

Perbandingan Kadar Kuersetin dalam Minuman Seduhan Bunga dan Teh sebagai Kandidat Antioksidan Alami serta Analisis Protein Target melalui Pendekatan In Silico

(Comparison of Quercetin Levels in Brewed Flower and Tea Beverages as Natural Antioxidant Candidates and Target Protein Analysis through In Silico Approach)

Nadiyah Zuhroh^{1*}, Resti Pranata Putri¹

¹Teknologi Rekayasa Pangan, Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

*Email Koresponden: nadiyah_zuhroh@polije.ac.id

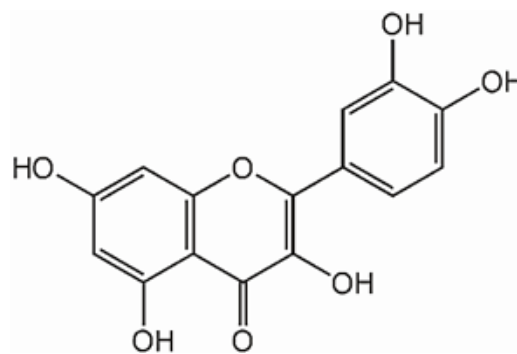
Received : 25 Oktober 2024 | Accepted : 8 November 2024 | Published : 29 November 2024

Kata Kunci	ABSTRAK
Bunga rosella, Bunga Telang, Teh Hijau, Teh Hitam, Kuersetin	Kuersetin adalah flavonoid yang banyak ditemukan pada tumbuhan dan dikenal karena sifat antioksidannya yang baik serta memberikan berbagai manfaat kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kandungan kuersetin dalam empat sumber alami yang berbeda: bunga telang (<i>Clitoria ternatea</i>), bunga rosella (<i>Hibiscus sabdariffa</i>), teh hitam (<i>Camellia sinensis</i>), dan teh hijau (<i>Camellia sinensis</i>). Tingkat kuersetin dalam sampel-sampel ini dikuantifikasi menggunakan Spektrometer UV-Vis, sedangkan proses ekstraksi menggunakan etanol 97% sebagai pelarut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bunga telang, bunga rosella, teh hitam, dan teh hijau dapat berfungsi sebagai sumber antioksidan alami yang potensial, dengan bunga telang memiliki kadar kuersetin tertinggi yaitu 65,403 mgQE/g. Kuersetin berpotensi besar untuk menghambat kinerja protein target Cytochrome P450 1A2, ditunjukkan dengan tingkat kepercayaan tertinggi sebesar 0,9127.
Keywords	ABSTRACT
<i>Roselle flower, Butterfly pea flower, Green tea, Black tea, Quercetin</i>	<i>Quercetin is a flavonoid widely found in plants and is well-known for its strong antioxidant properties and numerous health benefits. This study aims to compare the quercetin content in four different natural sources: butterfly pea flower (<i>Clitoria ternatea</i>), roselle flower (<i>Hibiscus sabdariffa</i>), black tea (<i>Camellia sinensis</i>), and green tea (<i>Camellia sinensis</i>). The quercetin levels in these samples were quantified using UV-Vis spectrometer, with ethanol 97% used as the extraction solvent. The results indicate that butterfly pea, roselle, black tea, and green tea can serve as potential natural antioxidant sources,</i>

with butterfly pea having the highest quercetin level at 65.403 mgQE/g. Quercetin shows significant potential to inhibit the function of the target protein Cytochrome P450 1A2, with the highest confidence level of 0.9127.

1. PENDAHULUAN

Kuersetin adalah senyawa flavonoid yang diketahui memiliki aktivitas antioksidan kuat, yang membuatnya efektif dalam menetralkan radikal bebas dan mengurangi kerusakan oksidatif pada sel (Boots dkk 2008). Selain pada minuman herbal, kuersetin juga terdapat dalam berbagai jenis pangan, seperti bawang merah, apel, brokoli, anggur merah, dan sayuran berdaun hijau (Aherne dan O'Brien 2002; Li dkk. 2016). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa konsumsi rutin senyawa ini dapat membantu mengurangi risiko penyakit-penyakit tersebut melalui mekanisme antiinflamasi dan proteksi terhadap kerusakan seluler (Anand David dkk 2016). Selain berperan sebagai agen antioksidan, kuersetin banyak ditemukan pada tanaman yang digunakan sebagai bahan dasar minuman seduhan, seperti teh hijau, teh hitam, bunga rosella, dan bunga telang.



Gambar 1. Struktur Senyawa Kuersetin

Teh hijau dan teh hitam (*Camellia sinensis*) telah lama dikenal sebagai minuman kaya antioksidan mengandung senyawa bioaktif kuersetin (Langley-Evans 2000). Selain itu kajian *in silico* dari kombinasi senyawa kuersetin juga memiliki aktivitas sebagai senyawa bioaktif antiinflamasi (Zuhroh dkk 2021). Di sisi lain, bunga telang (*Clitoria ternatea*) dan bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa*) juga merupakan minuman herbal yang semakin populer di Indonesia dan dikenal kaya akan flavonoid serta senyawa bioaktif lainnya yang berpotensi memiliki manfaat serupa. Namun, studi mengenai kadar kuersetin dalam kedua jenis minuman herbal ini masih sangat terbatas, terutama dalam perbandingannya dengan teh hijau dan teh hitam.

Teh hijau dan teh hitam kaya akan senyawa antioksidan seperti kuersetin, yang berperan penting dalam mencegah berbagai penyakit degeneratif. Beberapa penelitian juga menunjukkan pengaruh teh hijau dan teh hitam yang mampu menurunkan risiko penyakit kardiovaskular berkat kandungan flavonoidnya, termasuk kuersetin (Hartley dkk. 2013). Di sisi lain kemampuan rosella sebagai antioksidan yang kuat juga telah dikaji (Montalvo-González dkk. 2022) meskipun studi spesifik mengenai kandungan kuersetin dalam rosella masih sangat jarang dilakukan. Begitu pula dengan bunga telang, meskipun sering digunakan dalam pengobatan tradisional, kajian ilmiah mengenai kadar kuersetin di dalamnya sangat minim. Oleh karena itu kajian mengenai kadar kuersetin pada seduhan teh hitam, teh hijau, bunga telang, dan rosella guna mengidentifikasi

minuman dengan kandungan antioksidan tertinggi dalam menunjang penelitian dalam bidang ini.

Analisis tentang kandungan kuersetin dalam bunga telang dan rosella menjadi sangat penting, terutama dalam peningkatan konsumsi minuman seduhan atau herbal sebagai alternatif sehat bagi masyarakat. Oleh karena itu, penting untuk melakukan perbandingan komprehensif mengenai kadar kuersetin dari keempat minuman ini untuk menentukan mana yang memiliki potensi antioksidan tertinggi, sehingga bisa dipromosikan sebagai bagian dari pangan fungsional. Perbandingan antara bunga telang, rosella, teh hijau, dan teh hitam dalam penelitian ini memberikan kontribusi baru pada literatur ilmiah terkait potensi minuman herbal sebagai sumber antioksidan alami.

Selain analisis kandungan kuersetin dalam beberapa minuman seduhan, untuk memperdalam kajian kuersetin sebagai senyawa antioksidan dapat dilakukan secara *in silico* dengan prediksi protein target yang merupakan pendekatan penting untuk menentukan potensi aktivitas biologis senyawa bioaktif sebelum dilakukan uji *in vitro* atau *in vivo*. Salah satu metode prediksi yang banyak digunakan adalah *PASS (Prediction Activity Spectra for Substances)*, yang memanfaatkan algoritma probabilitas untuk memprediksi interaksi senyawa dengan berbagai protein target berdasarkan struktur molekulnya (Filimonov dkk. 2014). Dengan demikian, metode ini memberikan cara yang efisien dan valid dalam mengeksplorasi potensi biologis kuersetin, terutama sebagai senyawa antioksidan, melalui prediksi interaksi kuersetin dengan protein target yang memiliki peran penting dalam respons oksidatif.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi minuman seduhan bunga rosella, bunga telang, teh hitam dan teh hijau sebagai sumber antioksidan alami. Analisis ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi masyarakat dan industri pangan dalam mengembangkan produk minuman sehat yang lebih efektif dan bermanfaat bagi kesehatan. Selain itu, kajian ini diharapkan dapat menambah literatur ilmiah mengenai kandungan kuersetin dalam berbagai minuman seduhan bunga dan teh, serta dapat mendukung pengembangan produk minuman fungsional berbasis tanaman lokal yang memiliki potensi sebagai sumber antioksidan alami dalam mendukung gaya hidup sehat di Indonesia. Semakin tingginya kesadaran masyarakat akan pentingnya pangan fungsional, yakni makanan atau minuman yang tidak hanya berfungsi sebagai sumber nutrisi dasar tetapi juga memberikan manfaat tambahan bagi kesehatan.

2. METODE

2.1 Alat dan Bahan

Simplisia bunga rosella, bunga telang, teh hitam, teh hijau, erlenmeyer, gelas ukur, gelas kimia, tabung reaksi, labu ukur, pipet volume, pipet tetes, kertas saring, corong kaca, cawan, dehidrator, timbangan analitik, kuvet, spektrofotometer UV-Vis, aquades, etanol 97%, aluminium triklorida 10%, natrium asetat 1M.

2.2 Persiapan Sampel

Sampel simplisia yang digunakan dalam penelitian ini berupa bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa*), bunga telang (*Clitoria ternatea*), teh hitam, dan teh hijau (*Camellia sinensis*). Seluruh bahan simplisia dibeli dari toko produk bahan herbal yaitu Mamigus Store, yang menjamin kualitas bahan berkualitas dengan standar simplisia minuman herbal. Setiap sampel diperiksa secara visual untuk memastikan tidak ada kontaminasi fisik atau biologis yang bisa mempengaruhi hasil analisis.

2.3 Ekstraksi Sampel

Metode ekstraksi sampel dilakukan dengan cara maserasi berdasar pada penelitian (Candra dkk 2021) dengan beberapa modifikasi seperti konsentrasi pelarut yang lebih tinggi untuk mendapatkan hasil ekstrak senyawa kuersetin yang lebih baik. Sampel simplisia bunga rosella, bunga telang, teh hitam dan teh hijau ditimbang sebanyak 2 gram dan dimaserasi menggunakan pelarut etanol 97%. dengan perbandingan (1:10) selama 60 menit. Saring ekstrak dengan kertas saring dan tampung filtrat dalam erlenmeyer. Pindahkan filtrat pada cawan yang sudah ditimbang sebelumnya. Uapkan dengan dehidrator dengan suhu $< 50^{\circ}\text{C}$. Timbang hingga konstan dan catat ekstrak yang diperoleh.

2.4 Pembuatan Kurva Baku Kuersetin

Pembuatan larutan standar kuersetin dilakukan dengan membuat larutan induk yaitu dengan menimbang sampel standar kuersetin sebanyak 6 mg. Sampel dilarutkan dengan pelarut etanol 97% dalam labu ukur 25 mL. Kemudian dibuat variasi konsentrasi larutan standar dengan cara pengenceran bertingkat (240, 120, 80, 60 dan 40 ppm) dari larutan induk dalam labu ukur 25 mL menggunakan pelarut etanol 97%. Masing-masing larutan tersebut dipipet sebanyak 2 mL ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan dengan pereaksi 0,1 mL aluminium triklorida 10%, 0,1 mL natrium asetat 1M, dan ditambahkan 2,8 mL aquades. Larutan dikocok dan dibiarkan bereaksi selama 15 menit pada suhu ruang. Semua larutan diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum kuersetin, kemudian dibuat kurva kalibrasi hubungan antara konsentrasi kuersetin (mg/L) dengan absorbansi. Pengujian dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali (triplo) serapan masing-masing larutan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 428 nm yang merupakan panjang gelombang kuersetin (Shi dkk 2001).

2.5 Penentuan Kadar Kuersetin dalam Ekstrak

Sampel ekstrak ditimbang sebanyak 0,1 gram dan larutkan dengan 20 mL pelarut etanol 97%. Larutan ekstrak dipipet sebanyak 2 mL dalam tabung reaksi dan ditambahkan dengan pereaksi 0,1 mL aluminium triklorida 10%, 0,1 ml natrium asetat 1M, dan ditambahkan 2,8 mL aquades. Larutan dikocok dan dibiarkan bereaksi selama 15 menit pada suhu ruang. Blanko dibuat dengan 2 mL pelarut etanol, 0,1 mL aluminium triklorida 10%, 0,1 ml natrium asetat 1M, dan ditambahkan 2,8 mL aquades. Absorbansi masing-masing sampel ekstrak diukur serapannya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 428 nm dengan dilakukan sebanyak 3 kali (triplo). Konsentrasi kuersetin tiap ekstrak dihitung dengan persamaan regresi linier dari kurva baku standar kuersetin pada 0, 40, 60, 80, 120, dan 240 ppm. Perhitungan kadar kuersetin total tiap sampel ekstrak menggunakan rumus penentuan kadar flavonoid total.

2.6 Pendekatan *In Silico* Protein Target Kuersetin

Struktur kuersetin diperoleh dari basis data *PubChem* (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>) dalam format *canonical SMILES*, yang menyediakan representasi standar untuk senyawa ini. Data ini kemudian dianalisis pada laman (<http://way2drug.com/PassOnline/index.php>) untuk mengidentifikasi interaksi potensial dengan molekul target dari senyawa kuersetin. Melalui *PASS Targets* dapat memprediksi kemungkinan interaksi kuersetin dengan berbagai protein menggunakan algoritma probabilitas berbasis struktur molekul. Hasil analisis memberikan daftar protein target potensial dengan nilai kepercayaan (*confidence level*) untuk mendukung akurasi prediksi yang kemudian dipilih berdasarkan kesesuaian sebagai penghambat

atau target senyawa antioksidan. Hal tersebut memberikan informasi mendalam tentang potensi antioksidan kuersetin melalui interaksinya dengan protein target yang relevan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Ekstraksi Sampel

Ekstraksi sampel bunga rosella, bunga telang, teh hitam dan teh hijau dengan metode maserasi bertujuan untuk memperoleh senyawa bioaktif yang ada pada sampel. Pemilihan pelarut etanol 97% yang merupakan pelarut organik polar. Semakin tinggi konsentrasi etanol yang digunakan dapat mengekstrak senyawa flavonoid seperti kuersetin lebih optimal (Siswarni Mz dkk 2017). Hasil rendemen ekstrak masing-masing sampel dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Rendemen Ekstrak

Sampel	Rendemen Ekstrak (%)
Bunga rosella	0,958
Bunga telang	0,194
The hitam	0,377
The hijau	0,358

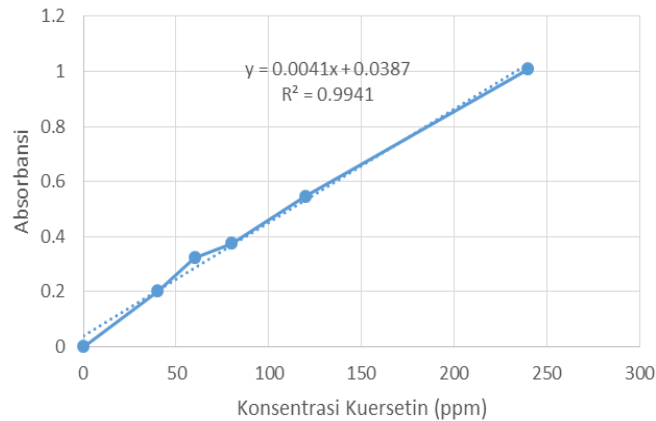
3.2 Penentuan Kurva Standar Kuersetin

Kuersetin adalah flavonoid polifenol yang banyak terdapat dalam berbagai tanaman, termasuk berbagai jenis teh serta bunga, kuersetin terkenal karena sifat antioksidannya yang kuat. Senyawa ini berfungsi menetralkan radikal bebas yang dapat menyebabkan stres oksidatif, salah satu penyebab penyakit kronis seperti kanker, penyakit kardiovaskular, diabetes, dan gangguan neurodegeneratif (Anand David dkk. 2016).

Tabel 2. Data Hasil Kurva Kalibrasi

Konsentrasi Standar Kuersetin (ppm)	Absorbansi
0	0
40	0,202
60	0,324
80	0,375
120	0,547
240	1,0009

Gambar 1 menunjukkan kurva standar kuersetin yang dihasilkan dari data pada Tabel 2, dengan konsentrasi larutan standar kuersetin pada 0, 20, 40, 60, 80, 120, dan 240 ppm.. Persamaan regresi linier dari kurva standar tersebut adalah $y = 0.0041x + 0.0387$ dengan nilai $R^2 = 0,9941$. Nilai R^2 yang mendekati nilai 1 menunjukkan bahwa kurva ini sangat baik dalam memprediksi nilai konsentrasi kuersetin dalam sampel.



Gambar 1. Kurva Standar Kuersetin

3.3 Penentuan Kadar Kuersetin dalam Ekstrak Sampel

Tabel 3 menyajikan data hasil pengukuran absorbansi kuersetin yang diperoleh dari sampel ekstrak. Pengukuran absorbansi menggunakan alat spektrometri UV-Vis merupakan langkah penting dalam menentukan konsentrasi kuersetin; semakin tinggi nilai absorbansi, semakin besar pula konsentrasi kuersetin yang diperoleh, dibandingkan dengan kurva larutan standarnya. Sementara itu, Tabel 4 menunjukkan olahan dari nilai absorbansi tersebut menjadi nilai konsentrasi kuersetin dalam sampel ekstrak bunga rosella, bunga telang, teh hitam, dan teh hijau, yang dinyatakan dalam satuan ppm (mg/L) dan mgQE/gram atau mg quercetin setara (QE) per gram.

Tabel 3. Data Hasil Absorbansi Kuersetin dalam Sampel Ekstrak

Ekstrak	Absorbansi		
	Perulangan 1	Perulangan 2	Perulangan 3
Bunga rosella	0,062	0,062	0,062
Bunga telang	0,573	0,576	0,576
Teh hitam	0,489	0,490	0,490
Teh hijau	0,494	0,496	0,496

Tabel 4. Data Hasil Konsentrasi Kuersetin dalam Sampel Ekstrak

Ekstrak	Rerata Kadar Kuersetin (ppm)	Rerata Kadar Kuersetin (mgQE/gram)
Bunga rosella	5,683	2,842
Bunga telang	130,805	65,403
Teh hitam	109,991	54,996
Teh hijau	111,374	55,697

Tabel 4 menunjukkan hasil analisis kadar kuersetin pada beberapa herbal, dengan bunga telang (*Clitoria ternatea*) menempati posisi teratas sebagai sumber kuersetin tertinggi, yaitu sebesar 65,403 mgQE/gram, nilai ini jauh lebih tinggi dibanding penelitian (Ahyar 2024) yang menunjukkan kadar quersetin pada bunga telang sebesar 1,0669 mgQE/g. Tingginya kadar kuersetin dalam bunga telang memperkuat potensinya

sebagai sumber antioksidan alami yang dapat mendukung kesehatan, terutama melalui sifat antioksidan dan anti-inflamasinya, yang relevan dalam mencegah penyakit kronis seperti penyakit jantung dan kanker. Di posisi kedua, teh hijau (*Camellia sinensis*) memiliki kadar kuersetin sebesar 55,697 mgQE/gram. Selanjutnya adalah teh hitam (*Camellia sinensis*), dengan kadar kuersetin 54,996 mgQE/gram. Sementara itu, bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa*) memiliki kadar kuersetin paling rendah, yaitu 2,842 mgQE/gram. Nilai ini relatif lebih tinggi dari penelitian sebelumnya yang menunjukkan kadar kuersetin sebesar 0,902 mg QE/g pada bunga rosella pink (Vargas-Álvarez dkk. 2018).

Kadar kuersetin pada teh hijau lebih tinggi dibandingkan teh hitam karena perbedaan proses produksi yang terlibat. Teh hijau diproduksi melalui perlakuan daun dengan uap panas dan pengeringan, yang mengaktifkan inaktivasi oksidasi polifenol. Proses ini mencegah oksidasi polifenol dan menjaga kandungan flavonoid dalam daun teh, termasuk kuersetin, tetap tinggi (Bartoszek dkk 2018). Sebaliknya, teh hitam melalui proses fermentasi yang melibatkan oksidasi enzimatik oleh polifenol oksidase endogen dan peroksidase, yang menyebabkan konversi sebagian besar flavonoid menjadi theaflavin dan thearubigin. Proses fermentasi ini tidak hanya mengurangi jumlah kuersetin yang tersisa tetapi juga mengubah kualitas antioksidan dalam teh (Khokhar dan Magnusdottir, 2002). Hal ini menjelaskan mengapa teh hijau, yang tidak mengalami fermentasi, memiliki kadar kuersetin yang lebih tinggi dan tetap kaya akan flavonoid, sehingga menjadikannya pilihan yang lebih baik dalam hal manfaat kesehatan dan potensi antioksidan dibandingkan teh hitam.

3.4 Pendekatan *In Silico* Protein Target Kuersetin

Hasil uji melalui *PASS Targets* menunjukkan bahwa senyawa kuersetin memiliki potensi sebagai antioksidan yang bekerja dengan menghambat enzim-enzim yang menghasilkan spesies oksigen reaktif/*reactive oxygen species* (ROS), yang menyebabkan stres oksidatif. Protein-protein target kuersetin sebagai antioksidan potensial ditunjukkan pada Tabel 5, diantaranya Cytochrome P450 1A2, Cytochrome P450 1B1, Cytochrome P450 1A1, Cytochrome P450 2B6, Arachidonate 5-lipoxygenase, Monoamine oxidase A, dan Cyclooxygenase-2.

Tabel 5. Protein Target Senyawa Kuersetin sebagai Antioksidan Potensial

Protein Target	Tingkat Kepercayaan
Cytochrome P450 1A2	0,9127
Cytochrome P450 1B1	0,7512
Cytochrome P450 1A1	0,7436
Cytochrome P450 2B6	0,7129
Arachidonate 5-lipoxygenase	0,2886
Monoamine oxidase A	0,0933
Cyclooxygenase-2	0,0078

Salah satu protein target utama senyawa kuersetin adalah *Cytochrome P450 1A2*, dengan tingkat kepercayaan yang paling tinggi diantara protein-protein target lainnya, yaitu sebesar 0,9127. Protein tersebut merupakan enzim yang terlibat dalam metabolisme berbagai senyawa dan dapat menghasilkan ROS selama proses metabolisme, yang berkontribusi pada stres oksidatif dan meningkatkan risiko kerusakan seluler. Kuersetin, dengan sifat antioksidannya yang kuat, dapat menghambat aktivitas *Cytochrome P450 1A2*, sehingga mengurangi produksi ROS dan melindungi sel dari kerusakan oksidatif.

Protein target berikutnya yang potensial untuk dihambat aktivitasnya oleh senyawa kuersetin adalah *Cytochrome P450 1B1* (tingkat kepercayaan 0,7512), yang juga dapat memicu produksi ROS. Kuersetin berpotensi menghambat aktivitas enzim ini dan membantu menetralkan ROS, yang selanjutnya mendukung efek antioksidan dalam tubuh dan mengurangi risiko penyakit yang berhubungan dengan stres oksidatif, seperti penyakit jantung, kanker, dan gangguan neurodegeneratif. Adapun protein target *Cytochrome P450 1A1* dan *Cytochrome P450 2B6*, memiliki tingkat kepercayaan yang relatif tinggi yaitu 0,7436 dan 0,7129, sehingga cukup berpotensi untuk dihambat aktivitasnya oleh senyawa kuersetin. Sedangkan protein target *Arachidonate 5-lipoxygenase*, *Monoamine oxidase A*, dan *Cyclooxygenase-2* memiliki tingkat kepercayaan yang rendah yaitu 0,2886, 0,0933, dan 0,0078 sehingga kurang berpotensi untuk dihambat aktivitasnya oleh senyawa kuersetin.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa kuersetin, sebagai flavonoid yang kaya akan sifat antioksidan, dapat ditemukan dalam berbagai sumber alami, yaitu bunga telang, bunga rosella, teh hijau, dan teh hitam. Berdasarkan hasil analisis, bunga telang (*Clitoria ternatea*) terbukti memiliki kadar kuersetin tertinggi sebesar 65,403 mgQE/g, menjadikannya sebagai sumber antioksidan alami yang potensial untuk mendukung kesehatan, terutama dalam pencegahan penyakit kronis. Teh hijau (*Camellia sinensis*) mengikuti dengan kadar kuersetin 55,697 mgQE/g, lebih tinggi dibandingkan teh hitam (54,996 mgQE/g) karena proses produksinya yang tidak melibatkan fermentasi, sehingga mempertahankan kadar flavonoid yang lebih tinggi. Sementara itu, bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa*) memiliki kadar kuersetin terendah, yaitu 2,842 mgQE/g. Kuersetin berpotensi besar untuk menghambat kinerja protein target *Cytochrome P450 1A2*, ditunjukkan dengan tingkat kepercayaan tertinggi sebesar 0,9127. Penelitian ini memberikan wawasan berharga untuk pengembangan produk pangan fungsional berbasis kuersetin dari sumber-sumber teh (teh hijau dan teh hitam) maupun bunga (rosella dan telang).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Laboratorium Analisis, Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember yang memfasilitasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aherne, S. Aisling, dan Nora M. O'Brien. 2002. "Dietary Flavonols: Chemistry, Food Content, and Metabolism." *Nutrition* 18(1):75–81. doi: 10.1016/S0899-9007(01)00695-5.
- Ahyar, Akmal Zainul. 2024. "Penentuan Kadar Kuersetin Bunga Talang (*clitoria ternate* L.) Secara Kromatografi Cair Kinerja Tinggi Berdasarkan Perbedaan Metode Ekstrak." Universitas Pakuan.

- Anand David, AlexanderVictor, Radhakrishnan Arulmoli, dan Subramani Parasuraman. 2016. "Overviews of Biological Importance of Quercetin: A Bioactive Flavonoid." *Pharmacognosy Reviews* 10(20):84. doi: 10.4103/0973-7847.194044.
- Bartoszek, Mariola, Justyna Polak, dan Mirosław Chorażewski. 2018. "Comparison of Antioxidant Capacities of Different Types of Tea Using the Spectroscopy Methods and Semi-Empirical Mathematical Model." *European Food Research and Technology* 244(4):595–601. doi: 10.1007/s00217-017-2986-z.
- Boots, Agnes W., Guido R. M. M. Haenen, dan Aalt Bast. 2008. "Health Effects of Quercetin: From Antioxidant to Nutraceutical." *European Journal of Pharmacology* 585(2–3):325–37. doi: 10.1016/j.ejphar.2008.03.008.
- Candra, Lalu Mulyawan Mustika, Yayuk Andayani, dan Dyke Gita Wirasisya. 2021. "Pengaruh Metode Ekstraksi Terhadap Kandungan Fenolik Total dan Flavonoid Total Pada Ekstrak Etanol Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.)." *Jurnal Pijar Mipa* 16(3):397–405. doi: 10.29303/jpm.v16i3.2308.
- Filimonov, D. A., A. A. Lagunin, T. A. Glorizova, A. V. Rudik, D. S. Druzhilovskii, P. V. Pogodin, dan V. V. Poroikov. 2014. "Prediction of the Biological Activity Spectra of Organic Compounds Using the Pass Online Web Resource." *Chemistry of Heterocyclic Compounds* 50(3):444–57. doi: 10.1007/s10593-014-1496-1.
- Hartley, Louise, Nadine Flowers, Jennifer Holmes, Aileen Clarke, Saverio Stranges, Lee Hooper, dan Karen Rees. 2013. "Green and Black Tea for the Primary Prevention of Cardiovascular Disease" disunting oleh Cochrane Heart Group. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2013(6). doi: 10.1002/14651858.CD009934.pub2.
- Khokhar, S., dan S. G. M. Magnusdottir. 2002. "Total Phenol, Catechin, and Caffeine Contents of Teas Commonly Consumed in the United Kingdom." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50(3):565–70. doi: 10.1021/jf010153l.
- Langley-Evans, Simon C. 2000. "Antioxidant Potential of Green and Black Tea Determined Using the Ferric Reducing Power (FRAP) Assay." *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 51(3):181–88. doi: 10.1080/09637480050029683.
- Li, Yao, Jiaying Yao, Chunyan Han, Jiixin Yang, Maria Chaudhry, Shengnan Wang, Hongnan Liu, dan Yulong Yin. 2016. "Quercetin, Inflammation and Immunity." *Nutrients* 8(3):167. doi: 10.3390/nu8030167.
- Montalvo-González, Efigenia, Zuamí Villagrán, Sughey González-Torres, Laura Iñiguez-Muñoz, Mario Isiordia-Espinoza, José Ruvalcaba-Gómez, Ramón Arteaga-Garibay, José Acosta, Napoleón González-Silva, dan Luis Anaya-Esparza. 2022. "Physiological Effects and Human Health Benefits of Hibiscus Sabdariffa: A Review of Clinical Trials." *Pharmaceuticals* 15(4):464. doi: 10.3390/ph15040464.
- Shi, Honglian, Noriko Noguchi, dan Etsuo Niki. 2001. "Galvinoxyl Method for Standardizing Electron and Proton Donation Activity." Hlm. 157–66 dalam *Methods in Enzymology*. Vol. 335. Elsevier.
- Siswarni Mz, Yusrina Ika Putri, dan Rizka Rinda P. 2017. "EKSTRAKSI KUERSETIN DARI KULIT TERONG BELANDA (*Solanum betaceum* Cav.) MENGGUNAKAN PELARUT ETANOL DENGAN METODE MASERASI DAN SOKLETASI." *Jurnal Teknik Kimia USU* 6(1):36–42. doi: 10.32734/jtk.v6i1.1563.
- Vargas-Álvarez, Dolores, Placida Chino-Patricio, Agustín Damián-Nava, Francisco Palemón-Alberto, Elías Hernández- Castro, dan Marcos Silva-González. 2018. "Quercetin, Kaempferol and Apigenin in Roselle (*Hibiscus Sabdariffa* L.)." *International Journal of Advanced Research in Biological Science* 5(1):62–66.
- Zuhroh, Nadiyah, Zubaidah Ningsih, dan Anna Safitri. 2021. "An Insight of Co-Encapsulation *Nigella Sativa* and *Cosmos Caudatus* Kunth Extracts as Anti-Inflammatory Agent Through In Silico Study." *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi* 24(5):152–60. doi: 10.14710/jksa.24.5.152-160.