

Analisis Pengaruh Massa Sampel, Volume Pelarut, dan Waktu Sonikasi pada Ekstraksi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) terhadap Kandungan Quercetin

Charisma Chalif*, Mohammad Alauhdin

Program Studi Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia
Gedung D6 Lt.2, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 50229
E-mail: charismachalif712@gmail.com

Diterima 22 Januari 2024

Disetujui 15 Februari 2024

Abstrak

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan tanaman yang dapat tumbuh di daerah tropis dan umum dikonsumsi masyarakat Indonesia. Tanaman ini dapat digunakan sebagai obat karena mengandung senyawa kuersetin yang bersifat antioksidan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh rasio massa sampel dan volume pelarut serta waktu sonikasi terhadap nilai rendemen ekstrak dan kadar senyawa kuersetin pada ekstraksi bawang merah. Penelitian ini menggunakan metode ekstraksi berbantuan gelombang ultrasonik atau ultrasonic assisted extraction dengan pelarut etanol. Proses ekstraksi dilakukan pada variasi rasio massa sampel (g) terhadap volume pelarut (mL) 1:5, 1:10, 1:15 dan 1:20 serta waktu ekstraksi selama 15, 25, dan 35 menit. Ekstrak bawang merah yang diperoleh ditentukan nilai rendemen dan kadar senyawa kuersetin. Kadar senyawa kuersetin ditentukan dengan KCKT. Nilai rendemen tertinggi didapatkan pada rasio 1:20 dengan waktu sonikasi 25 menit sebesar 73,23% dan kadar senyawa kuersetin tertinggi didapatkan pada rasio 1:5 dengan waktu sonikasi 35 menit sebesar 0,342 mg QE/g. Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa parameter rasio massa sampel terhadap volume pelarut berpengaruh nyata terhadap rendemen ekstrak, sedangkan untuk parameter faktor waktu sonikasi tidak berpengaruh nyata terhadap rendemen ekstrak. Sementara itu, rasio massa sampel terhadap volume maupun waktu sonikasi tidak berpengaruh nyata terhadap kadar senyawa kuersetin yang diperoleh.

Kata kunci: bawang merah, ekstraksi ultrasonik, waktu sonikasi

Abstract

*Shallots (*Allium ascalonicum* L.) are plants that grow in tropical areas and are commonly consumed by Indonesian people. This plant can be used as medicine because it contains quercetin which has antioxidant activity. The aim of this research was to determine the effect of sample mass to solvent volume ratio as well as sonication time on the extract yield and quercetin content in shallot extraction. This research used an ultrasonic wave-assisted extraction method with ethanol as solvent. The extraction process was carried out at varying ratios of sample mass (g) to solvent volume (mL) of 1:5, 1:10, 1:15 and 1:20 and extraction times of 15, 25 and 35 minutes. The shallot extract obtained was determined its yield and the quercetin content. Quercetin compound level was determined by HPLC. The highest yield was obtained at a ratio of 1:20 with a sonication time of 25 minutes of 73.23% and the highest content of quercetin compound was obtained at a ratio of 1:5 with a sonication time of 35 minutes of 0.342 mg QE/g. The results of the ANOVA analysis showed that the sample mass ratio to solvent volume parameter had a significant effect on the extract yield, while the sonication time factor had no significant effect on the extract yield. Meanwhile, the ratio of sample mass to volume or sonication time did not have an effect on the levels of quercetin compounds obtained.*

Keywords: shallots, ultrasonic extraction, sonication time

How to cite:

Chalif C., Alauhdin M. (2024). Analisis pengaruh massa sampel, volume pelarut, dan waktu sonikasi pada ekstraksi bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) terhadap kandungan quercetin. *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Sciences*, 47(1), 37-48.

PENDAHULUAN

Obat herbal tradisional telah diakui sebagai obat masa depan yang menjanjikan untuk pengelolaan perawatan kesehatan di abad kedua puluh satu karena khasiatnya dalam efek farmakologis tanaman obat. Bahkan, akhir-akhir ini telah terjadi perubahan tren global dari obat sintetik ke pengobatan herbal tradisional, yang disebut "Kembali ke Alam atau back to nature" (Ahmad & Ahmad, 2018). Obat herbal tradisional, sebagai alternatif pengobatan modern, telah digunakan sejak lama dan memainkan peran penting sebagai pilihan pengobatan (Tran *et al.*, 2020). Obat herbal tradisional telah mendapatkan popularitas dalam beberapa tahun terakhir karena aksesibilitas, keterjangkauan, keamanan, potensi khasiat, dan keramahan lingkungan (Shahrajabian *et al.*, 2020).

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) adalah jenis tanaman yang umum digunakan untuk menambah cita rasa. Bawang merah merupakan salah satu sayuran yang paling banyak ditanam (Sumarni & Hidayat, 2005). Pada era kuno, tanaman ini dikenal memiliki khasiat obat. Bawang merah secara tradisional telah digunakan untuk mengobati penyakit tertentu seperti asma (Dawud *et al.*, 2016), batuk bronkitis, gangguan inflamasi, keloid dan nyeri (Kianian *et al.*, 2021). Efek farmakologis pada bawang merah dapat disebabkan keberadaan beberapa zat bioaktif seperti senyawa organo-sulfur, polifenol, dan selenium, serta flavonoid dalam jumlah besar (Thuy *et al.*, 2020). Flavonoid seperti kuersetin, kuersitrin, rutin, saponin, senyawa sulfur seperti pektin, alil propil disulfida, dan allicin merupakan komponen utama dalam bawang merah (Nurcahyo *et al.*, 2020). Sedangkan menurut Manizabayo *et al.*, (2019), konsentrasi terbesar senyawa flavonoid yang ditemukan pada bawang merah yaitu jenis kuersetin.

Senyawa kuersetin termasuk dalam kelompok senyawa flavonoid yang berbentuk serbuk kuning padat dengan bau khas dan rasa pahit (Ko *et al.*, 2011). Kuersetin adalah jenis molekul amfoter yang dapat ditemukan dalam buah-buahan, sayuran, anggur, teh, bawang, dan fraksi lignin dari bahan baku lignoselulosa dengan aktivitas antioksidan (Domanska *et al.*, 2018; Tang *et al.*, 2020). Kuersetin memiliki sifat anti-inflamasi, anti-histamin, dan menghilangkan alergi, serta sifat anti-kanker dan anti-virus (Saeed *et al.*, 2017). Ekstraksi senyawa kuersetin pada bawang merah dapat dilakukan dengan metode ekstraksi berbantuan gelombang ultrasonik atau *ultrasonic assisted extraction* (UAE). Metode ini didasarkan pada penerapan gelombang ultrasonik dengan getaran frekuensi tinggi ke matriks yang direndam dalam media cair, menyebabkan dinding sel pecah dan pelepasan senyawa kimia yang diinginkan (Zhou, 2019). Ekstraksi gelombang ultrasonik atau UAE dianggap sebagai metode kimia hijau atau *green chemistry*, karena membutuhkan volume pelarut yang rendah untuk ekstraksi dan merupakan teknologi yang efisien dalam hal konsumsi energi (Carreira-Casais *et al.*, 2021). Faktor seperti jenis bahan, waktu, suhu, rasio massa sampel dan volume pelarut dapat mempengaruhi efisiensi ekstraksi (Arroyo *et al.*, 2017; Chairunnisa *et al.*, 2019). Pada penelitian yang dilakukan Wang *et al.* (2018) daun zaitun menghasilkan lebih banyak rendemen flavonoid pada suhu optimal 50°C selama 30 menit dengan metode ekstraksi gelombang ultrasonik. Hasil rendemen flavonoid meningkat dan kemudian menurun dengan bertambahnya waktu. Hal ini dikaitkan dengan suhu tinggi ekstraksi dapat menyebabkan penurunan viskositas pelarut dan menyebabkan bioaktif target menjadi terdegradasi.

Dalam proses ekstraksi gelombang ultrasonik, suhu yang lebih tinggi dapat menghasilkan ekstraksi yang lebih baik, tetapi dapat merusak bahan tanaman. Jumlah inti kavitasi pada ultrasonikator tergantung pada suhu. Pada proses ekstraksi, penyesuaian suhu perlu diperhatikan pada titik didih pelarut yang digunakan dan komponen senyawa yang ditargetkan. Jika suhu di atas titik didih pelarut, ada kemungkinan ekstraksi yang tidak ekonomis. Selain itu, komponen bioaktif target dapat mulai terdegradasi (Febriana *et al.*, 2016; Ranjha *et al.*, 2021). Faktor penting lain yang dapat mempengaruhi ekstraksi komponen bioaktif alami adalah rasio massa sampel terhadap volume pelarut. Menurut Fajri dan Daru (2022), hasil ekstraksi akan semakin meningkat dengan meningkatnya rasio massa sampel dan volume pelarut pada ekstraksi minyak biji kelor. Hal ini juga dinyatakan oleh Alvionita (2020), jika rasio massa sampel dan volume pelarut berdampak pada proses ekstraksi, karena semakin besar rasio yang digunakan maka senyawa yang terekstrak juga semakin banyak. Namun, jika rasio terlalu tinggi akan membuat ekstraksi semakin lama, konsumsi energi lebih tinggi dan tidak efisien (Effendi *et al.*, 2014).

Optimasi merupakan proses untuk mencapai hasil yang ideal atau optimal (Rusli *et al.*, 2020). Pelarut pada proses ekstraksi harus memiliki selektivitas yang tinggi terhadap senyawa yang diinginkan. Berdasarkan kaidah *like dissolve like* yaitu senyawa bioaktif pada sampel bahan akan terlarut oleh zat pelarut yang sesuai sifat kepolarannya, maka untuk meningkatkan efektifitas dalam

proses ekstraksi bahan alam dipilih pelarut etanol. Etanol atau etil alkohol merupakan pelarut polar tidak beracun yang dapat melarutkan bahan obat-obatan (Magambo, 2013). Kuersetin merupakan senyawa yang dapat ditemukan pada bawang merah yang mengandung antioksidan dan aman dikonsumsi dalam dosis tertentu. Sejauh ini penelitian tentang ekstraksi bawang merah telah beberapa kali dilakukan, tetapi masih sedikit informasi tentang rasio massa sampel dan volume pelarut serta waktu sonikasi optimum untuk mengekstrak senyawa kuersetin dari bawang merah dengan menggunakan metode ekstraksi berbantuan gelombang ultrasonik. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh rasio massa sampel dan volume pelarut serta waktu sonikasi terhadap rendemen ekstrak dan kadar senyawa kuersetin pada ekstraksi bawang merah.

METODE

Peralatan yang digunakan antara lain: Ultrasonikator GT SONIC model no VGT-1730QTD, Spektrofotometer UV-Vis, rotary evaporator (Eyela N-1210BV-W), Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (Perkin Elmer Altus) dengan detektor UV, kolom C18 (size 250 mm x 4,6 mm), syringe filters Nylon 0,45 - μ m (MicroSolv AQTM), neraca analitik (Mettler Toledo), blender (Philips), oven digital, kertas saring, chamber dan alat gelas (Pyrex) yang lazim digunakan untuk analisis kimia. Bahan yang digunakan antara lain: Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) diperoleh dari Pasar Sampangan Semarang, etanol 96% (Merck), etanol for HPLC (Merck), metanol for HPLC (Merck), akuades for HPLC (Smart-Lab), asam fosfat (p.a. Merck), dan baku kuersetin (Sigma).

Preparasi Sampel

Bawang merah hasil panen disortir dan dikupas terlebih dahulu, kemudian dicuci dengan air mengalir. Bawang merah diiris sekitar \pm 5 mm dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 80 °C selama 180 menit untuk menghilangkan kandungan air (Nabila et al., 2022). Bawang merah kering dihaluskan sampai berbentuk serbuk dan disimpan dalam wadah gelap kedap udara.

Ekstraksi Gelombang Ultrasonik

Sebanyak 40 g serbuk bawang merah dilarutkan dengan 200 mL etanol 96% (rasio 1:5 g sampel/mL) dalam erlenmeyer dan ditutup dengan aluminium foil. Campuran di sonikasi selama 15 menit pada frekuensi 40 kHz dengan daya ultrasonik maksimum 100 Watt. Variasi rasio massa sampel (g) dan volume pelarut (mL) (1:10, 1:15 dan 1:20) serta waktu (25 dan 35 menit) dikerjakan sesuai prosedur diatas. Ekstrak yang diperoleh disimpan dalam wadah gelap kedap udara pada tempat sejuk \pm 4 °C untuk dianalisis (Annegowda et al., 2010; Jang et al., 2013; Sasongko et al., 2018).

Rendemen ekstrak dapat dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ rendemen} = \frac{\text{Massa ekstrak bawang merah (g)}}{\text{Massa sampel awal (g)}} \times 100 \% \dots\dots\dots(1)$$

Penentuan Panjang Gelombang Maksimum dan Pembuatan Kurva alibrasi

Larutan induk kuersetin dibuat dengan melarutkan 10 mg standar kuersetin dengan metanol for HPLC ke dalam labu takar 100 mL sehingga didapatkan larutan induk kuersetin 100 mg/L. Panjang gelombang maksimum kuersetin ditentukan dari serapan larutan baku kuersetin konsentrasi 100 mg/L menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 200-500 nm.

Larutan induk 100 mg/L diencerkan hingga didapatkan larutan seri baku dengan konsentrasi 1, 2,4, 6, 8, dan 10 mg/L. dalam labu takar 10 mL dengan pelarut metanol for HPLC. Sebanyak 20 μ L masing-masing larutan diinjeksikan ke dalam sistem KCKT (Dwiyoga, 2012; Silva, 2019). Sistem KCKT dioperasikan menggunakan kolom tipe C18 pada sistem KCKT fase terbalik dengan fase gerak akuabides, metanol dan asam fosfat 5% (54 : 45 : 1) yang dialirkan pada kecepatan ke 1 mL/menit (Dwiyoga, 2012; Rashad *et al.*, 2021). Hasil pengukuran digunakan untuk pembuatan kurva kalibrasi.

Perhitungan Kadar Senyawa Kuersetin

Timbang 300 mg ekstrak pekat lalu dilarutkan dengan pelarut metanol for HPLC dalam labu takar 10 mL. Larutan sampel diinjeksikan ke dalam sistem KCKT fase terbalik sebanyak 20 μ L. Penetapan kadar didapatkan dengan mengkonversi AUC dari sampel menggunakan persamaan kurva kalibrasi yang didapatkan, dengan konsentrasi sebagai x dan AUC sebagai y. Kadar sampel ditetapkan dalam mg Quercetin Equivalent (QE) g⁻¹. Kadar senyawa kuersetin pada ekstrak bawang merah dihitung menggunakan perhitungan sebagai berikut :

$$y = a + bx \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{Kadar mg QE/g} = \frac{x \text{ mg}}{1000 \text{ mL}} \times 10 \text{ mL} \times \frac{1}{0,300 \text{ gram}} \dots\dots\dots(3)$$

Analisis Statistik

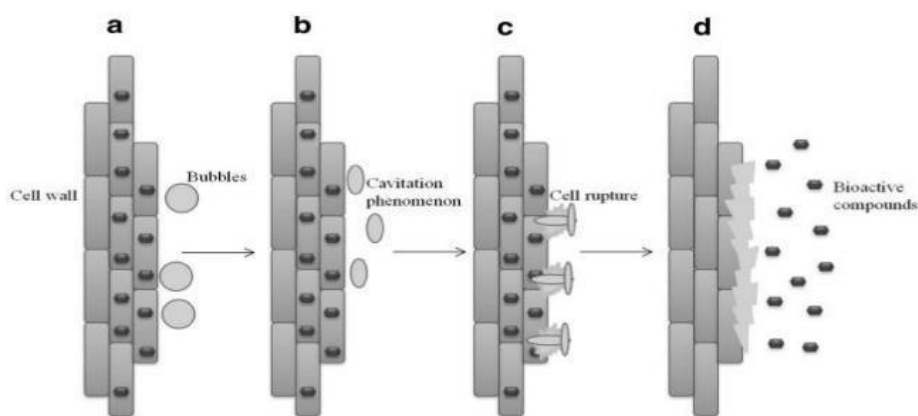
Untuk mengetahui signifikansi hasil penelitian, dilakukan Analysis of Variance (ANOVA). Uji ANOVA digunakan untuk mengetahui pengaruh parameter terhadap hasil ekstraksi dan menentukan signifikansi setiap parameter. Hasil dari uji ANOVA akan menghasilkan persamaan model matematika dengan taraf signifikansi ($\alpha = 0,05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preparasi Sampel dan Ekstraksi Berbantuan Gelombang Ultrasonik

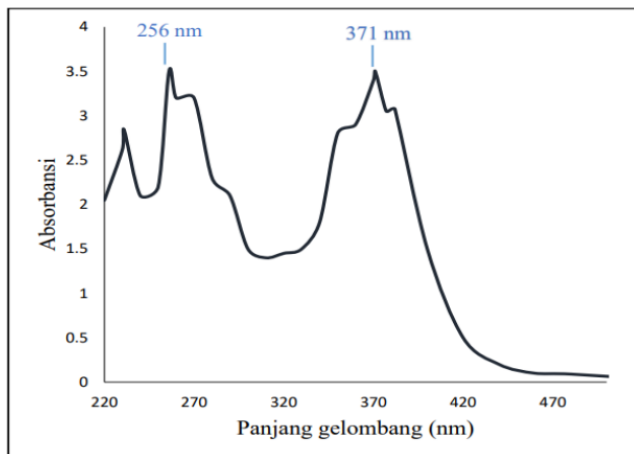
Analisis pengaruh rasio massa sampel dan volume pelarut serta waktu sonikasi dilakukan dengan metode ekstraksi berbantuan gelombang ultrasonik atau Ultrasonic assisted extraction, UAE yang meliputi beberapa tahapan, diantaranya adalah preparasi sampel, proses ekstraksi, penentuan rendemen ekstrak dan kadar senyawa kuersetin. Penelitian ini dilakukan pada variasi rasio massa sampel (g) dan volume pelarut (mL) 1:5, 1:10, 1:15 dan 1:20 serta waktu ekstraksi selama 15, 25 dan 35 menit. Setiap sampel dilakukan analisis pengujian untuk mengetahui rendemen dan kadar senyawa kuersetin dari ekstrak bawang merah yang dihasilkan.

Pada proses ekstraksi, pelarut yang digunakan akan berdifusi menembus dinding sel suatu bahan baku dan masuk kedalam rongga sel yang mengandung senyawa bioaktif. Senyawa bioaktif akan larut dalam pelarut karena terjadi perbedaan konsentrasi antara larutan senyawa bioaktif didalam sel dan pelarut diluar sel. Larutan yang konsentrasinya tinggi akan terdesak keluar dan diganti oleh larutan dengan konsentrasi rendah. Proses ini akan berulang sampai terjadi kesetimbangan antara konsentrasi larutan senyawa bioaktif didalam dan diluar sel. Ilustrasi mekanisme proses ekstraksi berbantuan gelombang ultrasonik ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Mekanisme kerja ekstraksi berbantuan gelombang ultrasonik (Varo et al., 2019)

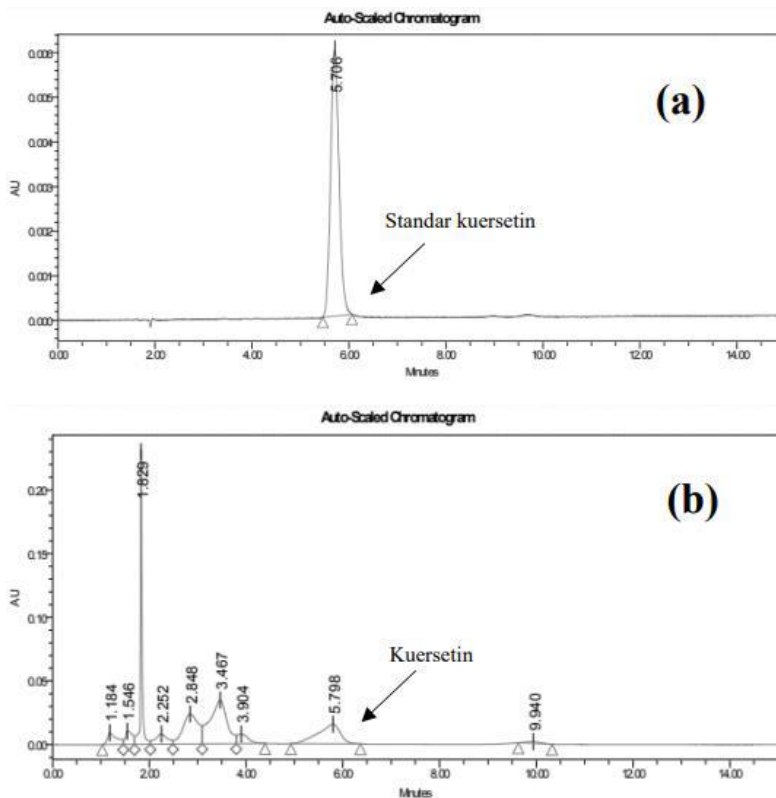
Senyawa kuersetin memiliki gugus kromofor dan auksokrom yang bertanggung jawab atas penyerapan sinar ultraviolet pada sampel, sehingga keberadaan kuersetin dapat diketahui dengan detektor ultraviolet (UV) pada sistem KCKT. Serapan maksimum senyawa kuersetin mencapai panjang gelombang pada puncak 256 nm dan 371 nm, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Abd-Elsalam et al., (2021) dan Garg, (2021), senyawa kuersetin memiliki serapan maksimum sebesar 256 dan 370 nm. Menurut (Synder et al., 2011) hasil pengujian panjang gelombang dapat digunakan jika serapan maksimum sama atau dalam batas 3 nm dari panjang gelombang yang ditentukan, sehingga disimpulkan bahwa panjang gelombang yang diperoleh pada penelitian memenuhi persyaratan dan dapat diterima. Data panjang gelombang yang didapatkan digunakan dalam pengukuran sistem kromatografi dengan detektor UV.



Gambar 2. Spektrum UV-Vis standar kuersetin

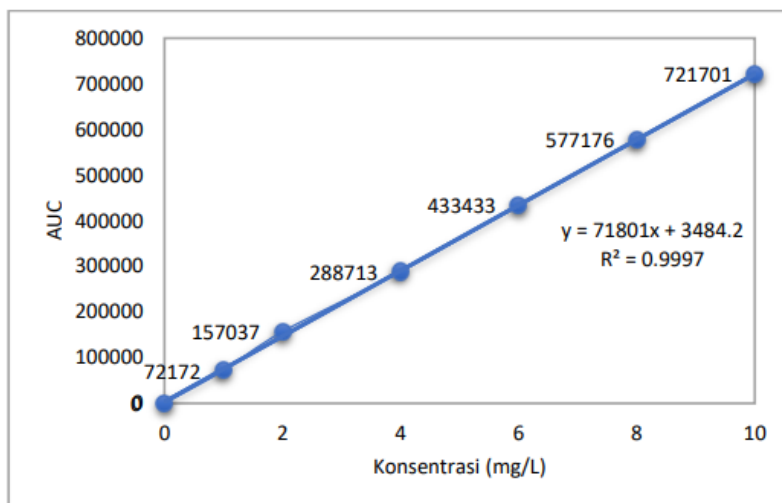
Pengamatan waktu retensi (t_R) merupakan parameter analisis kualitatif dalam sistem KCKT. Keuntungan penggunaan kromatografi sebagai metode kualitatif yaitu sampel yang dibutuhkan untuk analisis relatif sedikit dan waktu analisis pendek. Analisis kualitatif dapat dilakukan dengan membandingkan t_R standar kuersetin dengan t_R kuersetin pada sampel ekstrak bawang merah. Waktu retensi (t_R) merupakan ukuran waktu yang dibutuhkan oleh suatu analit untuk melewati kolom KCKT sehingga terdeteksi oleh detektor. Waktu retensi (t_R) dapat diukur melalui kromatogram dari menit ke-0 hingga muncul puncak atau peak.

Pada sistem KCKT suatu analit akan memberikan waktu retensi (t_R) tertentu sehingga apabila terdapat dua analit yang memiliki t_R yang sama atau identik maka dapat dikatakan analit tersebut adalah sama (Synder et al., 2011). Kromatogram pada Gambar 3. menunjukkan t_R standar kuersetin yaitu 5,706 menit dan didalam sampel ekstrak bawang merah terdeteksi beberapa puncak atau peak yang salah satunya yaitu 5,798 menit. Pengamatan waktu retensi (t_R) menunjukkan adanya kemiripan antara t_R standar kuersetin dengan t_R sampel ekstrak bawang merah sehingga dapat dikatakan bahwa didalam sampel ekstrak bawang merah mengandung kuersetin.



Gambar 3. Kromatogram : (a) standar kuersetin dan (b) sampel ekstrak bawang merah

Analisis kuantitatif dalam sistem KCKT dapat dilakukan dengan metode kurva kalibrasi untuk menghitung kadar senyawa kuersetin dalam sampel ekstrak bawang merah. Berdasarkan data persamaan kurva kalibrasi (Gambar 4) diperoleh persamaan $y = 71801x + 3484,2$ dengan nilai koefisiensi korelasi ($r = 0,9997$). Hasil ini menunjukkan bahwa metode yang digunakan pada penelitian ini telah memenuhi kriteria linieritas dengan nilai $r \geq 0,999$ (AOAC, 2019).



Gambar 4. Kurva hubungan antara konsentrasi dan AUC standar kuersetin

Pengaruh Rasio Massa Sampel dan Volume Pelarut serta Waktu Sonikasi Terhadap Total Rendemen

Rendemen merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui keefektifan dan efisiensi dari proses ekstraksi. Rendemen ekstrak bawang merah secara organoleptis menunjukkan warna merah kecoklatan berbentuk kental dan berbau khas. Rerata rendemen pada ekstrak bawang merah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata rendemen ekstrak bawang merah

Waktu (menit)	Massa sampel (g): Volume pelarut (mL)			
	1:5	1:10	1:15	1:20
15	20,22%	38,21%	57,02%	52,31%
25	27,93%	44,59%	55,94%	73,23%
35	30,25%	57,04%	56,75%	72,10%

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa variasi rasio massa sampel dan pelarut memberikan rendemen yang berbeda-beda. Data menunjukkan bahwa rendemen mengalami kenaikan bertahap setiap volume pelarut ditambahkan. Terlihat bahwa rendemen tertinggi didapatkan pada rasio 1:20 dengan waktu sonikasi 25 menit yaitu sebesar 73,23%, sedangkan rendemen terkecil diperoleh pada rasio 1:5 dengan waktu sonikasi 15 menit yaitu sebesar 20,22%. Hasil ini sesuai dengan penelitian Rifai et al., (2018) , didapatkan rendemen tertinggi pada rasio 1:15 yang merupakan rasio massa sampel dan volume pelarut tertinggi. Peneliti berasumsi bahwa semakin banyak volume pelarut yang digunakan saat ekstraksi maka akan semakin banyak senyawa yang terekstrak sehingga rendemen akan semakin meningkat.

Terjadinya peningkatan rendemen diduga disebabkan karena pelarut etanol 96% yang ditambahkan akan memberikan tekanan difusi yang semakin besar sehingga menyebabkan cairan sel yang keluar semakin banyak (Handayani & Sriherfyna, 2016). Waktu sonikasi adalah parameter lain yang dapat digunakan untuk mempelajari efisiensi ekstraksi dari ekstrak bawang merah. Semakin lama waktu sonikasi, akan semakin tinggi rendemen yang diperoleh. Hal ini dapat terjadi karena kesempatan kontak antara bahan baku dan pelarut akan terjadi semakin lama sehingga proses penetrasi pelarut kedalam sel semakin maksimal. Hal ini dimungkinkan terjadi karena senyawa bioaktif yang terkandung dalam bahan baku terdapat dalam jumlah terbatas dan pelarut yang digunakan juga mempunyai batas kemampuan untuk melarutkan senyawa bioaktif dalam bahan baku, sehingga meskipun waktu sonikasi semakin diperpanjang senyawa bioaktif atau solute yang terkandung dalam bahan baku sudah dalam batas atau tidak ada (Handayani & Sriherfyna, 2016).

Pengaruh Rasio Massa Sampel dan Volume Pelarut serta Waktu Sonikasi Terhadap Kadar Senyawa Kuersetin

Kadar senyawa kuersetin pada ekstrak sampel bawang merah dianalisis menggunakan kurva kalibrasi pada sistem KCKT. Kadar senyawa kuersetin pada ekstrak bawang merah metode ekstraksi berbantuan ultrasonik dengan variasi rasio massa sampel dan volume pelarut serta waktu sonikasi memiliki kisaran rerata antara 0,215-0,342 mg QE/g. Rerata hasil kadar senyawa kuersetin pada ekstrak bawang merah dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rerata kadar senyawa kuersetin pada ekstrak bawang merah

Waktu (menit)	Massa sampel (g): Volume pelarut (mL)			
	1:5	1:10	1:15	1:20
15	0,225 mg/g	0,266 mg/g	0,222 mg/g	0,261 mg/g
25	0,338 mg/g	0,222 mg/g	0,250 mg/g	0,215 mg/g
35	0,342 mg/g	0,240 mg/g	0,251 mg/g	0,230 mg/g

Data pada penelitian ini menunjukkan bahwa rendemen yang tinggi kemungkinan mengandung senyawa bioaktif lain yang kadarnya lebih tinggi, hal ini diduga karena beberapa senyawa fenolik lain juga larut dalam pelarut etanol ketika proses ekstraksi.

Ekstraksi yang dilakukan pada rasio massa sampel (g) terhadap volume pelarut (mL) 1:5 dan 1:15 mengalami kenaikan kadar secara bertahap yang berbeda dengan ekstraksi ketika rasio 1:10 dan

1:20. Hal ini dapat dimungkinkan bahwa kadar senyawa kuersetin dapat terekstrak secara optimal pada waktu sonikasi 35 menit, sedangkan ketika rasio 1:10 dan 1:20 terjadi penurunan dan kenaikan kadar senyawa kuersetin yang tidak signifikan, yang dapat disebabkan karena faktor volume pelarut. Hal ini dikarenakan volume pelarut yang digunakan tidak efisien dalam artian ketika volume pelarut ditambahkan tidak juga meningkatkan kadar senyawa kuersetin pada hasil ekstrak. Thermal stress merupakan peristiwa dimana volume pelarut terlalu banyak yang dapat menyebabkan gelombang ultrasonik akan lebih terkonsentrasi pada pelarutnya, sehingga proses pemecahan dinding sel tidak terjadi secara maksimal yang mengakibatkan senyawa kuersetin tidak dapat lepas dari dinding sel secara optimal.

Secara teori berdasarkan hukum difusi kedua Fick, yang menyatakan bahwa setelah periode waktu tertentu, akan ada keseimbangan akhir antara zat terlarut dalam matriks padat (sampel tanaman) dan dalam pelarut ekstraksi yang mengarah ke perlambatan dalam hasil ekstraksi (Chew et al., 2011). Oleh karena itu, pada faktor waktu sonikasi ekstraksi selama 35 menit merupakan waktu optimum yang akan didapatkan kadar senyawa kuersetin paling tinggi pada menit tersebut. Pada waktu sonikasi 15 menit senyawa kuersetin yang terekstrak sedikit dikarenakan kontak pelarut diperlukan waktu yang lebih lama agar senyawa kuersetin yang didapatkan lebih maksimal.

Analisis Statistik Nilai Rendemen Ekstrak dan Kadar Senyawa Kuersetin

Perhitungan analisis statistik dilakukan setelah pengambilan data laboratorium dari semua variabel terkumpul. Hasil data nilai rendemen ekstrak dan kadar senyawa kuersetin pada bawang merah dapat dirangkum pada Tabel 3. dan Tabel 4.

Tabel 3. Tabel bantu dua arah nilai rendemen ekstrak (%)

Perlakuan	B1	B2	B3	B4	Total (A)	Rerata
A1	20,22	38,21	57,02	52,31	167,76	41,940
A2	27,93	44,59	55,94	73,23	201,69	50,423
A3	30,25	57,04	56,75	72,10	216,14	54,035
Total (B)	78,4	139,84	169,71	197,64	585,59	
Rerata	6,533	11,653	14,143	16,470		
FK		28576,30				

Tabel 4. Tabel bantu dua arah kadar senyawa kuersetin (mg QE/g)

Perlakuan	B1	B2	B3	B4	Total (A)	Rerata
A1	0,225	0,266	0,222	0,261	0,975	0,244
A2	0,338	0,222	0,250	0,215	1,026	0,257
A3	0,342	0,240	0,251	0,230	1,064	0,266
Total (B)	0,905	0,729	0,723	0,707	3,066	
Rerata	0,075	0,061	0,060	0,059		
FK			0,784			

Keterangan : FK :Faktor koreksi; A (1, 2, dan 3): Parameter waktu sonikasi selama 15, 25 dan 35 menit; B (1, 2, 3, dan 4): Parameter rasio massa sampel : volume pelarut 1:5; 1:10; 1:15 dan 1:20

Pada Tabel 3. terlihat bahwa nilai rendemen ekstrak bawang merah yang didapatkan pada saat ekstraksi dengan metode gelombang ultrasonik memperoleh nilai rendemen tertinggi pada perlakuan A2B4 (waktu sonikasi 25 menit dengan rasio 1:20) dan nilai rendemen terendah pada perlakuan A1B1 (waktu sonikasi 15 menit dan rasio 1:5). Pada Tabel 4. terlihat bahwa kadar senyawa kuersetin pada ekstraksi bawang merah memperoleh kadar tertinggi pada perlakuan A3B1 (waktu sonikasi 35 menit dengan rasio 1:5 dan kadar terendah pada perlakuan A2B4 (waktu sonikasi 25 menit dengan rasio 1:20). Hasil uji analisis statistika ANOVA dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Analisis Statistika uji ANOVA % rendemen ekstrak bawang merah

SK	DB	JK	KT	F-Hitung	F Tabel $\alpha = 0,05$	Ket
A	2	308,389	154,195	4,46	5,14	TN
B	3	2611,976	870,659	25,16	4,76	*
Error/Galat	6	207,666	34,611			
Total	11	3128.031				

Tabel 6. Analisis Statistika uji ANOVA kadar senyawa kuersetin pada ekstrak bawang merah

SK	DB	JK	KT	F-Hitung	F Tabel $\alpha = 0,05$	Ket
A	2	0,001	0,001	0,29	5,14	TN
B	3	0,009	0,003	1,68	4,76	TN
Error/Galat	6	0,010	0,002			
Total	11	0,020				

Pada Tabel 5. Menunjukkan bahwa pada target nilai rendemen ekstrak dapat dilihat untuk parameter A (waktu sonikasi) didapatkan F Hitung = 4,46 < F Tabel = 5,14 dengan keterangan Tidak berpengaruh nyata (TN), sedangkan untuk parameter B (Rasio massa sampel dan volume pelarut) didapatkan F Hitung = 25,16 > F Tabel = 4,76 dengan keterangan berpengaruh nyata (*). Hasil ini menunjukkan bahwa waktu sonikasi tidak memberikan pengaruh nyata terhadap nilai rendemen ekstrak, Ini dikarenakan bahwa senyawa bioaktif yang terkandung pada suatu bahan baku terdapat dalam jumlah terbatas dan pelarut yang digunakan juga memiliki batas kemampuan dalam melarutkan senyawa bioaktif sehingga meskipun waktu sonikasi semakin lama senyawa bioaktif yang terekstrak sudah dalam batas atau tidak ada. Rasio massa sampel dan volume pelarut memberikan pengaruh nyata terhadap nilai rendemen ekstrak. Ini dikarenakan ketika volume pelarut yang digunakan semakin banyak maka kemampuan untuk mengekstrak senyawa bioaktif yang terkandung dalam bahan baku juga semakin tinggi, dalam artian akan semakin banyak senyawa bioaktif yang dapat terekstrak dan dapat terlarut bersama dengan pelarutnya.

Pada Tabel 6 menunjukkan bahwa pada target kadar senyawa kuersetin dapat dilihat untuk parameter A (waktu sonikasi) didapatkan F Hitung = 0,29 < F Tabel = 5,14 dengan keterangan Tidak berpengaruh nyata (TN), sedangkan untuk parameter B (Rasio massa sampel dan volume pelarut) didapatkan F Hitung = 1,68 < F Tabel = 4,76 dengan keterangan Tidak berpengaruh nyata (TN). Dengan demikian hasil untuk waktu sonikasi dan rasio massa sampel dan volume pelarut tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kadar senyawa kuersetin pada ekstraksi bawang merah dengan metode ekstraksi berbantuan gelombang ultrasonik. Hal ini dapat terjadi karena ada beberapa senyawa fenolik lain yang larut dalam pelarut etanol, sehingga ekstrak yang dihasilkan tidak hanya mengandung senyawa kuersetin. Selain itu, besarnya kadar senyawa kuersetin pada hasil ekstraksi tidak dipengaruhi oleh faktor rasio massa sampel dan volume pelarut. Hal ini disebabkan adanya volume pelarut yang berlebihan sehingga menurunkan kadar senyawa kuersetin yang terkandung dalam ekstrak sampel bawang merah. volume pelarut yang berlebihan menyebabkan thermal stress yang dipengaruhi panas dari penyerapan gelombang ultrasonik oleh pelarut (Sari, 2020).

SIMPULAN

Pada perhitungan rendemen ekstrak, peningkatan nilai rendemen terjadi karena pengaruh peningkatan volume pelarut. Semakin banyak volume pelarut maka tekanan akan semakin besar sehingga senyawa bioaktif yang terekstrak akan meningkat. Namun, waktu sonikasi yang semakin lama kurang efisien dalam meningkatkan nilai rendemen karena jumlah senyawa bioaktif yang terkandung pada bawang merah terbatas sehingga meskipun waktu sonikasi diperpanjang kandungan senyawa bioaktif pada sampel sudah dalam batas atau tidak ada. Pengujian variasi rasio massa sampel dan volume pelarut serta waktu sonikasi tidak menunjukkan adanya pengaruh nyata terhadap kenaikan kadar senyawa kuersetin pada ekstraksi bawang merah berbantuan gelombang ultrasonik. Tidak adanya pengaruh pada kenaikan kadar senyawa kuersetin dapat disebabkan karena volume pelarut yang berlebihan dapat menyebabkan thermal stress. Selain itu, ekstrak tidak hanya mengandung senyawa kuersetin tetapi juga flavonoid jenis lain.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Negeri Semarang yang telah menyediakan fasilitas laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd-Elsalam, H. A. H., Gamal, M., Naguib, I. A., Al-Ghobashy, M. A., Zaazaa, H. E., & Abdelkawy, M. (2021). Development of green and efficient extraction methods of quercetin from red onion scales wastes using factorial design for method optimization: A comparative study. *Separations*, 8(9). <https://doi.org/10.3390/separations8090137>
- Khan, A. M. S., & Ahmad, I. (2018). Herbal Medicine: Current Trends and Future Prospects. In *New Look to Phytomedicine: Advancements in Herbal Products as Novel Drug Leads*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814619-4.00001-X>
- Alvionita, E. A. (2020). Pengaruh rasio bahan dan pelarut pada ekstraksi antosianin bunga dadap merah (*Erythrina cristagali*) menggunakan metode MAE (microwave assisted extraction). Skripsi. Universitas Negeri Semarang.
- Annegowda, H. V., Anwar, L. N., Mordi, M. N., Ramanathan, S., & Mansor, S. M. (2010). Influence of sonication on the phenolic content and antioxidant activity of *Terminalia catappa* L. leaves. *Pharmacognosy Research*, 2(6), 368-373. <https://doi.org/10.4103/0974-8490.75457>
- Arroy, J. D. V., Ruiz-Espinosa, H., Luna-Guevara, J. J., Luna-Guevara, M. L., Hernández-Carranza, P., Ávila-Sosa, R., & Ochoa-Velasco, C. E. (2017). Effect of solvents and extraction methods on total anthocyanins, phenolic compounds and antioxidant capacity of *Renealmia alpinia* (Rottb.) maas peel. *Czech Journal of Food Sciences*, 35(5), 456-465. <https://doi.org/10.17221/316/2016-CJFS>
- Carreira-Casais, A., Otero, P., Garcia-Perez, P., Garcia-Oliveira, P., Pereira, A. G., Carpena, M., Soria-Lopez, A., Simal-Gandara, J., & Prieto, M. A. (2021). Benefits and drawbacks of ultrasound-assisted extraction for the recovery of bioactive compounds from marine algae. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(17). <https://doi.org/10.3390/ijerph18179153>
- Chairunnisa, S., Wartini, N. M., & Suhendra, L. (2019). Pengaruh suhu dan waktu maserasi terhadap karakteristik ekstrak daun bidara (*Ziziphus mauritiana* L.) sebagai sumber saponin. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 7(4), 551. <https://doi.org/10.24843/jrma.2019.v07.i04.p07>
- Chew, Khoo, Ng, Thoo, Aida, W., & Ho. (2011). Effect of ethanol concentration, extraction time and extraction temperature on the recovery of phenolic compounds and antioxidant capacity of *Orthosiphon stamineus* extracts. *International Food Research Journal*, 18(4), 1427-1435.
- Dawud, F. A., Dubo, A. B., Yusuf, N. W., & Umar, I. A. (2016). Effects of aqueous extract of *Allium cepa* (red onion) on ovalbumin-induced allergic asthma in wistar rats. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, 9(2), 95. <https://doi.org/10.4314/bajopas.v9i2.19>
- Domanska, U., Wisniewska, A., & Dabrowski, Z. (2018). Extraction of quercetin from red onion (*Allium cepa* L.) with ionic liquids. *Chromatography and Separation Techniques Journal*, 1(2), 1-11.
- Dwiyoga, A. R. H. (2012). Optimasi dan validasi metode penetapan kadar kuersetin menggunakan kromatografi cair kinerja tinggi (KCKT) fase terbalik dalam teh hijau. Skripsi. Universitas Sanata Dharma.
- Effendi, V. P., Widjanarko, S. B., Teknologi, J., Pertanian, H., Universitas, F. T. P., & Malang, B. (2014). Distilasi dan karakterisasi minyak atsiri rimpang jeringau (*Acorus calamus*) dengan kajian lama waktu distilasi dan rasio bahan:pelarut. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 2(2), 1-8.
- Fajri, M., & Daru, Y. (2022). Pengaruh rasio volume pelarut dan waktu ekstraksi terhadap perolehan minyak biji kelor. *AgriTECH*, 42(2), 123. <https://doi.org/10.22146/agritech.59062>
- Febriana, I. D., Kusuma, H. S., Gala, S., & Mahfud, M. (2016). The effect of temperature on extraction of swietenia mahagoni by ultrasound-assisted extraction (UAE) method. *ASEAN journal of Chemical Engineering*. 16(1), <https://doi.org/10.22146/ajche.49673>.
- Garg, P. (2021). HPLC estimation of flavanoid (quercetin) of leaves and stem extracts of *ocimum sanctum* and *Tinospora cordifolia*. *The Journal of Phytopharmacology*, 10(4), 220-224. <https://doi.org/10.31254/phyto.2021.10401>
- Handayani, H., & Sriherfyna, F. H. (2016). Ekstraksi antioksidan daun sirsak metode ultrasonic bath (kajian rasio bahan : pelarut dan lama ekstraksi). *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 4(1), 262-272.

- Jang, M., Asnin, L., Nile, S. H., Keum, Y. S., Kim, H. Y., & Park, S. W. (2013). Ultrasound-assisted extraction of quercetin from onion solid wastes. *International Journal of Food Science and Technology*, 48(2), 246-252. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03180.x>
- Kianian, F., Marefati, N., Boskabady, M., Ghasemi, S.Z., & Boskabady, M. H. (2021). Pharmacological properties of *Allium cepa*, preclinical and clinical evidences; a review. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 20(2), 107-134. <https://doi.org/10.22037/ijpr.2020.112781.13946>
- Ko, M. J., Cheigh, C. I., Cho, S. W., & Chung, M. S. (2011). Subcritical water extraction of flavonol quercetin from onion skin. *Journal of Food Engineering*, 102(4), 327-333. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.09.008>
- Magambo. (2013). Tanaman teh dan khasiatnya. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 7-25. <http://e-journal.uajy.ac.id/2667/3/2BL01004.pdf>
- Manizabayo, G., Chukwu, U. J., & Abayeh, O. J. (2019). Extraction of “quercetin-rich” red onion skin with acetone and chemical modification using aromatic diazonium salts. *Makara Journal of Science*, 23(2), 79-86. <https://doi.org/10.7454/mss.v23i2.11045>
- Nabila, P. R., Asiah, N., Sasongko, S. B., Ratnawati, R., & Djaeni, M. (2022). Evaluation of drying temperature on water removal and hysicochemical quality of onion slice. *Chemical Engineering Transactions*, 92, 721-726. <https://doi.org/10.3303/CET2292121>
- Nurchahyo, H., Sumiwi, S. A., Halimah, E., & Wilar, G. (2020). Total flavonoid levels of ethanol extract and ethyl acetate fraction dry shallots (*Allium cepa* L. var. garden onion of Brebes) with maceration methods using UV-Vis spectrophotometry. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 11(10), 286-289. <https://doi.org/10.31838/srp.2020.10.48>
- Ranjha, M. M. A. N., Irfan, S., Lorenzo, J. M., Shafique, B., Kanwal, R., Pateiro, M., Arshad, R. N., Wang, L., Nayik, G. A., Roobab, U., & Aadil, R. M. (2021). Sonication, a potential technique for extraction of phytoconstituents: A systematic review. *Processes*, 9(8), 1-21. <https://doi.org/10.3390/pr9081406>
- Rashad, S., El-Chaghaby, G., Lima, E. C., & Simoes dos reis, G. (2021). Optimizing the ultrasonic - assisted extraction of antioxidants from *Ulva lactuca* algal biomass using factorial design. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 13(7), 5681-5690. <https://doi.org/10.1007/s13399-021-01516-8>
- Rifai, G., Rai Widarta, I. W., & Ayu Nociantri, K. (2018). Pengaruh jenis pelarut dan rasio bahan dengan pelarut terhadap kandungan senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan ekstrak biji alpukat (*Persea americana* Mill.). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 7(2), 22. <https://doi.org/10.24843/itepa.2018.v07.i02.p03>
- Rusli, Z., Herlina, N., Sari, B. L., & Ulfa, S. H. (2020). Optimisasi metode microwave-assisted extraction terhadap kadar kuersetin dari limbah kulit bawang merah (*Allium cepa* L.). *Fitofarmaka: Jurnal Ilmiah Farmasi*, 10(2), 122-131. <https://doi.org/10.33751/jf.v10i2.2154>
- Saeed, M., Naveed, M., Arain, M. A., Arif, M., Abd El-Hack, M. E., Alagawany, M., Siyal, F. A., Soomro, R. N., & Sun, C. (2017). Quercetin: nutritional and beneficial effects in poultry. *World's Poultry Science Journal*, 73(2), 355-364. <https://doi.org/10.1017/S004393391700023X>
- Sari, M. E. (2020). Pengaruh paparan gelombang ultrasonik pada ekstraksi daun kemangi dan daun sirih terhadap kandungan senyawa flavonoid (studi kasus variasi suhu dan lama waktu pemaparan). *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Sasongko, A., Nugroho, R. W., Setiawan, C. E., Utami, I. W., & Pusfitasari, M. D. (2018). Aplikasi metode nonkonvensional pada ekstraksi bawang dayak. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 6(1), 8. <https://doi.org/10.32487/jtt.v6i1.433>
- Shahrajabian, M. H., Sun, W., & Cheng, Q. (2020). Traditional herbal medicine for the prevention and treatment of cold and flu in the autumn of 2020, overlapped With COVID -19. *Natural Product Communications*, 15(8). <https://doi.org/10.1177/1934578X20951431>
- Silva, M. G. R. (2019). Optimization of quercetin extraction from onion skin determination of antioxidant capacity and anti-diabetic activity. *Integrated Master in Biological Engineering* (Issue October). Universidade de Lisboa.
- Sumarni, N., & Hidayat, A. (2005). Budidaya bawang merah panduan teknis. budidaya bawang merah. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Bandung.
- Synder, L. R., Kirkland, J. J., & Dolan, J. W. (2011). Introduction to modern liquid chromatography,. *Journal of the American Society for Mass Spectrometry*, 22(1). <https://doi.org/10.1007/s13361-010-0021-8>

- Tang, S. M., Deng, X. T., Zhou, J., Li, Q. P., Ge, X. X., & Miao, L. (2020). Pharmacological basis and new insights of quercetin action in respect to its anti-cancer effects. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 121, 109604. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2019.109604>
- Thuy, N. M., Tuyen, N. T. M., Thanh, N. V., & Tai, N. V. (2020). Evaluation of freeze-drying conditions on the process kinetics and physicochemical properties of purple shallot. *Food Research*, 4(5), 1630-1636. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.4\(5\).246](https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(5).246)
- Tran, N., Pham, B., & Le, L. (2020). Bioactive compounds in anti-diabetic plants: From herbal medicine to modern drug discovery. *Biology*, 9(9), 1-31. <https://doi.org/10.3390/biology9090252>
- Varo, M. A., Jacotet-Navarro, M., Serratosa, M. P., Mérida, J., Fabiano-Tixier, A. S., Bily, A., & Chemat, F. (2019). Green ultrasound-assisted extraction of antioxidant phenolic compounds determined by high performance liquid chromatography from bilberry (*Vaccinium Myrtillus* L.) juice by-products. *Waste and Biomass Valorization*, 10(7), 1945–1955. <https://doi.org/10.1007/s12649-018-0207-z>
- Wang, B., Qu, J., Luo, S., Feng, S., Li, T., Yuan, M., Huang, Y., Liao, J., Yang, R., & Ding, C. (2018). Optimization of ultrasound-assisted extraction of flavonoids from olive (*olea europaea*) leaves, and evaluation of their antioxidant and anticancer activities. *Molecules*, 23(10). <https://doi.org/10.3390/molecules23102513>
- Zhou, J. (2019). Applications and prospects of ultrasound-assisted extraction in chinese herbal medicine. *Journal of Biomedical Science*, 1(1), 5-15. <https://doi.org/10.38125/oajbs.000103>