

ULTRASONIC-ASSISTED EXTRACTION AND IN VITRO ANTIOXIDANT ACTIVITY OF GADUNG TUBER EXTRACT (*Dioscorea hispida* Dennst)

Susanti*, Nitya Nurul Fadilah, Lina Rahmawati Rizkuloh

Program Studi Farmasi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Perjuangan
Tasikmalaya, Jalan Peta No. 177, Kahuripan, Tawang, Tasikmalaya, Jawa Barat,
46115, Indonesia

*Corresponding author: Susanti (susanti@unper.ac.id)

ARTICLE HISTORY

Received: 22 June 2021

Revised: 23 December 2021

Accepted: 11 January 2022

Abstract

Dioscorea hispida Dennst or Gadung tuber has known to contain phenol compound which has antioxidant potency. Phenolic compound extraction made of Gadung tuber research is still limited to explore the utility. The research aimed to extract the Gadung tuber phenolic compound by ultrasonic-assisted extraction (UAE) method at 40°C, 40 kHz for 40 minutes used various solvents such as water, ethanol and methanol, then in vitro antioxidant activity test. Total Phenol Content (TPC) was measured by spectrophotometer UV-Visible based on the Folin-Ciocalteu reduction by gallic acid. DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) assay was conducted to measure the antioxidant activity. The result indicated that the highest total phenolic compound was from the methanol extract of gadung tuber (4,467 ± 0,752 gGAE/100g) and it also had the lowest IC₅₀ (4,395 µg/mL).

Key words: antioxidant, gadung, fenol, *ultrasonic-assisted extraction*

EKSTRAKSI BERBANTU ULTRASONIK DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK UMBI GADUNG (*Dioscorea hispida* Dennst) SECARA IN VITRO

Abstrak

Dioscorea hispida Dennst atau di Indonesia dikenal dengan umbi gadung diketahui mengandung senyawa aktif fenol yang dapat memberikan aktivitas antioksidan. Ekstraksi senyawa fenol dari umbi gadung masih belum banyak diteliti. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengekstraksi senyawa fenol menggunakan metode *ultrasonic-assisted extraction* (UAE) dengan pelarut yang bervariasi yaitu air, etanol, dan metanol serta menguji aktivitas antioksidannya. Penentuan kandungan fenol total (TPC) ekstrak secara kuantitatif telah dilakukan menggunakan metode spektrofotometri uv-vis dengan prinsip reaksi reduksi antara Folin-Ciocalteu dengan asam galat. Pengujian aktivitas antioksidan ekstrak menggunakan metode peredaman 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH). Dari penelitian ini diketahui bahwa senyawa fenol total paling tinggi terdapat pada ekstrak metanol umbi gadung yaitu sebesar 4,467 ± 0,752 gGAE/100 g dengan aktivitas antioksidan terkuat yang dilihat dari nilai IC₅₀-nya yaitu sebesar 4,395 µg/mL.

Kata kunci: antioksidan, fenol, gadung, *ultrasonic-assisted extraction*

Pendahuluan

Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst.) atau secara internasional dikenal dengan sebutan *yam* merupakan sejenis umbi yang juga tumbuh cukup melimpah di Provinsi Jawa Barat. Di beberapa daerah di Indonesia termasuk di Provinsi Jawa Barat, umbi gadung sering diolah menjadi berbagai makanan.¹ Namun umbi gadung mempunyai kandungan alkaloid beracun bernama senyawa dioscorin dan kadar HCN tinggi yang dapat mengakibatkan mual, muntah dan pusing jika dikonsumsi secara langsung atau jika penanganannya tidak tepat. Hal ini menyebabkan umbi gadung kurang diminati.²⁻⁵ Umbi gadung juga dimanfaatkan sebagai hama bagi hewan tikus atau rodentisida di beberapa tempat.⁶ Umbi gadung diketahui mengandung senyawa-senyawa bioaktif seperti flavonoid, alkaloid, saponin, dan fenolik. Selain itu terdapat pula kandungan protein, karbohidrat, inulin, glikosida dan diosgenin.⁷⁻¹⁰ Uji aktivitas farmakologi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa umbi gadung dapat bersifat sebagai antikanker, antioksidan, antiinflamasi dan antimikroba.¹¹⁻¹⁴

Zat antioksidan adalah suatu zat yang dapat menangkal senyawa radikal bebas. Senyawa radikal bebas (*free radical*) adalah suatu zat toksik yang mengakibatkan beberapa gangguan stress oksidatif di antaranya peradangan kanker dan gejala-gejala penuaan dini. Zat antioksidan yang berasal dari alam seperti fenol menjadi senyawa yang menarik minat para ilmuwan karena dapat mendukung perkembangan obat dengan efek samping yang lebih rendah.^{15,16}

Salah satu senyawa aktif yang terkandung cukup banyak pada spesies *Dioscorea* adalah senyawa fenol. Bagian daging dari umbinya diketahui mempunyai kadar fenol yang lebih besar daripada bagian daunnya. Pada penelitian terdahulu diketahui bahwa kadar fenol total pada ekstrak metanol hasil maserasi dari simplisia umbi gadung adalah sebesar $160,65 \pm 0,18$ mgGAE/g dengan IC_{50} sebesar 141.3 ± 3.33 μ g/mL yang menunjukkan aktivitas antioksidan.¹² Senyawa metal ester asam protokatekuat, p-hidroksibenzaldehid asam kafeat dan asam klorogenat merupakan senyawa-senyawa yang berhasil ditemukan pada tanaman umbi gadung dan golongan fenol.¹⁷

Sampai penelitian ini dibuat, telah dilakukan penelitian ekstraksi terhadap senyawa aktif fenol dari umbi gadung dengan metode konvensional seperti maserasi, sokhletasi, dan juga metode MSPD (*Matrix Solid Phase Dispersion*).^{2,12,18,19} Oleh karena manfaatnya yang cukup besar dan potensial, maka riset berkenaan dengan ekstraksi senyawa fenol menjadi suatu tantangan bagi para ilmuwan untuk mencari metode ekstraksi yang paling efektif. Metode ekstraksi berbantu ultrasonik merupakan suatu metode ekstraksi kerja cepat, ramah lingkungan (*environmentally friendly*) dengan teknologi yang cukup baru, yang sesuai untuk ekstraksi senyawa aktif dengan optimal dan efisien. Metode ekstraksi berbantu ultrasonik atau disebut juga *Ultrasound-assisted extraction* (UAE) dapat menghasilkan gelembung kavitasasi dalam sel biologi, khususnya sel tumbuhan. Metode ekstraksi ini diketahui dapat meningkatkan persentase rendemen ekstrak senyawa bioakti.²⁰ Metode ini juga cukup ekonomis dan berpotensi besar untuk dapat dikembangkan dan diaplikasikan.

Maka dari itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh informasi mengenai senyawa fenol secara kuantitatif dan aktivitas antioksidan dari umbi gadung dengan metode UAE dengan pelarut air, etanol dan metanol. Ketiga pelarut tersebut memiliki perbedaan tetapan dielektrik, namun kepolarannya sesuai dengan senyawa fenol.

Metode

Alat

Ultrasonic bath (Skymen, China), Oven (Memmert, Jerman), Spektrofotometer Uv-vis (Agilent Technologies, USA) dan alat gelas yang biasa digunakan di laboratorium analisis.

Bahan

Dioscorea hispida Dennst. atau umbi gadung liar yang berasal di Kabupaten Tasikmalaya (Nomor Surat Determinasi 3262/I1.CO2.2/PL/2019 dari SITH ITB), air, metanol (Sigma Aldrich, USA), etanol (Sigma Aldrich, USA), air, reagen Folin-Ciocalteu (Merck, Jerman), Asam Galat (Merck), Natrium Karbonat (Merck, Jerman), reagen 2,2-diphenyl-1-picrylhidrazyl atau DPPH (Sigma Aldrich, USA) dan sebagai pembanding digunakan Asam Askorbat (Merck, Jerman). Seluruh zat yang digunakan memiliki *grade* pro analisis.

Tahap Ekstraksi Umbi Gadung

Setelah dibersihkan dari pengotor, umbi dikupas dan dibersihkan Kembali dengan air yang mengalir. Bagian daging umbi kemudian dirajang sampai ukuran lebih kecil sehingga dapat mempercepat proses pengeringan. Tahap pengeringan dilakukan pada oven pengering dengan suhu 40°C, kemudian dihaluskan sampai terbentuk simplisia serbuk¹². Simplisia serbuk sebanyak 10 gram dihomogenisasi dengan masing-masing pelarut yaitu aquabides, etanol 96% dan metanol 90% sebanyak 100 mL pada botol gelas yang berwarna gelap. Kemudian ekstraksi dilakukan dengan *ultrasonic bath* dengan pengaturan frekuensi pada 40 kHz dan temperatur 40°C dengan waktu selama 40 menit. Ekstrak cair yang diperoleh kemudian disaring dan filtratnya dipekatkan sehingga diperoleh ekstrak kental. Persentase rendemen dihitung dengan rumus yang terdapat pada persamaan (1).

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{bobot ekstrak kental}}{\text{bobot simplisia}} \times 100\% \dots(1)$$

Tahap Analisis Kuantitatif Fenol Total

Analisis kuantitatif senyawa fenol total dilakukan dengan prosedur seperti yang telah dilakukan Miah tahun 2018 dengan modifikasi pada variasi konsentrasi asam galat. Kandungan total enyawa fenol ekstrak dianalisis menggunakan reagen Folin-Ciocalteu. Asam galat dilarutkan menjadi larutan standar dengan variasi konsentrasi 20, 25, 30, 35, 40, 45 dan 50 µg/mL. Asam galat sebanyak 0,5 mL dicampurkan dengan Na₂CO₃ 7,5% sebanyak 2 mL dan reagen Folin-Ciocalteu 2,5 mL. Sebanyak 10 mg ekstrak kental dilarutkan dalam 5 mL metanol. Selanjutnya, sebanyak 0,5 mL larutan ekstrak ditambah 2 mL larutan Na₂CO₃ dan 2,5 mL reagen Folin-Ciocalteu dan. Proses inkubasi dilakukan selama 35 menit, kemudian nilai absorbansi diukur pada panjang gelombang 760 nm menggunakan spektrofotometer Uv-Visible. Kurva baku asam galat diperoleh dengan menghubungkan absorbansi dengan konsentrasi. Satuan gGAE (*Gallic Acid Equivalent*)/100 g ekstrak adalah satuan yang digunakan untuk menyatakan kadar fenol total (TPC) ekstrak umbi gadung.

Tahap Uji Aktivitas Antioksidan

Asam askorbat sebagai pembanding dilarutkan dalam pelarut metanol sampai diperoleh konsentrasi 1000 µg/mL yang kemudian disebut sebagai larutan stok. Kemudian dilakukan beberapa pengenceran terhadap larutan stok untuk memperoleh konsentrasi larutan 0,5 – 2,5 µg/mL. Sejumlah 15,78 mg zat DPPH dilarutkan ke dalam

100 mL pelarut metanol sehingga diperoleh larutan DPPH dengan konsentrasi 0,4 mM. Ekstrak dan larutan pembanding masing-masing sebanyak 2 mL dicampurkan dengan larutan DPPH sebanyak 3 mL. Kemudian dilakukan tahap inkubasi selama 30 menit dalam kondisi gelap pada temperatur kamar. Absorbansi diamati dengan spektrofotometer UV-Visible pada panjang gelombang 517 nm. Peredaman radikal bebas DPPH dinyatakan sebagai persentase inhibisi.

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{(\text{Abs blanko} - \text{Abs sampel})}{(\text{Absorbansi blanko})} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

Abs = Absorbansi

Tahap Analisis Data

Untuk tahapan analisis data statistik, maka masing-masing percobaan dilakukan secara triplo (n=3) dan dihitung nilai standar deviasinya (±). Uji Tukey Post Hoc digunakan dalam uji lanjutan dengan interval kepercayaan 95%.

Hasil dan Pembahasan

Hasil

Ultrasound-Assisted Extraction (UAE) dengan variasi 3 jenis pelarut ekstraksi menunjukkan perbedaan nilai rendemen yang dapat dilihat pada Tabel 1.

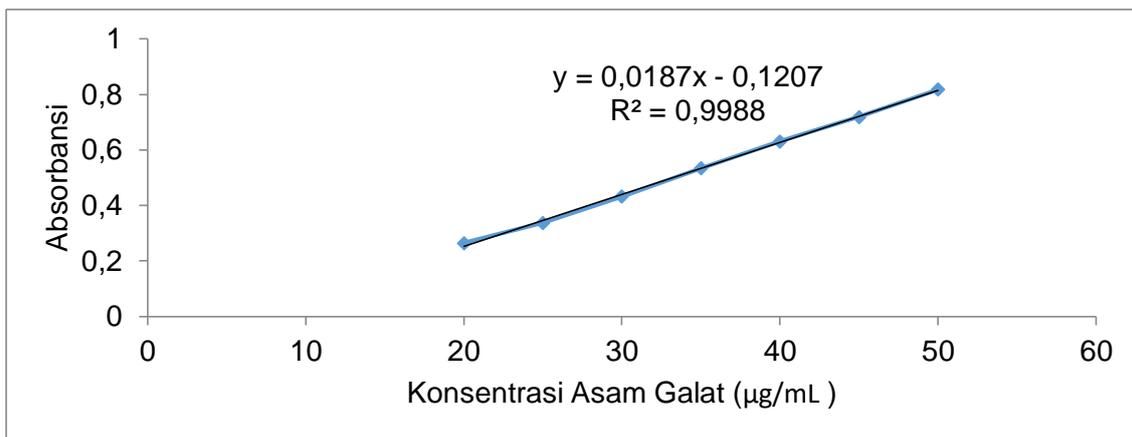
Tabel 1. Persentase Rendemen Ekstrak Gadung

Jenis Ekstrak	Rendemen (%)
Metanol	3,69 ± 1,27
Etanol	4,62 ± 0,63
Air	7,12 ± 0,47

Data hubungan antara konsentrasi asam galat dengan nilai absorbansi yang diperoleh disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Konsentrasi Dan Absorbansi Standar Asam Galat

Konsentrasi (µg/mL)	Absorbansi
20	0,265
25	0,338
30	0,433
35	0,534
40	0,631
45	0,719
50	0,818



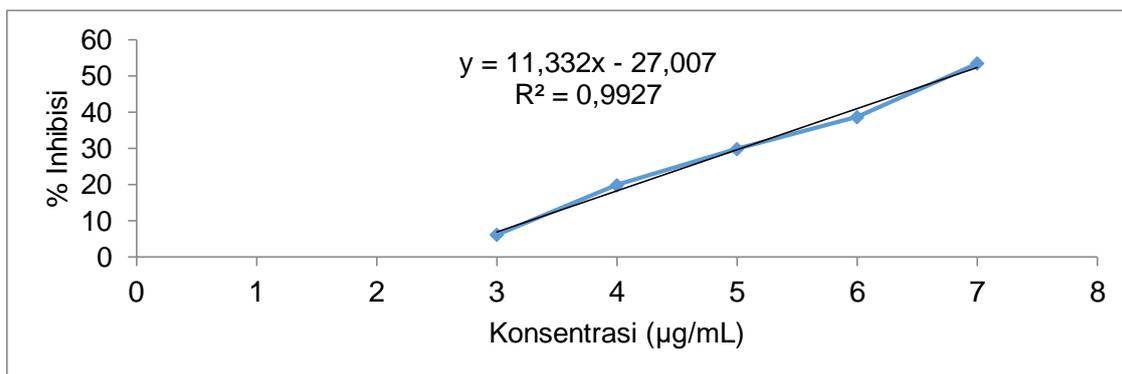
Gambar 1. Kurva kalibrasi baku asam galat

Hasil analisis kuantitatif fenol total ekstrak umbi gadung disajikan pada Tabel 3.

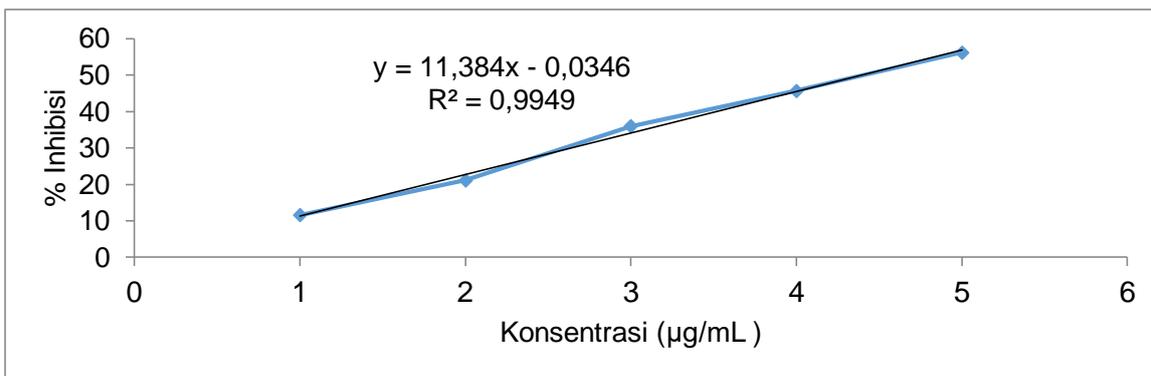
Tabel 3. Hasil Analisis Kuantitatif Total Fenol Dalam Umbi Gadung

Jenis Pelarut	Kadar Fenol Total (g GAE/100g)
Metanol	4,467 ± 0,752
Etanol	3,274 ± 0,352
Air	2,726 ± 0,242

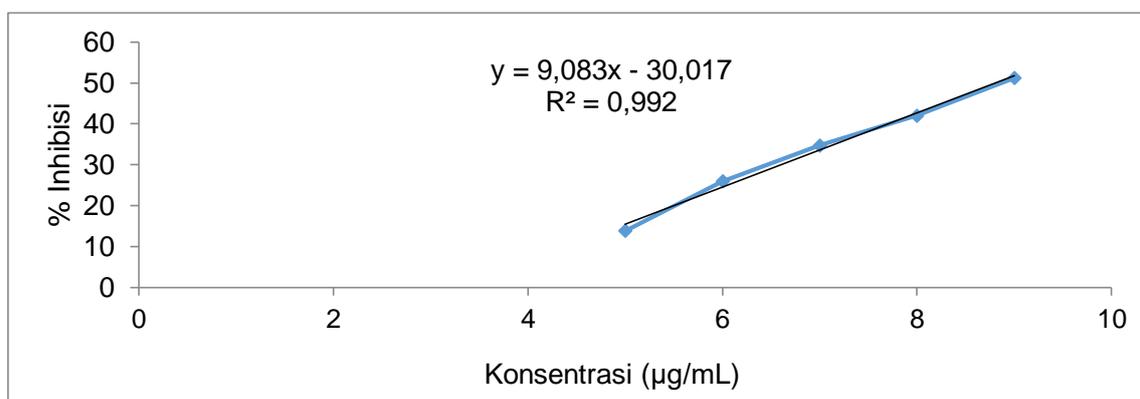
Hubungan persentase inhibisi dengan konsentrasi ekstrak disajikan pada Gambar 2, 3 dan 4.



Gambar 2. Kurva persentase inhibisi dengan konsentrasi ekstrak etanol



Gambar 3. Kurva persentase inhibisi dengan konsentrasi ekstrak metanol



Gambar 4. Kurva persentase inhibisi dengan konsentrasi ekstrak air

Hasil perhitungan nilai IC_{50} ekstrak umbi gadung disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Umbi Gadung

Pelarut	IC_{50} (µg/mL)
Metanol	4,395
Etanol	6,796
Air	8,809

Pembahasan

Ekstrak air umbi gadung memiliki nilai rendemen tertinggi dengan perbedaan yang signifikan bila dibandingkan dengan ekstrak metanol dan ekstrak etanol ($p < 0,05$). Hasil tersebut menunjukkan pemilihan jenis kepolaran pelarut dalam ekstraksi berpengaruh pada rendemen ekstrak yang diperoleh. Kepolaran suatu pelarut dapat ditunjukkan dari nilai tetapan dielektriknya. Nilai tetapan dielektrik diartikan sebagai suatu gaya antara dua partikel pada suatu molekul yang saling tolak menolak dan bermuatan listrik. Nilai tetapan dielektrik berbanding lurus dengan kepolaran pelarut, artinya semakin tinggi nilainya maka semakin polar sifat suatu pelarut. Tetapan dielektrik metanol, etanol dan air berturut-turut adalah 24,70, 33,60 dan 80,10.²¹ Nilai rendemen ekstrak air umbi gadung yang tinggi menunjukkan bahwa air mampu menarik senyawa aktif lebih banyak dibandingkan pelarut lainnya karena perolehan senyawa aktif dalam proses ekstraksi berdasarkan kemiripan polaritas dengan pelarut sehingga dapat diperoleh ekstrak yang lebih banyak.

Senyawa fenol merupakan senyawa yang bersifat polar, maka proses ekstraksi senyawa fenol sebaiknya menggunakan pelarut yang bersifat polar. Efektivitas proses ekstraksi bergantung pada sifat kelarutan senyawa senyawa bioaktif dalam pelarutnya, selaras dengan prinsip *like dissolve like*.²² Contoh pelarut yang sering digunakan dalam ekstraksi dan bersifat polar adalah air, etanol, metanol, dan air.

Hasil Analisis Kuantitatif Fenol Total

Analisis kuantitatif senyawa fenol total dilakukan untuk memperoleh data banyaknya senyawa fenol yang terkandung pada ekstrak gadung. Analisis kuantitatif fenol total dilakukan dengan menggunakan instrumen spektrofotometer UV-Vis dan reagen Folin-Ciocalteu didasarkan pada prinsip reaksi reduksi oksidasi. Asam galat merupakan perbandingan yang digunakan pada analisis ini. Hasil uji pendahuluan diperoleh panjang gelombang maksimum 760 nm dan lama inkubasi 35 menit setelah dilakukan uji penentuan *operating time*.

Pereaksi utama dalam analisis ini adalah Folin-Ciocalteu ($3\text{H}_2\text{O}-\text{P}_2\text{O}_5-13\text{WO}_3-5\text{MoO}_3-10\text{H}_2\text{O}$) atau disebut juga molibdo tungsto fosfotungstat heteropolianion. Pereaksi ini akan bereaksi dengan fenol membentuk suatu senyawa kompleks $[(\text{PMoW}_{11}\text{O}_4)_4]^-$ yang berwarna biru dan dapat diamati serapannya pada panjang gelombang 760 nm dengan metode spektrofotometri uv-visible. Warna biru yang terbentuk diakibatkan oleh reduksi logam Mo (VI) atau molybdenum dalam kompleks Folin-Ciocalteu menjadi logam Mo (V) karena terdapat donasi elektron dari fenol.²³ Kadar senyawa reduktor, seperti fenol berbanding lurus terhadap intensitas warna yang terbentuk.²⁴ Jika suatu sampel memiliki kadar fenol yang tinggi, maka warna biru yang terbentuk pada hasil analisis akan semakin pekat.

Larutan standar asam galat dibuat dalam beberapa konsentrasi, yaitu dari mulai konsentrasi 20 $\mu\text{g/mL}$ sampai dengan konsentrasi 50 $\mu\text{g/mL}$. Kurva standar yang terbentuk diperoleh berdasarkan hubungan absorbansi dengan konsentrasinya.

Hubungan nilai absorbansi dan konsentrasi asam galat menghasilkan suatu persamaan garis $y = 0,0187x - 0,1207$ dan nilai R (koefisien korelasi) sebesar 0,9988. Nilai R tersebut menunjukkan bahwa persamaan garis tersebut layak digunakan dalam suatu metode analisis.

Persamaan regresi linear yang dihasilkan kemudian digunakan untuk menghitung kadar fenol total dalam ekstrak umbi gadung. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut diketahui bahwa kadar fenol total tertinggi diperoleh dari ekstrak metanol yaitu $4,467 \pm 0,752$ gGAE/100g ekstrak yang menunjukkan bahwa dalam 100 gram ekstrak terdapat senyawa fenol yang jumlahnya setara dengan jumlah asam galat. Berdasarkan hasil uji statistik, semua jenis ekstrak tidak memiliki perbedaan yang signifikan yang ditunjukkan dengan nilai $p > 0,05$.

Dilihat dari tingkat kepolarannya, air memiliki kepolaran lebih tinggi dibandingkan dengan metanol dan secara teori seharusnya dapat menarik senyawa fenol lebih banyak dibandingkan metanol. Hal ini bisa disebabkan karena adanya zat-zat pengganggu seperti pengotor atau senyawa lainnya yang ikut terekstraksi sehingga mengganggu uji kadar fenol total. Senyawa fenol yang terdapat pada umbi gadung merupakan senyawa bioaktif yang cukup potensial dalam efek farmakologinya sebagai antioksidan.¹²

Hasil Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Gadung

Perubahan warna larutan dari ungu ke kuning merupakan hasil reaksi yang terjadi berdasarkan prinsip dari metode peredaman radikal bebas DPPH untuk uji aktivitas antioksidan ekstrak umbi gadung yaitu radikal bebas DPPH akan mengalami reduksi akibat proses donor atom hidrogen atau elektronnya. Intensitas warna sebanding

dengan jumlah elektron yang didonasikan dan diikuti dengan berkurangnya absorbansi DPPH.²⁵ Pada penelitian ini, Panjang gelombang maksimal DPPH adalah 516 nm dan absorbansi sebesar 0,578 yang sesuai dengan panjang gelombang teoritis untuk DPPH yaitu antara 515–520 nm.²⁶

Asam askorbat berperan sebagai baku pembanding dalam penelitian ini dan dipilih karena dapat meredam radikal bebas DPPH. Besarnya aktivitas antioksidan dari suatu zat ditentukan oleh nilai *Inhibitory Concentration* (IC_{50}) yaitu nilai konsentrasi suatu zat yang dapat menghambat 50% aktivitas radikal bebas. Adanya variasi konsentrasi dari larutan asam askorbat dan ekstrak bertujuan untuk mengukur nilai absorbansi sehingga persentase inhibisi dapat dihitung.

Nilai IC_{50} dapat ditentukan dari persamaan yang dihasilkan oleh kurva yang menghubungkan antara konsentrasi dengan persentase inhibisi. Nilai IC_{50} asam askorbat sebagai pembanding pada uji ini adalah 2,061 $\mu\text{g/mL}$. Hasil perhitungan nilai IC_{50} ekstrak umbi gadung menunjukkan bahwa ekstrak metanol mempunyai aktivitas antioksidan terkuat jika dibandingkan dengan dua ekstrak lainnya yaitu dengan nilai IC_{50} sebesar 4,395 $\mu\text{g/mL}$. Bila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya,¹² nilai IC_{50} ekstrak metanol umbi gadung dengan metode ekstraksi maserasi adalah sebesar $141.3 \pm 3.33 \mu\text{g/mL}$, lebih besar dibandingkan nilai IC_{50} ekstrak metanol pada penelitian ini. Hal ini menunjukkan bahwa ekstraksi umbi gadung dengan Teknik UAE lebih baik dibandingkan dengan Teknik maserasi.

Berdasarkan pernyataan Blois (1958) bahwa aktivitas antioksidan suatu zat termasuk kategori aktivitas lemah jika nilai $IC_{50} > 150 \mu\text{g/mL}$, kategori aktivitas sedang jika nilai IC_{50} 101-150 $\mu\text{g/mL}$, termasuk kategori kuat jika nilai IC_{50} 50-100 $\mu\text{g/mL}$ dan kategori sangat kuat jika nilai $IC_{50} < 50 \mu\text{g/mL}$.²⁷

Hasil perhitungan nilai IC_{50} pada penelitian ini menunjukkan bahwa semua ekstrak umbi gadung mempunyai aktivitas antioksidan yang sangat kuat. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa adanya korelasi antara konsentrasi fenol dengan nilai IC_{50} ekstrak umbi gadung. Hubungan tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi total fenol, maka kekuatan antioksidannya semakin tinggi. Senyawa fenol yang terdapat pada tanaman mempunyai sifat oksidasi-reduksi, sehingga dapat berperan sebagai senyawa antioksidan.²⁸ Aktivitas antioksidan dari senyawa fenol terjadi berdasarkan mekanisme reaksi reduksi-oksidasi, yaitu senyawa fenol berfungsi sebagai pereduksi radikal bebas yang pada awalnya zat reaktif kemudian akan terbentuk menjadi zat yang non reaktif. Oleh karena itu, zat radikal bebas terhambat pembentukannya dan efek serangan radikal bebas seperti kerusakan dapat diperbaiki maupun dihambat. Mekanisme lainnya yaitu bahwa senyawa fenol mempunyai gugus hidroksi yang dapat mendonasikan atom hidrogennya dan mampu menetralkan kekurangan elektron pada zat radikal bebas.²⁹

Kesimpulan

Proses ekstraksi senyawa golongan fenol dari gadung dengan metode UAE lebih efisien dan cepat dibandingkan metode maserasi. Perbedaan pada jenis pelarut dalam ekstraksi dapat mempengaruhi total kadar fenol serta kekuatan sifat antioksidan dari ekstrak gadung. Semua jenis ekstrak umbi gadung mempunyai aktivitas antioksidan yang cukup tinggi yang ditunjukkan dengan $IC_{50} < 50 \mu\text{g/mL}$. Kandungan fenol total ekstrak umbi gadung memiliki korelasi dan berbanding lurus dengan kekuatan aktivitas antioksidan. Dari hasil penelitian ini memperlihatkan potensi farmakologi umbi gadung yang cukup baik sebagai antioksidan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LP2M) Universitas Perjuangan Tasikmalaya atas Dana Hibah Kompetitif Internal UNPER Tahun Anggaran 2020/2021 yang telah membiayai penelitian ini.

Daftar Pustaka

1. Nugroho LH, Anna E. The potency of gadung (*Dioscorea hispida* Dennst.) tuber as a functional food: toxicity, phytochemical content and starch characters. AIP Conf Proc 2002. 2018; Available from: doi: <https://doi.org/10.1063/1.5050133>
2. Masdar N, Roslan R, Hasan S&, Kamal M. Determination of antioxidant from ubi gadong tubers for facial soap bar. In: Charting the Sustainable Future of ASEAN in Science and Technology. Singapore: Springer; 2020. Available from: https://doi.org/10.1007/978-981-15-3434-8_17%5C
3. Kresnadipayana D, Helmy I. The concentration of NaCl soaking to decreasing cyanide levels in Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst). J Teknol Lab. 2019;8(1):36–40. Available from: doi: 10.29238/teknolabjournal.v8i1.156.
4. Gunawan S, Aparamarta B, Anindita, Antari A. Effect of fermentation time on the quality of modified gadung flour from gadung tuber (*Dioscorea hispida* Dennst.). In: IOP Conf Series: Materials Science and Engineering 673, 012002. 2019. Available from: doi:10.1088/1757-899X/673/1/012002
5. Kumoro A, Retnowati D, Budiyati C. Removal of cyanides from gadung (*Dioscorea hispida* dennst.) tuber chips using leaching and steaming techniques. J Appl Sci Res. 2011;7(12):2140–6.
6. Sari D, Fitrawati, Bahtiar. Effect of *Dioscorea hispida* dennst. against *Rattus* sp. In: IOP Conf Series: Earth and Environmental Science 484, 012109. 2020. Available from: doi:10.1088/1755-1315/484/1/012109
7. Putri A, Kurniasih E, Hasanah U, Rahmawati. Isolation of prebiotic inulin from Gadung Aceh tuber (*Dioscorea hispida*) using hydrolysis reaction. In: IOP Conf Series: Materials Science and Engineering 725, 012061. 2020. Available from: doi:10.1088/1757-899X/725/1/012061
8. Padhan B, Nayak J, Panda D. Natural antioxidant potential of selected underutilized wild yams (*Dioscorea* spp.) for health benefit. J Food Sci Technol. 57:2370–2376.
9. Raina, Archana P, Misra R. Evaluation of diosgenin, a bioactive compound from natural source of *Dioscorea* species: a wild edible tuber plant. J Pharmacogn Phytochem. 2019;9(1):1120–4.
10. Kumar T, Murthy G, Suresh A, Suresh V, Kumar N, Raviashanka H. Evaluation of antitumour activity and antioxidant status in *Dioscorea hispida* Dennst. leaves on Ehrlich Ascites Carcinoma in Swiss Albino Mice. J Drug Dev Res. 2011;3(2):203–210.
11. Susanti, Mardianingru R. Antibacterial activity of methanol extract of gadung tubers (*Dioscorea hispida* dennst.) against *Propionibacterium* acnes. Farmagazine. 2020;7(1):13–7.
12. Miah M, Das P, Ibrahim Y, Shajib M, Rashid M. In vitro antioxidant, antimicrobial, membrane stabilization and thrombolytic activities of *Dioscorea hispida* dennst. Eur J Integr Med. 2018;19:121–7. Available from: doi: 10.1016/j.eujim.2018.02.002
13. Kumar S, Das G, H.S. Shin H, Patra J. *Dioscorea* spp (a wild edible tuber): a study on its ethnopharmacological potential and traditional use by the local people of simlipal biosphere reserve, India. Pharmacol. 2017;8(52):1–17. Available from:

- doi: 10.3389/fphar.2017.00052
14. Lim T. Edible medicinal and non-medicinal plants, modified stems, roots, bulbs. Dordrecht, Netherlands: Springer; 2016.
 15. Moure A, Cruz J, Franco D, Domínguez J, Sineiro J, Domínguez H, et al. Natural antioxidants from residual sources. *Food Chem.* 2001;72(2):145–171. Available from: doi: 10.1016/S0308-8146(00)00223-5
 16. Lobo V, Patil A, Phatak A, Chandra N. Free radicals, antioxidants and functional foods: impact on human health. *Pharmacogn Rev.* 2010;4(8):118–26. Available from: doi: 10.4103/0973-7847.70902
 17. Theerasin S, Baker A. Analysis and identification of phenolic compounds in *Dioscorea hispida* dennst. *Asian J Food Agro-Industry.* 2009;2(4):547–60.
 18. Sari S, Berna E, Katrin. Determination of specific and non-specific parameters of simplicia and ethanolic 70% extract of gadung tubers (*Dioscorea hispida*). *Pharmacogn J.* 2019;11(4):759–63.
 19. Susanti R, Mardianingrum S, Yuliatwati, Ferbriani Y. pengaruh lama ekstraksi terhadap kadar fenol total ekstrak metanol daging umbi gadung (*Dioscorea hispida* dennst.). *J Pharmacopolium.* 2019;3(1):149–55. Available from: doi: 10.36465/jop.v2i3.541
 20. Chaoting W, Zhang J, Zhang H, Courage Sede DMZ, Yuqing D, Ma H, et al. Advances in ultrasound assisted extraction of bioactive compounds from cash crops – A review. *Ultrason Sonochem.* 2018;48:538–49. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2018.07.018>
 21. Lide D. CRC handbook of chemistry and physics: 8th Edition. Boca Raton: CLC Press; 2005.
 22. Verdiana M, Widarta I, Permana, D.G.M I. Pengaruh jenis pelarut pada ekstraksi menggunakan gelombang ultrasonik terhadap aktivitas antioksidan ekstrak kulit buah lemon (*Citrus limon* (Linn.) Burm F.). *J Ilmu dan Teknol Pangan.* 2018;7(4):213–22.
 23. Salim S, Saputri F, Saptarini N, Levita J. Review artikel: kelebihan dan keterbatasan pereaksi folin-ciocalteu dalam penentuan kadar fenol total pada tanaman. *Farmaka.* 2020;18(1):46–57.
 24. Margraf T, Karnopp A, Rosso N, Granato D. Comparison between folin-ciocalteu and prussian blue assays to estimate the total phenolic content of juices and teas using 96-well microplates. *J Food Sci.* 2015;80(11):2397–403.
 25. Dris R, Jain S. Production practices and quality assessment of food. In: crops: quality handling and evaluation. New York: Kluwer Academic; 2004.
 26. Molyneux P. The use of the stable free radical diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin J Sci Technol.* 2004;26(2):211–9.
 27. Blois M. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature.* 1958;181:1199–1200.
 28. Johari M, Khong H. Total phenolic content and antioxidant and antibacterial activities of *pereskia bleo*. *Hindawi Adv Pharmacol Sci.* 2019;2019:1–4.
 29. Kahkonen M, Hopia A, Vourela H, Rauha J, Pihlaja K, Kujala T, et al. Antioxidant activity of extract containing phenolic compounds. *J Agric Food Chem.* 1999;47(10).