

Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Biji Salak Pondoh (*Salacca zalacca*) Kultivar Nglumut dengan Metode 1,1-Difenil-2-Pikrilhidrazil (DPPH)

Dina Febrina*, Rani Prabandari

Program Studi Farmasi Program Sarjana, Fakultas Kesehatan, Universitas Harapan Bangsa
dinafebrina@uhb.ac.id*; raniprabandari@uhb.ac.id

ABSTRACT

Oxidative stress caused by excess production of free radicals in the body can cause degenerative diseases such as diabetes mellitus, cancer and signs of aging. This disease is caused because the antioxidants in the body are unable to neutralize the increased concentration of free radicals. Utilization of natural ingredients as antioxidants is needed, this is because the use of traditional medicine is considered to have relatively smaller side effects compared to drugs derived from chemicals. Antioxidant testing was carried out using the DPPH method on samples in the form of ethanol extract of the seeds of the salak nglumut cultivar and against ascorbic acid as a comparison. The results showed that the ethanol extract of the seeds of the nglumut cultivars of salak seeds contained secondary metabolites such as alkaloids, polyphenols, tannins, flavonoids and steroids. The ethanol extract of the nglumut cultivars of salak seeds has antioxidant activity in the moderate category with an IC_{50} value of 115,19 ppm.

Keywords : *Salacca zalacca, antioxidant, free radicals, DPPH*

ABSTRAK

Stress oksidatif yang disebabkan karena kelebihan produksi radikal bebas didalam tubuh dapat menyebabkan penyakit degeneratif seperti diabetes militus, kanker dan gejala penuaan. Penyakit ini disebabkan karena antioksidan yang terdapat di dalam tubuh tidak mampu menetralisir peningkatan konsentrasi radikal bebas. Pemanfaatan bahan alam sebagai antioksidan dibutuhkan, hal ini disebabkan karena penggunaan obat tradisional dinilai memiliki efek samping yang relatif lebih kecil dibandingkan dengan obat yang berasal dari bahan kimia. Pengujian antioksidan dilakukan dengan metode DPPH terhadap sampel berupa ekstrak etanol biji salak kultivar nglumut dan terhadap asam askorbat sebagai pembanding. Hasil diperoleh bahwa ekstrak etanol biji salak kultivar nglumut memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder diantaranya yaitu alkaloid, polifenol, tanin, flavonoid dan steroid. Ekstrak etanol biji salak kultivar nglumut memiliki aktivitas antioksidan dengan kategori sedang dengan nilai IC_{50} sebesar 115,19 ppm.

Kata kunci : *Salacca zalacca, antioksidan, radikal bebas, DPPH*

PENDAHULUAN

Reactive oxygen species (ROS) dan *reactive nitrogen species* (RNS) atau yang dikenal sebagai stress oksidatif merupakan suatu kondisi yang disebabkan oleh berkurangnya aktivitas pertahanan antioksidan atau adanya peningkatan radikal bebas (Oyenihi *et al.*, 2015). Stres oksidatif dalam spektrum luas pada mekanisme molekuler maupun seluler menyebabkan berbagai penyakit

pada manusia yang disebabkan karena molekul radikal bebas tidak stabil dan bersifat reaktif sehingga dapat menyerang makromolekul seperti lipid, karbohidrat, protein dan asam nukleat (Bajaj and Khan, 2012).

Oksigen reaktif yang terbentuk secara berlebihan dapat mengakibatkan ketidakseimbangan antara antioksidan protektif dengan jumlah radikal bebas sehingga terjadilah kerusakan oksidatif

pada penderita diabetes mellitus (Kurniawaty and Lestari, 2016). Stres oksidatif juga dapat menginduksi resistensi insulin pada jaringan perifer (Triandita *et al.*, 2016). Lima jalur molekuler utama yang dilakukan oleh stress oksidatif dalam menginduksi resistensi insulin yaitu menurunkan ekspresi GLUT-4, disfungsi sel β pankreas, menurunkan jalur sinyal insulin, disfungsi mitokondria, dan meningkatkan respon inflamasi (Yaribeygi *et al.*, 2020).

Sumber stres oksidatif yang terjadi berasal dari peningkatan produksi radikal bebas akibat autooksidasi glukosa, penurunan konsentrasi antioksidan berat molekul rendah di jaringan, dan gangguan aktivitas pertahanan antioksidan enzimatik. Disamping itu, stres oksidatif juga memiliki kontribusi pada perburukan dan perkembangan kejadian komplikasi (Hendriyani *et al.*, 2018).

Gangguan pada produksi DNA oleh radikal bebas dengan mengambil elektron dari DNA dapat menyebabkan perubahan struktur DNA sehingga terjadilah sel-sel mutan. Bila mutasi ini terjadi berlangsung lama dapat menjadi kanker (Werddhasari, 2014). Radikal bebas juga berperan dalam proses penuaan yang disebabkan oleh kerusakan akibat oksidasi kulit sehingga membutuhkan perlindungan antioksidan (Haerani *et al.*, 2018).

Antioksidan merupakan suatu molekul senyawa atau komponen kimia yang mampu menghambat atau memperlambat kerusakan akibat proses oksidasi dalam kadar atau jumlah tertentu. Antioksidan dibutuhkan tubuh untuk melindungi tubuh dari serangan radikal bebas (Sayuti and Yenrina, 2015).

Aktivitas antioksidan dalam mengelola stres oksidatif pada sistem biologis berlangsung melalui berbagai mekanisme seperti penangkapan radikal bebas, penghambatan enzim oksidatif, sebagai pengkelat ion logam, dan sebagai kofaktor enzim antioksidan (Lakshan *et al.*, 2019). Berdasarkan sumbernya, antioksidan dibedakan menjadi 2 yaitu antioksidan endogen dan eksogen. Antioksidan endogen yaitu antioksidan yang berasal atau disintesis dari dalam tubuh, berupa enzim-enzim seperti: superoksida dismutase (SOD), katalase (Cat), dan

glutathione peroxidase (Gpx). Antioksidan eksogen yaitu antioksidan yang berasal dari luar tubuh atau makanan seperti vitamin C, E, pro vitamin A, organosulfur, α -tokoferol, flavonoid, timokuinon, statin, niasin, fikosianin, dan lain-lain (Werddhasari, 2014). Antioksidan endogen pada tubuh manusia secara normal dapat menetralkan radikal bebas dengan jumlah yang tidak berlebihan, tetapi jika berlebihan maka tubuh membutuhkan antioksidan dari luar (Werddhasari, 2014).

Senyawa dari tumbuhan yang dapat menghambat radikal bebas salah satunya yaitu flavonoid. Senyawa flavonoid yang juga termasuk dalam golongan senyawa fenolik memiliki aktivitas antioksidan karena dapat melepaskan H^+ yang akan berikatan dengan molekul radikal bebas membentuk senyawa baru yang stabil. Senyawa fenolik pada tumbuhan dapat menangkap radikal bebas karena efek resonansi inti aromatik sehingga radikal bebas tidak terbentuk (Andriani and Murtisiwi, 2020).

Salah satu tanaman yang mengandung senyawa flavonoid yaitu salak (*Salacca zalacca*). Salak memiliki banyak sekali kandungan senyawa diantaranya senyawa polifenol, flavonoid, flavanol, antosianin, tanin, dan β -karoten (Gorinstein *et al.*, 2011), santopil, zeasantin (Zaini *et al.*, 2013).

Aktivitas antioksidan telah ditemukan pada daging buah dan kulit buah salak menggunakan metode DPPH dengan presentase daging buah sebesar 82,67% dan kulit buah 73,13% (Suica-Bunghez *et al.*, 2016). Penelitian tentang manfaat biji salak pondoh sebagai antioksidan masih sangat sedikit terutama kultivar nglumut. Masyarakat hanya membuang biji salak tersebut setelah mengonsumsi daging buahnya.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian pada penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratorium dengan variabel penelitian yaitu variasi konsentrasi ekstrak etanol biji salak pondoh (variabel bebas) dan persen penghambatan DPPH (variabel terkontrol). Desain penelitian dan teknik pengumpulan

data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Pembuatan Ekstrak Etanol Biji Salak

Sebanyak 150 g serbuk biji salak dimaserasi dengan etanol 70% sebanyak 5 L, ditutup dan biarkan selama 3 hari sambil sesekali diaduk. Cairan hasil ekstraksi disaring dengan kain flannel. Kemudian filtrat dipekatkan dengan *rotary evaporator* pada suhu 50°C.

Uji Kualitatif Senyawa Kimia dalam Ekstrak Etanol Biji Salak

a. Identifikasi senyawa golongan alkaloid

Ekstrak dibasakan dengan larutan amonia 10% di dalam mortir lalu ditambahkan kloroform sambil digerus. Lapisan kloroform yang terbentuk lalu dipipet dan disaring. Filtrat ditambahkan larutan asam klorida 2 N lalu dikocok kuat hingga terbentuk dua lapisan. Lapisan atas dipisahkan kemudian dibagi menjadi tiga bagian dan diperlakukan sebagai berikut:

- 1) Bagian pertama digunakan sebagai blanko.
- 2) Bagian kedua ditetesi dengan pereaksi Mayer kemudian diamati. Terjadinya kekeruhan atau endapan putih menunjukkan adanya alkaloid.
- 3) Bagian ketiga ditetesi dengan pereaksi Dragendorff lalu diamati. Terbentuknya endapan jingga coklat menunjukkan adanya alkaloid.

b. Identifikasi senyawa golongan polifenol

Ekstrak dalam tabung reaksi dipanaskan dengan akuades di atas penangas air, diaduk dan dibiarkan sampai dingin. Tambahkan 3-4 tetes NaCl 10%, diaduk dan disaring. Filtrat ditetesi pereaksi besi (III) klorida. Adanya polifenol dalam sampel ditandai dengan munculnya warna biru-hitam

c. Identifikasi senyawa golongan tanin

Ekstrak dalam tabung reaksi dipanaskan dengan akuades di atas penangas air, diaduk dan dibiarkan sampai dingin. Tambahkan 3-4 tetes NaCl 10%, diaduk dan disaring. Filtrat ditetesi larutan gelatin 1%. Bila ada endapan putih, berarti terdapat tanin dalam sampel.

d. Identifikasi flavonoid.

Ekstrak dalam tabung reaksi dicampur dengan serbuk magnesium dan ditetesi asam klorida 2 N. Campuran tersebut dipanaskan di atas penangas air selama 30 menit lalu disaring. Filtrat ditambahkan amil alkohol lalu dikocok kuat-kuat. Terbentuknya warna kuning hingga merah dengan penambahan amil alkohol atau butanol menunjukkan adanya flavonoid.

e. Identifikasi senyawa golongan saponin

Ekstrak dalam tabung reaksi dicampur dengan air dan dipanaskan beberapa saat di atas penangas air kemudian disaring. Setelah dingin, filtrat dikocok kuat-kuat secara vertikal selama lebih kurang 30 detik.

Bila muncul busa setinggi lebih kurang 1 cm yang persisten selama beberapa menit dan tidak hilang setelah penambahan 1 tetes asam klorida encer atau pada pendiaman selama lebih kurang 20 menit, maka menunjukkan adanya senyawa saponin.

f. Identifikasi senyawa golongan triterpenoid dan steroid

Ekstrak digerus dengan eter lalu dipipet sambil disaring. Filtrat eter ditempatkan dalam cawan penguap kemudian dibiarkan menguap hingga kering. Pada residu ditetesi pereaksi Liebermann-Burchard. Terjadinya warna ungu menunjukkan adanya senyawa golongan triterpenoid, sedangkan terbentuknya warna biru-hijau menunjukkan adanya senyawa golongan steroid.

Uji aktivitas antioksidan terhadap radikal bebas DPPH

a. Penyiapan larutan DPPH 80 ppm

Larutan pereaksi DPPH 80 PPM dibuat dengan cara menimbang 8 mg serbuk DPPH yang kemudian dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL dan tambahkan etanol ke dalam labu takar sampai tanda batas diperoleh konsentrasi 80 ppm.

b. Penyiapan larutan ekstrak.

Pembuatan larutan stok ekstrak biji salak dengan konsentrasi 1000 ppm. Dibuat dengan cara menimbang 100 mg

ekstrak kental seara diteliti kemudian dilarutkan dengan etanol sampai larut dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, selanjutnya ditambah etanol sampai tanda batas. Kemudian dibuat larutan seri konsentrasi ekstrak biji salak 25 ppm, 50 ppm, 75 ppm, 100 pm, 125 ppm, dan 150 ppm.

c. Penyiapan larutan kontrol positif.

Pembuatan stok larutan kontrol positif dibuat dengan konsentrasi 50 ppm, dengan cara menimbang 5 mg kontrol positif kemudian dilarutkan dengan etanol pa sampai tanda batas. Setelah itu dibuat larutan seri konsentrasi 2 pm, 4 ppm, 6 ppm, 8 ppm, 10 ppm dan 12 ppm.

d. Penentuan panjang gelombang maksimum DPPH.

Penentuan panjang gelombang maksimum DPPH untuk uji aktivitas antioksidan ekstrak biji salak dilakukan dengan 2 mL larutan DPPH 80 ppm ditambahkan metanol dikocok sampai homogen dan diamati pada rentang 500-525 nm dengan menggunakan blanko etanol.

e. Penentuan operating time.

Penentuan operating time dilakukan dengan 2 mL larutan DPPH 80 ppm ditambah 2 mL etanol, kemudian kocok dan amati serapanya pada anjang gelombang 517 nm, dibaca mulai dari menit 0 sampai menit didapatkan nilai absorbansi yang stabil pada menit tertentu. Untuk penentuan operating time dapat ditentukan dari grafik waktu pembacaan dan absorbansi.

f. Uji aktivitas antioksidan

Setiap konsentrasi larutan uji dipipet sebanyak 2 mL, kemudian ditambahkan dengan 2 mL larutan pereaksi DPPH 8 ppm dalam vial, kocok biarkan ditempat gelap selama waktu operating time yang diperoleh dan kemudian diamati absorbansinya pada panjang gelombang maksimum yang ditentukan (517 nm). Percobaan dilakukan 3 kali pengulangan.

Analisa data

Hasil pengukuran absorbansi yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk menghitung prosentase aktivitas

penangkap radikal bebas dari berbagai konsentrasi uji. menentukan nilai IC₅₀. Nilai IC₅₀ ditentukan menggunakan persamaan regresi linier yang didapatkan dari hubungan persentase penghambatan radikal bebas dengan konsentrasi, sehingga dapat ditentukan besarnya kekuatan aktivitas antioksidan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen ekstrak etanol biji salak kultivar nglumut

Pembuatan ekstrak dilakukan dengan metode maserasi dan menggunakan pelarut etanol 70%. Pelarut etanol 70% digunakan karena memiliki kemampuan penetrasi yang baik pada sisi hidrofil dan lipofil, sehingga dapat menembus membran sel lalu dapat masuk ke dalam sel dan berinteraksi dengan metabolit yang terdapat dalam sel (Andriani and Murtisiwi, 2018). Metode maserasi memiliki keuntungan yaitu menggunakan alat yang sederhana dan biaya yang dibutuhkan murah. Pemilihan metode ekstraksi akan berpengaruh terhadap rendemen yang diperoleh.

Nilai rendemen berkaitan dengan banyaknya kandungan bioaktif yang terkandung pada tumbuhan. Semakin banyak rendemen ekstrak semakin tinggi kandungan zat yang tertarik. Hasil ekstrak yang diperoleh yaitu 62,68 gram ekstrak kental, dengan persen rendemen yaitu 41,79%. Hasil rendemen yang tinggi menunjukkan bahwa tingginya senyawa yang dikandung dalam simplisia (Hasnaeni *et al.*, 2019).

Kandungan senyawa ekstrak etanol biji salak kultivar nglumut

Ekstrak kental dan serbuk biji salak, diperiksa kandungan golongan senyawa metabolit sekunder menggunakan reaksi warna. Identifikasi pada ekstrak etanol dan serbuk biji salak dilakukan untuk mengetahui kebenaran kandungan kimia yang terdapat dalam biji salak.

Tabel 1. Hasil uji kualitatif senyawa pada serbuk dan ekstrak etanol biji salak kultivar nglumut

Identifikasi	Hasil Uji	Keterangan	
		Serbuk	Ekstrak EtOH
Alkaloid	Terbentuk endapan jingga	+	+
Polifenol	Muncul warna hitam	+	+
Tanin	Terbentuk larutan hijau-kehitaman	+	+
Flavonoid	Terbentuk warna kuning kemerahan	+	+
Saponin	Tidak muncul busa	-	-
Triterpenoid	Tidak muncul warna ungu	-	-
Steroid	Larutan berwarna hijau	+	+

Keterangan: + : mengandung senyawa
- : tidak mengandung senyawa

Hasil uji kandungan fitokimia dari komponen biji salak kultivar nglumut menunjukkan bahwa buah salak mengandung beberapa kelompok senyawa yang dapat memiliki aktivitas sebagai sumber antioksidan yang sempurna diantaranya polifenol, tanin dan flavonoid (Suica-Bunghez *et al.*, 2016).

Aktivitas antioksidan ekstrak etanol biji salak kultivar nglumut

a. Penentuan panjang gelombang maksimum

Panjang gelombang yang selanjutnya digunakan untuk pengukuran pada penelitian ini adalah panjang gelombang maksimum. Panjang gelombang maksimum merupakan panjang gelombang yang memiliki absorbansi yang paling tinggi. Hasil pengukuran panjang gelombang maksimum DPPH yang diperoleh adalah 515 nm dengan absorbansi 0,768 pada konsentrasi DPPH 25 ppm. Pemilihan panjang gelombang maksimum dilakukan untuk meminimalkan kesalahan pada saat pengukuran sehingga data yang didapat akurat, selain itu pada panjang gelombang maksimum dapat meningkatkan kepekaan pengukuran karena pada panjang gelombang maksimum tersebut, perubahan absorbansi untuk setiap satuan konsentrasi adalah yang paling besar.

b. Penetapan *operating time*

Penentuan *operating time* digunakan untuk menentukan kestabilan absorbansi senyawa DPPH setelah direaksikan dengan senyawa uji. Dari hasil pengukuran *operating time* yang dilakukn, waktu stabil dimulai dari menit

ke-60 sampai menit ke-90. *Operating time* asam askorbat dimulai dari menit ke-60 sampai menit ke-90. Sehingga penelitian ini menggunakan waktu menit 70 untuk *operating time*.

c. Hasil pengujian aktivitas antioksidan terhadap radikal bebas DPPH

Pengujian persen peredaman larutan uji (ekstrak etanol biji salak kultivar nglumut) dilakukan dengan metode DPPH. Pengujian dilakukan 3 kali replikasi. Asam askorbat digunakan sebagai pembanding dalam pengujian ini karena asam askorbat merupakan senyawa yang sudah terbukti memiliki aktivitas antioksidan.

Penambahan larutan uji yang mengandung senyawa aktif yang mampu meredam radikal bebas akan menurunkan konsentrasi DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazin), diikuti dengan menurunnya serapan dari DPPH karena senyawa aktif dalam larutan uji memberikan atom hidrogen kepada radikal DPPH sehingga tereduksi menjadi DPPH-H (1,1-difenil-2-pikrilhidrazin) dengan ditandai perubahan warna violet larutan DPPH menjadi warna kuning. Proses perubahan warna yang terjadi pada DPPH karena ikatan rangkap terkonjugasi pada DPPH berkurang. Aktivitas antioksidan untuk meredam radikal bebas berbanding lurus dengan intensitas perubahan warna DPPH (Rahmawati *et al.*, 2015).

Pengukuran nilai absorbansi peredaman radikal bebas DPPH dilakukan terhadap ekstrak dan asam askorbat sebagai pembanding yang dibuat dengan beberapa seri konsentrasi, setelah mereaksikan larutan uji dengan DPPH dan didiamkan selama 70 menit sehingga terjadi reaksi yang stabil antara senyawa aktif dengan DPPH. Selanjutnya diukur absorbansinya pada panjang gelombang 515 nm sesuai dengan hasil yang diperoleh dari pengukuran panjang gelombang maksimum DPPH. Aktivitas peredaman radikal bebas dinyatakan sebagai persen peredaman dari DPPH yang dinyatakan sebagai konsentrasi yang

menyebabkan hilangnya 50% aktivitas DPPH (IC_{50}).



Gambar 1. Persen peredaman ekstrak etanol biji salak terhadap radikal bebas (DPPH)

Setelah diperoleh data % peredaman dari semua seri konsentrasi larutan uji, data selanjutnya dianalisis probit dan dihitung nilai IC_{50} dengan persamaan regresi linier berdasarkan rumus $y = a + bx$, dengan nilai intersep (a) yaitu 39,6, nilai slope (b) yaitu 0,09, dan nilai $r = 0,996$, maka diperoleh nilai IC_{50} ekstrak etanol biji salak kultivar nglumut yaitu 115,19 ppm.

Semakin kecil harga IC_{50} maka semakin efektif sebagai antioksidan. Nilai IC_{50} pada asam askorbat diperoleh 24,21 ppm. Asam askorbat telah banyak digunakan sebagai pembanding dalam pengujian aktivitas antioksidan secara *in vitro* karena senyawa ini merupakan antioksidan yang efektif dalam meredam aksi destruktif radikal bebas, dengan cara mendonorkan atom hidrogen pada radikal bebas sehingga radikal bebas tersebut menjadi stabil. Aktivitas antioksidan asam askorbat mampu mencegah kerusakan oksidatif dan kematian sel. Secara spesifik, suatu senyawa dikatakan sebagai antioksidan sangat kuat jika nilai $IC_{50} < 50$ ppm, aktif 50-100 ppm, sedang 101-250 ppm, lemah 250-500 ppm, dan tidak aktif > 500 ppm.

Ekstrak yang mengandung senyawa flavonoid dan fenolik mampu untuk melindungi tubuh dari serangan radikal bebas. Kandungan jumlah total senyawa fenolik pada *Salacca zellata* dinilai tertinggi dibandingkan dengan beberapa buah seperti mangga, kiwi, apel fuji dan manggis (Aralas *et al.*, 2009). Kandungan

fenolik pada tanaman dapat secara langsung berkontribusi pada aktivitas antioksidannya. Aktivitas antioksidan dipengaruhi oleh total senyawa fenolik (Mokhtar *et al.*, 2009).

Flavonoid mempunyai kapasitas yang baik sebagai antioksidan. Mekanisme kerja antioksidan ada dua, yaitu fungsi utama yang disebut antioksidan primer dan fungsi kedua yang disebut antioksidan sekunder. Prinsip mekanisme pertama yaitu antioksidan primer mendonasikan elektron ke radikal bebas sehingga terjadi pemutusan rantai reaksi dari radikal bebas. Prinsip mekanisme kedua yaitu melibatkan pemindahan ROS/RNS sebagai antioksidan sekunder dengan cara meredam katalis pemicu rantai reaksi, memperlambat laju autooksidasi dengan berbagai mekanisme diluar mekanisme pemutusan rantai autooksidasi dengan pengubahan radikal lipida kebentuk lebih stabil (Lobo *et al.*, 2010).

SIMPULAN

Ekstrak etanol biji salak kultivar nglumut memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder diantaranya yaitu polifenol, tanin, dan flavonoid, yang merupakan senyawa yang dapat menangkap radikal bebas (aktivitas antioksidan). Ekstrak etanol biji salak kultivar nglumut memiliki aktivitas antioksidan dengan kategori sedang dengan nilai IC_{50} sebesar 115,19 ppm.

SARAN

Perlu dilakukan uji antioksidan terhadap kultivar lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, D, & Murtisiwi, L. (2018). Penetapan Kadar Fenolik Total Ekstrak Etanol Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) dengan Spektrofotometri UV-Vis. *Cendekia Journal of Pharmacy*, 2(1), 32–38.
- Andriani, Disa, & Murtisiwi, L. (2020). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol 70% Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) dari Daerah Sleman dengan Metode

- DPPH Antioxidant Activity Test of 70% Ethanol Extract of Telang Flower (Clitoria ternatea L) from Sleman Area with DPPH Method. Jurnal Farmasi Indonesia* (Vol. 1). Retrieved from http://journals.ums.ac.id/index.php/phar_macon
- Aralas, S., Mohamed, M., & Abu Bakar, M. F. (2009). Antioxidant Properties of Selected Salak (*Salacca zalacca*) Varieties in Sabah, Malaysia. *Nutrition and Food Science*, 39(3), 243–250. Retrieved from <https://doi.org/10.1108/00346650910957492>
- Bajaj, S., & Khan, A. (2012). Antioxidants and Diabetes. *Indian Journal of Metabolism*, 16.
- Gorinstein, S., Poovarodom, S., Leontowicz, H., Leontowicz, M., Namiesnik, J., Vearasilp, S., ... Tashma, Z. (2011). Antioxidant Properties and Bioactive Constituents of Some Rare Exotic Thai Fruits and Comparison with Conventional Fruits. In Vitro and In Vivo Studies. *Food Research International*, 44(7), 2222–2232. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.10.009>
- Haerani, A., Chaerunisa, A., Yohana, & Subarnas, A. (2018). Artikel Tinjauan: Antioksidan Untuk Kulit. *Farmaka*, 16(2), 135–151.
- Hasnaeni, Wisdawati, & Usma, S. (2019). Pengaruh Metode Ekstraksi Terhadap Rendemen dan Kadar Fenolik Ekstrak Tanaman Kayu Beta-Beta (*Lunasia anama Balnco*). *Jurnal Farmasi Galenika (Galenica Journal of Pharmacy)*, 5(2), 175–182.
- Hendriyani, F., Prameswari, E. S., & Suharto, A. (2018). Peran Vitamin C, Vitamin E, dan Tumbuhan sebagai Antioksidan untuk Mengurangi Penyakit Diabetes Melitus. *2-TRIKTunas-Tunas Riset Kesehatan*, 8(1), 36–40.
- Juniarti, Osmeli, D., & Yuhernit. (2009). Kandungan Senyawa Kimia, Uji Toksisitas (Brine Shrimp Lethality Test) dan Antioksidan (1,1-diphenyl-2-picrilhydrazyl) dari Ekstrak Daun Saga (*Abrus precatorius L.*) (Vol. 13).
- Kurniawaty, E., & Lestari, E. E. (2016). Uji Efektivitas Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) sebagai Pengobatan Diabetes Melitus. *Majority*, 5(2), 32–36.
- Lakshan, S. A. T., Jayanath, N. Y., Abeysekera, W. P. K. M., & Abeysekera, W. K. S. M. (2019). A Commercial Potential Blue Pea (*Clitoria ternatea L.*) Flower Extract Incorporated Beverage Having Functional Properties. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 1–13. Retrieved from <https://doi.org/10.1155/2019/2916914>
- Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., & Chandra, N. (2010, July). Free Radicals, Antioxidants and Functional Foods: Impact on Human Health. *Pharmacognosy Reviews*. Retrieved from <https://doi.org/10.4103/0973-7847.70902>
- Oyenihi, A. B., Ayeleso, A. O., Mukwevho, E., & Masola, B. (2015). Antioxidant Strategies in the Management of Diabetic Neuropathy. *BioMed Research International*. Hindawi Publishing Corporation. Retrieved from <https://doi.org/10.1155/2015/515042>
- Rahmawati, Muflihunna, A., & Muhammad Sarif, L. (2015). Analisis Aktivitas Antioksidan Produk Sirup Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia L.*) dengan Metode DPPH. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 2(2), 97–101.
- Sayuti, K., & Yenrina, R. (2015). *Antioksidan Alami dan Sintetik*. Andalas University Press.
- Suica-Bunghez, I. R., Teodorescu, S., Dulama, I. D., Voinea, O. C., Imionescu, S., & Ion, R. M. (2016). Antioxidant Activity and Phytochemical Compounds of Snake Fruit (*Salacca zalacca*). In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 133). Institute of Physics Publishing. Retrieved from <https://doi.org/10.1088/1757-899X/133/1/012051>
- Triandita, N., R. Zakaria, F., Prangdimurti, E., & Eska Putri, N. (2016). Perbaikan Status Antioksidan Penderita Diabetes Tipe 2 dengan Tahu Kedelai Hitam Kaya Serat. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 27(2), 123–130. Retrieved from <https://doi.org/10.6066/jtip.2016.27.2.123>
- Werdhasari, A. (2014). Peran Antioksidan Bagi Kesehatan. *Jurnal Biotek Medisinal Indonesia*, 3(2).

Yaribeygi, H., Sathyapalan, T., Atkin, S. L., & Sahebkar, A. (2020). Molecular Mechanisms Linking Oxidative Stress and Diabetes Mellitus. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2020. Retrieved from <https://doi.org/10.1155/2020/8609213>

Zaini, N. A. M., Osman, A., Hamid, A. A., Ebrahimpour, A., & Saari, N. (2013).

Purification and Characterization of Membrane-Bound Polyphenoloxidase (mPPO) from Snake Fruit [*Salacca zalacca* (Gaertn.) Voss]. *Food Chemistry*, 136(2), 407–414. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.08.034>