

POTENSI TANGKAI TERONG (*Solanum melongena*) SEBAGAI IMMUNE BOOSTER

Liesty Kurnia Ratri, Chatarina Devi Aristi Nugraha, Nikitasari Hilmia Rahma, Diana Nur Affiah*

Departemen Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia
*Korespondensi : E-mail: d.nurafifah.dna@fk.undip.ac.id

ABSTRACT

Background: Eggplant calyx (*Solanum melongena*) is considered as waste which is usually thrown away. However, based on several studies, it was reported that eggplant calyx contains the highest antioxidant content in the form of phenolic compounds when compared to other eggplant parts.

Objective: This study aimed to determine the content of bioactive compounds in eggplant calyx extract and its effectiveness through phenolic, flavonoid, IC_{50} , and in vitro tests for protein denaturation inhibition.

Methods: Eggplant calyxes were obtained from Bandungan sub-district, Semarang district. This research was conducted in vitro. Eggplant calyx extraction was carried out using the maceration method with ethyl acetate as a solvent. Total phenolic assays used the Folin-Ciocalteu method, total flavonoids were tested using quercetin and routine standards, IC_{50} using DPPH, and protein denaturation inhibition was performed using albumin as a control and diclofenac sodium as a positive control.

Results: The results showed that the total phenolic extract of eggplant calyx was 190.47 mgGAE/g which was high, the total flavonoid based on quercetin and routine standards was 62.38 mgQE/g and 427.61 mgRE/g which was high, IC_{50} test of eggplant calyx extract showed a value of 255 ppm and categorized as very weak antioxidant activity, and based on the protein denaturation inhibition test at 30 minutes, the percent denaturation of eggplant calyx extract, diclofenac sodium, and albumin was 14.70%, 1.30%, and 25.84%.

Conclusion: Eggplant calyx extract is high in phenolic and flavonoid content but the antioxidant activity based on IC_{50} is classified as very weak. Eggplant calyx extract has good protein denaturation inhibition. Testing the effectiveness of eggplant calyxes in vivo should be done to get more accurate results.

Keywords: Protein denaturation; Phenolic; Flavonoids; IC_{50} ; Eggplant calyx

ABSTRAK

Latar belakang: Tangkai terong (*Solanum melongena*) merupakan limbah dan biasanya dibuang karena tidak dapat dimanfaatkan kembali. Namun, berdasarkan beberapa penelitian melaporkan bahwa tangkai terong memiliki kandungan antioksidan dalam bentuk senyawa fenolik yang paling tinggi jika dibandingkan dengan bagian terong lainnya.

Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan senyawa bioaktif ekstrak tangkai terong dan efektivitasnya melalui uji fenolik, flavonoid, IC_{50} , dan uji in vitro daya hambat denaturasi protein.

Metode: Tangkai terong diperoleh dari kecamatan Bandungan, kabupaten Semarang. Penelitian ini dilakukan secara in vitro. Ekstraksi tangkai terong dilakukan menggunakan metode maserasi dengan pelarut etil asetat. Pengujian total fenolik menggunakan metode Folin-Ciocalteu, total flavonoid diuji menggunakan standar quersetin dan rutin, pengujian IC_{50} menggunakan DPPH, dan daya hambat denaturasi protein dilakukan menggunakan albumin sebagai kontrol dan natrium diklofenak sebagai kontrol positif.

Hasil: Hasil penelitian menunjukkan bahwa total fenolik ekstrak tangkai terong sebesar 190,47 mgGAE/g yang tergolong tinggi, total flavonoid berdasarkan standar quersetin dan rutin sebesar 62,38 mgQE/g dan 427,61 mgRE/g yang tergolong tinggi, uji IC_{50} ekstrak tangkai terong menunjukkan nilai 255 ppm dan dikategorikan aktivitas antioksidannya sangat lemah, dan berdasarkan uji daya hambat denaturasi protein pada menit ke-30, persen denaturasi ekstrak tangkai terong, natrium diklofenak, dan albumin sebesar 14,70%, 1,30%, dan 25,84%.

Simpulan: Ekstrak tangkai terong tinggi akan kandungan fenolik dan flavonoid tetapi aktivitas antioksidan berdasarkan nilai IC_{50} tergolong sangat lemah. Ekstrak tangkai terong memiliki daya hambat denaturasi protein yang cukup baik. Pengujian efektivitas tangkai terong secara in vivo sebaiknya dilakukan untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

Kata Kunci : Denaturasi protein; Fenolik; Flavonoid; IC_{50} ; Tangkai terong

PENDAHULUAN

Terong (*Solanum melongena*) termasuk salah satu komoditi sayuran terbesar Indonesia, bahkan menurut FAO, Indonesia menduduki peringkat ke-6 dunia pada 2011 sebagai negara penghasil terong

dan terus mengalami peningkatan jumlah hasil produksi setiap tahunnya.¹ Terong (*Solanum melongena*) merupakan sayuran yang dapat diolah menjadi berbagai macam olahan serta memiliki nilai ekonomi yang relatif stabil. Bagian dari terong yang

sering diolah yakni buahnya sedangkan bagian tangkai biasanya dibuang sebagai limbah karena dianggap tidak dapat dimanfaatkan kembali. Berbagai penelitian dilakukan untuk mengidentifikasi sumber antioksidan alami pada terong. Tangkai terong mengandung antioksidan paling tinggi seperti fenolik jika dibandingkan dengan bagian terong lainnya sehingga berpotensi menjadi suplemen makanan untuk meningkatkan daya tahan tubuh.^{2,3} Berdasarkan penelitian, ekstrak tangkai terong mengandung vitamin dan mineral berkonsentrasi tinggi sehingga memungkinkan untuk dapat meningkatkan kekebalan tubuh dan menghilangkan rasa nyeri.³ Oleh karena itu, diperlukan pemanfaatan limbah tangkai terong salah satunya sebagai sumber antioksidan.

Antioksidan adalah senyawa yang menghalangi proses oksidasi, sehingga mencegah reaksi berantai yang dapat merusak sel organisme. Terapi antioksidan telah lama diteliti sebagai upaya untuk mengurangi penyebaran cedera akibat radikal bebas.⁴ Asupan tinggi antioksidan seperti asam askorbat, *tocopherol*, karotenoid, dan polifenol dapat mendukung pertahanan antioksidan yang dapat ditemukan pada buah-buahan, sayuran, minuman, sereal, dan produk makanan lainnya.⁵ Salah satunya ditemukan dalam tangkai terong dalam bentuk senyawa fenolik atau polifenol yang kandungannya paling tinggi apabila dibandingkan dengan bagian terong lainnya.^{2,3}

Senyawa fenolik atau polifenol saat ini menjadi perhatian khusus dalam penelitian, hingga saat ini sudah teridentifikasi 8000 struktur fenolik pada tumbuhan.⁶ Polifenol merupakan metabolit sekunder yang penting untuk pertumbuhan, perkembangan, dan reproduksi tumbuhan, senyawa ini dapat dijadikan sebagai antioksidan alami dan memiliki banyak manfaat diantaranya penghambatan peroksidasi lipid; penghambatan karsinogenesis dan aktivitas mikroba; sebagai fitohormon alami; dan lain-lain.⁷ Namun, hingga saat ini belum terdapat penelitian yang menguji efektivitas polifenol tangkai terong sebagai *immune booster* baik pada hewan coba maupun pada manusia. *Immune booster* mencakup vitamin, mineral, antioksidan, probiotik, dan pangan fungsional serta obat alternatif untuk meningkatkan sistem imunitas tubuh.⁸

Inflamasi atau peradangan merupakan respon jaringan terhadap reaksi tubuh yang dapat menimbulkan kerusakan sel. Kerusakan sel dapat disebabkan oleh bakteri, zat kimia, trauma mekanik ataupun trauma fisik.⁹ Inflamasi dapat terjadi karena adanya denaturasi protein. Denaturasi protein adalah proses dimana protein kehilangan struktur tersier dan struktur sekundernya yang disebabkan karena senyawa eksternal, seperti asam kuat, basa kuat,

garam organik terkonsentrasi, organik pelarut, dan pemanasan.⁹ Senyawa yang dapat menghambat denaturasi protein digunakan sebagai obat antiinflamasi. Beberapa obat antiinflamasi menunjukkan kemampuan menghambat denaturasi protein yang disebabkan oleh suhu, salah satunya adalah natrium diklofenak.¹⁰ Selain itu, pengujian secara *in vitro* pengaruh pemanasan terhadap antidenaturasi *Bovine Serum Albumin*, dapat digunakan untuk mendeteksi adanya senyawa antiinflamasi. Hal ini dikarenakan metode pengujian denaturasi protein dengan pemanasan merupakan metode yang layak, sederhana, dan tidak membutuhkan biaya yang mahal untuk menilai potensial obat antiinflamasi.¹¹

Berdasarkan latar belakang di atas dan dikarenakan semakin tingginya kebutuhan masyarakat akan antioksidan saat ini serta belum didapatkannya hasil yang maksimal, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan senyawa bioaktif ekstrak tangkai terong dan efektivitasnya melalui uji fenolik, flavonoid, IC₅₀, dan uji *in vitro* daya hambat denaturasi protein.

METODE

Penelitian dilakukan secara *in vitro* di Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro selama satu bulan. Sampel tangkai terong diperoleh dari kecamatan Bandungan, kabupaten Semarang. Alat yang digunakan antara lain blender, timbangan, oven, tabung reaksi, dan spektrofotometer UV-Vis. Bahan yang digunakan meliputi tangkai terong 2 kg, pelarut etil asetat, *Folin-Ciocalteu*, standar quersetin dan rutin, DPPH, BSA (*Bovine Serum Albumin*), larutan TBS (*Tris Buffer Solution*), dan Natrium Diklofenak.

Ekstraksi tangkai terong dilakukan menggunakan metode maserasi, dengan sampel basah sebanyak 2 kg tangkai terong. Ekstraksi tangkai terong dimulai dengan proses pengeringan menggunakan oven, setelah kering dilakukan proses penepungan dengan menghaluskan ekstrak menggunakan blender. Setelah didapatkan serbuk halus, lalu dilanjutkan dengan proses maserasi. Kemudian dilakukan filtrasi dan evaporasi untuk memisahkan ekstrak dari pelarutnya.¹² Pelarut yang digunakan yaitu etil asetat dengan perbandingan sampel : pelarut yaitu 1:2.¹¹ Waktu pembuatan ekstrak yaitu 3 hari pengeringan, 3 hari ekstraksi, dan 1 hari evaporasi.

Analisis kandungan fenolik menggunakan sampel 0,105 gram ekstrak tangkai terong dan menambahkan reagen *Folin-Ciocalteu* dengan variasi konsentrasi standar asam galat yaitu 0 ppm, 200 ppm, 400 ppm, 600 ppm, dan 800 ppm. Kemudian disentrifugasi dan dianalisis

menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 765 nm.¹³

Analisis kandungan flavonoid menggunakan standar quersetin dan standar rutin dengan menggunakan sampel 0,105 gram ekstrak tangkai terong. Konsentrasi quersetin yang digunakan yaitu 0 ppm, 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm, dan 100 ppm sedangkan konsentrasi rutin yang digunakan yaitu 0 ppm, 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm, 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm, dan 500 ppm. Kemudian dilakukan sentrifugasi dan dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 434,2 nm karena pada panjang gelombang ini didapatkan kepekaan dan serapan yang maksimal. Jumlah kandungan fenolik dan flavonoid dinyatakan sebagai *Gallic Acid Equivalent* (GAE), *Quercetin Equivalent* (QE), dan *Rutin Equivalent* (RE) menggunakan rumus¹⁴ $C = (c \times V) / m$ dimana C adalah kandungan total senyawa fenol dan flavonoid sampel ($\mu\text{g}/\text{mg}$ ekstrak tangkai terong dalam GAE, QE, dan RE); c adalah konsentrasi GAE, QE, or RE dihitung dari regresi persamaan ($\mu\text{g}/\text{mL}$); V adalah volume ekstrak tangkai terong (mL); dan m adalah berat ekstrak tangkai terong (mg).

Pengujian IC_{50} dengan sampel 0,105 gram ekstrak terong dianalisis menggunakan DPPH dengan variasi konsentrasi DPPH 0 ppm, 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, 25 ppm, dan 30 ppm. Kemudian disentrifugasi dan dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 414,2 nm. Persen hambat dihitung menggunakan rumus¹⁵ persen penghambatan denaturasi adalah $(\text{Abs kontrol} - \text{Abs ekstrak}) / \text{Abs kontrol} \times 100\%$. Apabila persen aktivitas hambatan telah diperoleh, maka dapat dihitung nilai IC_{50} dari persamaan regresi linier. Dimana y adalah persen hambat senilai 50 sedangkan x adalah nilai IC_{50} . Besarnya nilai IC_{50} dapat dikategorikan menjadi 5, yakni apabila nilai $\text{IC}_{50} < 50$ ppm maka senyawa tersebut memiliki aktivitas antioksidan sangat kuat, nilai IC_{50} 50 – 100 ppm dikategorikan senyawa memiliki aktivitas antioksidan kuat, nilai IC_{50} 101 – 150 ppm dikategorikan aktivitas antioksidan sedang, nilai IC_{50} 150 – 200 ppm dikategorikan aktivitas antioksidan lemah serta nilai $\text{IC}_{50} > 200$ ppm dikategorikan senyawa memiliki aktivitas antioksidan sangat lemah. Semakin kecil nilai IC_{50} maka semakin efektif senyawa tersebut sebagai antioksidan. Semakin besar nilai IC_{50} maka dapat dikatakan bahwa senyawa tersebut kurang efektif sebagai antioksidan.¹⁶

Uji *in vitro* dilakukan dengan metode penghambatan denaturasi protein. Pengujian daya

hambat dan daya denaturasi protein dilakukan pada suhu 70°C dengan variasi waktu 7 tingkat yakni 0 menit, 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit, 25 menit, dan 30 menit. Sampel yang digunakan yaitu 120 μL ekstrak tangkai terong dengan menambahkan 0,5 mL albumin dan 380 μL TBS. Kontrol menggunakan 0,5 mL albumin dan 0,5 mL TBS. Sedangkan kontrol positif menggunakan 120 μL natrium diklofenak dengan menambahkan 0,5 mL albumin dan 380 μL TBS. Kemudian pada masing-masing variasi waktu dianalisis menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 280 nm. Persen penghambatan denaturasi protein dihitung berdasarkan rumus $(\text{Abs kontrol} - \text{Abs ekstrak}) / \text{Abs kontrol} \times 100\%$.¹⁷

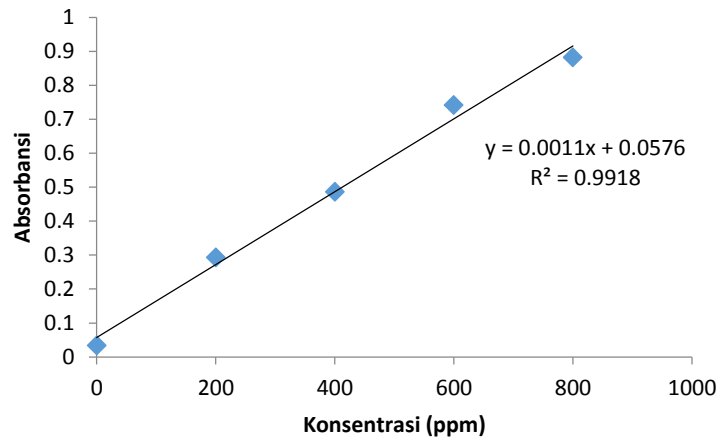
HASIL

Ekstraksi Tangkai Terong dan Pengujian Kandungan Fenolik

Metode ekstraksi yang digunakan adalah ekstraksi maserasi dengan menggunakan pelarut etil asetat. Ekstrak tangkai terong yang diperoleh sebanyak 1 gram dari 2 kg sampel tangkai terong. Total fenolik yang terkandung di dalam sampel ekstrak tangkai terong ditentukan dengan menggunakan *Folin-Ciocalteu* sebagai reagen dan asam galat sebagai senyawa standar. Penentuan total kandungan fenolik dinyatakan dalam miligram ekuivalen asam galat tiap gram subfraksi (mgGAE/g). Absorbansi untuk berbagai pengenceran asam galat dengan reagen *Folin-Ciocalteu* dijelaskan seperti pada Gambar 1 sehingga didapatkan kurva standar; $y = 0,0011x + 0,0576$ dengan $R^2 = 0,9918$. Dimana y adalah absorbansi pada 765 nm dan x adalah total kandungan fenol dalam ekstrak sampel. Senyawa fenolik merupakan salah satu jenis antioksidan yang berperan dalam penghambatan radikal bebas.¹⁸ Berdasarkan Tabel 1, total fenolik yang terkandung dalam ekstrak tangkai terong yaitu sebesar 190,47 mgGAE/g (19,047%).

Pengujian Kandungan Flavonoid

Penentuan kadar senyawa flavonoid total pada sampel ekstrak tangkai terong dinyatakan dalam miligram ekuivalen quersetin tiap gram subfraksi (mgQE/g) dan dinyatakan pula dalam miligram ekuivalen rutin tiap gram subfraksi (mgRE/g). Berdasarkan pengukuran absorbansi dari standar quersetin dan standar rutin dihasilkan kurva linier yang dibuat untuk mengetahui hubungan antara nilai absorbansi dengan konsentrasi larutan sehingga didapatkan konsentrasi sampel.



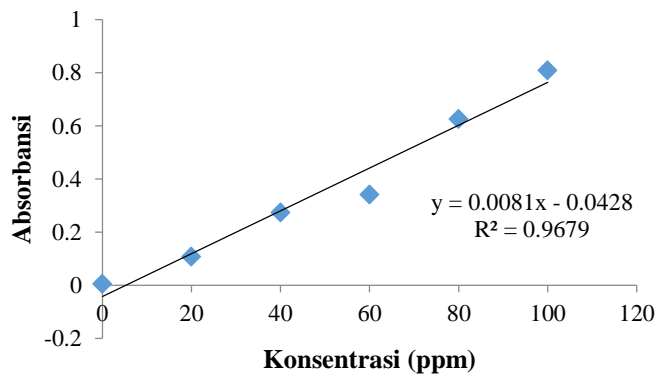
Gambar 1. Grafik Absorbansi Sampel Berdasarkan Konsentrasi Sampel

Tabel 1. Kandungan Fenolik Ekstrak Tangkai Terong

Asampel	Konsentrasi (ppm)	Sampel (g)	Vadd (ml)	FP	mg GAE/g	%Fenol
0,108	51	0,105	4	100	194,28	19,428
0,106	49	0,105	4	100	186,66	18,666
Rata-rata					190,47	19,047

Pembuatan kurva standar kuersetin dapat dilihat pada Gambar 2. Persamaan yang diperoleh yaitu $y = 0,0081x - 0,0428$ dengan koefisien korelasi (R^2) = 0,9679. Persamaan ini digunakan untuk menghitung kadar flavonoid total dalam sampel ekstrak tangkai terong, dimana y menyatakan nilai absorbansi dan x menyatakan kadar flavonoid dalam sampel. Semakin tinggi konsentrasi, semakin tinggi pula absorbansinya.

Berdasarkan Tabel 2, dapat diketahui bahwa total flavonoid yang terkandung dalam ekstrak tangkai terong berdasarkan standar quersetin yaitu didapatkan sebesar 62,38 mgQE/g (6,238%). Percobaan dilakukan sebanyak 2x dengan hasil yang diperoleh keduanya adalah sama.



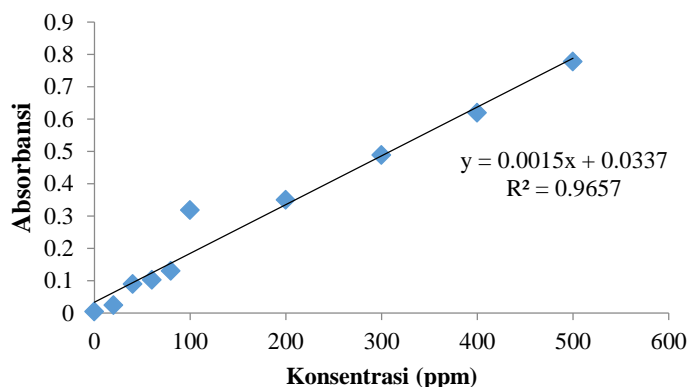
Gambar 2. Grafik Absorbansi Sampel Berdasarkan Konsentrasi Sampel

Tabel 2. Kandungan Flavonoid Ekstrak Tangkai Terong Berdasarkan Standar Quersetin

Asampel	Konsentrasi (ppm)	Sampel (g)	Vadd (ml)	FP	mg QE/g	%Flavonoid
0,482	65,5	0,105	1	100	62,38	6,238
0,482	65,5	0,105	1	100	62,38	6,238
Rata-rata					62,38	6,238

Persamaan yang diperoleh berdasarkan absorbansi rutin terhadap konsentrasi sampel yaitu $y = 0,0015x + 0,0337$ dengan koefisien korelasi (R^2) = 0,9657. Grafik absorbansi terhadap konsentrasi sampel dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan

Tabel 3, berdasarkan standar rutin diperoleh total flavonoid pada ekstrak tangkai terong sebesar 427,61 mgRE/g (42,761%). Percobaan dilakukan sebanyak 2x dengan hasil yang diperoleh keduanya adalah sama.



Gambar 3. Grafik Absorbansi Sampel Berdasarkan Konsentrasi Sampel

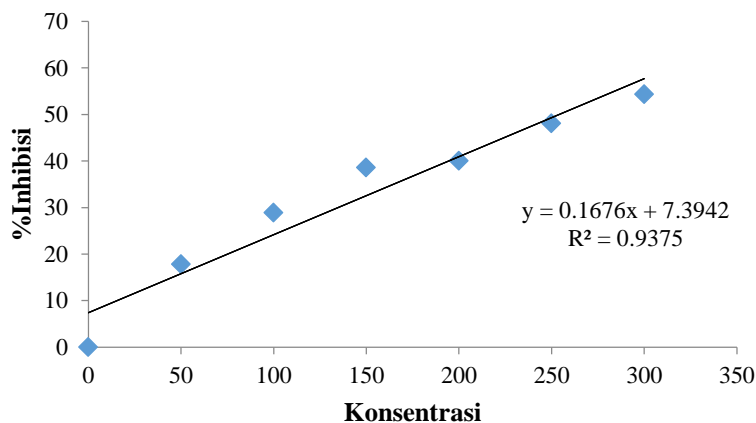
Tabel 3. Kandungan Flavonoid Ekstrak Tangkai Terong Berdasarkan Standar Rutin

Asampel	Konsentrasi (ppm)	Sampel (g)	Vadd (ml)	FP	mg RE/g	%Flavonoid
0,482	449	0,105	1	100	427,61	42,761
0,482	449	0,105	1	100	427,61	42,761
Rata-rata					427,61	42,761

Pengujian IC₅₀

Hasil uji aktivitas antioksidan berdasar nilai IC₅₀ pada ekstrak tangkai terong ditunjukkan pada Gambar 4. Berdasarkan kurva pada Gambar 4, diketahui peningkatan konsentrasi berbanding lurus dengan besarnya % inhibisi dan diperoleh persamaan $y = 0,1676x + 7,3942$ dengan koefisien

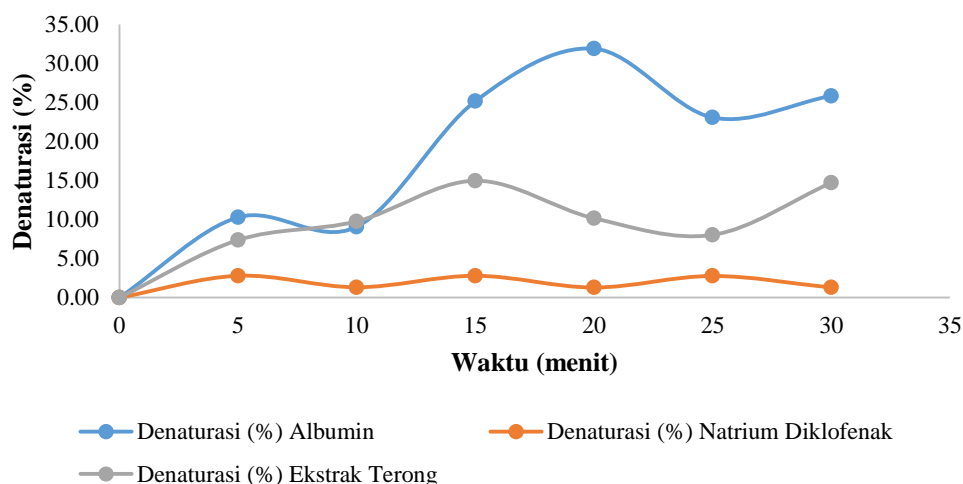
korelasi (R^2) = 0,9375 sehingga diperoleh nilai IC₅₀ sebesar 255 ppm, yang artinya bahwa ekstrak tangkai terong memiliki aktivitas antioksidan sangat lemah. Nilai IC₅₀ antara 200-1000 tetap berpotensi sebagai antioksidan namun sifatnya kurang aktif^{15,19}.



Gambar 4. Grafik Inhibisi Ekstrak Tangkai Terong Berdasarkan Konsentrasi Sampel Pengujian Daya Hambat dan Daya Denaturasi Protein

Berdasarkan data Gambar 5 dan Tabel 4, hasil pengujian daya hambat dan daya denaturasi protein menunjukkan bahwa natrium diklofenak memiliki persen denaturasi paling kecil yaitu sebesar 2,80% pada 5 menit pertama. Sedangkan ekstrak tangkai terong memiliki persen denaturasi sebesar 7,37% pada 5 menit pertama. Kemudian pada menit ke-30,

persen denaturasi ekstrak tangkai terong, natrium diklofenak, dan albumin sebesar 14,70%, 1,30%, dan 25,84%. Apabila dibandingkan dengan albumin, ekstrak tangkai terong memiliki daya hambat yang lebih baik, tetapi apabila dibandingkan dengan natrium diklofenak, ekstrak tangkai terong memiliki daya hambat yang lebih rendah.



Gambar 5. Grafik Daya Hambat dan Daya Denaturasi Protein

Tabel 4. Daya Hambat dan Daya Denaturasi Albumin, Natrium Diklofenak, dan Ekstrak Tangkai Terong

Waktu	Denaturasi (%)		
	Albumin	Natrium Diklofenak	Ekstrak Tangkai Terong
0	0,00	0,00	0,00
5	10,29	2,80	7,37
10	9,08	1,33	9,77
15	25,15	2,80	14,97
20	31,89	1,30	10,17
25	23,08	2,78	8,04
30	25,84	1,30	14,70

PEMBAHASAN

Ekstraksi Tangkai Terong

Ekstraksi tangkai terong menggunakan pelarut etil asetat dipilih karena berdasarkan penelitian, etil asetat merupakan salah satu pelarut terbaik pada ekstrak *Sargassum polycystum* dengan karakteristik rendemen sebesar 0,91%, total fenol sebesar 2,61 mgGAE/100g, total karotenoid sebesar 0,23%, tingkat kecerahan sebesar 5,17, tingkat kemerahan sebesar -3,00, dan tingkat kekuningan sebesar 37,28.²⁰ Selain itu, beberapa penelitian menunjukkan bahwa pelarut etil asetat sangat cocok digunakan untuk ekstraksi senyawa fenolik, hal ini sesuai dengan penelitian lain yang menyebutkan bahwa kandungan fenolik tertinggi terdapat pada ekstrak yang menggunakan etil asetat sebagai pelarutnya dibandingkan dengan pelarut alkohol.²¹

Kandungan Fenolik

Total fenolik yang terkandung dalam ekstrak tangkai terong yaitu sebesar 190,47 mgGAE/gram (19,047%). Pada penelitian lain menunjukkan hasil total fenolik yang terkandung pada beberapa tumbuhan, seperti Iranian *Ocimum* sebesar 22,9-615,5 mgGAE/g, *Adhatoda vasica* Nees sebesar 63,95 sampai 92,4 mgGAE/g, dan *Aegle marmelos*

sebesar 27,12 sampai 65,20 mgGAE/g.^{18,22}

Penelitian lain menunjukkan hasil total fenolik pada ekstrak buah terong sebesar 134,23 mgGAE/g.²³ Penelitian dengan melihat kandungan fenolik total pada beberapa bagian terong dengan pelarut etanol menunjukkan hasil sebesar 32,02 mgGAE/g pada tangkai terong, 37,86 mgGAE/g pada daun, 28,73 mgGAE/g pada batang, dan 55,19 mgGAE/g pada kulit terong.² Apabila dibandingkan dengan penelitian-penelitian tersebut, kandungan total fenolik dalam ekstrak tangkai terong termasuk tinggi.

Kandungan Flavonoid

Total flavonoid berdasarkan standar quersetin didapatkan sebesar 62,38 mgQE/g (6,238%). Pada penelitian lain yang menggunakan standar quersetin pada kulit terong dengan pelarut etanol diperoleh kadar flavonoid total sebesar 7,66% melalui metode pengeringan oven suhu 40°C dengan berat ekstrak kental sebesar 7,55 gram.²⁴ Apabila dibandingkan dengan penelitian tersebut, kadar flavonoid total dengan standar quersetin pada tangkai terong hasilnya lebih tinggi karena dengan berat ekstrak 0,105 gram didapatkan flavonoid total sebesar 6,238%.

Total flavonoid berdasarkan standar rutin sebesar 427,61 mRE/g (42,761%) Penelitian lain menunjukkan hasil bahwa total flavonoid berdasarkan standar rutin pada ekstrak buah terong didapatkan sebesar 101.79 ± 3.4 mgRE/g, yang jika dibandingkan dengan penelitian tersebut, kandungan total flavonoid pada ekstrak tangkai terong termasuk tinggi.²³

Kandungan IC₅₀

Uji aktivitas antioksidan secara kuantitatif dapat dinyatakan dalam IC₅₀ (*Inhibition Concentration*). IC₅₀ dapat diartikan sebagai besarnya konsentrasi sampel yang dibutuhkan dalam menghambat 50% radikal bebas. Nilai IC₅₀ dapat menunjukkan besarnya aktivitas antioksidan senyawa sampel. Nilai IC₅₀ yang diperoleh yaitu 255 ppm yang dapat digolongkan sangat lemah, hal ini disebabkan beberapa faktor diantaranya konsentrasi pelarut, proses ekstraksi pada suhu tinggi, dan zat pengotor.^{25,26}

Nilai IC₅₀ yang diperoleh yaitu 255 ppm yang tergolong sangat lemah, hal ini disebabkan beberapa faktor diantaranya konsentrasi pelarut, proses ekstraksi pada suhu tinggi, dan zat pengotor. Konsentrasi pelarut yang digunakan memiliki polaritas yang berbeda dan berkaitan dengan kandungan metabolit sekunder yang terlarut saat proses ekstraksi sehingga akan berpengaruh pada aktivitas antioksidan sampel. Proses ekstraksi pada suhu tinggi dapat menyebabkan ketidakstabilan senyawa aktif yang terkandung dalam sampel sehingga aktivitas antioksidannya dapat melemah.²⁵ Selain itu, adanya keberadaan zat pengotor yang ikut tersaring saat proses ekstraksi juga dapat mengurangi kadar senyawa aktif yang terkandung dalam sampel.²⁶

Penelitian yang menguji nilai IC₅₀ pada buah terong belanda (*Solanum betaceum Cav.*) dengan ekstrak etanol dan ekstrak n-butanol dihasilkan nilai IC₅₀ sebesar 1.302,08 ppm dan 606,06 ppm.²⁷ Selain itu, penelitian lain yang dilakukan pada ekstrak buah terong ungu (*Solanum melongena*) dengan pelarut etanol didapatkan nilai IC₅₀ sebesar 385,06 ppm dapat disimpulkan nilai IC₅₀ pada penelitian ini menunjukkan hasil yang lebih baik apabila dibandingkan dengan kedua penelitian tersebut.¹²

Daya Hambat dan Daya Denaturasi Protein

Daya hambat pada natrium diklofenak ini disebabkan karena kemampuan natrium diklofenak dalam mengikat albumin dan menjadikan protein lebih stabil, sehingga ketika diinduksi oleh suhu tinggi, protein tidak mengalami denaturasi.²⁸ Natrium diklofenak terbukti dapat berikatan dengan serum albumin pada residu triptofan.²⁹ Natrium diklofenak merupakan obat golongan NSAID (*non-*

steroidal anti-inflammatory drug) yang mempunyai efek analgesik, antiinflamasi, dan antipiretik. NSAID adalah obat yang dapat menghalangi reaksi dari COX (siklooksigenase) sehingga dapat mengurangi prostaglandin yang berfungsi sebagai mediator inflamasi dan nyeri sehingga dapat digunakan untuk meredakan berbagai jenis rasa nyeri, encok dan migrain.³⁰

Ekstrak tangkai terong memiliki daya hambat yang cukup baik sehingga memungkinkan sebagai agen antiinflamasi. Hal ini karena terjadi aktivitas penghambatan dari metabolit sekunder seperti senyawa flavonoid dan fenolik yang mengikat albumin dan menjadikan protein lebih stabil. Oleh karena itu, saat dilakukan pemanasan protein tidak mengalami denaturasi. Selain itu, penghambatan denaturasi protein dapat terjadi karena adanya interaksi gugus hidroksil dan cincin aromatik senyawa flavonoid dengan residu asam amino.^{31,32}

SIMPULAN

Kandungan senyawa bioaktif ekstrak tangkai terong berdasarkan uji fenolik sebesar 190,47 mgGAE/gram yang tergolong tinggi, total flavonoid berdasarkan standar quersetin dan rutin sebesar 62,38 mgQE/g dan 427,61 mgRE/g yang tergolong tinggi, uji IC₅₀ ekstrak tangkai terong menunjukkan nilai 255 ppm, dan uji daya hambat denaturasi protein pada ekstrak tangkai terong diperoleh denaturasi pada menit ke-5 sebesar 7,37% dan pada menit ke-30 sebesar 14,70%. Apabila dibandingkan dengan natrium diklofenak, ekstrak tangkai terong memiliki daya hambat yang lebih rendah. Namun, apabila dibandingkan dengan albumin, ekstrak tangkai terong memiliki daya hambat yang lebih baik. Penelitian selanjutnya, diharapkan dapat menguji efektivitas tangkai terong secara *in vivo* sehingga didapatkan hasil yang lebih akurat dan presisi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan rasa terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi yang telah mendanai penelitian ini melalui Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) tahun 2021.

DAFTAR PUSTAKA

1. Dewana SF, Rohmani S. Uji aktivitas antioksidan ekstrak kulit terong (*solanum melongena* l .) dan uji sifat fisika kimia dalam sediaan krim. Jurnal Ilmu Farmasi dan Farmasi Klinik, 2012; Prosiding seminar nasional Perkembangan Terbaru Pemanfaatan Herbal sebagai Agen Preventif Pada Terapi Kanker: 139-44.

- <http://dx.doi.org/10.31942/jiffk.v0i0.1215>
- Jung EJ, Bae MS, Jo EK, Jo YH, Lee SC. Antioxidant activity of different parts of eggplant. *Journal of Medicinal Plant Research*. 2011;5(18):4610–5. <https://doi.org/10.5897/JMPR.9000196>
 - Nachar K Al, Hasian J, Khatib R Al. Investigation and measurement of some mineral and vitamins in eggplant fruit calyx, and the possibility of being used as food supplements and alternative medicine. *J Food Nutr*, 2019; 5: 1-10. Available at : http://www.jscholaronline.org/full-text/JFN/5_102/Investigation-and-Measurement.php
 - Pawar RK, Bhagure GR, Chavan RP. Antioxidants and their role in nurture human life and industry: A review. *International Journal of Chemical Studies*. 2016;4(3):22–6. Available at : <https://www.chemjournal.com/archives/2016/vol4issue3/PartA/4-2-19.pdf>
 - Lourenço SC, Moldão-Martins M, Alves VD. Antioxidants of natural plant origins: From sources to food industry applications. *Molecules*. 2019;24(22):14–6. <https://doi.org/10.3390/molecules24224132>
 - Ignat I, Volf I, Popa VI. A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. *Food Chemistry*. 2011;126(4):1821–35. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.12.026>
 - Tanase C, Boz I, Stingu A, Volf I, Popa VI. Physiological and biochemical responses induced by spruce bark aqueous extract and deuterium depleted water with synergistic action in sunflower (*Helianthus annuus* L.) plants. *Industrial Crops and Products*. 2014;60:160–7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.05.039>
 - Sloan AE, Hutt CA. Repositioning nutraceutical products for growth markets. *Nutraceuticals World*. 2015 Sep;42–9. Available at: https://www.nutraceuticalsworld.com/issues/2015-09/view_features/repositioning-nutraceutical-products-for-growth-markets/
 - Novika DS, Ahsanunnisa R, Yani DF. Uji Aktivitas antiinflamasi ekstrak etanol daun belimbing wuluh (*averrhoa bilimbi* l.) terhadap penghambatan denaturasi protein. *Stannum: Jurnal Sains dan Terapan Kimia*. 2021;3(1):16–22. <https://doi.org/10.33019/jstk.v3i1.2117>
 - Alaraa OR, Abdurahmana NH, Mudalipa SKA, Olalerea OA. Phytochemical and Pharmacological Properties of *Vernonia amygdalina*: A Review. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*. 2017;2:80–96. <https://doi.org/10.15282/jceib.v2i1.3871>
 - Abidin Z, Putri UA, Widiastuti H. Potensi anti-inflamasi fraksi etil asetat ranting patah tulang (*euphorbia tirucalli* l.) dengan uji penghambatan denaturasi protein. *ad-Dawaa' Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2020;2(2):49–54. <https://doi.org/10.24252/djps.v2i2.11549>
 - Martiningsih NW, Sukarta IN, Yuniana PE. Skrining Fitokimia dan uji aktivitas antioksidan dari ekstrak etanol buah terong ungu (*Solanum melongena* L.). *Jurnal Kimia*. 2014 Jul;8(2):145–52. <https://doi.org/10.24843/JCHEM.2014.v08.i02.p01>
 - Helilusiatiningsih N, Yuan C, Long P, Ping X, Liang B, Fu Y, et al. Uji aktivitas antoksidan dan senyawa fitokimia pada tanaman terong pokak (*Solanum torvum*). *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian*. 2021;6(1):1–8. <https://doi.org/10.24843/JITPA.2021.v06.i01.p01>
 - Rusmana D, Wahyudianingsih R, Elisabeth M, Balqis, Maesaroh, Widowati W. Antioxidant activity of *Phyllanthus niruri* extract, rutin and quercetin. *Indonesian Biomedical Journal*. 2017;9(2):84–90. <https://doi.org/10.18585/inabj.v9i2.281>
 - Molyneux P. The use of the stable free radical diphenylpicryl-hydrazyl (dpph) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*. 2004;26(2):211–9.
 - Siswarni M, Putri YI, Rinda R. Ekstraksi Kuersetin dari Kulit Terong Belanda (*Solanum betaceum* Cav.) Menggunakan Pelarut Etanol dengan Metode Maseri dan Sokletasi. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 2017;6(1):36. Available at : <https://www.e-jurnal.com/2017/05/ekstraksi-kuersetin-dari-kulit-terong.html>
 - Verma AM, Kumar AP, Anurag. Anti denaturation and antioxidant activities of *annona cherimola* in-vitro. *International Journal of Pharma and Bio Sciences*. 2011;2(2):1–6.
 - Maurya S, Singh D. Quantitative analysis of total phenolic content in *Adhatoda vasica* nees extracts. *International Journal of PharmTech Research*. 2010;2(4):2403–6.
 - Satria MD, Sari R, Wahdaningsih S. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak N-heksan Buah Lakum (*Cayratia Trifolia*) dengan Metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil). *Jurnal mahasiswa Farmasi Fakultas Kedokteran UNTAN*, 2014; 1(1): 1-8: Available at : <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jmfarmasi/a>

- [rticle/view/4284/4325](#)
20. Savitri I, Suhendra L, Wartini NM. Pengaruh jenis pelarut pada metode maserasi terhadap karakteristik ekstrak *Srgassum polycystum*. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 2017;5(3):93–101. Available at : <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jtip/article/view/35504>
 21. Huliselan YM, Runtuwene MRJ, Wewengkang DS. Antioxidant activity of ethanol, ethyl acetate and n-hexane extract from seswanua leaves (*Clerodendron squamatum* Vahl.). *Pharmacoin*. 2015;4(3):155–63. <https://doi.org/10.35799/pha.4.2015.8855>
 22. Sharma GN, Dubey SK, Sati N, Sanadya J. Phytochemical screening and estimation of total phenolic content in aegle marmelos seeds. *International Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. 2011;3(2):27–9. <https://doi.org/10.25258/ijpcr.v3i2.2>
 23. Frond AD, Iuhas CI, Stirbu I, Leopold L, Socaci S, Andreea S, et al. Phytochemical characterization of five edible purple-reddish vegetables: anthocyanins, flavonoids, and phenolic acid derivatives. *Molecules*. 2019; 24(18): 1536. <https://doi.org/10.3390/molecules24081536>
 24. Rizqi NS, Kusnadi, Purgiyanti. Pengaruh metode pengeringan terhadap kadar flavonoid total ekstrak kulit terong ungu (*Solanum melongena* L.). *Politeknik Harapan Bersana. Skripsi*. 2019.
 25. Lantah PL, Montolalu LADY, Reo AR. Kandungan Fitokimia dan aktivitas antioksidan ekstrak metanol rumput laut *kappaphycus alvarezii*. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*. 2017;5(3):73–9. <https://doi.org/10.35800/mthp.5.3.2017.16785>
 26. Fauziah A, Sudirga SK, Parwanayoni NMS. Uji antioksidan ekstrak daun tanaman leunca (*Solanum nigrum* L.). *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*. 2021;8(1):28. <https://doi.org/10.24843/METAMORFOSA.2021.V08.I01.P03>
 27. Asih IAR, Sudiarta IW, Suci AAW. Aktivitas antioksidan senyawa golongan flavonoid ekstrak etanol daging buah terong belanda (*Solanum Betaceum* Cav.). *Jurnal Kimia*. 2015;9(1):35–40. <https://doi.org/10.24843/JCHEM.2015.v09.i01.p06>
 28. Hossain MK, Khatun A, Rahman M, Akter MN, Chowdhury SA, Alam SMM. Characterization of the effect of drug-drug interaction on protein binding in concurrent administration of sulfamethoxazol and diclofenac sodium using bovine serum albumin. *Advanced Pharmaceutical Bulletin* [Internet]. 2016;6(4):589–95. <http://dx.doi.org/10.15171/apb.2016.073>
 29. Czub MP, Handing KB, Venkataramany BS, Cooper DR, Shabalin IG, Minor W. Albumin-based transport of nonsteroidal anti-inflammatory drugs in mammalian blood plasma. *Journal of Medicinal Chemistry*. 2020;63(13):6847–62. <https://doi.org/10.1021/acs.jmedchem.0c00225>
 30. Hutahuruk T, Rosita A, Oktavianawati I. Synthesis 2-(2-(N-(2,6-dichlorophenyl)-4-fluoro benzamido)phenil)acetat Acid as Drugs Candidate of Inhibitor COX (Cyclooxygenase). *e-Jurnal Pustaka Kesehatan*. 2014;2(2):215–20.
 31. Kumar A, Ghosh S, Vaishali. An experimental evaluation of *Ageratum conyzoides* on membrane stabilization and protein denaturation during acute inflammation and arthritis. *Biomedical and Pharmacology Journal*. 2011;4(2):313–7. Available at : <http://biomedpharmajournal.org/?p=2029>
 32. Zinellu A, Sotgia S, Scanu B, Forteschi M, Giordo R, Cossu A, et al. Human serum albumin increases the stability of green tea catechins in aqueous physiological conditions. *PLoS ONE*. 2015;10(7):1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134690>