

Pengaruh Suhu dan Waktu Maserasi terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Buah Asam Gelugur (*Garcinia atroviridis* Griff. ex T.Anderson)

The Effect of Maceration Temperature and Time on the Antioxidant Activity of Asam Gelugur (*Garcinia atroviridis* Griff. ex T.Anderson) Fruit Extract

Nicholas Wilbert, I Dewa Gde Mayun Permana*, Luh Putu Trisna Darmayanti

Progam Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana

*Penulis korespondensi: I Dewa Gde Mayun Permana, Email: mayunpermana@unud.ac.id

Disetujui: 6 Maret 2026 / Diterima: 5 Juni 2026

Abstract

Asam gelugur fruit (*Garcinia atroviridis* Griff. ex T.Anderson) is a local commodity rich in bioactive compounds with potential as a natural antioxidant source, but its utilization remains suboptimal. Extraction of bioactive constituents from asam gelugur fruit allows its utilization as a natural source of antioxidants. This study aims to determine the effect of temperature and maceration time on antioxidant activity and to determine the optimal combination of temperature and maceration time to produce extracts with the highest antioxidant activity. A completely randomized factorial design (CRFD) was used, with two factors: maceration temperature (30, 45, 60°C) and maceration time (12, 24, 36 hours). All data were analyzed using two-way analysis of variance and Tukey's Honestly Significant Difference (HSD) test. The results showed that the interaction of temperature and time had a highly significant ($P \leq 0,01$) effect on total phenolics content, total flavonoid content, and antioxidant activity (IC_{50}), and a significant effect ($P \leq 0,05$) on vitamin C content. The best treatment to obtain asam gelugur fruit extract with the highest antioxidant activity was maceration at 30°C for 36 hours, with total phenolics of 10.49 ± 0.12 mg GAE/g, total flavonoids of 3.16 ± 0.28 mg QE/g, vitamin C content of 18.92 ± 0.54 mg AAE/g, and IC_{50} value of 1.08 ± 0.02 mg/mL.

Keywords: *antioxidant, Garcinia atroviridis* Griff. ex T.Anderson, maceration, temperature, time.

Abstrak

Buah asam gelugur (*Garcinia atroviridis* Griff. ex T.Anderson) merupakan salah satu bahan pangan lokal yang kaya akan senyawa bioaktif seperti fenol, flavonoid, dan vitamin C, namun pemanfaatannya sebagai sumber antioksidan alami masih jarang dilakukan secara optimal. Buah asam gelugur dapat dimanfaatkan sebagai sumber antioksidan alami dengan cara mengekstraksi senyawa bioaktifnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu dan waktu maserasi terhadap aktivitas antioksidan serta menentukan kombinasi suhu dan waktu maserasi yang optimal dalam menghasilkan ekstrak dengan aktivitas antioksidan tertinggi. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial terdiri dua faktor, yaitu suhu maserasi (30, 45, 60°C) dan waktu maserasi (12, 24, 36 jam). Data hasil penelitian dianalisis menggunakan analisis variansi dua arah dan uji Beda Nyata Jujur (BNJ). Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi suhu dan waktu maserasi berpengaruh sangat nyata ($P \leq 0,01$) kadar total fenol, total flavonoid, dan aktivitas antioksidan (IC_{50}), serta berpengaruh nyata ($P \leq 0,05$) terhadap kadar vitamin C. Perlakuan terbaik untuk memperoleh ekstrak buah asam gelugur dengan aktivitas antioksidan tertinggi adalah pada suhu maserasi 30°C selama 36 jam dengan total fenol $10,49 \pm 0,12$ mg GAE/g ekstrak, total flavonoid $3,16 \pm 0,28$ mg QE/g ekstrak, kadar vitamin C $18,92 \pm 0,54$ mg AAE/g ekstrak, serta nilai IC_{50} sebesar $1,08 \pm 0,02$ mg/mL.

Kata Kunci: *antioksidan, Garcinia atroviridis* Griff. ex T.Anderson, maserasi, suhu, waktu.

PENDAHULUAN

Buah asam gelugur (*Garcinia atroviridis* Griff. ex T.Anderson) merupakan buah tropis lokal Asia Tenggara yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan dan obat tradisional di Indonesia, Malaysia, dan Thailand. Buah asam gelugur umumnya dimanfaatkan sebagai bumbu masakan, obat-obatan, bahan dasar pembuatan kosmetik, serta makanan ringan (Ginting et al., 2018). Buah asam gelugur umumnya diperjualbelikan di pasaran dalam bentuk kering yang dikenal dengan sebutan asam potong (Heyne, 1987). Dalam beberapa tahun terakhir, minat terhadap potensi buah ini semakin meningkat karena kandungan senyawa bioaktifnya (Shahid et al., 2022). Penelitian-penelitian terdahulu menunjukkan bahwa buah asam gelugur mengandung sejumlah senyawa bioaktif penting seperti senyawa fenol, flavonoid, dan asam organik, yang berpotensi sebagai antioksidan alami (Jena et al., 2002; Miean & Mohamed, 2001; Nursakinah et al., 2012; Rittirut & Siripatana, 2006). Senyawa-senyawa tersebut telah dilaporkan memiliki aktivitas penangkal radikal bebas, sehingga dapat berperan dalam meningkatkan kesehatan serta mencegah timbulnya penyakit degeneratif yang disebabkan oleh stres oksidatif (Poljsak et al., 2013; Wang & Kang, 2020).

Salah satu upaya untuk memperoleh senyawa bioaktif dari buah asam gelugur

adalah melalui proses ekstraksi. Ekstraksi merupakan langkah pertama dalam mengisolasi dan purifikasi senyawa-senyawa bioaktif dari bahan tanaman (Jha & Sit, 2022). Sifat bahan, tujuan penggunaan ekstraksi, dan efisiensi merupakan beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dalam memilih metode ekstraksi (Nugroho, 2017).

Maserasi merupakan salah satu metode ekstraksi yang banyak dilakukan. Maserasi dilakukan melalui proses merendam suatu simplisia dalam pelarut pada suhu dan waktu tertentu untuk memperoleh ekstrak (Triyanti et al., 2025). Metode maserasi dipilih karena sifatnya yang sederhana dikarenakan tidak memerlukan peralatan yang kompleks, tidak memerlukan keterampilan khusus, murah dan hemat energi (Cao et al., 2025; Osorio-Tobón, 2020; Rasul, 2018).

Efisiensi ekstraksi dipengaruhi oleh beberapa faktor, dua diantaranya adalah suhu dan waktu ekstraksi (Pham et al., 2019). Penelitian-penelitian terdahulu menunjukkan bahwa peningkatan suhu dan waktu tertentu dapat meningkatkan kelarutan senyawa aktif hingga titik optimum, namun suhu atau waktu yang terlalu tinggi justru dapat mempercepat degradasi termal senyawa antioksidan (Andriani et al., 2019; Liyana-Pathirana & Shahidi, 2005). Selain waktu dan temperatur, jenis pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi juga berpengaruh terhadap efektivitas proses ekstraksi suatu bahan. Hal

ini dikarenakan jenis pelarut yang berbeda memiliki polaritas yang berbeda. Hal ini didukung penelitian sebelumnya pada tepung berbagai varietas biji kacang *Phaseolus vulgaris* yang menunjukkan bahwa pelarut berbeda memiliki polaritas berbeda yang berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan dari sampel yang diuji (Nawaz et al., 2020) .

Kendati banyaknya temuan-temuan yang menyatakan bahwa buah asam gelugur merupakan bahan pangan yang memiliki potensi sebagai sumber antioksidan alami, penelitian terkait pengaruh dari suhu dan waktu selama proses maserasi terhadap aktivitas antioksidan buah asam gelugur belum banyak dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana suhu dan waktu maserasi mempengaruhi aktivitas antioksidan ekstrak buah asam gelugur, dan untuk menentukan kombinasi suhu dan waktu maserasi yang optimal untuk menghasilkan ekstrak dengan aktivitas antioksidan yang paling tinggi.

METODE

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian adalah buah asam gelugur yang masih hijau yang diperoleh dari Kecamatan Deli Tua, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. Bahan kimia yang digunakan pada penelitian ini meliputi etanol PA 96 (BrataChem), metanol PA (Merck), $AlCl_3$

(Merck), aquades (OneMed), reagen Folin-Ciocalteu (Merck), kristal kuersetin (Sigma), NaOH (Merck), Na_2CO_3 (Merck), $NaNO_2$ (Merck), H_2SO_4 (Merck), Na_3PO_4 , asam galat (Sigma-aldrich), asam askorbat (Merck), amonium heptamolibdat (Merck), dan kristal DPPH (Himedia).

Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *shaking water bath* (Shel Lab), timbangan analitik (Radwag AS 220.R2 PLUS), spektrofotometer UV-Vis (Biochrom), mesin sentrifugal (Corona 80-2), *rotary vacuum evaporator* (Buchi R300), mesin vortex (Thermolyne Maxi Mix II), timbangan digital (SF-400), penggiling elektrik (Vipoo V-8300), kertas saring (Whatman no.1), mikropipet (Socorex), ayakan 60 mesh (Retsch), tabung reaksi (Iwaki), tabung *centrifuge*, pipet volume (Pyrex), gelas beaker (Pyrex), labu ukur (Iwaki), pompa pipet, gelas ukur (Herma), erlenmeyer (Pyrex), kompor listrik, aluminium foil, spatula logam, botol sampel, corong pisah, tip mikropipet 200 μ L, tip mikropipet 1000 μ L.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pola faktorial dua faktor. Faktor pertama adalah suhu maserasi (S) dengan tiga taraf: 30°C (S30), 45°C (S45), dan 60°C (S60). Faktor kedua adalah waktu maserasi (W) dengan tiga

taraf: 12 jam (W12), 24 jam (W24), dan 36 jam (W36). Kombinasi kedua faktor menghasilkan sembilan perlakuan, masing-masing diulang dua kali sehingga total terdapat 18 unit percobaan.

Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dimulai dari proses pembuatan bubuk buah asam gelugur dan ekstraksi buah asam gelugur. Metode pembuatan bubuk buah asam gelugur berdasarkan metode yang digunakan oleh Thongkham et al. (2020) yang telah dimodifikasi. Pembuatan bubuk asam gelugur dimulai dengan pencucian buah hingga bersih. Buah selanjutnya dipotong-potong dengan secara manual menggunakan pisau. Selanjutnya kepingan asam gelugur disusun pada loyang untuk dikeringkan menggunakan oven pengering dengan suhu 50°C selama 48 jam. Kepingan asam gelugur dihaluskan menggunakan blender hingga berbentuk bubuk, kemudian diayak dengan ayakan 60 mesh. Bubuk yang telah diayak selanjutnya diekstraksi menggunakan metode maserasi.

Metode ekstraksi buah asam gelugur berdasarkan metode yang digunakan Widarta et al. (2013) dengan modifikasi. Sebanyak 15 g bubuk asam gelugur dilarutkan dalam 150 mL etanol 50% (b/v 1:10), kemudian dimaserasi dalam *water bath* selama 12 jam, 24 jam dan 36 jam pada suhu 30°C, 45°C dan 60°C. Larutan yang telah dimaserasi kemudian disaring menggunakan kertas saring

Whatman no 1. Filtrat kemudian dipekatkan menggunakan *rotary vacuum evaporator* pada suhu 40°C, tekanan 55 mBar dengan kecepatan 100 rpm hingga diperoleh ekstrak dengan berat konstan.

Variabel Penelitian

Variabel yang diamati meliputi kadar total fenol (Shirazi et al., 2014), total flavonoid (Xu & Chang, 2007), kadar vitamin C (Kannan et al., 2013) dan aktivitas antioksidan dengan metode DPPH (Shirazi et al., 2014).

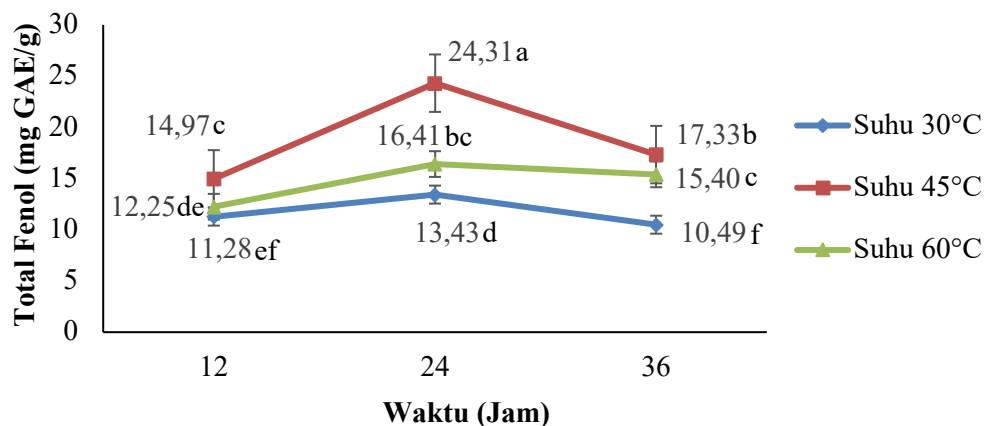
Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis variansi dua arah (*two-way ANOVA*) dengan tingkat kepercayaan 95% dan dilanjutkan dengan uji lanjutan BNJ (Beda Nyata Jujur). Hubungan antara total fenol, flavonoid, vitamin C terhadap aktivitas antioksidan ditampilkan berdasarkan hasil uji korelasi Pearson. Pengolahan data menggunakan perangkat lunak SPSS versi 26.0 (SPSS Inc.)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Total Fenol

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi suhu dan waktu maserasi berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar total fenol ekstrak buah asam gelugur. Grafik hubungan antara suhu dan waktu maserasi buah asam gelugur terhadap total fenol, disajikan pada Gambar 1.



Keterangan: Nilai rata-rata interaksi antar faktor perlakuan yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh perlakuan berbeda nyata ($P < 0,05$)

Gambar 1. Interaksi suhu dan waktu maserasi terhadap kadar total fenol ekstrak buah asam gelugur.

Nilai rata-rata total fenol tertinggi terdapat pada perlakuan suhu 45 °C dengan waktu 24 jam sebesar $24,31 \pm 0,43$ mg GAE/g ekstrak, dan nilai rata-rata total fenol terendah diperoleh pada perlakuan suhu 30 °C dengan waktu 36 jam sebesar $10,49 \pm 0,12$ mg GAE/g ekstrak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan suhu maserasi, dikombinasikan dengan waktu ekstraksi yang lebih lama, awalnya meningkatkan kadar total fenol yang terekstrak sampai mencapai titik optimum sebelum mengalami penurunan. Pola ini sejalan dengan temuan Andriani et al. (2019) yang melaporkan bahwa peningkatan kadar fenol terjadi hingga suhu tertentu, namun menurun seiring dengan suhu ekstraksi yang melebihi titik optimum.

Pada suhu rendah dan waktu maserasi yang relatif singkat, senyawa fenol dalam buah asam gelugur belum larut secara optimal, sehingga kadar total fenol yang dihasilkan pada awal proses lebih rendah. Pemanasan dapat menyebabkan kerusakan pada dinding sel buah sehingga memfasilitasi pelepasan senyawa fenol ke dalam ekstrak (Rostagno et al., 2003). Selain itu, perpanjangan waktu maserasi meningkatkan kontak antara pelarut dan padatan, sehingga mendorong difusi senyawa fenol ke pelarut (Ghafoor et al., 2009). Di sisi lain, pemanasan di atas suhu dan waktu dapat menyebabkan kerusakan pada senyawa fenol. Struktur hidroksil ($-OH$) yang terdapat di dalam senyawa-senyawa fenol rentan mengalami oksidasi, yang akan

merubahnya menjadi senyawa-senyawa golongan aldehida, keton dan karboksil, sehingga menurunkan jumlah senyawa fenol yang terkandung di dalam ekstrak (Ling et al., 2022).

Titik optimum untuk mengekstrak senyawa fenol pada penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Chailap & Nuanyai (2022) yang menunjukkan kadar total fenol tertinggi pada suhu 40 °C untuk 24 jam sebesar 17,41 mg GAE/g ekstrak. Namun, penelitian ini berhasil memperoleh kadar total fenol yang lebih tinggi, yakni 24,31±0,43 mg GAE/g ekstrak, menunjukkan peningkatan efisiensi ekstraksi.

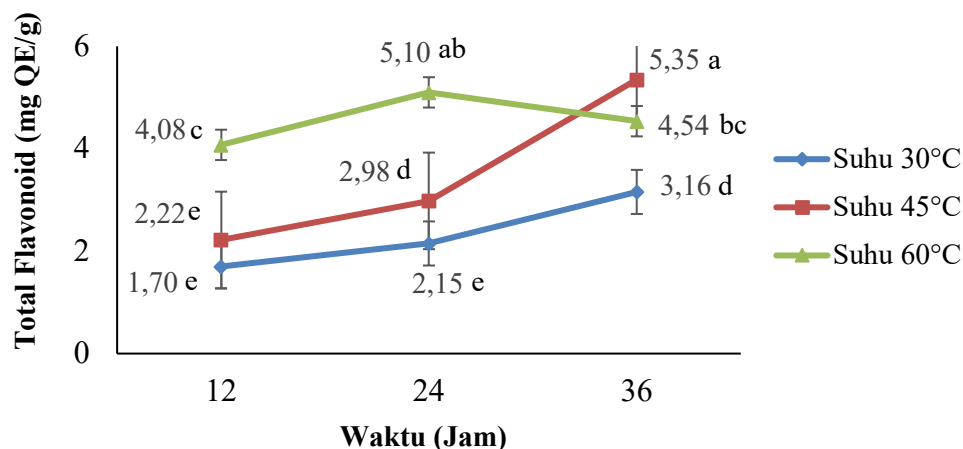
Total Flavonoid

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi suhu dan waktu berpengaruh sangat nyata ($P \leq 0,01$) terhadap total flavonoid ekstrak buah asam gelugur. Grafik hubungan antara suhu dan waktu maserasi buah asam gelugur terhadap total flavonoid disajikan pada Gambar 2. Nilai rata-rata total flavonoid tertinggi terdapat pada perlakuan suhu 45°C dengan waktu 36 jam sebesar 5,35±0,29 mg QE/g ekstrak yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan 60°C dengan waktu 24 jam sebesar 5,10±0,10 mg QE/g ekstrak. Nilai rata-rata total flavonoid terendah diperoleh pada perlakuan suhu 30°C dengan waktu 12 jam sebesar 1,70±0,08 mg QE/g ekstrak yang tidak berbeda nyata dengan

perlakuan suhu 30 °C dengan waktu 24 jam sebesar 2,15±0,01 mg QE/g dan perlakuan suhu 45°C dengan waktu 12 jam sebesar 2,22±0,11 mg QE/g ekstrak.

Pada perlakuan suhu 30 dan 45°C, nilai total flavonoid turut mengalami peningkatan seiring bertambahnya waktu maserasi karena meningkatnya waktu kontak antara pelarut dengan sampel sehingga jumlah sampel yang terekstrak semakin tinggi (Thach, 2022) serta didukung oleh penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa meningkat suhu dan lama waktu maserasi dapat membantu proses ekstraksi flavonoid pada ekstrak buah asam gelugur (Safrina et al., 2024).

Pada suhu 60 °C, kadar flavonoid total menunjukkan pola peningkatan di awal kemudian sedikit menurun pada waktu ekstraksi yang lebih lama (36 jam). Pada perlakuan 12 jam, kadar flavonoid yang terekstrak (4,08 mg QE/g) mengalami peningkatan hingga mencapai titik kadar maksimum pada waktu maserasi 24 jam (5,10 mg QE/g) dan mengalami penurunan menjadi 4,54 mg QE/g pada waktu maserasi 36 jam, meskipun tidak berbeda nyata. Pada perlakuan suhu tinggi dan waktu maserasi yang panjang senyawa-senyawa flavonoid mengalami oksidasi dan degradasi termal, menurunkan jumlah total flavonoid yang terekstrak (Chaaban et al., 2017; Sharma et al., 2015).



Keterangan: Nilai rata-rata interaksi antar faktor perlakuan yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh perlakuan berbeda nyata ($P < 0,05$)

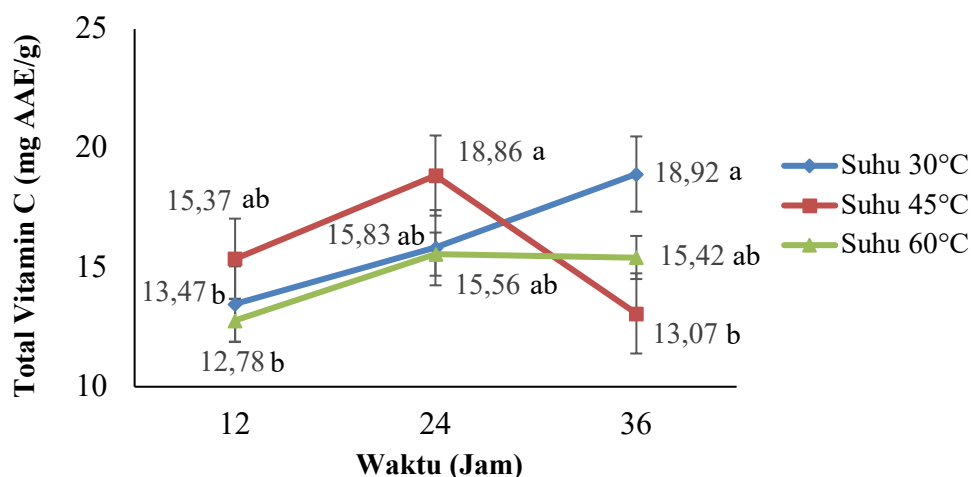
Gambar 2. Interaksi suhu dan waktu maserasi terhadap kadar total flavonoid ekstrak buah asam gelugur.

Kadar Vitamin C

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan suhu dan waktu maserasi berpengaruh nyata ($P \leq 0,05$) terhadap kadar vitamin C ekstrak buah asam gelugur. Nilai rata-rata kadar vitamin C ekstrak buah asam gelugur dengan perlakuan suhu dan waktu maserasi dapat dilihat pada Gambar 3. Rata-rata kadar vitamin C tertinggi diperoleh pada perlakuan 30°C–36 jam ($18,92 \pm 0,54$ mg AAE/g ekstrak), yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan 45°C–24 jam ($18,86 \pm 0,53$ mg AAE/g). 30°C–24 jam ($15,83 \pm 0,09$ mg AAE/g), 60°C–24 jam ($15,56 \pm 1,34$ mg AAE/g), 60°C–36 jam ($15,42 \pm 1,54$ mg AAE/g), dan 45°C–12 jam ($15,37 \pm 0,45$ mg AAE/g). Sebaliknya, nilai kadar vitamin C

terendah ditemukan pada perlakuan 60°C–12 jam ($12,78 \pm 1,50$ mg AAE/g), yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan 45°C–36 jam ($13,07 \pm 1,16$ mg AAE/g) dan 30°C–12 jam ($13,47 \pm 1,61$ mg AAE/g). Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu terbaik untuk memperoleh nilai kadar vitamin C tertinggi ekstraksi buah asam gelugur terdapat pada rentang suhu 30–45°C.

Pada suhu 30°C, kadar vitamin C cenderung mengalami peningkatan seiring dengan meningkat waktu ekstraksi hingga 36 jam, yang menunjukkan bahwa pada suhu rendah proses difusi vitamin C dari ekstrak ke pelarut masih lebih dominan dibandingkan laju degradasi. Pola ini sejalan dengan karakter vitamin C yang termolabil dan lebih stabil pada suhu rendah (Yin et al., 2022).



Keterangan: Nilai rata-rata interaksi antar faktor perlakuan yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh perlakuan berbeda nyata ($P < 0,05$)

Gambar 3. Interaksi suhu dan waktu maserasi terhadap kadar vitamin C ekstrak buah asam gelugur

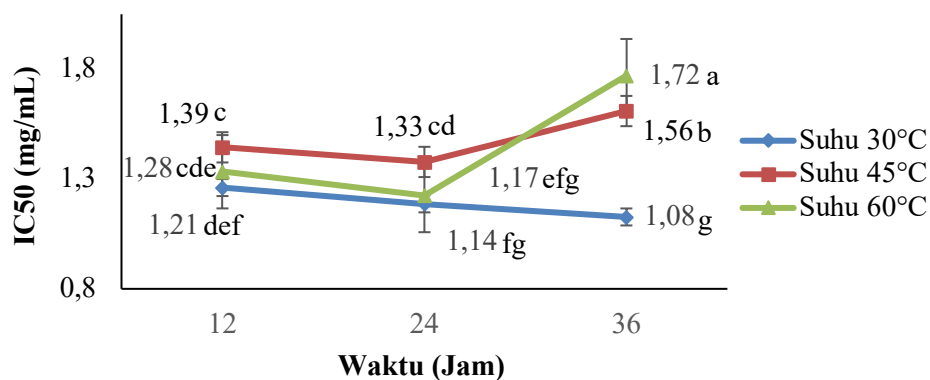
Pada suhu 45°C terjadi peningkatan kadar vitamin C hingga mencapai nilai maksimum pada 24 jam, kemudian mengalami penurunan tajam pada perlakuan 36 jam. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi suhu sedang dan waktu kontak yang lebih lama meningkatkan efisiensi pelarutan, namun setelah melewati titik optimum, reaksi degradasi seperti oksidasi dan hidrolisis mulai lebih dominan sehingga kadar vitamin C yang terukur menurun (Herbig & Renard, 2017).

Pada suhu 60°C, perubahan kadar vitamin C seiring meningkatnya durasi maserasi relatif kecil serta menunjukkan peningkatan yang cenderung tidak berbeda nyata. Hal ini mengindikasikan bahwa laju ekstraksi yang

cepat diimbangi oleh laju kerusakan vitamin C yang juga tinggi. Hasil ini didukung oleh penelitian Farah et al. (2020) yang menunjukkan bahwa senyawa vitamin C mengalami kerusakan signifikan mulai suhu 40°C. Sifatnya yang sensitif terhadap panas, menyebabkan degradasi vitamin C seiring dengan meningkatnya suhu (Lee et al., 2018).

Aktivitas Antioksidan (IC_{50})

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan suhu dan waktu maserasi berpengaruh sangat nyata ($P \leq 0,01$) terhadap aktivitas antioksidan (IC_{50}) ekstrak buah asam gelugur. Nilai aktivitas antioksidan ekstrak buah asam gelugur dapat dilihat pada Gambar 4.



Keterangan: Nilai rata-rata interaksi antar faktor perlakuan yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh perlakuan berbeda nyata ($P < 0,05$)

Gambar 4. Interaksi suhu dan waktu maserasi terhadap aktivitas antioksidan ekstrak buah asam gelugur

Nilai rata-rata aktivitas antioksidan tertinggi terdapat pada perlakuan suhu 30°C dengan waktu 36 jam sebesar $1,08 \pm 0,02$ mg/mL (nilai IC₅₀ paling kecil) yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan tidak berbeda nyata dengan perlakuan 30°C dengan waktu 24 jam sebesar $1,14 \pm 0,04$ mg/mL dan perlakuan 60°C dengan waktu 24 jam sebesar $1,17 \pm 0,02$ mg/mL. Adapun nilai rata-rata aktivitas antioksidan terendah terdapat pada perlakuan suhu $1,72 \pm 0,03$ mg/mL (nilai IC₅₀ paling besar). Hasil IC₅₀ yang diperoleh pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan penelitian yang dilakukan Salim (2023) dan Tedasen et al. (2024), yakni masing-masing secara berurut 4 mg/mL dan 6.30 ± 1.67 mg/mL.

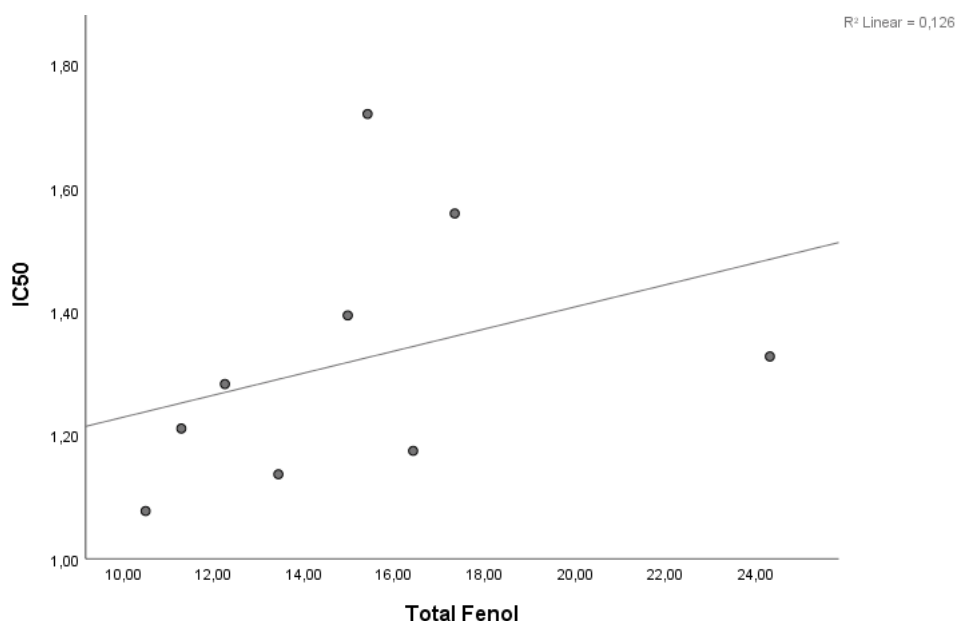
Secara umum, hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan maserasi pada suhu tinggi dan waktu yang lama dapat menyebabkan penurunan aktivitas antioksidan pada ekstrak buah asam gelugur akibat degradasi termal (Kiptiyah et al., 2023; Ling et al., 2022). Pola ini tampak pada perlakuan maserasi suhu 45-60°C, dimana durasi maserasi yang semakin lama menyebabkan penurunan aktivitas antioksidan. Kendati demikian, perlakuan maserasi pada suhu 30°C dengan durasi maserasi yang semakin lama menunjukkan pola yang berbeda, dimana aktivitas antioksidan mengalami peningkatan. Peningkatan aktivitas antioksidan yang terjadi pada perlakuan suhu 30°C seiring meningkatnya waktu ekstraksi menunjukkan

bahwa suhu rendah lebih optimal dalam mempertahankan kemampuan senyawa bioaktif dalam ekstrak buah asam gelugur dalam menangkal radikal bebas (Gulcin & Alwasel, 2023). Waktu maserasi yang relatif lama pada suhu rendah memungkinkan kontak antara pelarut dengan senyawa-senyawa terlarut sehingga memungkinkan ekstraksi senyawa pendukung aktivitas antioksidan dari

bahan sebelum mengalami degradasi akibat suhu tinggi (Christina et al., 2022).

Uji Korelasi Pearson

Grafik korelasi antara total fenol, flavonoid dan kadar vitamin C terhadap aktivitas antioksidan ditampilkan pada Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7 secara berurut.



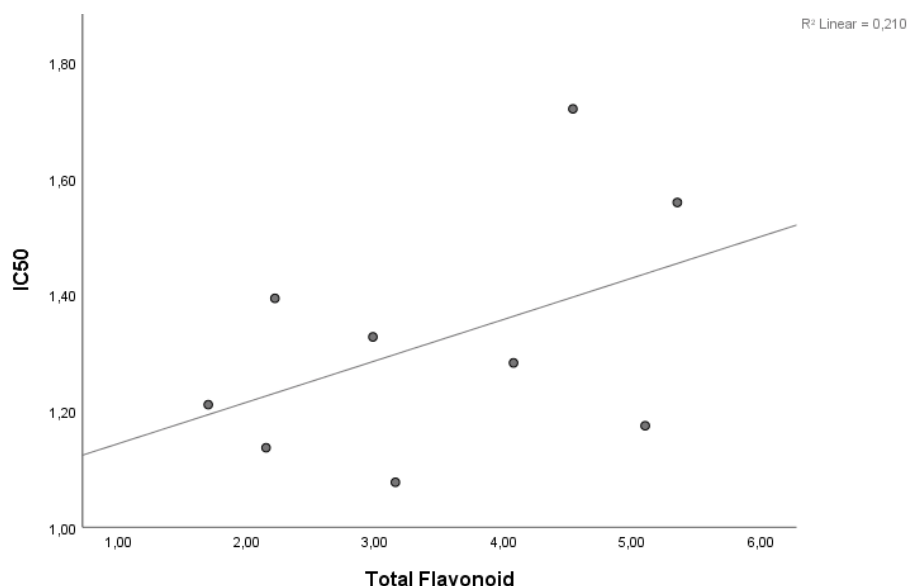
Gambar 5. Hubungan antara total fenol dengan aktivitas antioksidan

Hasil uji korelasi Pearson menunjukkan bahwa total fenol tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap aktivitas antioksidan pada ekstrak buah asam gelugur. Garis regresi memiliki kemiringan positif, menunjukkan bahwa sampel dengan kadar fenol total yang lebih tinggi cenderung

memiliki nilai IC50 yang lebih tinggi, artinya aktivitasnya lebih rendah, meskipun tren ini lemah dan tidak signifikan secara statistik. Pola ini menjadi gambaran bahwa senyawa-senyawa fenol di dalam ekstrak buah asam gelugur bukan merupakan kontributor utama aktivitas antioksidan yang terukur dan bahwa

komponen non-fenolik lainnya mungkin berperan dalam menyumbang kemampuan

ekstrak buah asam gelugur dalam menangkal radikal bebas.



Gambar 6. Hubungan antara total flavonoid dengan aktivitas antioksidan.

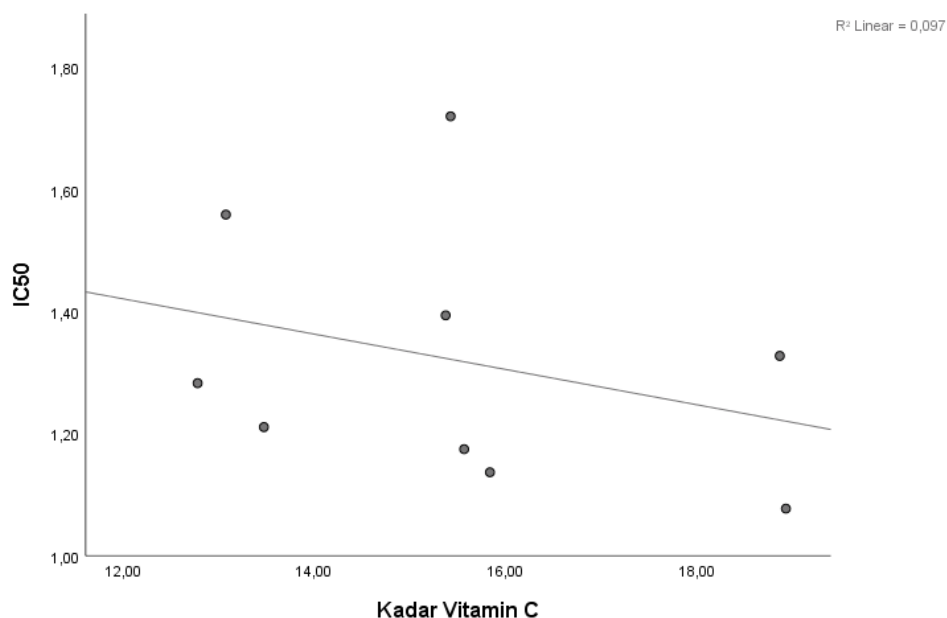
Hasil uji korelasi Pearson menunjukkan bahwa total flavonoid tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap aktivitas antioksidan pada ekstrak buah asam gelugur. Serupa dengan total fenol, garis regresi memiliki kemiringan positif yang landai, menggambarkan peningkatan kandungan flavonoid diasosiasikan dengan sedikit peningkatan pada nilai IC50, namun memiliki korelasi lemah. Hasil uji memberikan gambaran bahwa senyawa lain kemungkinan bertanggung jawab atas sebagian besar aktivitas antioksidan yang diamati dalam ekstrak buah asam gelugur.

Hasil uji korelasi Pearson

menunjukkan bahwa kadar vitamin C tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap aktivitas antioksidan pada ekstrak buah asam gelugur. Berbeda dengan fenol dan flavonoid, garis regresi hubungan antara vitamin C dengan aktivitas antioksidan memiliki kemiringan negatif, yang menunjukkan bahwa kadar vitamin C yang semakin tinggi dapat diasosiasikan dengan nilai IC50 yang lebih rendah (aktivitas antioksidan yang lebih kuat), meskipun hubungan ini juga tidak signifikan secara statistik. Arah grafik ini konsisten dengan kemampuan vitamin C sebagai antioksidan (Pehlivan, 2017) dan menunjukkan bahwa, di antara komponen-

komponen yang diukur, vitamin C memiliki kontribusi yang lebih jelas terhadap aktivitas penangkapan radikal pada ekstrak buah asam

gelugur, meskipun efeknya tidak cukup kuat untuk menghasilkan korelasi yang signifikan dalam pengujian ini.



Gambar 7. Hubungan antara kadar Vitamin C dengan aktivitas antioksidan.

Aktivitas antioksidan yang terukur dalam ekstrak buah asam gelugur diduga berasal dari kandungan senyawa-senyawa bioaktif lain selain senyawa golongan fenol, flavonoid dan vitamin C yang dikandung, terutama senyawa asam-asam organik, seperti asam sitrat dan asam malat (Shahid et al., 2022; Zhang et al., 2020) yang dilaporkan memiliki kemampuan untuk meredam radikal bebas (Ryan et al., 2019; Wu et al., 2024).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian ini dapat

disimpulkan bahwa interaksi suhu dan waktu maserasi berpengaruh sangat nyata terhadap kadar total fenol, total flavonoid serta aktivitas antioksidan, dan berpengaruh nyata terhadap kadar vitamin C. Adapun perlakuan suhu maserasi 30°C dan waktu maserasi 36 jam pada penelitian ini menghasilkan ekstrak buah asam gelugur dengan aktivitas antioksidan tertinggi diantara semua perlakuan yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

Andriani, M., Permana, I. D. G. M., & Widarta, I. W. R. (2019). The Effect of Time and Temperature Extraction on Antioxidant

- Activity of Starfruit Wuluh Leaf (*Averrhoa bilimbi* L.) using Ultrasonic Assisted Extraction (UAE) Method. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 8(3), 330–340.
- Cao, S., Liang, J., Chen, M., Xu, C., Wang, X., Qiu, L., Zhao, X., & Hu, W. (2025). Comparative analysis of extraction technologies for plant extracts and absolutes. In *Frontiers in Chemistry* (Vol. 13). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/fchem.2025.1536590>
- Chaaban, H., Ioannou, I., Chebil, L., Slimane, M., Gérardin, C., Paris, C., Charbonnel, C., Chekir, L., & Ghoul, M. (2017). Effect of heat processing on thermal stability and antioxidant activity of six flavonoids. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(5). <https://doi.org/10.1111/jfpp.13203>
- Chailap, B., & Nuanyai, T. (2022). Effect of ethanol polarity and temperature on antioxidant activity, tyrosinase inhibition, and total phenol content of *Garcinia atroviridis* (Asam gelugor) fruits extract. *Huachiew Chalermprakiet Science and Technology Journal*, 8(1), 70–80.
- Christina, M., Purwayantie, S., & Priyono, S. (2022). Study of Brewing Temperature and Time on Antioxidant Activity in Kratom Leaf Powder (*Mitragyna speciosa* Korth.). *Jurnal Teknologi Pangan*, 5(2), 22–28. <https://doi.org/10.26418/jft.v5i2.62223>
- Farah, H. S., Alhmoud, J. F., Al-Othman, A., Alqaisi, K. M., Atoom, A. M., Shadid, K., Shakya, A., & AlQaisi, T. (2020). Effect of pH, Temperature and Metal Salts in Different Storage Conditions on the Stability of Vitamin C Content of Yellow Bell Pepper Extracted in Aqueous Media. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 11(9), 661–667.
- Ghafoor, K., Choi, Y. H., Jeon, J. Y., & Jo, I. H. (2009). Optimization of ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds, antioxidants, and anthocyanins from grape (*Vitis vinifera*) seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(11), 4988–4994. <https://doi.org/10.1021/jf9001439>
- Ginting, S. L., Bayu, E. S., & Putri, L. A. P. (2018). Keragaman Morfologi Buah Asam Gelugur (*Garcinia atroviridis* Griff. Ex T. Anders) di Kabupaten Asahan, Kabupaten Batubara dan Kabupaten Serdang Berdagai di Sumatera Utara. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*, 6(4), 809–817.
- Gulcin, İ., & Alwasel, S. H. (2023). DPPH Radical Scavenging Assay. In *Processes* (Vol. 11, Issue 8). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/pr11082248>
- Herbig, A.-L., & Renard, C. M. G. C. (2017). Factors that impact the stability of vitamin C at intermediate temperatures in a food matrix. *Food Chemistry*, 220, 444–451. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.012>
- Heyne, K. (1987). *Tumbuhan Berguna Indonesia* (2nd ed.). Yayasan Sarana Warna Jaya.
- Jena, B. S., Jayaprakasha, G. K., Singh, R. P., & Sakariah, K. K. (2002). Chemistry and biochemistry of (-)-hydroxycitric acid from *Garcinia*. In *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (Vol. 50, Issue 1, pp. 10–22). <https://doi.org/10.1021/jf010753k>
- Jha, A. K., & Sit, N. (2022). Extraction of bioactive compounds from plant materials using combination of various novel methods: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 119, 579–591. <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2021.11.019>
- Kannan, R. R. R., Arumugam, R., Thangaradjou, T., & Anantharaman, P. (2013). Phytochemical constituents, antioxidant properties and p-coumaric acid analysis in some seagrasses. *Food Research International*, 54(1), 1229–1236. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.01.027>
- Kiptiyah, S. Y., Santoso, U., Supriyad, I., & Harmayani, E. (2023). Effect of heat treatment on antioxidant and antibacterial activity of *Kaempferia galanga* L. extract. *Food Research*, 7(6), 205–213. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.7\(6\).1002](https://doi.org/10.26656/fr.2017.7(6).1002)
- Lee, S., Choi, Y., Jeong, H. S., Lee, J., & Sung, J. (2018). Effect of different cooking methods on the content of vitamins and true retention in selected vegetables. *Food*

- Science and Biotechnology*, 27(2), 333–342. <https://doi.org/10.1007/s10068-017-0281-1>
- Ling, J. K. U., Sam, J. H., Jeevanandam, J., Chan, Y. S., & Nandong, J. (2022). Thermal Degradation of Antioxidant Compounds: Effects of Parameters, Thermal Degradation Kinetics, and Formulation Strategies. In *Food and Bioprocess Technology* (Vol. 15, Issue 9, pp. 1919–1935). Springer. <https://doi.org/10.1007/s11947-022-02797-1>
- Liyana-Pathirana, C., & Shahidi, F. (2005). Optimization of extraction of phenolic compounds from wheat using response surface methodology. *Food Chemistry*, 93(1), 47–56. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.08.050>
- Miean, K. H., & Mohamed, S. (2001). Flavonoid (myricetin, quercetin, kaempferol, luteolin, and apigenin) content of edible tropical plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(6), 3106–3112. <https://doi.org/10.1021/jf000892m>
- Nawaz, H., Shad, M. A., Rehman, N., Andaleeb, H., & Ullah, N. (2020). Effect of solvent polarity on extraction yield and antioxidant properties of phytochemicals from bean (*Phaseolus vulgaris*) seeds. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 56. <https://doi.org/10.1590/s2175-97902019000417129>
- Nugroho, A. (2017). *TEKNOLOGI BAHAN ALAM* (1st ed.). Lambung Mangkurat University Press.
- Nursakinah, I., Zulkhairi, H. A., Shafeera, F. I., & Fansuri, H. H. (2012). Nutritional Content and in vitro Antioxidant Potential of *Garcinia atroviridis* (Asam gelugor) Leaves and Fruits. In *Mal J Nutr* (Vol. 18, Issue 3).
- Osorio-Tobón, J. F. (2020). Recent advances and comparisons of conventional and alternative extraction techniques of phenolic compounds. In *Journal of Food Science and Technology* (Vol. 57, Issue 12, pp. 4299–4315). Springer. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04433-2>
- Pham, T. N., Nguyen, D. C., Lam, T. D., Thinh, P. Van, Le, X. T., Nguyen, D. V. V., Hieu Vu, Q., Nguyen, T. D., & Bach, L. G. (2019). Extraction of anthocyanins from Butterfly pea (*Clitoria ternatea* L. Flowers) in Southern Vietnam: Response surface modeling for optimization of the operation conditions. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 542(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/542/1/012032>
- Poljsak, B., Šuput, D., & Milisav, I. (2013). Achieving the balance between ROS and antioxidants: When to use the synthetic antioxidants. In *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. <https://doi.org/10.1155/2013/956792>
- Rasul, M. G. (2018). Extraction, Isolation and Characterization of Natural Products from Medicinal Plants. In *International Journal of Basic Sciences and Applied Computing (IJBSAC)* (Issue 6).
- Rittirut, W., & Siripatana, C. (2006). Drying Characteristics of *Garcinia atroviridis*. In *Walailak J Sci & Tech* (Vol. 3, Issue 1).
- Rostagno, M. A., Palma, M., & Barroso, C. G. (2003). Ultrasound-assisted extraction of soy isoflavones. *Journal of Chromatography A*, 1012(2), 119–128. [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(03\)01184-1](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(03)01184-1)
- Ryan, E. M., Duryee, M. J., Hollins, A., Dover, S. K., Pirruccello, S., Sayles, H., Real, K. D., Hunter, C. D., Thiele, G. M., & Mikuls, T. R. (2019). Antioxidant properties of citric acid interfere with the uricase-based measurement of circulating uric acid. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 164, 460–466. <https://doi.org/10.1016/J.JPBA.2018.11.011>
- Safrina, D., Susanti, D. Y., & Widodo, H. (2024). Effect of boiling temperature and time on total flavonoids, total phenols, and radical scavenging activity of decoction water fresh gotu kola (*Centella asiatica* (L.) Urb.). *The 14th International Conference on Green Technology*.
- Salim, S. M. (2023). Antioxidant activity of *Garcinia atroviridis* Griff. ex T. Anderson. *Caspian Journal of Environmental*

- Sciences*, 21(2), 325–331.
<https://doi.org/10.22124/CJES.2023.6498>
- Shahid, M., Law, D., Azfaralariff, A., Mackeen, M. M., Chong, T. F., & Fazry, S. (2022). Phytochemicals and Biological Activities of *Garcinia atroviridis*: A Critical Review. In *Toxics* (Vol. 10, Issue 11). MDPI. <https://doi.org/10.3390/toxics10110656>
- Sharma, K., Ko, E. Y., Assefa, A. D., Ha, S., Nile, S. H., Lee, E. T., & Park, S. W. (2015). Temperature-dependent studies on the total phenolics, flavonoids, antioxidant activities, and sugar content in six onion varieties. *Journal of Food and Drug Analysis*, 23(2), 243–252. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2014.10.005>
- Shirazi, O. U., Khattak, M. M. A. K., Shukri, N. A. M., & Anuar, M. N. N. (2014). Determination of total phenolic, flavonoid content and free radical scavenging activities of common herbs and spices. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 3(3), 104–108.
- Tedasen, A., Chiabchalard, A., Tencomnao, T., Yamasaki, K., Majima, H. J., Phongphithakchai, A., & Chatatikun, M. (2024). Anti-Melanogenic Activity of Ethanolic Extract from *Garcinia atroviridis* Fruits Using In Vitro Experiments, Network Pharmacology, Molecular Docking, and Molecular Dynamics Simulation. *Antioxidants*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/antiox13060713>
- Thach, N. A. (2022). Investigation of the effects of extraction temperature and time on bioactive compounds content from garlic (*Allium sativum* L.) husk. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6, 01–06.
- Thongkham, E., Aiensaard, J., & Kaenjampa, P. (2020). Antioxidant and Antimicrobial Properties of Ethanolic Extract of Asam Gelugor Fruit (*Garcinia atroviridis*). *BURAPHA SCIENCE JOURNAL*, 26(2), 1293–1307.
- Triyanti, S. B., Lestari, F. P., Fitriana, P. A. N., Rostiana, H. R., Silalahi, D. D., Syalsabina, T. D., Putri, R. Y., & Saputra, I. S. (2025). Pengaruh Metode Ekstraksi Maserasi, Sonikasi, dan Sokletasi Terhadap Nilai Rendemen Sampel Kulit Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Sains Dan Edukasi Sains*, 8(1), 71–78. <https://doi.org/10.24246/juses.v8i1p71-78>
- Wang, W., & Kang, P. M. (2020). Oxidative stress and antioxidant treatments in cardiovascular diseases. In *Antioxidants* (Vol. 9, Issue 12, pp. 1–25). MDPI. <https://doi.org/10.3390/antiox9121292>
- Widarta, I. W. R., Nocianitri, K. A., & Sari, L. P. I. P. (2013). Ekstraksi Komponen Bioaktif Bekatul Beras Lokal Dengan Beberapa Jenis Pelarut. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 2(2), 75–79.
- Wu, H., Dong, W., Qiu, Y., & Liu, C. (2024). Thermodynamic Inference of the Antioxidant Process of Malic Acid and Its Structural Analogs. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*, 20(4), 333–349. <https://doi.org/10.3844/ajbbbsp.2024.333.349>
- Xu, B. J., & Chang, S. K. C. (2007). A comparative study on phenolic profiles and antioxidant activities of legumes as affected by extraction solvents. *Journal of Food Science*, 72(2). <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2006.00260.x>
- Yin, X., Chen, K., Cheng, H., Chen, X., Feng, S., Song, Y., & Liang, L. (2022). Chemical Stability of Ascorbic Acid Integrated into Commercial Products: A Review on Bioactivity and Delivery Technology. In *Antioxidants* (Vol. 11, Issue 1). MDPI. <https://doi.org/10.3390/antiox11010153>
- Zhang, D., Nie, S., Xie, M., & Hu, J. (2020). Antioxidant and antibacterial capabilities of phenolic compounds and organic acids from *Camellia oleifera* cake. *Food Science and Biotechnology*, 29(1), 17–25. <https://doi.org/10.1007/s10068-019-00637-1>