 56.32 µg/mL, sedangkan vitamin C sebagai pembanding memiliki nilai IC50 sebesar 10.69 µg/mL. Jika dibandingkan dengan vitamin C, maka vitamin C memiliki aktivitas antioksidan yang lebih kuat dibandingkan dengan ekstrak secang. Namun demikian, ekstrak etanol kayu secang dalam penelitian ini tergolong antioksidan kuat. Antioksidan kuat dari bahan alam seperti pada hasil penelitian ini diharapkan dapat menggantikan antioksidan sintetis. Ini disebabkan antioksidan alam mempunyai tingkat keamanan terhadap sel dan respon pasar yang lebih baik dibanding dengan antioksidan sintetis. (Shebis et al., 2013) (Akbarirad et al., 2016).

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ekstrak etanol kayu secang (*Caesalpinia sappan L.*) berpotensi sebagai sumber antioksidan alami. Ekstrak kayu secang dari Kabupaten Situbondo mempunyai kadar flavonoid 0.1136 mgQE/g extract dan aktivitas antioksidannya tergolong kuat.

### Daftar Pustaka

Akbarirad, H. et al. (2016) 'An overview on some of important sources of natural antioxidants', *International Food Research Journal*, 23(3), pp. 928-933.

- Aminah, A., Tomayahu, N. and Abidin, Z. (2017) 'Penetapan Kadar Flavonoid Total Ekstrak Etanol Kulit Buah Alpukat (*Persea americana Mill.*) Dengan Metode Spektrofotometri UV-VIS', *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 4(2), pp. 226-230. doi: 10.33096/jffi.v4i2.265.
- Aprini, U. R., Novianry, V. and Zakiah, M. (2019) 'Pengaruh Pemberian Astaxanthin terhadap Kadar Malondialdehid pada Kerusakan Jaringan Testis Tikus Putih yang diinduksi Formaldehid secara Oral Program Studi Kedokteran, FK UNTAN Departemen Biokimia Medik, Program Studi Kedokteran, FK UNTAN Departemen H', 5, pp. 1234-1247.
- Arief, H. and Widodo, M. A. (2018) 'Peranan Stres Oksidatif pada Proses Penyembuhan Luka', *Jurnal Ilmiah Kedokteran Wijaya Kusuma*, 5(2), p. 22. doi: 10.30742/jikw.v5i2.338.
- Arifin, B. and Ibrahim, S. (2018) 'Struktur, Bioaktivitas Dan Antioksidan Flavonoid', *Jurnal Zarah*, 6(1), pp. 21-29. doi: 10.31629/zarah.v6i1.313.
- Ayu Prahati, E. and Hidajati, N. (2019) 'Uji Aktivitas Antioksidan Kombinasi Ekstrak Etanol Kayu Secang (*Caesalpinia Sappan L.*) Dan Kayu Manis (*Cinnamomum Burmanni Nees Ex Bl.*)', *Unesa Journal of Chemistry*, 8(2).
- Baud, G. S., Sangi, M. S. and Koleangan, H. S. J. (2014) 'Analisis Senyawa Metabolit Sekunder Dan Uji Toksisitas Ekstrak Etanol Batang Tanaman Patah Tulang (*Euphorbia Tirucalli L.*) Dengan Metode Brine Shrimp Lethality Test (BSLT) Analysis Of Secondary Metabolite Compounds And Toxicity Test Of Stem Plant Etha', *Jurnal Ilmiah Sains*, 14(2), pp. 1-8. Available at: gracebaud1@gmail.com.
- Djamil, R. et al. (2017) 'Antidiabetic Activity of Flavonoid from Binahong Leaves (*Anredera cordifolia*) Extract in Alloxan Induced Mice', *Journal of Pharmacognosy & Natural Products*, 03(02), pp. 2-5. doi: 10.4172/2472-0992.1000139.
- Taufik AN. (2016) 'Perbandingan Daya Antioksidan Ekstrak Etanol Kayu Secang Putih Dan Merah (*Caesalpinia sappan L.*)', 5(1), pp. 1-16.
- Guerrero, J. A. et al. (2005) 'Flavonoids inhibit platelet function through binding to the thromboxane A2 receptor', *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, 3(2), pp. 369-376. doi: 10.1111/j.1538-7836.2004.01099.x.
- Hämäläinen, M. et al. (2007) 'Anti-Inflammatory Effects of Flavonoids: Genistein, Kaempferol, Quercetin, and Daidzein Inhibit STAT-1 and NF- $\kappa$ B Activations, Whereas Flavone, Isorhamnetin, Naringenin, and Pelargonidin Inhibit only NF- $\kappa$ B', *Mediators of Inflammation*, 2007, pp. 1-10. Available at: <http://www.hindawi.com/journals/mi/2007/045673/abs/>.

- Harborne, J. . (1987) *Metode Fitokimia, Edisi kedua*. Bandung: ITB.
- Khopkar, S. . (2008) *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI Press.
- Marliana, S. D. and Suryanti, V. (2005) 'Skrining Fitokimia dan Analisis Kromatografi Lapis Tipis Komponen Kimia Buah Labu Siam ( *Sechium edule Jacq . Swartz .*) dalam Ekstrak Etanol The phytochemical screenings and thin layer chromatography analysis of', *Biofarmasi*, 3(1), pp. 26–31.
- Nur, S. et al. (2019) 'Korelasi Antara Kadar Total Flavonoid dan Fenolik dari Ekstrak dan Fraksi Daun Jati Putih (*Gmelina Arborea Roxb.*) Terhadap Aktivitas Antioksidan', *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy) (e-Journal)*, 5(1), pp. 33–42. doi: 10.22487/j24428744.2019.v5.i1.12034.
- Phaniendra, A., Jestadi, D. B. and Periyasamy, L. (2015) 'Free Radicals: Properties, Sources, Targets, and Their Implication in Various Diseases', *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, 30(1), pp. 11–26. doi: 10.1007/s12291-014-0446-0.
- Popovic, L. M. et al. (2015) 'Influence of vitamin c supplementation on oxidative stress and neutrophil inflammatory response in acute and regular exercise', *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2015. doi: 10.1155/2015/295497.
- Rahman, S., Kosman, R. and Indra, W. I. (2015) 'Uji Efek Hipolipidemik Ekstrak Etanol Kayu Secang (*Caesalpinia Sappan L.*) Terhadap Tikus Wistar (*Rattus Norvegicus*) Jantan', *As-Syifaa*, 07(02), pp. 103–113.
- Ridwan Rais, I. (2015) 'Isolasi Dan Penentuan Kadar Flavonoid Ekstrak Etanolik Herba Sambilo (*Andrographis paniculata* (BURM.F.) NESS)', *Pharmaciana*, 5(1), pp. 100–106. doi: 10.12928/pharmaciana.v5i1.2292.
- Setiawan, F., Yunita, O. and Kurniawan, A. (2018) 'Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Kayu Secang dan FRAP', *Jurnal Media Pharmaceutica Indonesiana*, 2(2), pp. 82–89.
- Shebis, Y. et al. (2013) 'Natural Antioxidants: Function and Sources', *Food and Nutrition Sciences*, 04(06), pp. 643–649. doi: 10.4236/fns.2013.46083.
- Turkoglu, A. et al. (2007) 'Antioxidant and antimicrobial activities of *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill', *Food Chemistry*, 101(1), pp. 267–273. doi: 10.1016/j.foodchem.2006.01.025.
- Utari, F. D. (2017) 'Produksi Antioksidan dari Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia sappan L.*) Menggunakan Pengereng Berkelembaban Rendah', *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 6(3), pp. 1–4. doi: 10.17728/jatp.241.
- Werdhasari, A. (2014) 'Peran Antioksidan Bagi Kesehatan', *Jurnal Biomedik Medisiana Indonesia*, 3(2), pp. 59–68.
- Y. Min, W., D. X. Fan, L. Zheng, M. Yu, N. Z., Hui, S., and Li, J. D. 2 (2006) 'Brazilin an Important Immunosuppressive Componen from *Caesalpinia sappan L.*', *Jurnal Teknologi Terpadu*.