

Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Kulit Buah Manggis dengan Metode Sonikasi

Elvina Legia Helisa*, Lanny Mulqie, dan Arlina Prima Putri

Prodi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history :

Received : 24/9/2024
Revised : 6/12/2024
Published : 31/12/2024



Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

Volume : 4
No. : 2
Halaman : 99-106
Terbitan : **Desember 2024**

Terakreditasi [Sinta](#) [Peringkat 5](#)
berdasarkan Ristekdikti
No. 152/E/KPT/2023

ABSTRAK

Manggis (*Garcinia mangostana* L.) memiliki potensi farmakologi luas, terutama pada kulit buahnya yang kaya senyawa bioaktif seperti xanthone dan antosianin, dengan sifat antioksidan tinggi untuk menetralkan radikal bebas. Penelitian ini bertujuan menentukan nilai IC₅₀ ekstrak kulit manggis dengan pelarut akuadest dan etanol menggunakan metode sonikasi serta membandingkan efektivitasnya berdasarkan metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil). Ekstraksi dilakukan dengan etanol 96% dan akuadest yang disonikasi selama 45 dan 90 menit. Hasil uji menunjukkan nilai IC₅₀ masing-masing 10,28 ppm (etanol) dan 46,52 ppm (akuadest), keduanya dikategorikan sangat kuat. Rendahnya nilai IC₅₀ ekstrak etanol dibanding akuadest menunjukkan bahwa ekstrak etanol lebih efektif dalam meredakan radikal bebas.

Kata Kunci : Mangosteen, Antioxidants, Sonication..

ABSTRACT

Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) possesses extensive pharmacological potential, particularly in its peel, which is rich in bioactive compounds such as xanthenes and anthocyanins. These contribute to its high antioxidant properties, effective in neutralizing free radicals. This study aims to determine the IC₅₀ value of mangosteen peel extract using distilled water (aquadest) and ethanol as solvents through sonication and to identify which solvent yields higher antioxidant activity based on the DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) method. Extraction was performed using 96% ethanol and aquadest with sonication durations of 45 and 90 minutes. Antioxidant activity tests revealed IC₅₀ values of 10.28 ppm (ethanol) and 46.52 ppm (aquadest), both categorized as very strong antioxidants. The lower IC₅₀ value of the ethanol extract compared to aquadest indicates that ethanol is more effective in neutralizing free radicals.

Keywords : liquid Manggis, Antioksidan, Sonikasi.

Copyright© 2024 The Author(s).

A. Pendahuluan

Kulit buah yang memiliki potensi sebagai antioksidan alami yang kuat sering kali dianggap bagian limbah dari industri makanan namun seiring dengan kemajuan teknologi, kini banyak para ahli yang menunjukkan bahwa diantara kulit buah dan buah, salah satunya kulit buah manggis mempunyai sifat antioksidan yang kuat untuk menagnkal radikal bebas [1]. Beberapa bagian buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) telah dikenal sebagai sumber senyawa bioaktif yang memiliki sifat antioksidan. Adapun kandungan senyawa yang terdapat dalam kulit buah manggis seperti xanton (mangostin, mangosterol, mangostinon A dan B, garcinon B), flavonoid dan tanin [2]. Senyawa golongan flavonoid dan tanin pada umumnya memiliki aktivitas antioksidan.

Antioksidan merupakan senyawa yang menghambat atau menunda reaksi oksidasi molekul dengan cara menghambat proses inisiasi atau propagasi reaksi oksidasi berantai sehingga dapat menghambat proliferasi sel kanker dan menjadi agen antikanker [3]. Secara kimia, antioksidan adalah senyawa yang menyumbangkan satu atau lebih elektron kepada radikal bebas, sehingga reaksi radikal bebas tersebut dapat terhambat dan mencegah terbentuknya radikal bebas baru. Secara biologi, antioksidan adalah senyawa yang dapat meredam negatif oksidan, termasuk enzim-enzim dan protein-protein logam [4].

Berdasarkan sumbernya, antioksidan dapat dibedakan menjadi antioksidan sintetik dan alami. Antioksidan alami atau sintetik secara langsung atau tidak langsung berfungsi untuk menurunkan kerusakan biomolekul (kebanyakan protein, lipid, dan DNA) yang disebabkan oleh spesies oksigen reaktif (ROS) dan/atau spesies nitrogen oksida reaktif (RNOS) [5]. Antioksidan alami yang dapat membantu mengurangi stress oksidatif. Stress oksidatif, yang disebabkan oleh tingginya konsentrasi radikal bebas dalam sel dan jaringan, dapat disebabkan oleh berbagai faktor negatif, seperti radiasi gamma, UV, dan sinar-X, makanan yang tercemar, kondisi lingkungan yang buruk, intensif aktivitas fisik, merokok, alkohol, dan kecanduan narkoba. Rempah-rempah dan jamu kuliner kaya akan antioksidan. Oleh karena itu, rempah-rempah berpotensi digunakan sebagai agen perbaikan atau pencegahan untuk beberapa masalah kesehatan [6].

Antioksidan pada kulit buah manggis tergolong tinggi karena terdapat golongan xanton, senyawa ini tidak terdapat pada buah-buahan lain. Xanton memiliki julukan *privileged structure* yang dikenal mempunyai aktivitas antioksidan kuat yang melebihi vitamin C dan E dikenal sebagai rajanya antioksidan. Salah satunya sifat antioksidan pada bagian kulit buah manggis yang mengandung senyawa α -mangostin [7].

Selama bertahun-tahun, manggis telah digunakan untuk mengobati berbagai penyakit, seperti tumor, diabetes, peradangan bakteri, hipertensi, dan radang sendi. Aplikasi ini menunjukkan bahwa ekstrak buah juga dapat bermanfaat dalam bidang medis dan farmasi. Berdasarkan penelitian uji antioksidan dengan metode DPPH yang telah dilakukan menyatakan bahwa kulit buah manggis menghasilkan aktivitas antioksidan kuat memiliki nilai IC₅₀ sebesar 8,667 ppm [8] dan berdasarkan penelitian lainnya yang telah dilakukan oleh [9] didapatkan nilai IC₅₀ pada kulit manggis adalah 5,030 ppm.

Pada penelitian ini digunakan metode ekstraksi sonikasi dan metode DPPH dalam pengujian aktivitas antioksidan. Metode sonikasi ini memiliki keuntungan yaitu menghasilkan hasil ekstraksi dan tingkat bioavailabilitas yang lebih tinggi, serta waktu ekstraksi yang lebih singkat, dengan tetap menjaga efisiensi ekstraksi yang tinggi pada suhu rendah, sehingga mencegah degradasi senyawa termolabil. Prinsip ekstraksi sonikasi adalah peningkatan transfer massa yang disebabkan oleh meningkatnya penetrasi pelarut ke dalam jaringan tumbuhan lewat efek kapiler [10].

Metode DPPH ini memiliki prinsip reaksi dengan mendonorkan atom hidrogen pada radikal DPPH yang berwarna ungu. Reaksi tersebut menghasilkan senyawa non-radikal DPP Hidrazin. Oleh karena itu, absorbansi akan berkurang menjadi kuning pucat atau warnanya hilang [11]. Suatu senyawa memiliki aktivitas antioksidan apabila senyawa tersebut mampu mendonorkan atom hidrogennya untuk berikatan dengan DPPH membentuk DPPH tereduksi, ditandai dengan semakin hilangnya warna ungu (menjadi kuning pucat). Parameter untuk menginterpretasikan hasil pengujian dengan metode DPPH adalah IC₅₀ (inhibition concentration). IC₅₀ (inhibition concentration) merupakan konsentrasi larutan sampel yang dibutuhkan untuk menghambat 50 % radikal bebas DPPH [12].

Berdasarkan uraian di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah berapa nilai IC₅₀ dari ekstrak etanol dan akuadest kulit buah manggis yang memiliki aktivitas antioksidan dengan menggunakan metode sonikasi dan diantara ekstrak etanol dan akuadest manakah yang lebih efektif dalam memberikan aktivitas

antioksidan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat membuktikan secara ilmiah dan memberikan informasi bahwa kulit buah manggis memiliki fungsi antioksidan yang bermanfaat bagi tubuh. Penelitian ini bertujuan untuk menetapkan nilai IC₅₀ dari ekstrak etanol dan akuadest kulit buah manggis, dan menentukan bahwa ekstrak etanol atau akuadest kulit buah manggis yang lebih efektif dalam memberikan aktivitas antioksidan.

B. Metode Penelitian

Peneliti melakukan penelitian uji antioksidan ekstrak etanol dan akuadest kulit buah manggis yang diekstraksi menggunakan metode sonikasi. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental di Laboratorium Riset Farmasi, Universitas Islam Bandung dengan beberapa tahapan meliputi pengumpulan sampel kulit buah manggis yang diperoleh dari Bandung, determinasi di Herbarium Bandungense Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati Institut Teknologi Bandung (SITH-ITB), penyiapan simplisia kulit buah manggis, pembuatan simplisia, penentuan karakterisasi simplisia, ekstraksi kulit buah manggis dengan metode sonikasi, serta pengujian aktivitas antioksidan ekstrak kulit buah manggis.

Ekstraksi simplisia dilakukan dengan menggunakan metode sonikasi menggunakan pelarut etanol 96% dan akuadest selama 45 menit dan 90 menit, kemudian hasil ekstrak cairnya dipekatkan dengan menggunakan rotary vacuum evaporator. Standarisasi yang dilakukan adalah penetapan parameter spesifik dan nonspesifik terhadap simplisia. Penetapan parameter spesifik yang dilakukan meliputi penetapan kadar sari larut air dan kadar sari larut etanol. Penetapan parameter nonspesifik yang dilakukan terhadap simplisia adalah penetapan susut pengeringan, penetapan kadar air, penetapan kadar abu total, dan penetapan kadar abu tidak larut asam.

Pengujian aktivitas antioksidan yang dilakukan menggunakan metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) dengan tahap pembuatan larutan DPPH, pembuatan larutan uji ekstrak etanol dengan konsentrasi 1, 2, 4, 6, 8, 10 ppm, pembuatan larutan uji ekstrak akuadest 10, 20, 30, 40, 50, 60 ppm, pembuatan larutan pembanding, optimasi gelombang maksimum DPPH, serta pengujian aktivitas antioksidan kemudian diukur serapannya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk ditentukan nilai IC₅₀.

C. Hasil dan Pembahasan

Determinasi Tanaman

Tanaman yang digunakan pada penelitian ini adalah kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* Linn.). Berdasarkan hasil determinasi tanaman yang dilakukan di Herbarium Bandungense SITH ITB menyatakan bahwa tanaman yang digunakan adalah (*Garcinia mangostana* Linn.) yang termasuk ke dalam famili Clusiaceae. Selanjutnya penyiapan bahan dan pereaksi yang akan digunakan dilakukan di Laboratorium Riset Program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Universitas Islam Bandung.

Tanaman yang sudah diperoleh kemudian dilakukan pembuatan simplisia yang selanjutnya dilakukan proses ekstraksi dengan metode sonikasi. Metode sonikasi digunakan sebagai metode ekstraksi pada penelitian ini, karena metode ini memanfaatkan energi gelombang suara untuk mengganggu partikel dalam sampel. Getaran yang dihasilkan mempercepat waktu kontak antara sampel dengan pelarut sehingga proses pemisahan senyawa dari sampel ke pelarut menjadi lebih cepat [13]. Pelarut yang digunakan sebagai pelarut pengestraksi adalah etanol 96% dan akuadest dikarenakan senyawa xanton yang bersifat semi-hidrofilik [14]. Antosianin memiliki tingkat kelarutan yang cukup tinggi dalam air, kekuatan melarutkan ini memiliki hubungan dengan tingkat kepolaran pelarut dan kepolaran senyawa yang diekstraksi [15]. Sementara itu, pelarut etanol digunakan karena senyawa xanton bersifat mudah larut dalam pelarut organik yang bersifat non-polar, selain itu karena etanol memiliki titik didih yang rendah (80°C) sehingga mudah menguap [16]. Etanol 96% bersifat semipolar, digunakan pada ekstraksi untuk menarik senyawa yang polar hingga sedikit non-polar karena memiliki dua gugus yang berbeda kepolarannya, pada gugus alkilnya bersifat nonpolar sedangkan gugus hidroksil bersifat polar.

Ekstraksi

Pada proses ekstraksi digunakan simplisia sebanyak 100 gram pada masing-masing pelarut etanol 96% dan akuadest dengan masing-masing pelarut etanol 96% dan akuadest sebanyak 500 mL, dan proses ekstraksi dilakukan selama 45 menit dan 90 menit. Tujuan pemekatan ekstrak yaitu untuk mencegah terjadinya kejenuhan

pelarut, meningkatkan kadar zat aktif dalam volume yang kecil, memaksimalkan proses penarikan senyawa dalam simplisia, dan mencegah terjadinya pertumbuhan jamur atau mikroba lainnya, sehingga dapat hasil rendemen yang dihasilkan maksimal. Kemudian ekstrak dimasukkan ke dalam cawan porselen dan dibungkus dengan plastik wrap dan aluminium foil untuk mencegah kemungkinan terjadinya degradasi senyawa fenolik atau terjadi oksidasi akibat paparan sinar matahari, udara, maupun suhu. Perhitungan rendemen diperlukan untuk menentukan perbandingan jumlah ekstrak yang diperoleh terhadap berat bahan pada awalnya dan untuk mengetahui jumlah senyawa bioaktif yang terkandung dalam bahan.

Berdasarkan hasil proses ekstraksi diperoleh rendemen dengan pelarut etanol 96% sebesar 28,68% dari 100 gram simplisia menjadi 28,68 gram ekstrak kental. Sementara itu, hasil proses ekstraksi diperoleh rendemen dengan pelarut akuadest sebesar 3,90% dari 100 gram simplisia menjadi 3,90 gram ekstrak kental.

Karakterisasi Simplisia

Karakterisasi simplisia bertujuan untuk mengetahui keseragaman mutu simplisia agar dapat memenuhi persyaratan standar simplisia dan ekstrak yang terdapat dalam simplisia kulit buah manggis sesuai literature yang ada, baik dalam monografi terbitan resmi atau dalam jurnal penelitian. Penentuan ini dilakukan agar standardisasi simplisia terjamin sehingga memiliki mutu, keamanan, dan kualitas yang baik [13]. Karakterisasi simplisia meliputi penetapan kadar sari larut air, kadar sari larut etanol, kadar air, kadar abu total, kadar abu tidak larut asam, dan susut pengeringan.

Penetapan kadar air bertujuan untuk mengetahui batas minimum (rentang) kandungan air di dalam bahan, karena kadar air yang tinggi (lebih dari 10%) memungkinkan simplisia terkontaminasi oleh jamur yang dapat mempengaruhi kualitas simplisia [17]. Penetapan susut pengeringan bertujuan untuk memberikan besarnya senyawa yang hilang dalam proses pengeringan. Penetapan kadar abu total dilakukan untuk melihat kandungan mineral di dalam simplisia uji, sedangkan penetapan kadar abu tidak larut asam dilakukan untuk melihat jumlah abu non fisiologis dan logam berat yang terkandung di dalam bahan simplisia tersebut [18].

Penetapan kadar sari larut air dan etanol ini merupakan metode kuantitatif untuk mengetahui jumlah kandungan senyawa dalam simplisia yang mampu ditarik oleh pelarut. Penetapan parameter kadar sari larut air dilakukan dengan tujuan untuk mengukur kadar sari di dalam bahan yang bersifat polar, sedangkan pada kadar sari larut etanol dilakukan untuk mengukur banyaknya rendemen ekstrak dari senyawa kimia yang bersifat polar, semipolar, atau non polar dalam suatu bahan [19].

Hasil dan perhitungan penentuan kadar sari larut air, kadar sari larut etanol, kadar air, kadar abu total, kadar abu tidak larut asam, dan susut pengeringan pada simplisia dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1: Hasil Karakterisasi Simplisia

Parameter	Hasil rata-rata (%) ±	Syarat FHI	Keterangan
Kadar Air	8,75 ± 1,77	< 10%	✓
Susut Pengeringan	7,23 ± 0,57	< 10%	✓
Kadar Abu Total	2,05 ± 0,01	< 2,9%	✓
Kadar Abu Tidak Larut Asam	0,535 ± 0,23	< 0,7%	✓
Kadar Sari Larut Air	15,77 ± 0,26	< 4,7%	✓
Kadar Sari Larut Etano.	22,61 ± 3.09	< 10%	✓

Keterangan : ✓ = memenuhi syarat

Pengujian Aktivitas Antioksidan

Pengujian aktivitas antioksidan dapat dilakukan dengan spektrofotometri UV-Vis dengan metode DPPH, pengujian ini bertujuan untuk menunjukkan bahwa terdapat senyawa berpotensi yang memiliki aktivitas antioksidan dalam ekstrak kulit buah manggis. Pada pengujian ini terjadi karena ada reaksi antara senyawa antioksidan dan radikal DPPH. Metode ini secara kuantitatif mengukur aktivitas antioksidan dengan mengamati perubahan intensitas warna ungu larutan DPPH, yang berkorelasi langsung dengan konsentrasinya. Apabila terdapat radikal bebas DPPH, yang ditandai dengan keberadaan elektron tak berpasangan, larutan akan berwarna

ungu. Namun, saat elektron berpasangan terjadi karena reaksi antioksidan, warnanya akan berubah menjadi kuning [20].

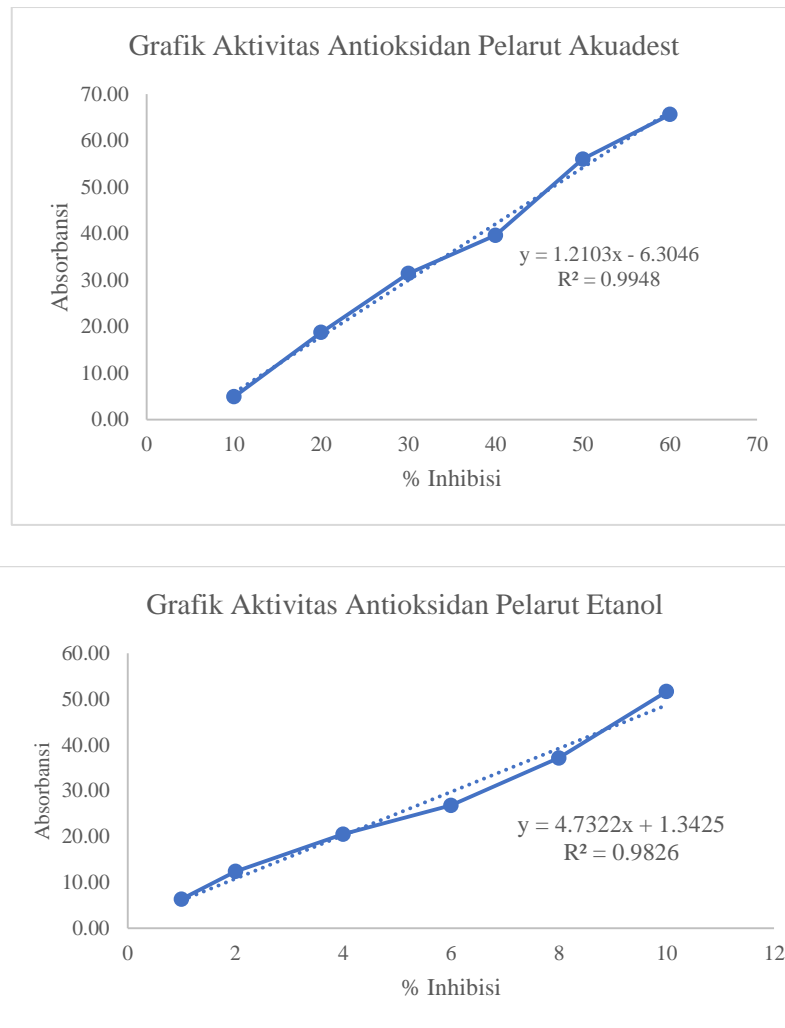
Sebelum mengukur absorbansi sampel yang mengandung DPPH menggunakan spektrofotometri UV-vis, ditentukan panjang gelombang maksimum pada daerah panjang gelombang 400-800 nm. Tujuan dari penentuan panjang gelombang maksimum adalah untuk menentukan daerah serapan yang dapat dihasilkan berupa nilai serapan dari larutan standar kuersetin yang serapannya diukur dengan menggunakan alat spektrofotometri UV-vis. Hasil pengukuran serapan larutan DPPH dengan konsentrasi 60 ppm menunjukkan bahwa serapan maksimum yang diberikan ada pada panjang gelombang 515,5 nm. Dengan demikian, panjang gelombang tersebut termasuk ke dalam rentang yang terdapat pada literatur yaitu rentang 515-520 nm [21]. Panjang gelombang maksimum digunakan karena memiliki sensitivitas paling besar terhadap perubahan nilai absorbansi yang paling besar. Panjang gelombang dicari untuk mengetahui seberapa besar energi cahaya tertinggi yang diserap oleh larutan [22].

Digunakan vitamin C sebagai larutan pembanding dikarenakan vitamin C merupakan golongan antioksidan sekunder yang dapat menangkap radikal bebas hidroksil, dan memiliki gugus enadiol yang bertugas sebagai gugus pendonor. Vitamin C mampu berperan sebagai antioksidan karena elektron yang diberikannya dapat mencegah terbentuknya senyawa lain pada proses oksidasi dengan memutus salah satu rantai karbon. Persentase inhibisi diperlukan untuk menyatakan kemampuan senyawa antioksidan dalam sampel untuk menangkap radikal bebas pada konsentrasi pengujian. Tingginya persentase inhibisi menunjukkan bahwa aktivitas senyawa antioksidan mempunyai peran yang lebih besar dalam menangkalkan radikal pada DPPH [21].

Pada metode penelitian digunakan parameter IC_{50} yang merupakan nilai konsentrasi sampel yang diperlukan untuk menghambat radikal DPPH sebesar 50%. Dinyatakan bahwa semakin kecil/menurun nilai IC_{50} maka intensitas antioksidan akan semakin kuat, begitupun sebaliknya semakin besar/tinggi nilai IC_{50} maka intensitas antioksidan akan semakin lemah. Tingkat antioksidan dengan metode DPPH dapat dikategorikan sebagai antioksidan sangat kuat apabila nilai IC_{50} kurang dari 50 ppm, kategori kuat apabila IC_{50} 50-100 ppm, kategori sedang apabila IC_{50} bernilai 100-150 ppm, dan kategori lemah apabila nilai IC_{50} lebih dari 150 ppm [23].

Persamaan regresi yang diperoleh dari kurva inhibisi larutan standar vitamin C yaitu $y = 8,0975x + 13,477$. Sedangkan persamaan regresi yang diperoleh pada ekstrak kulit buah manggis pelarut etanol 96% $y = 1,3425x - 4,7322$ dan ekstrak kulit buah manggis pelarut akuadest $y = 1,2103x - 6,3046$.

Pada hasil pengujian aktivitas antioksidan nilai IC_{50} sampel ekstrak kulit buah manggis dengan pelarut etanol 96% sebesar 10,28 ppm dan pada sampel ekstrak kulit buah manggis dengan pelarut akuadest sebesar 46,52 ppm dengan menggunakan konsentrasi 1000 ppm. Hal ini menandakan tingkat aktivitas antioksidan di dalam ekstrak kulit buah manggis pelarut etanol 96% dan akuadest termasuk ke dalam kategori antioksidan sangat kuat. Namun, hasil aktivitas antioksidan dengan pelarut etanol 96% lebih besar dengan nilai IC_{50} yang kecil menunjukkan penangkalan radikal bebas lebih efektif. Hal ini terjadi karena pelarut dan waktu yang digunakan berbeda, sehingga akan berpengaruh terhadap senyawa yang di keluarkan. Hasil perbandingan aktivitas antioksidan antara ekstrak akuadest kulit buah manggis dan ekstrak etanol kulit buah manggis dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Grafik Perbandingan Aktivitas Antioksidan

Beberapa parameter yang dapat mempengaruhi stabilitas antioksidan antara lain suhu, cahaya, pH, oksigen, dan ion logam. Selain itu, proses pengolahan, kondisi tempat penyimpanan, dan durasi penyimpanan sampel atau ekstrak yang diduga mengalami degradasi dapat mengurangi kandungan antioksidan dalam sampel. Salah satu alasan tingginya nilai IC₅₀ adalah karena pengujian aktivitas antioksidan pada sampel tidak segera dilakukan [24]. Untuk perhitungan dan hasil uji aktivitas antioksidan dapat di lihat pada Tabel 2

Tabel 2. Hasil IC₅₀ Ekstrak Kulit Manggis dan Vitamin C

Inhibisi	C (ppm)	Absprbansi	% Inhibisi	Regresi Linear	IC50 (Pppm)	Aktivitas Antioksida
Ekstrak Air Kulit Buah Manggis (Absorbansi = 0,761)	10 20 30 40 50 60	0,724 0,618 0,522 0,459 0,335 0,262	4,91 18,75 31,41 39,64 56,02 65,62		46,52	Sangat kuat
Ekstrak Etanol Kulit Buah Manggis (Absorbansi = 0,761)	1 2 4 6 8 10	0,713 0,667 0,605 0,557 0,478 0,368	6,31 12,35 20,5 26,81 37,14 51,64		10,28	Sangat kuat

Vitamin C	0,25	0,659	13,40	4,51	Sangat kuat
(Absorbansi =	0,5	0,627	17,65		
0,761)	1	0,591	22,38		
	1,5	0,555	27,03		
	2	0,532	30,09		
	5	0,355	53,31		

D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian bahwa diperoleh nilai IC_{50} ekstrak etanol sebesar 10,28 ppm, dan nilai IC_{50} akuadest sebesar 46,52 ppm yang dikategorikan antioksidan sangat kuat karena kedua sampel tersebut memiliki nilai IC_{50} kurang dari 50 ppm. Dari kedua sampel tersebut yang memiliki aktivitas antioksidan paling tinggi adalah ekstrak etanol. Rendahnya nilai IC_{50} ekstrak etanol kulit buah manggis dibandingkan nilai IC_{50} ekstrak akuadest kulit buah manggis menunjukkan bahwa ekstrak etanol kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dan lebih efektif dalam meredam radikal bebas.

Daftar Pustaka

- [1] Dungir, S. G., Katja, D. G., & Kamu, V. S. "Aktivitas antioksidan ekstrak fenolik dari kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L.)," *Jurnal Mipa*, 1(1), 11-15. 2012.
- [2] Putri, I. P. "Effectivity of xanthone of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) rind as anticancer." *J majority*, 4(1), 33-38. 2015.
- [3] Grigalius, I., & Petrikaite, V. "Relationship between antioxidant and anticancer activity of trihydroxyflavones." *Molecules*, 22(12), 2169. 2017.
- [4] Flora, S. J. "Structural, chemical and biological aspects of antioxidants for strategies against metal and metalloid exposure." *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2(4), 191-206. 2009.
- [5] Juan, C. A., Pérez de la Lastra, J. M., Plou, F. J., & Pérez-Lebeña, E. "The chemistry of reactive oxygen species (ROS) revisited: outlining their role in biological macromolecules (DNA, lipids and proteins) and induced pathologies." *International journal of molecular sciences*, 22(9), 4642. 2021.
- [6] Yashin, A., Yashin, Y., Xia, X., & Nemzer, B. "Antioxidant activity of spices and their impact on human health: A review." *Antioxidants*, 6(3), 70. 2017.
- [7] Nauman, M. C., & Johnson, J. J. "The purple mangosteen (*Garcinia mangostana*): Defining the anticancer potential of selected xanthones." *Pharmacological research*, 175, 106032. 2022.
- [8] Sholihah, M. A., Ahmad, U., & Budiastira, I. W. "Aplikasi gelombang ultrasonik untuk meningkatkan rendemen ekstraksi dan efektivitas antioksi dan kulit manggis." *Jurnal keteknik pertanian*, 5(2). 2017.
- [9] Suryanto, E., & Taroreh, M. R. "Ultrasound-assisted extraction antioksidan serat pangan dari tongkol jagung (*Zea mays* L.)." *Chemistry Progress*, 12(2). 2019.
- [10] Da Porto, C., Porretto, E., & Decorti, D. "Comparison of ultrasound-assisted extraction with conventional extraction methods of oil and polyphenols from grape (*Vitis vinifera* L.) seeds." *Ultrasonics sonochemistry*, 20(4), 1076-1080. 2013.
- [11] Munteanu, I. G., & Apetrei, C. "Analytical methods used in determining antioxidant activity: A review." *International journal of molecular sciences*, 22(7), 3380. 2021.
- [12] Azzahra, N. P., & Indradi, R. B. "Tinjauan Pustaka: Aktivitas Antioksidan In Vitro dari Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.)." *Indonesian Journal of Biological Pharmacy*, 1(2), 78-87. 2021.

- [13] Muslim, Z., Khasanah, H. R., & Sari, Y. "Simplicia Characterization And Phytochemical Screening Of Secondary Metabolite Compounds Ethanol Extract Of Trembesi Leaves (*Samanea saman*)." *SANITAS: Jurnal Teknologi Dan Seni Kesehatan*, 12(2), 131–140. 2021.
- [14] Suryanto, E., & Taroreh, M. R. "Ultrasound-assisted extraction antioksidan serat pangan dari tongkol jagung (*Zea mays L.*)." *Chemistry Progress*, 12(2). 2019.
- [15] Marpaung, M. P., & Septiyani, A. "Penentuan parameter spesifik dan nonspesifik ekstrak kental etanol batang akar kuning (*Fibraurea chloroleuca Miers*)." *Journal of Pharmacopodium*, 3(2). 2020.
- [16] Sato, A., Rahardianto, A., & Santoso, A. B. "Pemurnian Ethanol Secara Destilasi Dengan Penambahan Garam KCl." *Jurnal IPTEK*, 19(2), 1-8. 2015.
- [17] Handayani, S., Wirasutisna, K. R., & Insanu, M. "Penapisan fitokimia dan karakterisasi simplisia daun jambu mawar (*syzygium jambos alston*)." *Jurnal farmasi UIN Alauddin Makassar*, 5(3), 174-183. 2017.
- [18] Guntarti, A. "Kadar Polifenol Total Ekstrak Etanol Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana*) Pada Variasi Asal Daerah." *Jurnal Farmasi dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 3(1), 22-25. 2016.
- [19] Indrasuari, A. A. A., Wijayanti, N. P. A. D., & Dewantara, I. G. N. A. "Standarisasi mutu simplisia kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*)." *Jurnal Farmasi Udayana*, 3(1), 279707. 2014.
- [20] Nifa, K., Dewi, I. K., & Lestari, T. "Uji aktivitas antioksidan lotion ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera Lam.*) dengan metode DPPH (2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazil)." *Borobudur Pharmacy Review*, 3(1), 8-14. 2023.
- [21] Verawati, V., Nofiandi, D., & Petmawati, P. "Pengaruh metode ekstraksi terhadap kadar Fenolat total dan aktivitas antioksidan daun Salam (*Syzygium polyanthum (Wight) Walp.*)." *Jurnal Katalisator*, 2(2), 53-60. 2017.
- [22] Molyneux, Philip. "The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity." *Songklanakarin J. sci. technol* 26.2: 211-219. 2004.
- [23] Badarinath, A. V., Rao, K. M., Chetty, C. M. S., Ramkanth, S. T. V. S. R., Rajan, T. V. S., & Gnanaprakash, K. "A review on in-vitro antioxidant methods: comparisons, correlations and considerations." *International Journal of PharmTech Research*, 2(2), 1276-1285. 2010.
- [24] Pratiwi, L., Fudholi, A., Martien, R., & Pramono, S. "Ethanol extract, ethyl acetate extract, ethyl acetate fraction, and n-heksan fraction mangosteen peels (*Garcinia mangostana L.*) as source of bioactive substance free-radical scavengers." *JPSCR: Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research*, 1(2), 71-82. 2016.