

Karakterisasi Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Mimba (*Azadirachta Indica* A. Juss) dari Desa Jagaraga, Kecamatan Sawan, Kabupaten Buleleng, Bali

**(Characterization of Antioxidant Activity of Neem [*Azadirachta indica* A. Juss]
Leaves Extract Originated from Jagaraga Village, Sawan Subdistrict, Buleleng District, Bali)**

Arrohmatu Syafoqoh Li'aini*, I Putu Agus Hendra Wibawa, dan I Nyoman Lugrayasa

Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Eka Karya Bali, Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya,
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jl. Kebun Raya, Candikuning, Kec. Baturiti, Kabupaten Tabanan 82191, Bali, Indonesia
Telp. (0368) 2033211; Faks. (0368) 2033211

*E-mail: syafa.liaini@gmail.com

Diajukan: 30 Desember 2019; Direvisi: 7 Juni 2021; Diterima: 23 Juni 2021

ABSTRACT

Neem is a tropical and subtropical plant that has been widely as for traditional medicinal material for decades. Neem extract is showed a broad spectrum of biological activity, such as antimicrobial, anti-inflammatory, and antioxidant properties. Antioxidants are chemical compounds to inhibit the formation of free radicals. This study aimed to determine the antioxidant activity of neem leaves obtained from Jagaraga Village, Sawan Subdistrict, Buleleng District, Bali. The antioxidant activity of extracts neem leaf was analyzed through the 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl radical (DPPH) method by measuring the absorbance of the solution using a spectrophotometer at a wavelength of 516 nm. The set treatment of neem leaf concentration extract used: 100, 200, 300, 400, 500, 600, and 700 ppm. The study showed that the extract concentration was inversely related to the absorbance value of the solution. The low absorbance value of the solution indicated the high antioxidant activity of neem leaf extract. DPPH solution added to neem leaf extract caused the solution color was changing. The results of these studies showed that a higher concentration of neem leaf extract indicated that they have also a higher antioxidant activity. The analysis showed the IC_{50} average value of extract leaves neem reached 51.74 so that they were classified as having strong antioxidant activity. This result can be used as preliminary information to support the conservation program of local genetic resources, especially at Buleleng, Bali.

Keywords: Neem, DPPH, free radicals, IC_{50} , reactive oxygen species.

ABSTRAK

Mimba merupakan tumbuhan daerah tropis dan subtropis yang telah banyak digunakan sebagai bahan obat tradisional sejak jaman prasejarah. Ekstrak mimba terbukti memiliki spektrum aktivitas biologi yang luas, antara lain antimikroba, antiinflamasi, dan antioksidan. Antioksidan merupakan senyawa kimia yang berfungsi untuk menghambat pembentukan radikal bebas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antioksidan daun mimba yang diperoleh dari Desa Jagaraga, Kecamatan Sawan, Kabupaten Buleleng, Bali. Pada penelitian ini, aktivitas antioksidan daun mimba diuji melalui metode *1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl radical* (DPPH) dengan mengukur daya serap larutan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 516 nm. Konsentrasi ekstrak daun mimba yang digunakan adalah 100, 200, 300, 400, 500, 600, dan 700 ppm. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak berbanding terbalik dengan nilai daya serap larutan. Rendahnya nilai daya serap larutan menunjukkan tingginya aktivitas antioksidan ekstrak daun mimba. Larutan DPPH yang ditambahkan dalam ekstrak daun mimba juga menyebabkan perubahan warna larutan. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak, semakin tinggi pula aktivitas antioksidannya. Hasil analisis menunjukkan rerata nilai IC_{50} ekstrak daun mimba sebesar 51,74, sehingga dikategorikan memiliki aktivitas antioksidan kuat. Hasil karakterisasi ini merupakan informasi awal mendukung program sumber daya genetik lokal, khususnya di daerah Kabupaten Buleleng, Bali.

Kata kunci: Mimba, DPPH, IC_{50} , radikal bebas, *reactive oxygen species*.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara tropis yang kaya akan berbagai jenis tumbuhan yang dapat dimanfaatkan sebagai obat (Supriyanto et al. 2018). Salah satu tumbuhan yang dimanfaatkan sebagai obat tradisional yang juga terdapat di India, Myanmar, Afrika Selatan, dan Asia Tenggara adalah mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) (Vimala et al. 2014). Menurut Sukrasno (2003), mimba merupakan tanaman asli dari India dengan penyebarannya meliputi hutan-hutan di wilayah Mauritius, Karibia, Fiji, Amerika, Asia Selatan, dan Asia Tenggara, termasuk Sri Lanka, Malaysia, Pakistan, Thailand, dan Indonesia. Di Indonesia, mimba banyak tumbuh di Lombok, Bali, Subang, dan di daerah Pantai Utara Jawa Timur. Di Bali jumlah tanaman mimba diperkirakan lebih dari 500 ribu pohon dan dikenal dengan nama *intaran*. Selain itu, tanaman ini juga banyak ditemukan di Lombok, jumlahnya diperkirakan sekitar 250–300 ribu pohon.

Mimba termasuk dalam keluarga Meliaceae. Pohon mimba dapat tumbuh hingga mencapai ketinggian 30 m dengan diameter batang mencapai 2 sampai 5 m, sedangkan kanopi daunnya mencapai 10 m (Palupi et al. 2016). Hampir semua bagian tumbuhan mimba mengandung senyawa bioaktif, baik pada bagian batang, daun, maupun bijinya (Asif 2012; Supriyanto et al. 2018). Senyawa bioaktif yang terdapat dalam mimba antara lain azadiron, promeliasin, limonoid, gedunin, vilasinin, C-sekomeliasin, azadirachtin, nimbin, salanin dan non-iosprenoid lainnya, asam amino/protein, polisakarida, flavonoid, β -sitosterol, hiperosida, nimbolida, *quercetin*, dan *quercitrin* (Biswas et al. 2002; Balaji and Cheralathan 2015; Miarsih 2017). Oleh karena itu, ekstrak mimba terbukti memiliki spektrum aktivitas biologi yang luas, antara lain antimikroba, antiinflamasi, dan antioksidan (Ghimeray et al. 2009; Pankaj et al. 2011; Hashmat et al. 2012; Pokhrel et al. 2015; Agustin et al. 2016; Ravishankar et al. 2018).

Beberapa tahun terakhir, aktivitas antioksidan dari senyawa fenolik tumbuhan menjadi perhatian khusus bagi industri obat dan pangan sebagai pengganti antioksidan sintetik untuk mencegah berbagai macam penyakit (Nahak dan Sahu

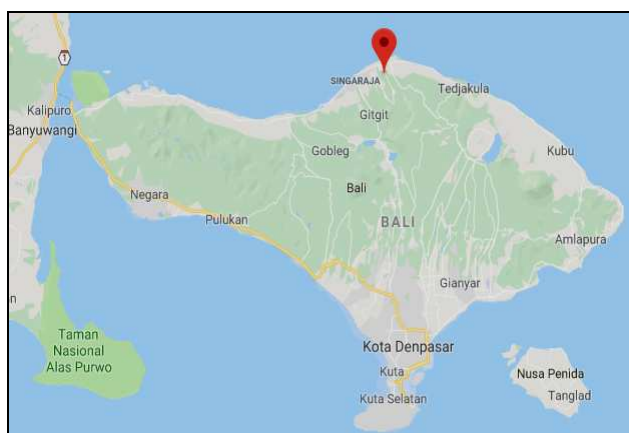
2011). Antioksidan adalah senyawa kimia yang berfungsi untuk menghambat pembentukan radikal bebas dengan cara mencegah reaksi oksidasi dari rantai radikal bebas, menunda atau menghambat proses oksidasi, atau dengan cara memperlambat peroksidasi lipid. Radikal bebas atau *reactive oxygen species* adalah senyawa atau molekul yang mengandung satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan. Adanya elektron yang tidak berpasangan tersebut sangat reaktif mencari pasangannya dengan cara menyerang dan mengikat molekul yang ada di sekitarnya (Wiendarlina dan Sukaesih 2019). Radikal bebas menjadi salah satu penyebab utama berbagai macam penyakit degeneratif seperti hipertensi, jantung, diabetes, dan lainnya (Miarsih 2017; Ravishankar et al. 2018; Supriyanto et al. 2018). Oleh karena itu, perlu dilakukan pengendalian radikal bebas dengan memanfaatkan ekstrak tumbuhan.

Selama ini karakterisasi aktivitas antioksidan pada mimba, khususnya yang banyak tumbuh di Bali belum banyak dilakukan. Tumbuhan mimba banyak ditemukan di Desa Jagaraga, Kecamatan Sawan, Kabupaten Buleleng, Bali. Namun tidak banyak dimanfaatkan sebagai obat oleh warga, melainkan untuk pakan ternak, terutama pada musim kemarau. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antioksidan daun mimba yang diperoleh dari Desa Jagaraga, Kecamatan Sawan, Kabupaten Buleleng, Bali.

BAHAN DAN METODE

Sampel daun mimba dikoleksi dari Desa Jagaraga, Kecamatan Sawan, Kabupaten Buleleng, Bali (Gambar 1). Sampel diambil pada ketinggian 125 mdpl.

Sampel daun mimba terlebih dahulu dicuci dengan air mengalir lalu ditiriskan. Daun kemudian dipotong tipis-tipis lalu dikeringanginkan selama 3–5 hari. Sebanyak 100 g sampel yang telah kering kemudian direndam dalam 1.000 ml metanol selama ± 3 hari dalam Erlenmeyer. Rendaman diaduk perlahan dengan cara menggoyangkan Erlenmeyer setiap 24 jam sekali. Setelah 3 hari, rendaman daun mimba disaring dengan kertas saring sehingga diperoleh maserasi (sediaan cair). Maserasi kemu-



Gambar 1. Peta daerah pengambilan contoh daun mimba.

dian diuapkan dalam IKA RV10 *rotary evaporator* hingga seluruh pelarut metanol absolut menguap dan diperoleh ekstrak kental.

Pembuatan Ekstrak Daun Mimba

Sampel daun mimba terlebih dahulu dicuci dengan air mengalir lalu ditiriskan. Daun kemudian dipotong tipis-tipis lalu dikeringanginkan selama 3–5 hari. Sebanyak 100 g sampel yang telah kering kemudian direndam dalam 1.000 ml metanol selama ± 3 hari dalam Erlenmeyer. Rendaman diaduk perlahan dengan cara menggoyangkan Erlenmeyer setiap 24 jam sekali. Setelah 3 hari, rendaman daun mimba disaring dengan kertas saring sehingga diperoleh maserasi (sediaan cair). Maserasi kemudian diuapkan dalam IKA RV10 *rotary evaporator* hingga seluruh pelarut metanol absolut menguap dan diperoleh ekstrak kental.

Analisis Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan diuji dengan metode *1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl radical* (DPPH). DPPH adalah salah satu uji aktivitas antioksidan secara *in vitro* untuk menentukan potensi suatu sampel sebagai antioksidan (Nahak dan Sahu 2011). Penggunaan metode DPPH didasarkan pada keuntungan yang dimiliki yaitu sederhana, cepat, mudah, peka, dan hanya membutuhkan sedikit contoh untuk evaluasi aktivitas antioksidannya. Metode DPPH berprinsip pada pengukuran aktivitas antioksidan secara kuantitatif dengan mengukur penangkapan radikal DPPH oleh suatu

senyawa yang memiliki aktivitas antioksidan (Molyneux 2004). Aktivitas antioksidan, dalam hal ini ekstrak daun mimba, diukur menggunakan spektrofotometer sehingga diperoleh nilai IC_{50} (50 % *inhibitory concentration*).

Sebanyak 0,02 g ekstrak dilarutkan dalam 20 ml metanol sehingga didapatkan 20 ml larutan stok dengan konsentrasi 1.000 ppm. Selanjutnya dilakukan pengenceran sebanyak tujuh tingkat konsentrasi larutan (masing-masing volume 5 ml) dengan konsentrasi ekstrak daun mimba adalah 100, 200, 300, 400, 500, 600, dan 700 ppm menggunakan pelarut metanol PA.

Secara paralel, disiapkan larutan stok DPPH. Sebanyak 0,01 g DPPH bubuk dilarutkan dalam 10 ml metanol, dihomogenkan menggunakan vorteks, sehingga diperoleh 10 ml stok larutan DPPH dengan konsentrasi 1.000 ppm. Larutan DPPH kemudian diencerkan dengan menambahkan 38,4 ml metanol ke dalam 1,6 ml larutan stok DPPH, sehingga diperoleh 40 ml larutan DPPH dengan konsentrasi 40 ppm, kemudian disiapkan larutan perbandingan, yaitu larutan kontrol yang berisi 2 ml metanol PA dan 1 ml larutan DPPH 50 ppm. Untuk sampel uji, disiapkan masing-masing 2 ml larutan sampel dan 2 ml larutan DPPH.

Pengujian Antioksidan

Sebanyak 1 ml larutan contoh pada masing-masing konsentrasi (100, 200, 300, 400, 500, 600, dan 700 ppm) dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang masing-masing berisikan 4 ml larutan DPPH 40 ppm, dihomogenkan menggunakan vorteks, kemudian diinkubasi selama 30 menit dalam ruang gelap. Daya serap (absorbansi) larutan diukur dengan 2 kali pengulangan (duplo) menggunakan spektrofotometer (Genesys 30) dengan panjang gelombang 516 nm. Aktivitas antioksidan dinyatakan dengan menghitung nilai IC_{50} yang diperoleh dari persamaan regresi linier dari data daya serap di atas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daun mimba diketahui mengandung senyawa golongan flavonoid, tanin, saponin, terpenoid,

alkaloid, asam lemak, steroid, dan triterpenoid (Biu et al. 2009). Suirta et al. (2007) menambahkan daun mimba juga mengandung serat, β -sitosterol, terpenoid, tanin, dan flavonoid. Zat adiktif dalam flavonoid yang terkandung paling banyak pada daun mimba adalah *quercetin* dan *quercitrin*.

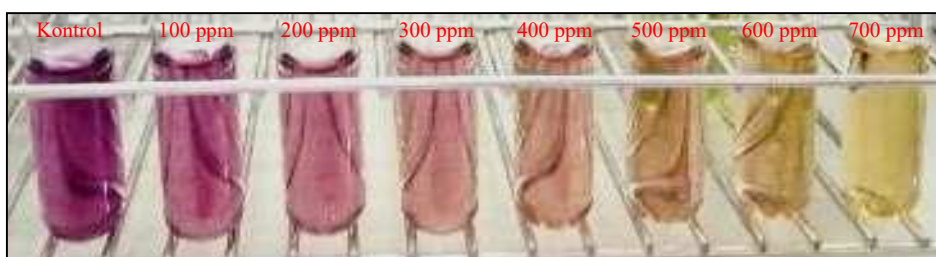
Hasil pengamatan menunjukkan bahwa larutan DPPH yang ditambahkan dalam ekstrak daun mimba menyebabkan terjadinya perubahan warna larutan, dari warna ungu menjadi kuning. Robinson (1980) dan Prayoga (2013) menjelaskan bahwa pengukuran aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH berprinsip pada peredaman radikal bebas oleh senyawa antioksidan yang memiliki kemampuan mendonorkan hidrogen. Peningkatan konsentrasi ekstrak menyebabkan peningkatan perubahan warna larutan.

Aktivitas antioksidan ekstrak daun mimba dinyatakan dengan nilai IC_{50} . Nilai IC_{50} merupakan konsentrasi efektif ekstrak yang dibutuhkan untuk meredam 50% dari total radikal bebas DPPH. Pada penelitian ini, ketika larutan DPPH (sebagai radikal bebas) yang berwarna ungu bereaksi dengan bahan pendonor elektron (ekstrak daun mimba), maka

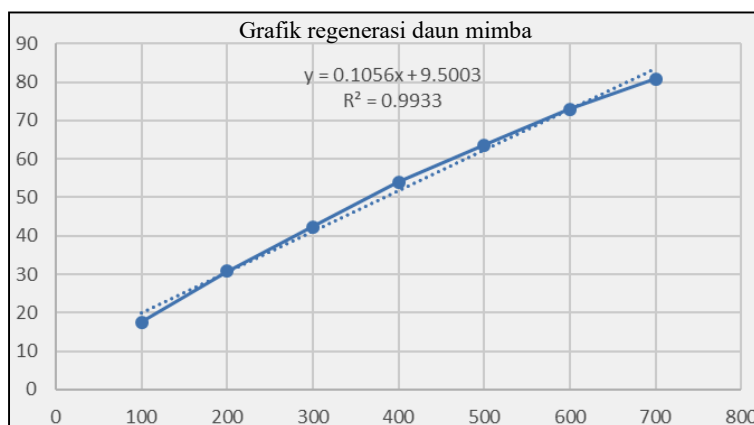
DPPH akan tereduksi, sehingga warna larutan berubah menjadi kuning (Gambar 2).

Berdasarkan data absorbansi larutan sampel pada masing masing pengenceran, maka diperoleh persamaan regresi seperti pada Gambar 3.

Grafik regresi (Gambar 3) menghasilkan persamaan regresi $y = 0.1056x + 9.5003$, sehingga IC_{50} dapat ditentukan. Hasil analisis berdasarkan persamaan regresi tersebut diperoleh nilai rata-rata IC_{50} ekstrak daun mimba pada beragam konsentrasi 51,74 ppm. Menurut Tristantini et al. (2016) serta Nahak dan Sahu (2011), IC_{50} merupakan bilangan yang menunjukkan konsentrasi minimum ekstrak ($\mu\text{g/ml}$) yang mampu menghambat 50% oksidasi. Menurut Molyneux (2004), aktivitas antioksidan suatu ekstrak dikategorikan dalam empat tingkat berdasarkan nilai IC_{50} yang dihasilkan, yaitu sangat kuat ($IC_{50} < 50$ ppm), kuat (50–100 ppm), sedang (100–150 ppm), dan lemah (150–200 ppm). Semakin kecil nilai IC_{50} , maka semakin tinggi aktivitas antioksidannya (Badarinath et al. 2010). Berdasarkan pernyataan tersebut, ekstrak daun mimba yang diperoleh dari Desa Jagaraga,



Gambar 2. Perubahan warna larutan seiring dengan perbedaan konsentrasi ekstrak daun mimba.



Gambar 3. Grafik regresi daun mimba.

Kecamatan Sawan, Kabupaten Buleleng, Bali, dikategorikan memiliki aktivitas antioksidan kuat karena memiliki nilai IC_{50} yang masuk pada kategori kisaran 10–100 ppm.

Beberapa penelitian perbandingan, Abdulkadir et al. (2017) menyebutkan hasil penelitian di Terengganu, Malaysia, ekstrak daun mimba memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan biji dan kulit batang mimba. Hal tersebut dibuktikan dengan nilai IC_{50} dari sampel kulit batang, biji, dan daun, berturut-turut sebesar 55,07, 672,36, dan 23,27 ppm. Dua belas contoh daun mimba yang masing-masing diambil dari 12 provinsi di Thailand memiliki aktivitas antioksidan yang berbeda-beda, yaitu lemah (IC_{50} 173,77–125,21 ppm), sedang (IC_{50} 91,97–81,13 ppm), dan kuat (IC_{50} 41,26–28,85 ppm) (Sithisarn dan Gritsanapan 2005). Perbedaan nilai aktivitas antioksidan daun mimba dipengaruhi oleh perbedaan polaritas dari pelarut, konsentrasi, dan faktor lingkungan. Hasil penelitian Nahak dan Sahu (2011) menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan ekstrak etanol bunga mimba lebih tinggi daripada ekstrak metanol bahkan ekstrak air bunga mimba.

Ekstrak yang didapatkan dari lingkungan yang berbeda akan memiliki tingkat antioksidan yang berbeda, karena selain faktor genetik, proses metabolisme mimba untuk menghasilkan antioksidan juga dipengaruhi oleh umur tumbuhan, lokasi, ketinggian, iklim, dan suhu (Sithisarn dan Gritsanapan 2005; Abdulkadir et al. 2017). Hasil penelitian Sithisarn dan Gritsanapan (2005) menunjukkan bahwa ekstrak daun mimba yang memiliki aktivitas antioksidan rendah berasal dari empat provinsi pada ketinggian 130–160 mdpl, aktivitas antioksidan sedang ditunjukkan oleh ekstrak daun mimba yang berasal dari tiga provinsi pada ketinggian 130–230 mdpl, sedangkan aktivitas antioksidan tinggi ditunjukkan oleh ekstrak daun mimba yang berasal dari lima provinsi pada ketinggian mencapai 821 mdpl. Pada penelitian ini, contoh daun mimba diambil dari area dengan ketinggian 125 mdpl, dan terbukti memiliki aktivitas antioksidan rendah. Dalam hal ini, diduga aktivitas antioksidan dipengaruhi oleh ketinggian tempat.

Bagian tertentu dari suatu tumbuhan juga mengandung antioksidan pada tingkat yang ber-

beda-beda. Selain daun, bagian tumbuhan mimba lainnya, seperti biji dan kulit kayu, mengandung senyawa aktif yang memiliki berbagai aktivitas biologi yang dapat dimanfaatkan. Bindurani dan Kumar (2013) menyatakan persentase aktivitas antioksidan ekstrak kayu mimba lebih tinggi daripada ekstrak daun dan bunga mimba. Menurut Pankaj et al. (2011), bagian daun, biji, dan kulit kayu dari tanaman mimba memiliki aktivitas biologi sebagai antiinflamasi, antifungi, antibakteri, antitumor, immunomodulator, dan aktivitas biologi lainnya.

KESIMPULAN

Ekstrak metanol daun mimba yang didapatkan dari Desa Jagaraga, Kecamatan Sawan, Kabupaten Buleleng, Bali memiliki aktivitas antioksidan kuat dengan nilai rerata IC_{50} sebesar 51,74 ppm. Hasil karakterisasi ini merupakan informasi awal mendukung program sumber daya genetik lokal, khususnya di daerah Kabupaten Buleleng, Bali.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh DIPA Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Eka Karya Bali, LIPI, dengan SK. No. B-299/IPH.7/KP/I/2019. Penulis mengucapkan terimakasih kepada I Gusti Agung Bagus Krisnanda Dwijayanta dari Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung, yang secara teknis membantu pelaksanaan penelitian, dan semua pihak yang berkontribusi dalam penelitian dan penyusunan naskah, baik kontributor utama (ASL) dan kontributor anggota (IPAHW dan INL).

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulkadir, A.R., Mat, N. & Jahan, M.S. (2017) *In-vitro* antioxidant potential in leaf, stem, and bark of *Azadirachta indica*. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 40 (4), 47–506.
- Agustin, S., Asrul, A. & Rosmini, R. (2016) Efektivitas ekstrak daun mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) terhadap pertumbuhan koloni *Alternaria porri* penyebab penyakit bercak ungu pada bawang wakegi

- (*Allium × wakegi* Araki) secara *in vitro*. *Agrotekbis*, 4 (4), 419–424.
- Asif, M. (2012) Antimicrobial potential of *Azadirachta indica* against pathogenic bacteria and fungi. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 1 (4), 78–83.
- Badarinath, A.V., Rao, K., Chetty, C.S., Ramkanth, S., Rajan, T. & Gnanaprakash, K. (2010) A review on *in-vitro* antioxidant methods: Comparisons, correlations and considerations. *International Journal of PharmTech Research*, 2 (2), 1276–1285.
- Balaji, G. & Cheralathan, M. (2015) Experimental investigation of antioxidant effect on oxidation stability and emissions in a methyl ester of neem oil fueled DI diesel engine. *Renewable Energy*, 74, 910–916.
- Bindurani, R. & Kumar, K. (2013) Evaluation of antioxidant activity of hydro distilled extracts of leaf, heart wood and flower of *Azadirachta indica*. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 20 (2), 222–224.
- Biswas, K., Chattopadhyay, I., Banerjee, R.K. & Bandyopadhyay, U. (2002) Biological activities and medicinal properties of neem (*Azadirachta indica*). *Current Science*, 82, 1336–1345.
- Biu, A.A., Yusufu, S.D., & Rabo, J.S. (2009) Phytochemical screening of *Azadirachta indica* (neem) (Meliaceae) in Maiduguri, Nigeria. *Bio-science Research Communications*, 21 (6), 281–283.
- Ghimeray, A.K., Jin, C.W., Ghimire, B.K. & Cho, D.H. (2009) Antioxidant activity and quantitative estimation of azadirachtin and nimbin in *Azadirachta Indica* A. Juss grown in foothills of Nepal. *African Journal of Biotechnology*, 8 (13), 3084–3091.
- Hashmat, I., Azad, H. & Ahmed, A. (2012) Neem (*Azadirachta indica* A. Juss)—A nature's drugstore: an overview. *International Research Journal of Biological Science*, 1 (6), 76–79.
- Miarsih, R.A. (2017) Uji aktivitas antioksidan dan antihemolisis ekstrak rimpang jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*). Skripsi S1. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Molyneux, P. (2004) The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarinn Journal of Science and Technology*, 26 (2), 211–219.
- Nahak, G. & Sahu, R.K. (2011) Evaluation of antioxidant activity of flower and seed oil of *Azadirachta indica* A. Juss. *Journal of Applied and Natural Science*, 3 (1), 78–81.
- Palupi, D., Kusdiyantini, E., Rahadian, R., & Prianto, A. H. (2016) Identifikasi kandungan senyawa fitokimia minyak biji mimba (*Azadirachta Indica* A. Juss). *Jurnal Akademika Biologi*, 5 (3), 23–28.
- Pankaj, S., Lokeshwar, T., Mukesh, B. & Vishnu, B. (2011) Review on neem (*Azadirachta indica*): thousand problems one solution. *International Research Journal of Pharmacy*, 2 (12), 97–102.
- Pokhrel, B., Rijal, S., Raut, S. & Pandeya, A. (2015) Investigations of antioxidant and antibacterial activity of leaf extracts of *Azadirachta indica*. *African Journal of Biotechnology*, 14 (46), 3159–3163.
- Prayoga, G. (2013) *Fraksinasi, uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH, dan identifikasi golongan senyawa kimia dari ekstrak teraktif daun sambang darah (Excoecaria cochinchinensis Lour)*. Skripsi S1. Universitas Indonesia.
- Ravishankar, T.L., Kaur, R., Kaur S. & Bhattacharyya, S. (2018) Neem (*Azadirachta indica*): An elixir in dentistry. *Chronicles of Dental Research*, 7 (1), 7–17.
- Robinson, T. (1980) *The organic constituents of higher plants: Their chemistry and interrelationships*. North Amherst, Cordus Press.
- Sithisarn, P. & Gritsanapan, W. (2005) Free radical scavenging activity and total flavonoid content of siamese neem tree leaf aqueous extract from different locations. *Mahidol University Journal of Pharmaceutical Sciences*, 32 (1–2), 31–35.
- Suirta I.W., Puspawati N.M., & Gumiati N.K. (2007) Isolasi dan identifikasi senyawa aktif larvasida dari biji mimba (*Azadirachta indica* A. Juss) terhadap larva nyamuk demam berdarah (*Aedes aegypti*). *Jurnal kimia*, 1(1), 47–54.
- Sukrasno (2003) *Mimba tanaman obat multifungsi*. Jakarta, Agromedia Pustaka.
- Supriyanto, Simon, B.W., Rifai', M. & Yuniarta (2018) Aktivitas antioksidan fraksi metanol ekstrak daun mimba (*Azadirachta indica* Juss). Dalam: *Prosiding Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri, di Institut Teknologi Nasional, Malang, 3 Februari 2018*. Malang, ITN press, hlm. 59–63.
- Tristantini, D., Ismawati, A., Pradana, B.T. & Jonathan, J.G. (2016) Pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH pada daun tanjung (*Mimusops elengi* L.). Dalam: *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan, di Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, UPN Veteran, Yogyakarta, 17 Maret 2016*. Yogyakarta, UPN Veteran press, hlm. G1–G7.
- Vimala, K., Kanny, K., Varaprasad, K., Kumar, N.M. & Reddy, G.S. (2014) Novel-porous-Ag0 nanocomposite hydrogels via green process for advanced antibacterial applications. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, 102 (12), 4616–4624.
- Wiendarlina, I.Y. & Sukaesih, R. (2019) Perbandingan aktivitas antioksidan jahe emprit (*Zingiber officinale* var. *amarum*) dan jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) dalam sediaan cair berbasis bawang putih dan korelasinya dengan kadar fenol dan vitamin C. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 6 (1), 315–324.