

Efektivitas Kulit Batang Bakau Minyak (*Rhizophora apiculata*) sebagai Antioksidan

Khairun Nisa Berawi¹, Desty Marini²

¹Bagian Fisiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

²Mahasiswa Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

Abstrak

Senyawa antioksidan adalah senyawa pemberi elektron (elektron donor) yang dapat menurunkan kadar radikal bebas dan membantu mengurangi atau mencegah dampak stress oksidatif akibat radikal bebas. Banyak bahan alam asli Indonesia mengandung antioksidan yang belum diketahui oleh masyarakat. Penggunaan bahan alam yang mengandung antioksidan membantu meningkatkan kualitas kesehatan individu dengan biaya relatif lebih terjangkau. Tumbuhan bakau minyak (*Rhizophora apiculata*) merupakan salah satu tanaman di Indonesia, sumber alami kaya antioksidan. Tumbuhan ini memiliki kandungan banyak antioksidan seperti senyawa alkaloid, flavonoid, triterpenoid, steroid, saponin dan tanin. Metode Penangkapan Radikal Bebas dengan metode 2,2'-Difenil-1-pikrilhidrasil (DPPH) ekstrak metanol kulit batang bakau menghasilkan IC_{50} : 3,31 $\mu\text{g mL}^{-1}$, pada ekstrak metanol batang didapatkan IC_{50} : 30 $\mu\text{g mL}^{-1}$, nilai terendah terdapat pada ekstrak metanol akar didapatkan IC_{50} : 53,2 $\mu\text{g mL}^{-1}$. Penangkapan radikal bebas dengan metode Asam 2,2-Azinobis(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfonat (ABTS) pada kulit batang menghasilkan IC_{50} : 18,47 3 $\mu\text{g mL}^{-1}$. Nilai IC_{50} pada ekstrak metanol akar adalah 55,54 $\mu\text{g mL}^{-1}$. Nilai IC_{50} terendah adalah ekstrak metanol batang dengan nilai IC_{50} sebesar 77.12 $\mu\text{g mL}^{-1}$. Metode Penangkapan Radikal Bebas 2,2'-Difenil-1-pikrilhidrasil (DPPH) dan Metode Penangkapan Radikal Bebas Asam 2,2-Azinobis(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfonat (ABTS) menunjukkan ekstrak kulit batang bakau merupakan bagian yang paling potensial sebagai antioksidan. Aktivitas antioksidan tertinggi pada kulit batang *Rhizophora apiculata* dapat menangkap radikal bebas adalah senyawa tanin.

Kata kunci: antioksidan, radikal bebas, tanaman bakau minyak (*Rhizophora apiculata*), tanin

The Effectiveness *Rhizophora apiculata* Bark as an Antioxidant

Abstract

Antioxidant compounds are compounds that can lower free radical levels and help reduce or prevent the oxidative effects of free radicals. Many natural ingredients native to Indonesia contain antioxidants that have not been known by the public. The use of natural ingredients that contain antioxidants helps improve the quality of people's health at a relatively more affordable cost. Mangrove plant oil (*Rhizophora apiculata*) is one of the plants in Indonesia, a rich source of antioxidant rich. This plant contains antioxidants such as alkaloids, flavonoids, triterpenoids, steroids, saponins and tannins. Method of Free Radical Capture by 2,2'-Diphenyl-1-picrilhidrasil (DPPH) method of methanol extract of mangrove stem from IC_{50} : 3,31 $\mu\text{g mL}^{-1}$, in extract methanol stem obtained IC_{50} : 30 $\mu\text{g mL}^{-1}$, the lowest value at extract of methanol root obtained IC_{50} : 53,2 $\mu\text{g mL}^{-1}$. Free radical capture by the method of 2,2-Azinobis Acid (3-ethylbenzotiazolin)-6-sulphonate (ABTS) on bark rods yields IC_{50} : 18.47 3 $\mu\text{g mL}^{-1}$. The IC_{50} value of the root methanol extract was 55.54 $\mu\text{g mL}^{-1}$. The lowest IC_{50} is a methanol extract of stem with IC_{50} value of 77.12 $\mu\text{g mL}^{-1}$. 2,2'-Diphenyl-1-picrilhydracil (DPPH) Free Method and 2,2-Azinobis Acid Free Radical Capture (3-Ethylbenzotiazoline)-6-Sulphonate (ABTS) showed the extract of mangrove stem is the most potential as an antioxidant. Antioxidant activity on the stem bark *Rhizophora Apiculata* can capture free radicals that is tannin form.

Keywords: antioksidant, free radicals, *Rhizophora apiculata*, tanin

Korespondensi: Desty Marini, Alamat jl. Mooch Roem gg. Renvile no.54 Kelurahan Sumur Putri Teluk Betung Bandar Lampung, 082280353342, e-mail: destymareen@gmail.com.

Pendahuluan

Radikal bebas merupakan senyawa yang sangat berbahaya bagi tubuh apabila terpapar terus-menerus. Radikal bebas adalah suatu atom atau molekul yang tidak berpasangan.¹ Elektron yang tidak

berpasangan tersebut menyebabkan radikal bebas sangat reaktif yang kemudian akan menangkap atau mengambil elektron dari senyawa lain seperti DNA, lipid, protein, dan karbohidrat. Stress oksidatif yang disebabkan oleh radikal bebas dapat

mengakibatkan berkurangnya kemampuan darah membawa oksigen sehingga berakibat pada apoptosis sel, dan apabila terpapar terus menerus dapat menyebabkan peningkatan risiko penyakit seperti penyakit kanker, penyakit yang berhubungan dengan kardiovaskular, dan penyakit degeneratif seperti hipertensi, kardiovaskuler, diabetes melitus. Tubuh memerlukan antioksidan sebagai penetral stress oksidatif yang disebabkan oleh radikal bebas.² Antioksidan sangat diperlukan oleh tubuh untuk mengatasi dan mencegah stres oksidatif. Antioksidan adalah senyawa kimia yang dapat mendonorkan satu elektronnya kepada radikal bebas sehingga senyawa radikal dapat lebih stabil.³ Antioksidan diperlukan untuk mencegah terjadinya stres oksidatif yang disebabkan oleh peningkatan produksi radikal bebas yang terbentuk akibat faktor stres, radiasi, sinar UV, polusi udara dan lingkungan. Antioksidan juga dapat mencegah terjadinya penyakit kronik.⁴

Banyak berbagai bahan alam asli Indonesia mengandung antioksidan yang belum diketahui oleh masyarakat dengan berbagai bahan aktifnya. Penggunaan bahan alam yang mengandung antioksidan diperlukan untuk meningkatkan kualitas kesehatan masyarakat dengan biaya relatif lebih terjangkau. Antioksidan alami banyak terdapat di dalam tumbuhan. Salah satunya terdapat dalam tumbuhan bakau. Ekosistem tanaman bakau di Indonesia merupakan ekosistem yang terbanyak di dunia dengan jumlah kuantitas area lebih dari 42.550 km² dan jumlah spesies lebih dari 45 spesies. ekosistem bakau hanya mencakup 2% daratan bumi, sehingga masih sangat langka dan masih sangat jarang digunakan oleh masyarakat luas.^{5,6}

Tumbuhan bakau sekarang sedang banyak diteliti, selain diketahui banyak mengandung senyawa yang berfungsi untuk tubuh, bakau memiliki fungsi ekologi yang penting untuk lingkungan, antara lain untuk sekuestrasi karbon, menyaring dan menangkap bahan pencemar, menjaga stabilitas pantai dari erosi, intrusi air laut, dan tekanan badai, menjaga kealamian habitat, menjadi tempat bersarang,

memijah dan membesarkan anak berbagai jenis ikan, udang, kerang, burung, dan fauna lain.⁶

Rhizophora apiculata atau sering disebut dengan bakau minyak. Sebagian besar bagian dari tumbuhan bakau minyak (*Rhizophora apiculata*) digunakan sebagai obat oleh masyarakat pesisir di Indonesia karena mengandung bahan aktif yang bermanfaat. Tumbuhan ini kaya akan kandungan senyawa alkaloid, flavonoid, triterpenoid, steroid, saponin dan tanin.⁷ Banyak sumber yang dapat kita pakai mulai dari batang, akar, dan kulit batang *Rhizophora apiculata* semuanya mengandung antioksidan alami.⁸

Penelitian yang telah dilakukan oleh Abdullah pada tahun 2011 didapatkan bahwa aktivitas antioksidan tertinggi terdapat pada kulit batang *Rhizophora apiculata* dapat menangkap radikal bebas dan senyawa utama adalah senyawa tanin.⁹

Isi

Secara kimia senyawa antioksidan adalah senyawa pemberi elektron (elektron donor). Secara biologis, pengertian antioksidan adalah senyawa yang dapat menangkal dampak dari stress oksidatif.¹⁰ Antioksidan adalah senyawa yang mampu menghilangkan, membersihkan, menahan dan menangkal pembentukan reaksi oksidasi yang disebabkan radikal bebas dalam tubuh.¹¹ Radikal bebas adalah atom yang tidak stabil karena tidak memiliki elektron yang tidak berpasangan dalam orbital luarnya sehingga sangat reaktif untuk mendapatkan pasangan elektron dengan mengikat sel-sel tubuh. Apabila hal tersebut terjadi terus menerus dapat menyebabkan kerusakan dan kematian sel.³

Antioksidan sangat penting dalam bidang kesehatan, kecantikan dan bahan pangan. Manfaat antioksidan dalam bidang kesehatan berfungsi untuk mencegah penyakit degeneratif dan penyakit kanker. Antioksidan dalam bidang kecantikan berfungsi untuk mencegah diri dari penuaan dini (*anti aging*), menjaga kesehatan kulit. Dalam bidang pangan dapat digunakan untuk mencegah proses oksidasi yang dapat menyebabkan

kerusakan seperti ketengikan, perubahan aroma dan warna dan dapat mencegah peroksidasi lipid pada bahan pangan.¹⁰

Antioksidan dapat diklasifikasikan dalam beberapa bentuk yaitu endogen-eksogen, alami-sintetik, enzimatis-nonenzimatis, fungsi dan mekanisme kerja.¹⁰ Berdasarkan asalnya, antioksidan dibagi menjadi antioksidan endogen dan eksogen. Antioksidan endogen, yaitu enzim-enzim yang bersifat antioksidan, seperti: *catalase* (Cat), *superoksida dismutase* (SOD), dan *glutathione peroksidase* (Gpx); serta antioksidan eksogen, yaitu yang didapat dari luar tubuh/makanan. Berbagai bahan alam asli Indonesia banyak mengandung antioksidan dengan berbagai bahan aktifnya, antara lain vitamin C, E, pro vitamin A, organosulfur, *α-tocopherol*, *flavonoid*, *thymoquinone*, statin, niasin, *phycocyanin*.^{12,10}

Antioksidan berdasarkan sumber dapat diperoleh dari bahan sintetik dan alami. Contoh antioksidan sintetik adalah Butil Hidroksil Toluena (BHT) dan Butil Hidroksil Anisol (BHA). Contoh antioksidan alami adalah vitamin A, vitamin E, vitamin C, vitamin B2 dll. Namun, penggunaan antioksidan sintetik dikhawatirkan dapat bersifat karsinogenik dan toksik dalam dosis yang tinggi. Hal ini yang membuat antioksidan alami mulai banyak digunakan karena dengan tujuan dapat digunakan sebagai pengobatan preventif.^{4,13,10}

Antioksidan enzimatis contohnya adalah enzim superoksida dismutase (SOD), *catalase*, dan *glutathione peroksidase*. Antioksidan non-enzimatis, dibagi dalam 2 kelompok yaitu larut lemak dan larut air. Antioksidan larut lemak seperti tokoferol, karotenoid, flavonoid, quinolon, dan bilirubin. Antioksidan larut air, seperti asam askorbat, protein pengikat logam.¹⁰

Antioksidan berdasarkan fungsi dan mekanisme kerjanya dibagi menjadi antioksidan primer, sekunder dan tersier. Antioksidan primer mekanisme kerjanya adalah antioksidan yang sifatnya sebagai pemutus reaksi berantai (*chain-breaking antioxidant*) yang bisa bereaksi dengan radikal-radikal lipid dan mengubahnya menjadi produk-produk yang lebih stabil

Contoh antioksidan primer adalah *Superoksida Dismutase* (SOD), *Glutathione Peroksidase* (GPx), *catalase* dan protein pengikat logam. *Superoksida Dismutase* (SOD).¹⁰

Antioksidan sekunder mekanisme kerjanya yaitu dengan cara mengikat ion-ion logam, menangkap radikal, penangkap oksigen, pengurai hidroperoksida menjadi senyawa non radikal, penyerap radiasi UV dan mencegah terjadinya reaksi berantai. Contoh antioksidan sekunder adalah vitamin E, vitamin c, isoflavon, bilirubin dan albumin.¹⁰

Antioksidan tersier mekanisme kerjanya yaitu memperbaiki kerusakan biomolekul yang disebabkan radikal bebas. Contoh antioksidan tersier adalah enzim-enzim yang memperbaiki DNA dan metionin sulfida reduktase.¹⁰

Indonesia merupakan negara maritim. Dimana didominasi oleh wilayah perairan. Hal tersebut mengakibatkan Indonesia memiliki kawasan pesisir pantai yang sangat luas serta ditumbuhi berbagai jenis tanaman. Salah satu contoh tanaman pantai yang ada adalah bakau atau mangrove.¹⁴

Dalam bahasa Indonesia hutan bakau disebut juga hutan pasang surut, hutan payau, rawa-rawa payau atau hutan bakau. Istilah yang sering digunakan adalah hutan mangrove atau hutan bakau. Tumbuhan bakau diperkirakan berasal dari Indo-Malaysia yang merupakan kawasan pusat biodiversitas bakau dunia. Indonesia merupakan negara dengan jumlah ekosistem bakau terluas didunia yaitu sekitar 42.550 km². Tumbuhan bakau di Indonesia tersebar di Irian, Jawa, Sumatra, Sulawesi, Kalimantan, Nusa Tenggara, dan Maluku. Tumbuhan paling banyak di Indonesia banyak terdapat di Irian (Papua). Tumbuhan bakau di Lampung terdapat salah satunya di daerah Lampung Timur.⁶

Spesies bakau yang sering ditemukan antara lain *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, dan *Rhizophora mangle*.^{5,6} *Rhizophora apiculata* atau dengan nama lain bakau minyak merupakan salah satu tumbuhan bakau yang paling banyak ditemukan pada daerah pesisir pantai.

Spesies ini tergolong dalam subfamili *Rhizophoraceae*, genus *Rhizophora*, dan spesies *Rhizophora apiculata* sp.¹⁴

Tumbuhan ini dapat tumbuh di hampir seluruh daerah pasang surut. Mangrove jenis ini merupakan komponen mayor dari bakau dan dapat tumbuh pada daerah dengan lumpur agak keras dan dangkal, tergenang air pasang harian.¹⁴ Tinggi tumbuhan bakau ini tingginya bisa mencapai 30 m dengan diameter batang mencapai 50 cm, dan memiliki perakaran yang khas hingga mencapai 5 m, ranting daunnya berwarna hijau tua dengan hijau muda pada bagian tengah dan kemerahan di bagian bawah.¹⁵ Batang pokok *Rhizophora apiculata* berkayu (woody, ligneous, lignified), tipe kayu keras dan kulit kayu berwarna abu-abu.¹⁴



Gambar 1. A. Tanaman *Rhizophora Apiculata*. B. Batang *Rhizophora apiculata*

Banyak sumber dari tanaman *Rhizophora apiculata* yang dapat kita pakai mulai dari batang, akar, dan kulit batang semuanya mengandung antioksidan. Selain sebagai antioksidan banyak masyarakat yang memanfaatkan bakau jenis *Rhizophora apiculata* sebagai anti diare, obat mual, muntah, antiviral dan hypoglikemik. Pada bagian kulit batang *Rhizophora Apiculata* menghasilkan tanin yang digunakan sebagai sumber antioksidan alami.⁸

Aktivitas antioksidan dari ekstrak kulit batang bakau minyak *Rhizophora apiculata* diketahui memiliki kemampuan yang tinggi dalam menghambat pembentukan radikal bebas atau reaksi oksidasi.⁹ Tumbuhan ini kaya akan kandungan senyawa alkaloid,

flavonoid, triterpenoid, steroid, saponin dan tanin.⁷

Metode penangkapan radikal bebas dapat menggunakan dua metode yaitu 2,2'-Difenil-1-pikrilhidrasil (DPPH) dan Asam 2,2-Azinobis(3-etilbenzotiazolin)- 6-sulfonat (ABTS). Hasil uji ekstrak bakau dengan metode penangkapan radikal bebas dengan metode 2,2'-Difenil-1-pikrilhidrasil (DPPH) dan Asam 2,2-Azinobis(3-etilbenzotiazolin)- 6-sulfonat (ABTS) dapat dilihat pada Tabel 1.^{9,8}

Tabel 1. Nilai IC₅₀ antioksidan pada ekstrak bakau (*Rhizophora apiculata*)

Ekstrak	Antioksidan	
	DPPH µg mL ⁻¹	ABTS µg mL ⁻¹
N-heksana batang	-*	-*
Etil asetat batang	26.93	71.92
Metanol batang	30	77.12
N-heksana kulit batang	-*	-*
Etil asetat kulit batang	137.11	30.89
Metanol kulit batang	3.31	18.47
N-heksana akar	-*	-*
Etil asetat akar	82.84	68.61
Metanol akar	53.12	55.54
Asam kojat	-*	-*
Asam askorbat	9.79	10.93

Pada Tabel 1. Di atas didapatkan ekstrak metanol kulit batang *Rhizophora apiculata* dapat menangkap radikal bebas dengan metode 2,2'-Difenil-1-pikrilhidrasil (DPPH) 50% pada konsentrasi 3.31 µg mL⁻¹. Ekstrak metanol batang *Rhizophora apiculata* dapat menangkap radikal bebas dengan metode DPPH 50% pada konsentrasi 30 µg mL⁻¹. Nilai IC₅₀ terendah dengan metode 2,2'-Difenil-1-pikrilhidrasil (DPPH) terdapat pada ekstrak metanol akar *Rhizophora apiculata* adalah 53,2 µg mL⁻¹.⁹

Penangkapan radikal bebas metode Asam 2,2-Azinobis(3-etilbenzotiazolin)- 6-

sulfonat (ABTS) pada ekstrak metanol kulit batang dengan nilai IC_{50} sebesar $18.47 \mu\text{g mL}^{-1}$. Nilai ini berarti ekstrak metanol kulit batang *Rhizopora apiculata* dapat menangkap radikal bebas Asam 2,2-Azinobis(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfonat (ABTS) 50% pada konsentrasi $18.47 \mu\text{g/mL}$. Nilai IC_{50} pada ekstrak metanol akar adalah $55,54 \mu\text{g mL}^{-1}$. Nilai IC_{50} terendah adalah ekstrak metanol batang dengan nilai IC_{50} sebesar $77.12 \mu\text{g mL}^{-1}$. Pada hasil di atas didapatkan bahwa menggunakan metode penangkapan radikal bebas 2,2'-Difenil-1-pikrilhidrasil (DPPH) dan Asam 2,2-Azinobis(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfonat (ABTS) ekstrak kulit batang bakau merupakan bagian yang paling potensial sebagai antioksidan.^{8,9}

Pada hasil uji fotokimia ekstrak metanol pada kulit batang bakau positif mengandung alkaloid, flavonoid dan tanin.⁹ Tanin merupakan senyawa polifenol dengan berat molekul yang tinggi ($M_r > 500$). Strukturnya terdiri dari gugus *flavan-3-ol* yang terhubung bersama melalui ikatan karbon C4-C6 atau C4-C8.⁸ Tanin merupakan senyawa aktif metabolit sekunder yang diketahui mempunyai beberapa khasiat selain sebagai antioksidan, tanin mempunyai khasiat yaitu sebagai astringen, anti diare, anti bakte. Tanin merupakan senyawa utama dari tumbuhan bakau (*Rhizopora apiculata*) yang diketahui dapat menangkai efek stres oksidatif yang disebabkan oleh radikal bebas.¹⁶

Ringkasan

Secara kimia senyawa antioksidan adalah senyawa pemberi elektron (elektron donor). Secara biologis, pengertian antioksidan adalah senyawa yang dapat menangkai dampak dari stress oksidatif. Antioksidan alami banyak terdapat di dalam tumbuhan. Salah satunya terdapat dalam tumbuhan bakau minyak (*Rhizopora apiculata*). Banyak sumber dari tanaman *Rhizopora apiculata* yang dapat kita pakai mulai dari batang, akar, dan kulit batang semuanya mengandung antioksidan. Selain sebagai antioksidan banyak masyarakat yang memanfaatkan bakau jenis *Rhizopora apiculata* sebagai anti diare, obat mual,

muntah, antiviral dan hypoglikemik. Pada bagian kulit batang *Rhizopora apiculata* menghasilkan tanin yang digunakan sebagai sumber antioksidan alami. Tumbuhan ini kaya akan kandungan senyawa alkaloid, flavonoid, triterpenoid, steroid, saponin dan tanin. Ekstrak metanol kulit batang *Rhizopora apiculata* dapat menangkap radikal bebas dengan metode 2,2'-Difenil-1-pikrilhidrasil (DPPH) 50% pada konsentrasi $3.31 \mu\text{g mL}^{-1}$. Penangkapan radikal bebas metode Asam 2,2-Azinobis(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfonat (ABTS) pada ekstrak metanol kulit batang dengan nilai IC_{50} sebesar $18.47 \mu\text{g mL}^{-1}$. Nilai ini berarti ekstrak metanol kulit batang *Rhizopora apiculata* dapat menangkap radikal bebas dengan metode Asam 2,2-Azinobis(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfonat (ABTS) 50% pada konsentrasi $18.47 \mu\text{g/mL}$. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan hasil uji ekstrak bakau dengan metode penangkapan radikal bebas dengan metode 2,2'-Difenil-1-pikrilhidrasil (DPPH) dan Asam 2,2-Azinobis(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfonat (ABTS) menunjukkan ekstrak kulit batang bakau merupakan bagian yang paling potensial sebagai antioksidan. Pada hasil uji fotokimia ekstrak metanol pada kulit batang bakau positif mengandung alkaloid, flavonoid dan tanin. Tanin merupakan senyawa utama dari tumbuhan bakau (*Rhizopora apiculata*) yang diketahui dapat menangkai efek stres oksidatif yang disebabkan oleh radikal bebas

Simpulan

Disimpulkan bahwa penangkap radikal bebas tertinggi terdapat pada kulit batang bakau *Rhizopora apiculata* dan senyawa utama dari tumbuhan bakau adalah senyawa tanin.

Daftar Pustaka

1. Andayani R, Maimunah, Lisawati Y. Penentuan aktivitas antioksidan, kadar fenolat total dan likopen pada buah tomat (*Solanum Lycopersicum L*). J Sains dan Teknol Farm [Internet]. 2008 [diakses tanggal 2 desember 2017]; 13(1):1410–0177.
2. Putra Y. Pengaruh rokok terhadap

- jumlah sel spermatozoa mencit jantan (Mus Musculus, Strain Jepang). J Saintek [Internet]. 2014 [diakses tanggal 2 desember 2017]; VI(1):2085–8019. Tersedia dari: <https://media.neliti.com/media/publications/129106-ID-pengaruh-rokok-terhadap-jumlah-sel-sperm.pdf>
3. Winarsi H. Antioksidan alami & radikal bebas. Yogyakarta: Kanisius; 2007.
 4. Adyttia A, Untari EK, Wahdaningsih S. Efek ekstrak etanol daun premna cordifolia terhadap malondialdehidatikus yang dipapar asap rokok. Pharm Sci Res [Internet]. 2014 [diakses tanggal 2 desember 2017]; 1(2):2407-2354. Tersedia dari: <http://psr.ui.ac.id/index.php/journal/article/download/3302/609>
 5. Purnobasuki H. Potensi mangrove sebagai tanaman obat prospect of mangrove as herbal medicine daftar pustaka. MIPA Unair [Internet]. 2011 [diakses tanggal 2 desember 2017]. tersedia dari: http://skp.unair.ac.id/repository/GurIndonesia/PotensiMangrove_HeryPurnobasuki_244.pdf
 6. Setyawan AD, Winarno K, Purnama PC. Ekosistem mangrove di jawa: 1. Kondisi terkini. Biodiversitas [Internet]. 2003 [diakses tanggal 2 desember 2017]; 4(2):133–45. tersedia dari: <http://biodiversitas.mipa.uns.ac.id/D/D0402/D040211.pdf>
 7. Darlian L, Imran G, Fachrudin. Skrining bioaktivitas ekstrak kulit akar bakau merah (*Rhizophora apiculata* bl.) terhadap daya hambat pertumbuhan koloni bakteri streptococcus sp. J Prog.Kim [Internet]. 2011 [diakses tanggal 2 desember 2017]; 1(2):73–82. Tersedia dari: <https://media.neliti.com/media/publications/210549-skriningbioaktivitas-ekstrak-kulit-akar.pdf>
 8. Rahim AA, Rocca E, Steinmetz J, Kassim MJ, Ibrahim MS, Osman H. Antioxidant activity of mangrove *Rhizophora apiculata* bark extracts. Food Chemistry. 2008; 207:200-207
 9. Abdullah. Potensi bakau *Rhizophora apiculata* sebagai inhibitor tirosinade dan antioksidan [skripsi]. Bogor: Institut Teknologi Bogor; 2011.
 10. Sayuti K, Yenrina R. Antioksidan alami dan sintetik. Padang: Andalas University Press; 2015. 31p.
 11. Sies H. Strategies of antioxidant defense. Eur J Biochem [Internet]. 1993 [diakses tanggal 3 desember 2017]; 215:213–9. Tersedia dari: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7688300>
 12. Werdhasari A. Peran antioksidan bagi kesehatan. Jurnal Bioetik Medisiana [Internet]. 2014 [diakses tanggal 3 desember 2017]; 3(2):59-68. Tersedia dari: <https://media.neliti.com/media/publications/75830-ID-peranantioksidan-bagi-kesehatan.pdf>
 13. Praditasari A. Metode uji aktivitas antioksidan secara in vitro pada ekstrak tanaman. 2016;1.
 14. Hadi AM, Irawati MH, Suhadi. Karakteristik morfo-anatomi struktur vegetatis spesies rhizopora apiculata (*Rhizoporaceae*). J Pendidik [Internet]. 2016 [diakses tanggal 3 desember 2017]; 1:1688–92. Tersedia dari: <http://journal.um.ac.id/index.php/jptpp/article/view/6835>
 15. Santosa PV, Posangi J, Awaloei H, Bara R. Uji efek antibakteri daun mangrove *Rhizophora apiculata* terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Staphylococcus aureus*. Jurnal e-Biomedik (Ebm) [Internet]. 2015 [diakses tanggal 3 desember 2017]; 3(1):399-404. Tersedia dari: <https://ejournal.unsrat.ac.id/indexphp/ebiomedik/article/view/7415>
 16. Malanggi LP, Sangi MS, Paendong JJE. Penentuan kandungan tanin dan uji aktivitas Antioksidan ekstrak biji buah alpukat (*Persea americana* Mill.). J Kim [Internet]. 2012 [diakses tanggal 3 desember 2017]; 1(1):5–10. Tersedia dari: <https://media.neliti.com/media/publications/116214-IDpenentuan-kandungan-tanin-dan-uji-aktivi.pdf>