

Aktivitas antioksidan ekstrak etanol daging buah rambutan hitam (*Nephelium ramboutan-ake*) dengan metode DPPH, ABTS dan FRAP

Antioxidant activity of rambutan hitam (*Nephelium ramboutan-ake*) flesh ethanol extract utilizing DPPH, ABTS, and FRAP methods

Lizma Febrina^{1,2*}, Rolan Rusli^{1,2}, Erwin Samsul^{1,2}, Arman Rusman^{1,2}, Widiastuti Agustina Eko Setyowati³

¹Fakultas Farmasi, Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur, 75119, Indonesia

²Laboratorium Penelitian dan Pengembangan Farmasi FARMAKA TROPIS, Fakultas Farmasi, Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur, 75119, Indonesia

³Jurusan Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret, Jawa Tengah, 57126, Indonesia

*lizma@farmasi.unmul.ac.id

Abstrak

Rambutan hitam atau maritam (*Nephelium ramboutan-ake*) merupakan tumbuhan tropis khas Kalimantan Timur. Tumbuhan ini tumbuh liar di hutan-hutan Kalimantan. Secara empiris, masyarakat setempat menggunakan buah rambutan hitam untuk pengobatan kanker. Namun demikian, penelitian ilmiah mengenai rambutan hitam masih sangat terbatas. Oleh karenanya, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis aktivitas antioksidan dari buah rambutan hitam dengan menggunakan metode DPPH, ABTS, dan FRAP. Analisis aktivitas antioksidan dilakukan secara kolorimetri menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang tertentu. Hasil penelitian ini mengungkapkan bahwa ekstrak etanol daging buah rambutan hitam memiliki aktivitas antioksidan dengan kategori kuat baik dianalisis menggunakan metode DPPH ($IC_{50} = 32,51 \pm 0,21$ mg/L), ABTS ($IC_{50} = 30,04 \pm 0,31$ mg/L), dan FRAP ($EC_{50} = 34,22 \pm 0,17$ mg/L). Aktivitas antioksidan yang kuat dari rambutan hitam menggambarkan potensi yang besar dari rambutan hitam dalam mengurangi dampak negatif radikal bebas. Adapun aktivitas antioksidan buah rambutan hitam dilaporkan pertama kali pada tulisan ini.

Kata kunci: ABTS; antioksidan; DPPH; FRAP; maritam

Abstract

Black rambutan, also known as maritam (*Nephelium ramboutan-ake*), is a tropical plant that is indigenous to East Kalimantan. In the forests of Kalimantan, this plant thrives in its natural state. Locally, individuals utilize black rambutan fruit for cancer therapy. However, there is still barely scientific research on black rambutan. Consequently, the purpose of this research is to investigate the antioxidant properties of black rambutan fruit by employing the DPPH, ABTS, and FRAP methodologies. The antioxidant capability was analyzed colorimetrically using a UV-Vis spectrophotometer at a specific wavelength. Based on the findings of this investigation, the ethanol extract of black rambutan fruit flesh exhibited antioxidant activity in the strong category when analyzed using the DPPH method ($IC_{50} = 32.51 \pm 0.21$ mg/L), ABTS ($IC_{50} = 30.04 \pm 0.31$ mg / L), and FRAP ($EC_{50} = 34.22 \pm 0.17$ mg/L). The powerful antioxidant activity of black rambutan exemplifies the significant potential of black rambutan to significantly lessen the detrimental effects of free radicals. This paper is the first to disclose the antioxidant activity of black rambutan fruit.

Keywords: ABTS; antioxidants; DPPH; FRAP; maritam

Pendahuluan

Penyakit tidak menular (PTM) atau *noncommunicable diseases* menjadi salah satu masalah kesehatan yang mendapat perhatian lebih akhir-akhir. Hal ini dikarenakan prevalensinya yang terus meningkat bahkan menjadi penyebab kematian tertinggi di Indonesia (Belayneh, dkk., 2024). Tercatat sebanyak 71.93 juta kasus kematian di Indonesia disebabkan oleh PTM dengan proporsi terbesar ialah penyakit kardiovaskular sebanyak 35%, penyakit kanker 12% dan penyakit diabetes 6%. Oleh karenanya, dibutuhkan suatu upaya untuk dapat menekan angka kejadian penyakit tidak menular di masyarakat, baik melalui upaya promotif, upaya preventif maupun kuratif. Salah satu upaya preventif yang dapat dilakukan ialah dengan konsumsi buah-buahan yang mengandung antioksidan (Ayoka, dkk., 2022).

Antioksidan merupakan suatu zat yang dapat meredam, menunda atau menghambat kerusakan sel akibat radikal bebas. Dilaporkan bahwa pemberian antioksidan efektif dalam mengurangi angka kejadian PTM serta mengurangi komplikasi penyakit tersebut (Crisóstomo, dkk., 2022). Antioksidan secara alami dibentuk di dalam tubuh seperti glutathione, super oksida dismutase, katalase, dan asam urat. Namun demikian, saat ini sumber paparan oksidan sangat beragam sehingga memperbesar kemungkinan jumlah radikal bebas yang masuk ke dalam tubuh. Kondisi ini dapat membuat jumlah antioksidan endogen tidak seimbang dengan jumlah radikal bebas di dalam tubuh, atau yang lebih dikenal sebagai stress oksidatif. Kondisi stress oksidatif ini diyakini berkontribusi terhadap timbulnya berbagai penyakit termasuk penyakit tidak menular. Oleh karenanya pemberian antioksidan eksogen atau antioksidan dari luar sangat diperlukan untuk meredam stress oksidatif yang erat kaitannya dengan kejadian PTM (Panova & Tatikolov, 2023).

Berbagai buah-buahan dilaporkan memiliki manfaat antioksidan yang berdampak positif terhadap penurunan resiko terkena penyakit tidak menular (Rahaman, dkk, 2023). Kemampuan ini tentu tidak terlepas dari senyawa yang terkandung didalam buah seperti antosianin, asam ferulat, dan beta-sitosterol (Adaku dkk., 2020). Buah-buahan yang telah dikaji kemampuan antioksidannya seperti buah bery (Martin, dkk., 2021; Sham, dkk., 2021), strawberi (Shi, dkk., 2021), apel (Shehata, dkk., 2021), dan anggur (Gupta, dkk. 2020). Namun demikian, eksplorasi kemampuan antioksidan dari buah-buahan lokal khususnya buah-buahan hutan tropis Kalimantan masih sangat terbatas.

Salah satu buah-buahan dari hutan Kalimantan yang menarik adalah buah rambutan hitam (*N. ramboutan-ake*) atau maritam. Secara tradisional masyarakat dayak menggunakan air rebusan akar rambutan hitam ini untuk mengobati penyakit demam dan memberikan buahnya pada penderita kanker. Kajian ilmiah terhadap rambutan hitam telah dilakukan oleh beberapa peneliti diantaranya, mengungkapkan aktivitas antioksidan yang kuat dari daun rambutan hitam dengan nilai IC₅₀ sebesar 0.24 mg/mL (Putri, dkk. 2021). Bagian kulit dan daun rambutan hitam dilaporkan mengandung berbagai metabolit sekunder yaitu alkaloid, flavanoid dan tanin (Putri, 2021; Putri, dkk., 2021). Selain itu, ekstrak air kulit buah rambutan hitam dilaporkan memiliki kemampuan mengurangi kelangsungan hidup sel kanker usus (HT-29 dan HCT-116), kanker serviks (Ca-Ski) dan kanker payudara (MDB-MB-231) dengan penghambatan sel kanker usus menunjukkan hasil yang signifikan (Chan, dkk., 2012). Namun, sepanjang pengetahuan kami, laporan mengenai aktivitas antioksidan dari daging buah rambutan hitam belum pernah dilaporkan sebelumnya.

Kemampuan antioksidan dari suatu sampel dapat diukur dengan berbagai metode. Berdasarkan mekanisme kerjanya, kemampuan antioksidan dibagi menjadi dua yakni transfer atom hidrogen (HAT) dan transfer elektron (ET) (Flieger, dkk. 2021). Metode transfer hidrogen digunakan untuk mengukur kemampuan antioksidan melalui donasi atom hidrogen. Adapun metode pengukuran yang didasarkan pada pendekatan ini ialah ORAC, TRAP, *B-caroten bleaching assay*, dan lain sebagainya. Sementara metode FRAO, CUPRAC, FIC dan lain-lain didasarkan pada kemampuannya dalam melakukan transfer elektron untuk meredam efek negatif radikal bebas. Menariknya, metode DPPH dan ABTS dilaporkan menggunakan pendekatan berbasis HET dan ET. Oleh karena perbedaan mekanisme kerja dari setiap pengujian antioksidan dapat menghasilkan data yang berbeda, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antioksidan rambutan hitam yang diukur menggunakan metode DPPH, ABTS dan FRAP.

Metode Penelitian

Material

Rambutan hitam atau *N. ramboutan-ake* dikumpulkan dari hutan di wilayah desa Pampang Kalimantan Timur. Sampel telah dideterminasi di Laboratorium Dendrologi Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Adapun bahan kimia yang digunakan pada penelitian ini meliputi etanol, besi klorida, asam asetat yang diperoleh dari Merck. Kalium persulfat, asam askorbat, 1,1-difenil-2-pikril hidrazil (DPPH), 2,2-azino-bis(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonat), dan tripiridil-s-triazin yang diperoleh dari Sigma-Aldrich.

Instrumen

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini meliputi spektrofotometer UV-Vis (Halo DB-20 s UV-Vis Double Beam Spectrophotometer, Dynamica), mikrosentrifugasi (Sovral Legend Micro 21 Thermo Fisher), dan Freeze dryer (InoFD-18 PT Bench TOP Freeze Dryer Innova Inkar).

Persiapan sampel

Buah rambutan hitam yang telah dikumpulkan dibawa ke laboratorium untuk selanjutnya dibersihkan dari kotoran yang menempel. Setelah itu, buah rambutan hitam dibagi menjadi beberapa bagian: kulit, daging buah, dan biji. Dalam penelitian ini, daging buah rambutan hitam yang akan dianalisis lebih jauh. Daging buah rambutan hitam dikeringkan dalam dehidrator makanan pada suhu 35°C selama dua set, masing-masing selama 24 jam. Setelah daging buah dikeringkan, daging buah dihaluskan menggunakan penggiling (Merck). Daging buah rambutan hitam yang telah dihaluskan divakum, dan didinginkan hingga diperlukan analisis.

Ekstraksi daging buah rambutan hitam

Sampel daging rambutan hitam diekstraksi menggunakan teknik padat cair dengan menggunakan pelarut etanol. Sebanyak 200 g serbuk daging buah rambutan hitam diekstraksi menggunakan 1000 mL air deionisasi. Setelah itu, sampel dicampur secara menyeluruh, disonikasi selama 30 menit, dan diinkubasi pada suhu 35°C selama 24 jam. Setelah ini, sampel disentrifugasi selama 6x2 menit pada 12.500 rpm menggunakan sentrifus. Supernatan yang dihasilkan dikering bekukan menggunakan pengering beku.

Uji aktivitas antioksidan daging buah rambutan hitam dengan metode DPPH

Aktivitas peredaman radikal DPPH dilakukan menggunakan metode yang sudah dilaporkan pada publikasi sebelumnya (Febrina dkk. 2021). Sebanyak 2 mL sampel dilarutkan dalam 2 mL larutan DPPH 0,004% dalam etanol. Larutan diaduk dan disimpan dalam ruang gelap pada suhu 27°C selama 30 menit. Nilai absorbansi kemudian diukur pada 517 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Untuk setiap sampel, dilakukan replikasi sebanyak tiga kali, dan asam askorbat digunakan sebagai kontrol positif. Nilai penghambatan terhadap radikal DPPH dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\% \text{ aktivitas peredaman radikal DPPH} = \left(\frac{A_{\text{kontrol}} - A_{\text{sampel}}}{A_{\text{kontrol}}} \right) \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Persamaan regresi linear } y = a + bx \quad (2)$$

$$IC_{50} = \frac{50-a}{b} \quad (3)$$

A_{kontrol} adalah absorbansi larutan DPPH tanpa penambahan sampel, A_{sampel} adalah absorbansi DPPH dengan penambahan sampel. Nilai IC_{50} dihitung berdasarkan regresi linear antara persentase aktivitas peredaman DPPH• dengan konsentrasi sampel, a merupakan konstanta sedangkan b merupakan koefisien regresi (kemiringan). Nilai IC_{50} diperoleh dengan meregresikan secara linier proporsi aktivitas peredaman radikal DPPH terhadap konsentrasi sampel.

Uji aktivitas antioksidan daging buah rambutan hitam dengan metode ABTS

Aktivitas peredaman radikal kation ABTS dilakukan menggunakan metode yang sudah dilaporkan pada publikasi sebelumnya (Febrina, dkk. 2021). Aktivitas peredaman radikal kation ABTS diuji dengan terlebih dahulu dengan mereaksikan larutan ABTS dalam stok (3,84 mg bubuk ABTS dalam 1,000 μ L etanol) dan kalium persulfat (14 mM). Larutan disimpan dalam ruang gelap dan suhu ruang selama 16 jam. Kemudian diencerkan 250 μ L larutan ABTS dengan 22 mL etanol. Dicampurkan larutan sampel dan larutan ABTS dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 3 menit. Kemudian diukur absorbansi pada panjang gelombang 734 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Asam askorbat digunakan sebagai kontrol positif. Analisis dilakukan dalam rangkap tiga untuk setiap sampel dan kontrol positif. Nilai IC_{50} ditentukan dengan menghitung regresi linier antara konsentrasi sampel dan persentase aktivitas peredaman radikal kation ABTS.

$$\% \text{ aktivitas peredaman radikal kation ABTS} = \left(\frac{A_{\text{kontrol}} - A_{\text{sampel}}}{A_{\text{kontrol}}} \right) \times 100\% \quad (4)$$

Uji aktivitas antioksidan daging buah rambutan hitam dengan metode FRAP

Aktivitas antioksidan menggunakan metode FRAP dilakukan sesuai dengan prosedur yang telah dipublikasikan sebelumnya (Benzie & Strain 1996; Febrina, dkk. 2023). Untuk menyiapkan reagen FRAP, campuran dibuat dengan menggabungkan 10 mL buffer natrium asetat 300 mM dengan pH 3,6, 2,5 mL larutan 2,4,6-tripiridiltriazin (TPTZ), dan 2,5 mL larutan $FeCl_3 \cdot 6H_2O$. Campuran tersebut kemudian dipanaskan pada suhu 37°C sebelum digunakan. Tanpa cahaya, sampel dikombinasikan dengan reagen FRAP dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 10 menit. Absorbansi diukur pada 593 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Kontrol positif dicapai melalui penggunaan asam askorbat. Regresi linier dilakukan untuk menentukan nilai EC_{50} , yang ditentukan oleh persentase kapasitas antioksidan dan konsentrasi sampel. Aktivitas antioksidan diukur menggunakan persamaan berikut:

$$\% \text{ Kapasitas Antioksidan} = (1 - Ts) \times 100 \% \quad (5)$$

$$As = -\log Ts \quad (6)$$

dimana As adalah absorbansi dari larutan FRAP setelah ditambahkan sampel daging buah rambutan hitam. Nilai EC_{50} dihitung dari regresi linear antara persentase kapasitas antioksidan dan konsentrasi sampel. Nilai EC_{50} pada kapasitas FRAP adalah konsentrasi sampel yang diperlukan untuk mendapatkan efek 50% dari kapasitas FRAP.

Hasil dan Pembahasan

Aktivitas antioksidan daging buah rambutan hitam disajikan melalui nilai IC_{50} untuk pengujian menggunakan DPPH dan ABTS sedangkan nilai EC_{50} pada metode FRAP. Dalam hal penghambatan radikal DPPH $^{\bullet}$ dan ABTS $^{+\bullet}$, nilai IC_{50} menunjukkan konsentrasi sampel yang diperlukan untuk menghambat 50% radikal DPPH $^{\bullet}$ dan ABTS $^{+\bullet}$, sedangkan EC_{50} memiliki makna konsentrasi sampel yang diperlukan untuk menunjukkan 50% kapasitas FRAP. Semakin rendah nilai IC_{50} dan EC_{50} menunjukkan aktivitas antioksidan yang baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daging buah rambutan hitam menunjukkan aktivitas antioksidan dengan nilai IC_{50} DPPH = $32,51 \pm 0,21$ mg/L, metode ABTS $^{+\bullet}$ dengan nilai IC_{50} = $30,04 \pm 0,31$ mg/L, dan uji FRAP dengan nilai EC_{50} = $34,22 \pm 0,17$ mg/L, seperti yang diilustrasikan pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil uji aktivitas antioksidan daging buah rambutan dengan metode DPPH, ABTS dan FRAP memperlihatkan bahwa aktivitas antioksidan terbesar diukur menggunakan metode ABTS. Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang telah dipublikasi sebelumnya (Flieger, dkk., 2021; Floegel, dkk., 2011; George, dkk., 2022; Ozgen, dkk., 2006). Pengujian aktivitas antioksidan dengan sampel buah-buahan dan minuman dilaporkan menunjukkan hasil optimal jika diukur menggunakan metode DPPH dan ABTS. Prinsip pengujian antioksidan dengan menggunakan metode ABTS didasarkan pada kemampuan senyawa antioksidan dalam sampel untuk menstabilkan radikal bebas yang ditandai dengan perubahan warna dari warna biru kehijauan (warna radikal kation ABTS) menjadi larutan yang tidak berwarna. Perubahan warna ini diakibatkan proses reduksi oleh senyawa antioksidan yang ada

dalam sampel daging buah rambutan hitam. Adapun reaksi reduksi radikal kation ABTS oleh senyawa antioksidan tersaji pada Gambar 1.

Setiap metode pengujian antioksidan memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Metode ABTS dilaporkan dapat bekerja baik pada sistem yang berbasis air maupun pelarut organik, serta dilaporkan bekerja dengan stabil pada rentang pH yang luas. ABTS mampu bekerja pada rentang pH 4 hingga 8 sehingga memberikan fleksibilitas dalam pengukuran aktivitas antioksidan. Selain itu, kelarutan ABTS baik dalam pelarut air maupun pelarut organik memberikan keuntungan dalam pengukuran aktivitas antioksidan pada sampel hidrofilik maupun lipofilik. Namun, pengukuran menggunakan metode ini memerlukan waktu inkubasi yang cukup lama yaitu kurang lebih 16 jam sehingga waktu pengujian menjadi lebih lama. Sementara itu, waktu pengujian antioksidan dengan menggunakan metode DPPH memerlukan waktu yang lebih singkat dan dapat bekerja untuk sampel padat maupun sampel cair. Radikal DPPH merupakan suatu senyawa organik yang mengandung radikal nitrogen yang tidak stabil. Larutan DPPH berwarna ungu gelap dan akan berubah menjadi kuning ketika tereduksi oleh senyawa antioksidan dari daging buah rambutan hitam. Perubahan warna DPPH dapat menandakan seberapa kuat aktivitas antioksidan sampel. Namun demikian, salah satu kekurangan dari metode DPPH ialah senyawa ini tidak secara spesifik bekerja untuk senyawa antioksidan tertentu serta sangat peka terhadap perubahan pH. Umumnya DPPH bekerja baik pada suasana asam. Adapun reaksi reduksi radikal DPPH tersaji pada Gambar 2.

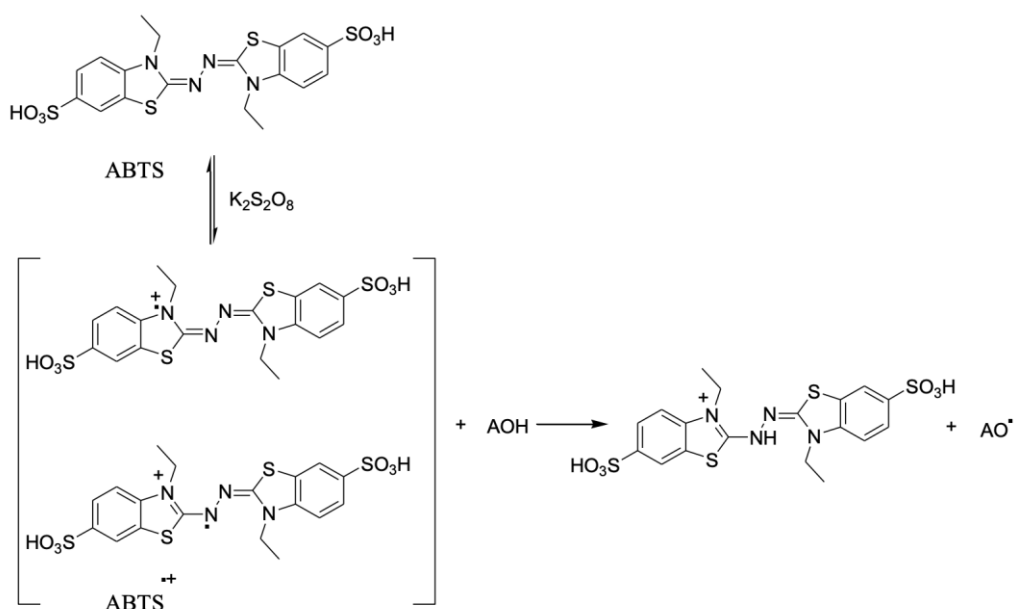
Adapun metode FRAP bekerja dengan prinsip reduksi kompleks besi(III) dari senyawa tripiridiltriazin besi(III) Fe(TPTZ)^{3+} yang tidak berwarna menjadi kompleks Fe(TPTZ)^{2+} yang memiliki warna biru. Mekanisme kerja FRAP didasarkan pada transfer elektron untuk inaktivasi radikal bebas. Adapun reaksi reduksi senyawa Fe(TPTZ)^{3+} oleh senyawa antioksidan yang terkandung dalam rambutan hitam tersaji pada Gambar 3. Metode FRAP dilaporkan sebagai salah satu metode pengujian antioksidan yang sederhana, cepat dan tidak memerlukan peralatan khusus. Namun demikian, metode ini memiliki kekurangan yaitu terjadinya endapan selama pengukuran sehingga membentuk suspensi dan mengganggu pengamatan.

Hasil uji aktivitas antioksidan daging buah rambutan memperlihatkan kemampuan antioksidan yang sangat kuat ($\text{IC}_{50} < 50 \text{ mg/mL}$) baik dianalisis menggunakan metode DPPH, ABTS, maupun metode FRAP. Aktivitas antioksidan buah rambutan hitam dilaporkan tidak berbeda signifikan dengan kemampuan antioksidan dari buah-buahan import seperti strawberi (Basu, dkk., 2021), anggur (Stefano, dkk., 2022), dan buah kiwi (Zhang, dkk., 2021). Hal ini menjadi data yang menarik untuk melakukan pemanfaatan lebih terhadap buah-buahan lokal seperti buah rambutan hitam dalam hal peredaan dan penganggulangan penyakit yang berkorelasi kuat dengan radikal bebas.

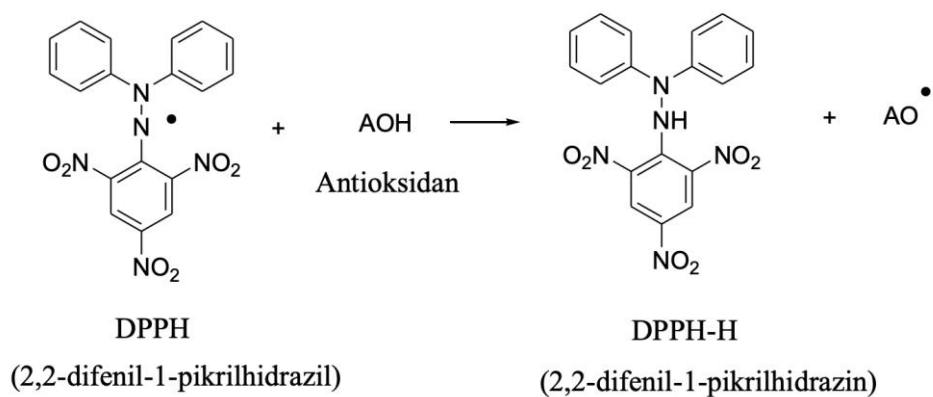
Tabel 1
Aktivitas antioksidan daging buah rambutan hitam

Metode	Sampel	Persamaan Regresi	Nilai IC_{50} (mg/L)	Rata-Rata IC_{50} (mg/L)
DPPH	Rambutan Hitam	$y = 1,353 x + 5,856$	32,63	$32,51 \pm 0,21$
		$y = 1,354 x + 5,793$	32,64	
		$y = 1,353 x + 5,856$	32,63	
		$y = 1,355 x + 5,792$	32,63	
		$y = 1,349 x + 6,325$	32,37	
		$y = 1,355 x + 6,458$	32,13	
	Asam askorbat	$y = 9,410 x + 12,470$	3,99	$3,97 \pm 0,01$
		$y = 9,560 x + 12,190$	3,96	

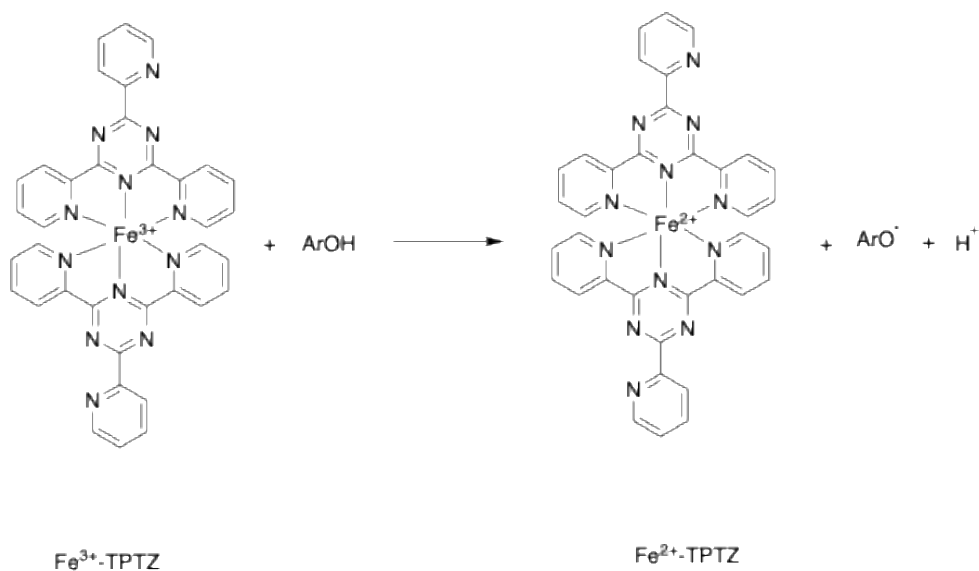
Metode	Sampel	Persamaan Regresi	Nilai IC ₅₀ (mg/L)	Rata-Rata IC ₅₀ (mg/L)
ABTS	Rambutan Hitam	$y = 9,510 x + 12,280$	3,97	
		$y = 9,550 x + 11,990$	3,98	
		$y = 9,020 x + 14,080$	3,98	
		$y = 10,05 x + 10,060$	3,97	
	Rambutan Hitam	$y = 0,596 x + 32,152$	29,94	30,04 ± 0,31
		$y = 0,581 x + 32,696$	29,78	
		$y = 0,581 x + 32,393$	30,28	
		$y = 0,607 x + 31,659$	34,15	
		$y = 0,601 x + 32,192$	33,97	
		$y = 0,584 x + 32,253$	34,40	
	Asam askorbat	$y = 7,830 x - 1,840$	6,62	6,68 ± 0,07
		$y = 7,860 x - 2,040$	6,62	
		$y = 7,770 x - 2,220$	6,72	
		$y = 7,830 x - 1,590$	6,59	
		$y = 7,960 x - 3,740$	6,75	
		$y = 7,740 x - 2,410$	6,77	
FRAP	Rambutan hitam	$y = 1,231 x + 7,981$	34,13	34,22 ± 0,17
		$y = 1,232 x + 7,702$	34,31	
		$y = 1,233 x + 7,595$	34,39	
		$y = 1,233 x + 7,906$	34,15	
		$y = 1,221 x + 8,533$	33,97	
		$y = 1,233 x + 7,595$	34,40	
	Asam askorbat	$y = 3,860 x + 33,090$	4,38	4,29 ± 0,17
		$y = 3,850 x + 33,150$	4,37	
		$y = 4,270 x + 31,040$	4,44	
		$y = 3,830 x + 33,500$	4,31	
		$y = 4,520 x + 32,520$	4,33	
		$y = 3,960 x + 32,890$	4,33	



Gambar 1. Reaksi reduksi radikal kation ABTS oleh senyawa antioksidan



Gambar 2. Reaksi reduksi radikal DPPH oleh senyawa antioksidan



Gambar 3. Reaksi Fe(III) TPTZ oleh senyawa antioksidan

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh informasi bahwa ekstrak etanol daging buah rambutan hitam memiliki aktivitas antioksidan dengan kategori kuat baik dianalisis menggunakan metode DPPH, ABTS, dan FRAP. Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak daging buah rambutan hitam dapat menjadi sumber antioksidan yang potensial untuk dikembangkan lebih lanjut. Namun demikian, eksplorasi lebih lanjut mengenai aktivitas antioksidan termasuk antioksidan secara in-vivo masih sangat diperlukan untuk mengetahui sifat antioksidan daging buah rambutan dalam sistem biologis.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih yang sangat mendalam diucapkan kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi melalui hibah penelitian fundamental, sebagaimana ditunjukkan dalam surat perjanjian nomor 609/UN/17.1/HK/2024, tanggal 13 Juni 2024 sehingga data penelitian ini dapat diperoleh.

Daftar Pustaka

- Adaku, C., Skaar, I., Gumisiriza, H., Byamukama, R., Jordheim, M., & Andersen, O. M. (2020). Anthocyanin profile and antioxidant activity of edible leaves of *Dissotis brazzae* Cogn (Melastomataceae). *Journal of Food and Nutrition Sciences*, 8(6), 139-145. <https://dx.doi.org/10.11648/j.jfns.20200806.11>
- Ayoka, T. O., Ezema, B. O., Eze, C.N., & Nnadi, C. O. (2022). Antioxidants for the prevention and treatment of non-communicable diseases. *Journal of Exploratory Research in Pharmacology*, 7(3), 179–189. <https://dx.doi.org/10.14218/jerp.2022.00028>
- Basu, A., Izuora, K., Betts, N. M., Ebersole, J. L., & Scofield, R. H. (2021). Dietary strawberries improve biomarkers of antioxidant status and endothelial function in adults with cardiometabolic risks in a randomized controlled crossover trial. *Antioxidants*, 10(11), 1-8. <https://dx.doi.org/10.3390/antiox10111730>
- Belayneh, A., Chelkeba, L., Amare, F., Fisseha, H., Abdissa, S. G., Kaba, M., Patel, S. A., & Ali, M. K. (2024). Investigation of non-communicable diseases prevalence, patterns, and patient outcomes in hospitalized populations: a prospective observational study in three tertiary hospitals. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 43(128), 1-11. <https://dx.doi.org/10.1186/s41043-024-00599-z>
- Benzie, I. F. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70–76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>
- Chan, G. K., Goh, B. H., Kamarudin, M. N. A., & Kadir, H. A. (2012). Aqueous fraction of *Nephelium ramboutan-ake* rind induces mitochondrial-mediated apoptosis in HT-29 human colorectal adenocarcinoma. *Molecules*, 17(6), 6633–6657. <https://doi.org/10.3390/molecules17066633>
- Crisóstomo, L., Oliveira, P. F., Alves, M. G. (2022). Antioxidants, oxidative stress, and non-communicable diseases. *Antioxidants*, 11(6), 1080. <https://doi.org/10.3390/antiox11061080>
- Febrina, L., Happyana, N., & Syah, Y. M. (2021). Metabolite profiles and antidiabetic activity of the green beans of Luwak (civet) coffees. *Food Chemistry*, 355, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129496>
- Febrina, L., Happyana, N., & Syah, Y. M. (2023). Metabolic profiling, antioxidant activity, and alpha-glucosidase inhibitory activity of the roasted beans of Luwak (civet) coffee. *ACS Food Science and Technology*, 3(11), 1864–1876. <https://doi.org/10.1021/acsfoodscitech.3c00249>

- Flieger, J., Flieger, W., Baj, J., & Maciejewski, R. (2021). Antioxidants: classification, natural sources, activity/capacity measurements, and usefulness for the synthesis of nanoparticles. *Materials*, 14(15), 1-54. <https://doi.org/10.3390/ma14154135>
- Floegel, Kim, D.O., Chung, S., Koo, S.I., & Chun, O.K. (2011). Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(7), 1043–1048. <https://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2011.01.008>
- George, J., Edward, D., Pun S., & Williams, D. (2022). Evaluation of antioxidant capacity (ABTS and CUPRAC) and total phenolic content (Folin-Ciocalteu) assays of selected fruit, vegetables, and spices. *International Journal of Food Science*, 1(1), 1-18. <https://dx.doi.org/10.1155/2022/2581470>
- Gupta, M., Dey, S., Marbaniang, D., Pal, P., Ray, S., Mazumder, B. (2020). Grape seed extract: having a potential health benefits. *Journal of Food Science and Technology*, 57(4), 1205–1215. <https://dx.doi.org/10.1007/s13197-019-04113-w>
- Martin, M. S., Goncalves, A. C., Alves, G., & Silva, L. R. (2023). Blackberries and mulberries: Berries with significant health-promoting properties. *International Journal of Molecular Science*, 24(15), 1-34. <https://doi.org/10.3390/ijms241512024>
- Ozgen, M., Reese, R. N., Tulio, A. Z., Scheerens, J. C., Miller, A> R. (2006). Modified 2,2-Azino-Bis-3-Ethylbenzothiazoline-6-Sulfonic Acid (ABTS) method to measure antioxidant capacity of selected small fruits and comparison to ferric reducing antioxidant power (FRAP) and 2,2'-Diphenyl-1- Picrylhydrazyl (DPPH) methods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(4), 1151–1157. <https://dx.doi.org/10.1021/jf051960d>
- Panova, I. G., & Tatikolov, A. S. (2023). Endogenous and exogenous antioxidants as agents preventing the negative effects of contrast media (contrast-induced nephropathy). *Pharmaceuticals*, 16(8), 1-27. <https://dx.doi.org/10.1007/s13197-019-04113-w>
- Putri, A.F. (2021). *Mengenal Buah Eksotik Kalimantan*. Yayasan Fastabiqul Khairot
- Putri., A. S., Pasedan, W. F., Kusuma, I. W., & Kuspradini, H. (2021). Antioxidant and antibacterial activity from three different solvents of *Nephelium ramboutan-ake* leaves crude extract. *Proceedings of the Joint Symposium on Tropical Studies (JSTS-19)*, 11, 14–17. <https://dx.doi.org/10.2991/absr.k.210408.003>.
- Rahaman, M. M., Hossain, R., Herrera-Bravo, J., Islam, M. T., Atolani, O., Adeyemi, O. S., Owolodun, O. A., Kambizi, L., Daştan, S. D., Calina, D., Sharifi-Rad, J. (2023). Natural antioxidants from some fruits, seeds, foods, natural products, and associated health benefits: An update. *Food Science and Nutrition*, 11(4), 1657-1670. <https://dx.doi.org/10.1002/fsn3.3217>
- Sham, N., Qin, C., Zhu, Z., Redington, C. G., Xiao, H., Bai, Q., Wakefield, M. R., Kou, L., Fang, Y. (2021). Raspberry extract with potential antitumor activity against cervical cancer. *Anticancer Research*, 41(7), 3343-3348. <https://doi.org/10.21873/anticancer.15122>
- Shehata, M. G., Abu-Srie, M. M., El-Aziz, N. M. A., & El-Sohaimy, S. A. (2021). Nutritional, phytochemical and in-vitro anticancer potential of sugar apple (*Annona squamosa*) fruits. *Scientific Repots*, 11(6224), 1-13. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-85772-8>
- Shi, N., & Chen, T. (2022). Chemopreventive properties of black raspberries and strawberries in esophageal cancer. *Antioxidants*, 11(9), 1-14. <https://doi.org/10.3390/antiox11091815>
- Shi, L., Zhao, W., Yang, Z., Subbiah, V., & Suleria, H. A. R. (2022). Extraction and characterization of phenolic compounds and their potential antioxidant activities. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 81112–81129. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23337-6>

- Stefano, V. D., Buzzanca, C., Melilli, M. G., Indelicato, S., Mauro, M., Vazzana, M., Arizza, V. Lucarini, M., Durazzo, A., & Bongiorno, D. (2022). Polyphenol characterization and antioxidant activity of grape seeds and skins from sicily: A preliminary study. *Sustainability* 14(11), 2-10. <http://dx.doi.org/10.3390/su14116702>
- Zhang, J., Gao, N., Shu, C., , Cheng, S., Sun, X., Liu, C., Sin, G., Li, B., & Tian, J. (2021). Phenolics profile and antioxidant activity analysis of kiwi berry (*Actinidia arguta*) flesh and peel extracts from four regions in China. *Frontiers in Plant Science*, 12, 1-13. <https://dx.doi.org/10.3389/fpls.2021.689038>