Agrointek Volume 20 No 1 2026: 135-146

p-ISSN: 1907-8056
e-ISSN: 2527-5410

AGROINTEK
Jurnal Teknologi Industri Pertanian

journal homepage: journal.trunojoyo.ac.id/agrointek

Pengujian produk minuman herbal berbasis teh (*Camellia sinensis* L. Kuntze.), bunga telang (*Clitoria ternatea L.*) dan daun mengkudu (*Morinda citrifolia L.*): toksisitas , sifat antidiabetik dan penerimaan konsumen

Tarsisius Dwi Wibawa Budianta[1*], Paini Sri Widyawati[1], Sentot Joko Raharjo[2]

[1]*Teknologi Pangan, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, Surabaya Indonesia*
[2]*Analis Farmasi dan Makanan, Politeknik Kesehatan Putra Indonesia Malang, Malang, Indonesia*

Article history
Diterima:
15 September 2024
Diperbaiki:
22 Februari 2025
Disetujui:
8 Maret 2025

Keywords
Antidiabetic;
FTIR;
GC-MS;
Preference test;
Profile

ABSTRACT

The production of herbal drinks by combining three ingredients, namely tea leaves, butterfly pea flowers, and noni leaves, is intended to obtain herbal drinks that have health benefits and can be accepted by consumers. The reason for using the three ingredients is because tea leaves have high antioxidant, noni leaves have antioxidant and antimicrobial properties, and butterfly pea flowers have high antioxidant, and also become an attractive natural coloring for drinks. The experiment was carried out by mixing the three ingredients with varying weight ratios, as many as 9 treatments with a weight of 2.25 g each and put into a tea bag, which was then steeped using hot water with a volume of 200 ml at 90 ± 1 °C, for 3 minutes. Identification was carried out by toxicity tests on shrimp larvae, alpha-glucosidase enzyme inhibition tests, consumer acceptance levels through aroma-taste and colour preference tests, and searching for antioxidant compound profiles using GC-MS and FTIR. The experiment was carried out by combining the three ingredients with varying weight ratios, as many as 9 treatment with a weight 0f 2.25 g each and put into a tea bag, which was then steeped using hot water with a volume of 200 ml at 90 ±1°C, for 3 minutes. From the experiment, it was obtained that herbal drinks were proven to have bioactive compounds with LC_{50} values between 98.94-351.59, capable of inhibiting the performance of alpha glucosidase enzymes with an inhibition level of between 13.60 -63.97%; the level of panelist acceptance using a preference test with a rating scale of 1 to nine obtained a value of 3.34 (slightly dislike) -6.2 (slightly like) for aroma-taste, while for the color preference test obtained a value of 3.9 (slightly dislike) -6.22 (slightly like). From the GC-MS test, the compounds esani and 1,3,7-Trimethyl-3,7-Dihydro-1H-purine-2,6-dione were identified, and from the FTIR test, the compounds chlorophyll, pheophytin, aromatic compounds, polyphenols, catechins, and other compounds were identified.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

[*] Penulis korespondensi
Email : tdwiwibawabudianta@ukwms.ac.id
DOI 10.21107/agrointek.v20i1.27475

PENDAHULUAN

Produk pengolahan sumber daya alami yang berkembang saat ini ditujukan pada menjawab tantangan untuk memperoleh produk yang memberikan manfaat kesehatan, antara lain dari berbagai bahan alami produk pangan yang antidiabetik, antikarsinogenik, dan lainnya (Raharjo et al. 2024) . Hal tersebut untuk menjawab berbagai tantangan pencegahan penyakit degeneratif atau juga penyakit metabolit yang diderita masyarakat saat ini. Sumber daya alami tersebut dapat diolah sebagai bahan pangan tunggal, ataupun gabungan dari beberapa bahan. Dengan mengolah pangan yang berasal dari beberapa macam bahan, akan dapat menghasilkan kemanfaatan kesehatan lebih optimal dan meningkat karena adanya sinergi kemampuan antara bahan tersebut. Bahan alami dapat mencegah beberapa penyakit degeneratif. Ketertarikan untuk mengembangkan dan menggunakan tanaman sebagai pangan fungsional mengalami peningkatan, hal ini disebabkan tanaman merupakan sumber yang dapat diperbaharui, memberikan efek yang lebih menguntungkan, murah, dan mudah diperoleh. Bahan alami yang digunakan antara lain daun teh, daun mengkudu dan bunga telang. Daun teh dipilih karena mempunyai antioksidan yang tinggi, daun mengkudu mempunyai antioksidan dan sifat antimikroba, dan bunga telang selain mempunyai antioksidan yang tinggi juga karena dapat sebagai pemberi warna minuman.

Keunggulan teh ditunjukkan oleh penelitian telah dilakukan untuk pengembangan produk teh melalui pengujian in vivo dan in vitro dan hipoglikemik (Lawal et al. 2022), pengujian dengan *metabolomic targeted* dan *untargeted* (Liu et al. 2022), untuk pemulihan antioksidan teh (de Moura et al. 2023), untuk pengujian metabolomic dengan sifat yang unik untuk aroma dan rasa (Farag et al. 2023), (Munekata et al. 2022), dan (Zeng et al. 2023).

Keunggulan untuk bunga telang sudah dilakukan melalui penelitian beberapa dekade sebelumya dan dapat ditelusuri yaitu pengaruh bunga telang sebagai hemolisis radikal bebas dan kerusakan oksidatif (Phrueksanan et al. 2014), pengujian fenolik, antioksidan dan warna (Siti Azima et al. 2017), pengikatan amilase (Hungerford et al. 2019), pengujian in vitro sifat antidiabetik dan antioksidan (Indrianingsih et al. 2021), *metabolomic* antiobesitas (Hardinsyah et al. 2023), dan sifat antidiabetik (Widowati et al. 2023), dan penelitian (Escher et al. 2020) tentang komponen bioaktif telang yang menunjukkan efek *antioxidant, antihemolytic*, antihipertensi, menghambat aktivitas α-amylase,α-glucosidase, menurunkan kolesterol LDL dan DNA *induced oxidation*.

Kelebihan daun mengkudu juga sudah dilakukan seiring dengan penelitian untuk buah mengkudunya, antara lain adalah pengujian sifat antioksidatif daun mengkudu (Zin et al. 2002), antioksidan (Shalan et al. 2016), katekin dan aktivitas hipolipidemik (Kah Hui et al. 2020), aktivitas biologis (Lima et al. 2022), dan *profiling* polifenol dan antioksidan daun mengkudu (Devanesan et al. 2023, Budianta et al. 2024).

Dari riset yang memadukan 3 jenis bahan yang masing-masing mempunyai kelebihan tersebut, telah dioptimasi dan dilaporkan (Raharjo et al. 2024), namun masih perlu tambahan informasi. Sehingga penelitian yang dilakukan adalah mengkaji lebih lanjut sifat fungsional dari minuman herbal yang dibuat menggunakan daun mengkudu, daun teh, dan bunga telang. Untuk memproses minuman herbal mengacu pada penelitian (Vidana Gamage and Choo 2023) yang menggunakan ekstraksi air panas. Dari penelitian ini diharapkan diketahui toksisitas, sifat anti-diabetik terutama penghambatan terhadap *enzym glukosidase* dari minuman berbahan daun teh, bunga telang dan daun mengkudu yang akan memberikan hasil terbaik dan masih dapat diterima oleh konsumen secara sensoris.

METODE

Pengujian yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah pengujian LC_{50} (toksisitas), penghambatan alfa glukosidase, penerimaan konsumen terhadap rasa-aroma dan warna, pengujian GC-MS dan FTIR. Pengujian dilakukan di laboratorium Teknologi Pengolahan Pangan dan Lab Kimia FTP-UKWMS, Lab Terpadu FF-Unair dan Biofarmaka IPB.

Alat utama untuk analisis yang digunakan adalah IR moisture tester, spectrofotometer UV-VIS-1800 Shimadzu, Agilent 6980N Network GC System, IR-Tracer-100 Shimadzu. Adapun bahan yang berupa daun mengkudu diperoleh dari Perumahan Keputih Permai, Kelurahan Keputih, Kota Surabaya dalam keadaan segar sudah harus dikeringkan hingga kadar air 6%, bunga telang diperoleh dari kawasan Kelurahan Wonorejo,

Kota Surabaya diterima dalam bentuk kemasan kering dengan kadar air 5,5%, sedangkan teh hijau diperoleh dalam bentuk teh kering dalam kemasan dengan merek D yang kadaluwarsa pada tahun 2025, dengan kadar air 5% yang diuji menggunakan IR moisture tester. Persiapan sampel dengan cara mengeringkan campuran bahan hingga diperoleh kadar air 4%. Bahan dicampur dengan perbandingan bervariasi sesuai perlakuan yang didesain dengan berat total 2,25 g (Tabel 1.) dan dimasukkan ke dalam *tea bag*, yang kemudian diseduh menggunakan 200 ml air suhu 90 ± 1 ºC selama 3 menit. Hasil seduhan yang sudah disaring kemudian diuji sesuai metode pengujian masing-masing.

Tabel 1 Perbandingan campuran daun mengkudu, bunga telang dan teh hijau

No. Sampel	Perbandingan daun mengkudu:bunga telang:teh hijau (g)
Perlakuan 1	2,0 : 0 : 0,25
Perlakuan 2	1.75: 0.25 : 0.25
Perlakuan 3	1,50 : 0,50 : 0,25
Perlakuan 4	1,25 : 0,75 : 0,25
Perlakuan 5	1,0 : 1,0 : 0,25
Perlakuan 6	0,75 : 1,25 : 0,25
Perlakuan 7	0,50: 1,50 : 0,25
Perlakuan 8	0,25 : 1,75 : 0,25
Perlakuan 9	0 : 2,0: 0.25

Pengujian Toksisitas LC_{50} metode Brine Shrimp Lethality Test (Banti and Hadjikakou, 2021)

Persen kematian larva udang *Artemia salina* dihitung menggunakan rumus pada Persamaan 1.

$$M = \frac{Lk - Ls}{Lk} x100 \quad (1)$$

M= % mortalitas (kematian)
Lk=larva yang hidup dalam larutan kontrol selama 24 jam pengujian
Ls= larva yang hidup dalam larutan sampel selama 24 jam pengujian

Pengujian Penghambatan Enzym Alfa Glukosidase (Sancheti et al., 2009)

Dengan mengukur persen penghambatan menggunakan rumus pada Persamaan 2.

$$\%\ penghambatan\ alfa\ glukosidase = \frac{K - (A1 - Ao)}{K} \times 100\% \quad (2)$$

dengan:
K=absorbansi blanko (B1) dikurangi absorbansi kontrol blanko (Bo),
Ao=Absorbansi kontrol sampel,
A1= absorbansi sampel (Farida, 2019).

Larutan blanko (B) terdiri dari larutan 25 µL enzim α-glukosidase, 50 µL buffer posfat, dan 25 µL larutan PNPG. Sedangkan kontrol blanko adalah campuran 50 µL buffer posfat, dan 25 µL larutan PNPG, tanpa ada penambahan enzim α-glukosidase.

Pengujian Sensoris (Metode Uji Kesukaan terhadap aroma-rasa dan warna)(Lawless and Heymann, 2010)

Pengujian dilakukan dengan menyiapkan 41 panelis yang sudah diberi pengarahan dan pengenalan terhadap produk, dan dari hasil seleksi calon panelis. Pengujian dilakukan di Lab Pengujian Sensoris FTP-UKWMS, panelis diminta mengisi kuesioner yang disediakan dengan memilih skor kriteria 1: amat sangat tidak suka hingga 9: amat sangat suka dengan nilai 5: antara suka dan tidak suka (Ohijeagbon et al. 2024) terhadap aroma-rasa dan warna, dan dilengkapi dengan isian komentar yang bersifat terbuka. Data kuesioner dikumpulkan, kemudian diuji menggunakan *Anova single factor* dengan α=5%, dan dilanjutkan dengan *post hoc* menggunakan Tukey.

Metode Pengujian GC-MS (Wang et al., 2023) dengan modifikasi

Pengujian menggunakan GC-MS untuk *profiling untargeted* (dengan tidak menentukan target) terhadap komponen yang akan diidentifikasi, dengan tujuan untuk memperoleh informasi yang lebih luas tentang komponen penyusun bahan, Cara kerja yang dilakukan meliputi pemanasan sampel 100 ml di *waterbath* suhu 100ºC hingga kering, kemudian ditambah methanol 5 ml, divortex selama 2 menit, disonifikasi selama 15 menit, kemudian larutan sampel disaring dengan membran filter 0,45µL, kemudian filtrat diinjeksikan 1 µL pada instrumen GC MS.

Pengujian FTIR ((Thummajitsakul et al., 2023) dengan modifikasi

Pengujian FTIR menggunakan IR-Tracer-100 Shimadzu, dengan intensity mode:% transmittance, apodization: Happ-Genzel, no of scans: 5, dengan resolution 2 cm-1. Setiap sampel langsung diletakkan di pusat pelat kristal

spektroskopi spektra inframerah transformasi Fourier (FTIR) dan dipindai di bawah rentang bilangan gelombang 550 hingga 4000 cm−1 dengan resolusi 4 cm−1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

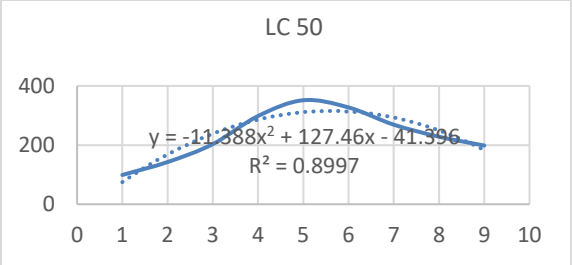
Uji toksisitas LC_{50}

Uji toksisitas dilakukan menggunakan metode (BSLT) larva udang, dengan hasil tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil uji toksisitas terhadap sampel campuran teh hijau, bunga telang dan daun mengkudu

No. Sampel	Perbandingan daun mengkudu:bunga telang:teh hijau (g)	LC 50
Perlakuan 1	2 : 0 : 0.25	98,94
Perlakuan 2	1.75: 0.25 : 0.25	142,64
Perlakuan 3	1.5 : 0.5 : 0.25	203,28
Perlakuan 4	1.25 : 0.75 : 0.25	298,24
Perlakuan 5	1 : 1 : 0.25	351,59
Perlakuan 6	0.75 : 1.25 : 0.25	327,26
Perlakuan 7	0.5: 1.5 : 0.25	268,96
Perlakuan 8	0.25 : 1.75 : 0.25	228,16
Perlakuan 9	0 : 2: 0.25	198,40

Terdapat kecenderungan sinergi yang kuat pada saat konsentrasi daun mengkudu dan bunga telang adalah sama (Tabel 2.). Setelah dikaji bagaimana hubungan antara konsentrasi dengan nilai LC_{50} diperoleh hasil bahwa hubungan polynomial, dengan persamaaan: $Y=11.388X^2 + 127.4 X -41.396$, dengan tingkat determinasi 0.8997 atau 89.97% (Gambar 1). Angka di persamaan ini menunjukkan pengaruh terhadap nilai LC_{50} , bahwa dengan penurunan berat daun mengkudu dan diikuti pertambahan berat bunga telang dari perlakuan 1 hingga perlakuan 5, terjadi kenaikan nilai $LC_{50.}$ Sebaliknya dari perlakuan 6 hingga perlakuan 9, terjadi penuunan nilai $LC_{50.}$ Tambahkan referensi yang mendukung hasil penelitian Saudara.



Gambar 1 Nilai LC_{50} seduhan minuman herbal.

Nilai LC_{50} terkait dengan kemampuan suatu senyawa yang dapat menyebabkan kematian larva udang sejumlah 50% setelah masa inkubasi 24 jam. Senyawa dengan dengan LC_{50} kurang dari 1000 ppm, dapat dianggap sebagai suatu senyawa bioaktif berdasarkan (Meyer et al., 1982), jadi dalam hal ini semua perlakuan mempunyai kemampuan sebagai bioaktif. Mendasarkan pada gambar tersebut di atas, terlihat perlakuan 1 (2:0:0,25) mempunyai kemampuan yang paling ampuh karena nilai LC_{50} sebesar 98,94, bila dibandingkan dengan perlakuan 9 yang mempunyai nilai LC_{50} sebesar 198,40 yang relative lebih tinggi yang berarti kemampuannya lebih rendah Dalam perlakuan 1(2:0:0,25) tersebut bahan alami yang ada adalah mengkudu dan teh hijau, sehingga dapat diduga mengkudu mempunyai kemampuan toksik terhadap kanker yang kuat, sebagaimana disampaikan oleh Nagalingam (Nagalingam et al. 2022), dibandingkan bunga telang dengan yang berada di perlakuan (0:2:0,25). Meskipun demikian daun mengkudu dan bunga telang, keduanya dikategorikan sebagai senyawa bioaktif.

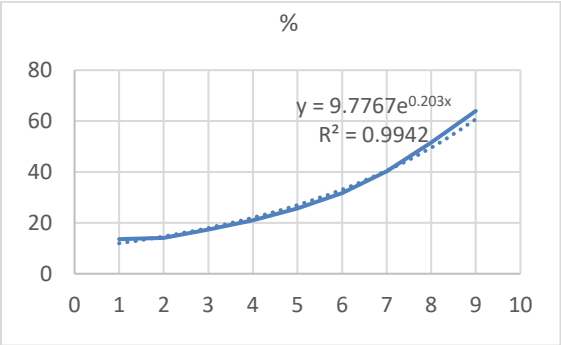
Uji alfa glukosidase

Uji kemampuan menghambat aktivitas enzym alfa glucosidase dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil uji penghambatan *alfa glucosidase* dalam seduhan campuran daun mengkudu: bunga telang, dan teh hijau

No. Sampel	Perbandingan daun mengkudu: bunga telang: teh hijau (g)	%
Perlakuan 1	2 : 0 : 0.25	13,60
Perlakuan 2	1.75: 0.25 : 0.25	14,12
Perlakuan 3	1.5 : 0.5 : 0.25	17,34
Perlakuan 4	1.25 : 0.75 : 0.25	20,98
Perlakuan 5	1 : 1 : 0.25	25,70
Perlakuan 6	0.75 : 1.25 : 0.25	31,68
Perlakuan 7	0.5: 1.5 : 0.25	40,28
Perlakuan 8	0.25 : 1.75 : 0.25	51,60
Perlakuan 9	0 : 2: 0.25	63,97

Dari Tabel 3, terlihat kecenderungan adanya pengaruh bunga telang dalam penghambatan enzyme glucosidase, dan dapat dilihat hubungannya dalam Gambar 2.



Gambar 2 Penghambatan terhadap alfa glucosidase (%)

Dari Gambar 2., terlihat bahwa semakin tinggi proporsi bunga telang didapatkan hasil penghambatan terhadap enzim glucosidase semakin tinggi, hal ini sesuai dengan kajian yang dilakukan Ronald (Ronald and Chu, 2019) bahwa semakin tinggi konsentrasi bunga telang tingkat penghambatan semakin tinggi Persamaan yang dihasilkan adalah Y=9.7767 $e^{0.203X}$, persamaan eksponensial dengan koefisien determinasi sebesar 0.9942 atau sebesar 99.42%. Sesuai dengan penelitian dari Widowati (Widowati et al., 2023) ekstrak bunga telang menurunkan glukosa darah, menaikkan tingkat serum insulin pada tikus diabetes. Ekstrak bunga telang mempunyai komponen 2-hidroksinamik acid, inositol, (+) cathecin 7-O-β-glukosida, delphinidin-3-O-(6-O-pcoumaroyl) glucoside-pyruvic acid.

Uji Sensoris kesukaan terhadap rasa dan aroma

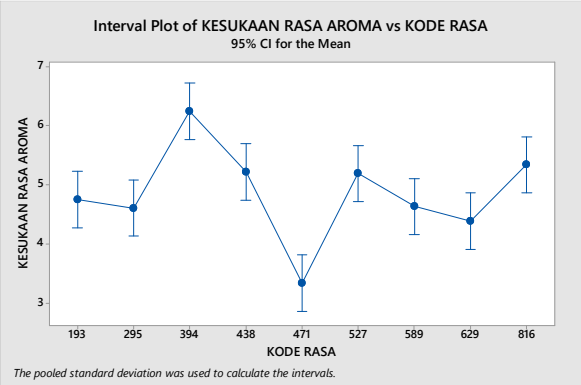
Tabel 4 Kode perlakuan untuk pengujian sensoris kesukaan terhadap rasa-aroma

Kode Rasa-Aroma	Perbandingan daun mengkudu: bunga telang: teh hijau (g)	Nilai Kesukaan*)
471	2,0:0:0,25	3,34 C
629	0:2:0,25	4,39 BC
295	1,75:0,25:0,25	4,61 B
589	1,75:1,25:0,25	4,63 B
193	1,5:0,5:0,25	4,76 B
527	1:1:0,25	5,19 AB
438	0,75:1,25:0,25	5,22 AB
816	0,25:1,75:0,25	5,34 AB
394	0,5:1,5:0,25	6,24 A

*) angka yang diikuti dengan huruf yang sama berarti tidak beda nyata

Untuk pengujian kesukaan terhadap rasa dan aroma dilakukan oleh 41 panelis yang telah disaring dari 122 panelis yang ada. Panelis diminta untuk memberikan penilaian terhadap 9 (sembilan) produk, dengan kisaran skor antara 1 hingga 9, sesuai ketentuan yaitu nilai 1 untuk sangat tidak suka, 5 adalah antara suka dan tidak suka, 9 adalah sangat suka. Dari pengujian didapatkan hasil pada Tabel 4.

Hasil anova tersebut diketahui bahwa ada perbedaan yang nyata perlakuan terhadap tingkat kesukaan panelis terhadap rasa dan aroma seduhan minuman herbal, digambarkan dalam ploting Gambar 3



Gambar 3 Interval plot kesukaan terhadap rasa dan aroma vs perlakuan

Uji Anova *Single Factor* dengan selang kepercayaan 95%, ternyata 9 perlakuan variasi proporsi mengkudu, teh hijau dan bunga telang, memberikan perbedaan nyata. Sehingga dapat diketahui bahwa tingkat penerimaan terhadap rasa -aroma antara 3,34 dan 6,02 (antara tidak suka dan agak suka). Adapun komentar dari panelis antara lain adalah bahwa rasa masih dominan rasa dari teh, aroma segar floral, dan wangi bunga. Hal ini dirasakan untuk semua perlakuan. Dari ke-9 perlakuan yang ada, perlakuan yang memberikan nilai kesukaan di atas skor 5 adalah kode 527 (Perlakuan 5, 1:1:0,25), kode 438 (Perlakuan 6, 0,75:1,25:0,25), kode 816 (Perlakuan 8, 0,25:1,75:0,25), dan kode 394 (Perlakuan 7, 0,5:1,5:0,25). Dari hal ini terlihat bahwa semakin tinggi bunga telang yang ditambahkan, akan memberikan skor kesukaan yang meningkat. Hal ini juga tidak berbeda jauh dengan

Uji sensoris kesukaan terhadap warna

Perlakuan yang diuji adalah perbandingan daun mengkudu dan bunga telang yang bervariasi sedangkan teh hijau dalam jumlah yang sama dan

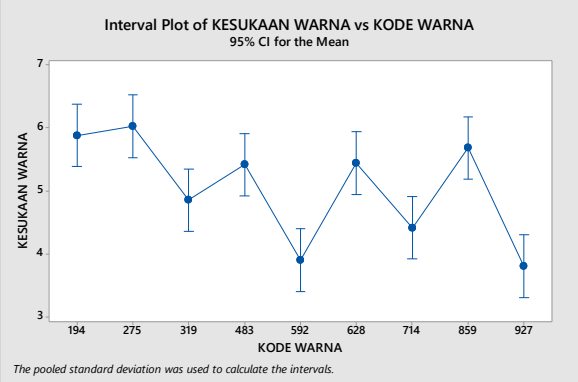
tetap untuk semua perlakuan, seperti disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Kode perlakuan untuk pengujian sensoris kesukaan terhadap warna seduhan

Kode warna	Perbandingan Daun mengkudu: Bunga Telah: Teh Hijau	Nilai Kesukaan*)	
927	0:2:0,25	3,81	D
592	2:;0:0,25	3,90	D
714	1,75:0,25:0,25	4,42	CD
319	1,5:0,5:0,25	4,85	BCD
483	0,75:1,25:0,25	5,42	ABC
628	0,25:1,75:0,25	5,44	ABC
859	1,25:0,75:0,25	5,68	AB
194	0,5:1,5:0,25	5,87	AB
275	1:1:0,25	6,02	A

*) angka yang diikuti dengan huruf yang sama berarti tidak beda nyata

Hasil anova tersebut diketahui bahwa ada perbedaan yang nyata antara perlakuan terhadap tingkat kesukaan panelis terhadap warna seduhan minuman herbal, Apabila digambarkan sebagaimana dalam Gambar 4.

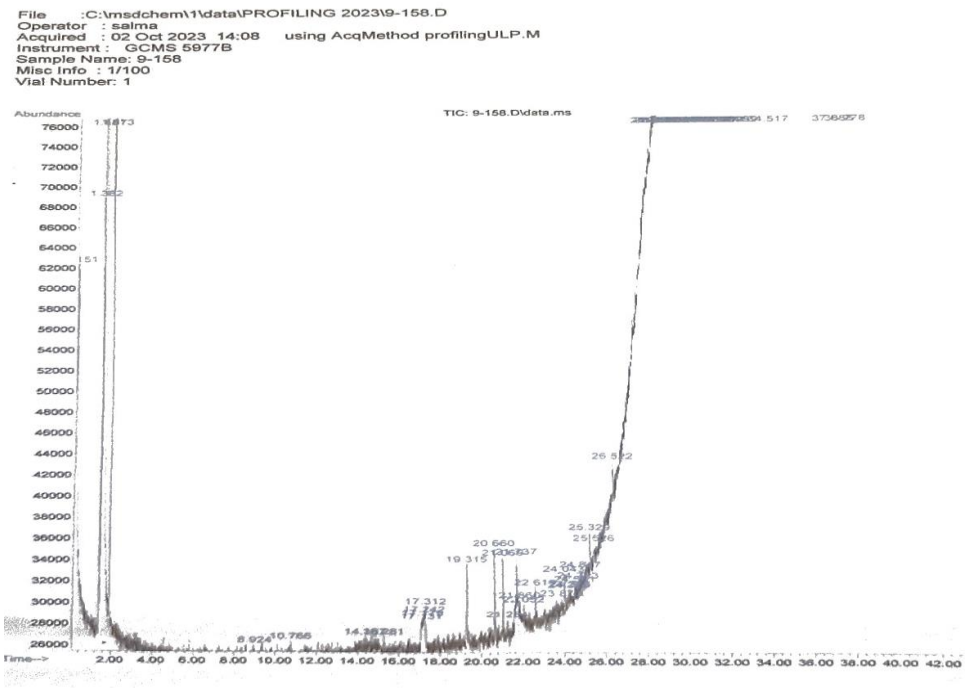


Gambar 4 Interval Plot Kesukaan terhadap warna vs Perlakuan

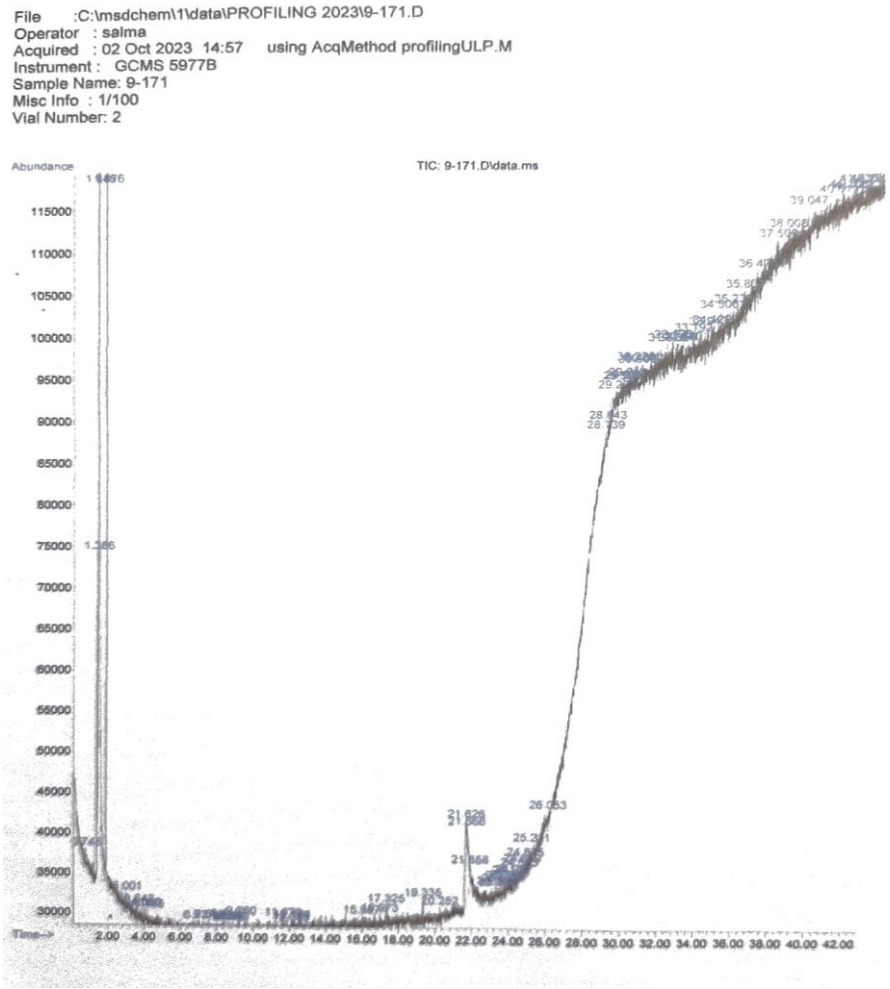
Dari uji anova dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan nyata tingkat kesukaan terhadap warna antara ketujuh perlakuan yang diuji, Warna yang terutama timbul disebabkan oleh keberadaan bunga telang, Tiga perlakuan yang mempunyai nilai tinggi adalah perlakuan 275, 194 dan 859 dengan berat bunga telang beurutan 2, 3, dan 1,5 g.

Pengujian GC-MS terhadap seduhan minuman herbal

Dari pengujian profiling menggunakan GC-MS terhadap minuman herbal yang menggunakan campuran daun mengkudu, bunga telang, dan teh hijau untuk perlakuan (0,5:1,50:0,25) diperoleh hasil sebagaimana Gambar 5.



Gambar 5 Uji GC-MS Kode Sampel 9-158, Campuran daun mengkudu: teh hijau: bunga telang (0,5:1,50:0,25) dengan pelarut air



Gambar 6 Uji GC-MS Kode Sampel 9-171, Campuran daun mengkudu: bunga telang: teh hitam (0,5:1,50:0,25) dengan pelarut air

Sebagai pembanding adalah campuran daun mengkudu: bunga telang dan teh hitam (0,5:1,50:0,25), yang diperoleh hasil sebagai berikut:

Pada pengujian GC MS hasil yang teridentifikasi diperoleh dengan mengkategorikan nilai Qual di atas 90, Pada Gambar 5., untuk sampel 9-158, pada kelompok A terdapat senyawa yang teridentifikasi dengan: RT 1,87; Area 4062280, % Normalisasi 2,15%, dengan nilai Qual 91 dengan nama Esani, Sedangkan senyawa lain yang berada di bawah qual 90 dikategorikan unknown (belum teridentifikasi), senyawa yang belum teridentifikasi dengan nilai Qual 50 sebanyak 8 senyawa.

Pada Gambar 6, untuk sampel 9-171 sebagai pembanding dengan pencampuran teh hitam), senyawa dengan nilai Qual 91 yaitu senyawa teridentifikasi 1,3,7-Trimethyl-3,7-Dihydro-1H-purine-2,6-dione, sedangkan senyawa lain yang belum teridentifikasi dengan nilai Qual di atas 50 sebanyak 19 senyawa. Hasil pengujian tersebut belum selengkap bila dibandingkan pengujian GC-MS digunakan pengujian metabolomic targeted dan untargeted (Yin et al. 2022) untuk profiling aroma pada teh hijau (Zeng et al. 2023), (Zhou et al. 2022) dan juga untuk profiling kimiawi untuk morinda (Muenmuang et al. 2017), analisis profiling untuk bunga telang (Ma'ruf et al. 2021), namun dari hasil tersebut dapat dijadikan patokan bahwa dalam campuran daun mengkudu, daun teh dan bunga telang terdapat senyawa yang disebut esani. Analisis GC-MS (Gas Chromatogram-Mass spectrometry) menunjukkan bahwa dua komponen aktif pada ekstrak air bunga telang adalah mome inositol (38,7%) dan pentanal (14,3%).

Pengujian FTIR terhadap seduhan minuman herbal

Pengujian FTIR terhadap seduhan minuman herbal,pada campuran daun mengkudu, bunga telang, teh hijau (0,5:1,50:0,25) terlihat pada

Gambar 7. Apabila dilihat profil gambarnya dan dari hasil trace nya diketahui bahwa pada gambar tersebut terdapat 19 puncak yang menandai adanya senyawa tertentu.

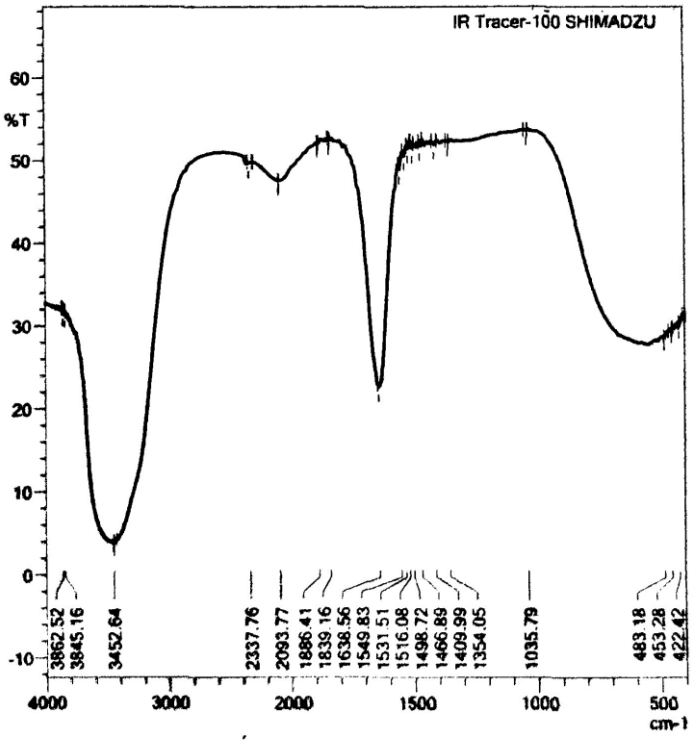
Pengujian yang dilakukan menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda dengan pengujian Hasil FTIR Morinda oleh (Priya et al., 2023), untuk FTIR teh hijau dilakukan oleh Cai (Cai et al., 2015), namun hasil pengujian FTIR ini masih ditampilkan pembandingan dengan kondisi spektrum yang sama dengan reference. Berdasarkan Gambar 7, dapat dianalisis profil gugus fungsionalnya disajikan pada Tabel 5.

Dari Tabel 4., di atas dengan melihat spektrum yang muncul maka terbukti bahan yang ada adalah bunga telang (Lakshmi et al., 2014), dan ada bahan lainnya. Dalam pengujian FTIR, ketika radiasi infra merah melalui suatu sampel, sebagian radiasi diserap oleh sampel dan sebagian lagi ditransmisikan, sinyal yang dihasilkan pada detektor adalah spektrum yang mewakili "sidik jari" molekul sampel. Struktur kimia (molekul) yang berbeda akan menghasilkan sidik jari spectral yang berbeda, sehingga komponen dari teh hijau dan daun mengkudu mungkin akan memberikan spektrum yang berbeda selain *alifatik amine*, *aromatik amine*, dan *primary amine*.(Aboulwafa et al., 2019).

Tabel 5 Band position puncak (peak) dan grup fungsional

Urutan	Peak (Band posisition) cm-1	Pendekatan Senyawa fungsional reference*)
1	422,42	-klorofil [2)]
2	453,28	-Klorofil [2)]
3	483,18	-Pheophytin [2)]
4	1035,79	1057,61 Aliphatic Amines[1)]
5	1409,99	140,06 Aromatic amines[1)]
6	1466,89	-Aromatic [3)]
7	1531,51	-1525 amide II [2)]
8	1638,56	1632,33 Primary amines[1)] Flavonoid [3)] Polifenol, Katekin [3)]

[1)] (Lakshmi et al., 2014)
[2)](Li et al., 2018)
[3)] (S. R. Senthilkumar et al., 2018)



Gambar 7 Hasil pengujian FT-IR seduhan minuman herbal

Tabel 6 Karakteristik Minuman Herbal Teh hijau-bunga telang daun mengkudu

No.	Kriteria	Kualitas/Kuantitas	Keterangan
1	Warna	Kuning kehijauan- biru	
2	pH	4-7	
3	Rasa	floral teh, wangi bunga	
4	Kandungan logam[1]):		
	Pb	<0,15 ppm	Memenuhi syarat
	Cd	<0,004 ppm	Memenuhi syarat
	Hg	<0,17 ppb	Memenuhi syarat
	As	<0,12 ppb	Memenuhi syarat
5	Aktivitas antioksidan dengan pembanding Vitamin IC50 -[average ±RPD]	Min 16,2 µg ±[2.5]% Max 87,5 µg ±[0.0]%	
6	Flavonoid total [2])	0.07-0.12 %	
7	Total fenol [2])	1167.97 -309,75 GAE (ppm)	
8	Toksisitas LC_{50}/BSLT [2])	98,94-351,9 ppm	
9	Tanin (%)[2])	0.07-0.09	
10	Steroid [2])	positif	

[1]) ULP-FF-Unair
[2]) Biofarmaka

Karakteristik minuman herbal fungsional teh hijau, bunga telang dan daun mengkudu

Minuman yang dibuat dengan mendasarkan campuran dari berbagai proporsi teh hijau, bunga telang dan daun mengkudu dan telah diuji terdapat pada Tabel 6.

KESIMPULAN

Minuman fungsional dari mengkudu, teh hijau dan bunga telang menunjukkan (terindikasi) mempunyai sifat sinergisme yang sangat baik untuk minuman fungsional. Namun meskipun ada sifat sinergis, minuman ini belum dapat diterima oleh konsumen dengan nilai kesukaan yang sangat rendah yaitu antara agak tidak suka dan agak suka. Penelitian dapat diperkuat atau dilanjutkan menggunakan berbagai cara pengolahan (impact pengolahan), atau dengan penambahan bahan alami lain untuk meningkatkan penerimaan konsumen. Berdasarkan pengujian nilai LC_{50} diketahui bahwa campuran senyawa bahan alami daun mengkudu, teh hijau dan bunga telang merupakan senyawa bioaktif karena mempunyai aktifitas di bawah 1000 ppm, dan daun mengkudu dan teh hijau memberikan andil yang sangat besar, Dari hasil uji antidiabetik menggunakan pengujian penghambatan alfa glukosidase diketahui bahwa penambahan teh hijau dan bunga telang memberikan tambahan kekuatan antidiabetik pada daun mengkudu, dengan nilai hingga 51,60%. Profiling menggunakan GC MS *untargeted* terhadap seduhan campuran daun mengkudu, teh hijau dan bunga telang didapatkan senyawa esani dengan nilai Qual 90. Dari pengujian FTIR, bahan campuran daun mengkudu, teh hijau, dan bunga telang bersidikjarikan (fingerprint) senyawa amine (*primary, aromatic* dan alifatik), flavonoid, polifenol dan katekin.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pemerintah RI cq Kemdikbudristek yang telah mendanai penelitian ini berdasarkan kontrak riset No. 268R/WM01.5/N/2023, dan kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Aboulwafa, M.M., Youssef, F.S., Gad, H.A., Sarker, S.D., Nahar, L., Al-Azizi, M.M., Ashour, M.L., 2019. Authentication and discrimination of green tea samples using UV–vis, FTIR and HPLC techniques coupled with chemometrics analysis. J. Pharm. Biomed. Anal. 164, 653–658. https://doi.org/10.1016/j.jpba.2018.11.036

Banti, C.N., Hadjikakou, S.K., 2021. Evaluation of toxicity with brine shrimp assay. Bio-protocol 11, 6–12. https://doi.org/10.21769/BioProtoc.3895

Budianta, T.D.W., Widyawati, P.S., Raharjo, S.J., 2024. Study on the Profile of Noni (Morinda sp.) Leaves as an Ingredient in Herbal Drinks. BIO Web Conf. 98. https://doi.org/10.1051/bioconf/20249801006

Cai, J., Xiong, Wang, Y., Feng, Xi, X., Gang, Li, H., Wei, X., Lin, 2015. Using FTIR spectra and pattern recognition for discrimination of tea varieties. Int. J. Biol. Macromol. 78, 439–446. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2015.03.025

de Moura, C., Kabbas Junior, T., Mendanha Cruz, T., Boscacci Marques, M., Araújo Vieira do Carmo, M., Turnes Pasini Deolindo, C., Daguer, H., Azevedo, L., Xu, Y.Q., Granato, D., 2023. Sustainable and effective approach to recover antioxidant compounds from purple tea (Camellia sinensis var. assamica cv. Zijuan) leaves. Food Res. Int. 164, 112402. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.112402

Devanesan, S., Elankathirselvan, K., AlSalhi, A., AlSalhi, M.S., Asemi, N.N., Aldawsari, M., Jhanani, G.K., 2023. UPLC–ESI–MS/MS profiling of active polyphenolics in Morinda coreia leaf extract and in vitro antioxidant and antibacterial activity. Chemosphere 323, 138179. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.138179

Escher, G.B., Marques, M.B., do Carmo, M.A.V., Azevedo, L., Furtado, M.M., Sant'Ana, A.S., da Silva, M.C., Genovese, M.I., Wen, M., Zhang, L., Oh, W.Y., Shahidi, F., Rosso, N.D., Granato, D., 2020. Clitoria ternatea L. petal bioactive compounds display antioxidant, antihemolytic and antihypertensive effects, inhibit α-amylase and α-glucosidase activities and reduce human LDL cholesterol and DNA induced oxidation. Food Res. Int. 128, 108763. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108763

Farag, M.A., Elmetwally, F., Elghanam, R., Kamal, N., Hellal, K., Hamezah, H.S., Zhao, C., Mediani, A., 2023. Metabolomics in tea products; a compile of applications for enhancing agricultural traits and quality control analysis of Camellia sinensis. Food Chem. 404, 134628. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134628

Farida, E., 2019. Aktivitas Antioksidan Dan Penghambatan A-Glukosidase Oleh Ekstrak Etanol Bakteri Asam Laktat Indigenus. J. Teknol. dan Ind. Pangan 30, 56–63. https://doi.org/10.6066/jtip.2019.30.1.56

Hardinsyah, H., Gunawan, W. Ben, Nurkolis, F., Alisaputra, D., Kurniawan, R., Mayulu, N., Taslim, N.A., Tallei, T.E., 2023. Antiobesity potential of major metabolites from Clitoria ternatea kombucha: Untargeted metabolomic profiling and molecular docking simulations. Curr. Res. Food Sci. 6, 100464. https://doi.org/10.1016/j.crfs.2023.100464

Hungerford, G., Lemos, M.A., Chu, B.S., 2019. Binding of Clitoria ternatea L. flower extract with α-amylase simultaneously monitored at two wavelengths using a photon streaming time-resolved fluorescence approach. Spectrochim. Acta - Part A Mol. Biomol. Spectrosc. 211, 108–113. https://doi.org/10.1016/j.saa.2018.11.062

Indrianingsih, A.W., Wulanjati, M.P., Windarsih, A., Bhattacharjya, D.K., Suzuki, T., Katayama, T., 2021. In vitro studies of antioxidant, antidiabetic, and antibacterial activities of Theobroma cacao, Anonna muricata and Clitoria ternatea. Biocatal. Agric. Biotechnol. 33, 101995. https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.101995

Kah Hui, C., Majid, N.I., Mohd Yusof, H., Mohd Zainol, K., Mohamad, H., Mohd Zin, Z., 2020. Catechin profile and hypolipidemic activity of Morinda citrifolia leaf water extract. Heliyon 6, e04337. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04337

Lakshmi, D.M., Raju, D.P., Madhavi, T., Susham, J., 2014. Identification of Bioactive Compounds By Ftir Analysis and in Vitro. Identif. Bioact. Compd. By Ftir Anal. Vitr. 4, 3894–3903.

Lawal, T.A., Ononamadu, C.J., Okonkwo, E.K., Adedoyin, H.J., Shettima, M.L., Muhammad, I.U., Alhassan, A.J., 2022. In Vitro and In Vivo Hypoglycaemic Effect of Camellia Sinensis on Alpha Glucosidase Activity and Glycaemic Index of White Bread. Appl. Food Res. 2, 100037.

https://doi.org/10.1016/j.afres.2021.100037

Lawless, H.T., Heymann, H., 2010. Chapter 14. Acceptance testing, Sensory Evaluation of Food. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6488-5

Li, X., Zhou, R., Xu, K., Xu, J., Jin, J., Fang, H., He, Y., 2018. Rapid determination of chlorophyll and pheophytin in green tea using fourier transform infrared spectroscopy. Molecules 23. https://doi.org/10.3390/molecules23051010

Lima, D.B. de M., dos Santos, A.L., Cardoso, C.A.L., Krause, L.C., Caramão, E.B., 2022. Studies related to the chemical composition, biological activities and toxicity of methanolic extracts of noni (Morinda citrifolia) fruits and leaves. Nat. Prod. Res. 36, 5868–5871. https://doi.org/10.1080/14786419.2021.2021199

Liu, Y., Huang, W., Zhang, C., Li, C., Fang, Z., Zeng, Z., Hu, B., Chen, H., Wu, W., Wang, T., Lan, X., 2022. Targeted and untargeted metabolomic analyses and biological activity of Tibetan tea. Food Chem. 384, 132517. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132517

Ma'ruf, N.Q., Antasionasti, I., Fatimawali, F., Tallei, T., 2021. ANALISIS GC-MS EKSTRAK METANOL DAN N-HEKSAN DARI BUNGA TELANG (Clitoria ternatea L.). Pharmacon 10, 857. https://doi.org/10.35799/pha.10.2021.34035

Meyer, B.N., Ferrigni, N.R., Putnam, J.E., Jacobsen, L.B., Nichols, D.E., McLaughlin, J.L., 1982. Brine shrimp: A convenient general bioassay for active plant constituents. Planta Med. 45, 31–34. https://doi.org/10.1055/s-2007-971236

Mohamad Shalan, N.A.A., Mustapha, N.M., Mohamed, S., 2016. Morinda citrifolia leaf enhanced performance by improving angiogenesis, mitochondrial biogenesis, antioxidant, anti-inflammatory & stress responses. Food Chem. 212, 443–452. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.05.179

Muenmuang, C., Narasingha, M., Phusantisampan, T., Sriariyanun, M., 2017. Chemical profiling of morinda citrifolia extract from solvent and soxhlet extraction method. ACM Int. Conf. Proceeding Ser. Part F1309, 119–123. https://doi.org/10.1145/3121138.3121194

Munekata, P.E.S., Pateiro, M., Rocchetti, G., Domínguez, R., Rocha, J.M., Lorenzo, J.M., 2022. Application of metabolomics to decipher the role of bioactive compounds in plant and animal foods. Curr. Opin. Food Sci. 46, 100851. https://doi.org/10.1016/j.cofs.2022.100851

Nagalingam, M., Rajeshkumar, S., Balu, S.K., Tharani, M., Arunachalam, K., 2022. Anticancer and Antioxidant Activity of Morinda Citrifolia Leaf Mediated Selenium Nanoparticles. J. Nanomater. 2022. https://doi.org/10.1155/2022/2155772

Ohijeagbon, O.R., Quadri, J.A., Adesola, M.O., Adediwura, R.A., Bolarinwa, I.F., 2024. Chemical Composition, Physicochemical Properties, and Sensory Attributes of Pawpaw-Banana Mixed Fruit Leather. IPS J. Nutr. Food Sci. 3, 115–122. https://doi.org/10.54117/ijnfs.v3i1.34

Phrueksanan, W., Yibchok-Anun, S., Adisakwattana, S., 2014. Protection of Clitoria ternatea flower petal extract against free radical-induced hemolysis and oxidative damage in canine erythrocytes. Res. Vet. Sci. 97, 357–363. https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2014.08.010

Priya, M., Venkatesan, R., Deepa, S., Sana, S.S., Arumugam, S., Karami, A.M., Vetcher, A.A., Kim, S.C., 2023. Green synthesis, characterization, antibacterial, and antifungal activity of copper oxide nanoparticles derived from Morinda citrifolia leaf extract. Sci. Rep. 13, 1–13. https://doi.org/10.1038/s41598-023-46002-5

Raharjo, S.J., Budianta, T.D.W., Widyawati, P.S., 2024. Combining Natural Ingredients to Optimise Antioxidant Content in Brewing Herbal Drinks. BIO Web Conf. 98. https://doi.org/10.1051/bioconf/202498010004

Ronald, C., Chu, B.S., 2019. Inhibitory effects of an aqueous extract of Clitoria ternatea flower on α-glucosidase during in-vitro wheat starch digestion. Proc. Nutr. Soc. 78, 2–3.

https://doi.org/10.1017/s002966511900087 9

S. R. Senthilkumar, Sivakumar Thirumal, Arulmozhi, K.T., Mythili, N., 2018. FT-IR analysis and correlation studies on the antioxidant activity, total phenolics and total flavonoids of Indian commercial teas (Camellia sinensis L .) - A novel approach. Int. Res. J. Biol. Sci. 6, 1–7.

Sancheti, Shruti, Sancheti, Sandesh, Yum-sung, S., 2009. Chaenomeles Sinensis : A Potent α -and β -Glucosidase Inhibitor Korean Collection of Herbal Extract , Inc ., Kongju 314-701 , Korea. Am. J. Pharmacol. Toxicol. 4, 8–11.

Siti Azima, A.M., Noriham, A., Manshoor, N., 2017. Phenolics, antioxidants and color properties of aqueous pigmented plant extracts: Ardisia colorata var. elliptica, Clitoria ternatea, Garcinia mangostana and Syzygium cumini. J. Funct. Foods 38, 232–241. https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.09.018

Thummajitsakul, S., Nattee, K., Nathunli, P., Promprieng, C., Anekwasinchai, R., Silprasit, K., 2023. Phytochemical composition, anti-amylase and anti-acetylcholinesterase activities of leaf extracts and herbal tea of Dolichandrone serrulata (DC.) seem. NFS J. 33, 100152. https://doi.org/10.1016/j.nfs.2023.100152

Vidana Gamage, G.C., Choo, W.S., 2023. Hot water extraction, ultrasound, microwave and pectinase-assisted extraction of anthocyanins from blue pea flower. Food Chem. Adv. 2, 100209. https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.10020 9

Wang, C., Zhang, J., Li, J., Chai, Q., Xie, J., 2023. HS-SPME-GC-MS-based untargeted metabolomics reveals the enhancement of pungent flavor quality in soilless-cultivated Chinese chives by preharvest application of methyl jasmonate. Lwt 188, 115350. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115350

Widowati, W., Darsono, L., Lucianus, J., Setiabudi, E., Susang Obeng, S., Stefani, S., Wahyudianingsih, R., Reynaldo Tandibua, K., Gunawan, R., Riski Wijayanti, C., Novianto, A., Sari Widya Kusuma, H., Rizal, R., 2023. Butterfly pea flower (Clitoria ternatea L.) extract displayed antidiabetic effect through antioxidant, anti-inflammatory, lower hepatic GSK-3β, and pancreatic glycogen on Diabetes Mellitus and dyslipidemia rat. J. King Saud Univ. - Sci. 35, 102579. https://doi.org/10.1016/j.jksus.2023.10257 9

Yin, X.L., Fu, W.J., Chen, Y., Zhou, R.F., Sun, W., Ding, B., Peng, X.T., Gu, H.W., 2022. GC-MS-based untargeted metabolomics reveals the key volatile organic compounds for discriminating grades of Yichang big-leaf green tea. Lwt 171, 114148. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114148

Zeng, L., Fu, Y.Q., Liu, Y.Y., Huang, J.S., Chen, J.X., Yin, J.F., Jin, S., Sun, W.J., Xu, Y.Q., 2023. Comparative analysis of different grades of Tieguanyin oolong tea based on metabolomics and sensory evaluation. Lwt 174, 114423. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114423

Zhou, H., Liu, Y., Yang, J., Wang, H., Ding, Y., Lei, P., 2022. Comprehensive profiling of volatile components in Taiping Houkui green tea. Lwt 163, 113523. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113523

Zin, Z.M., A. Abdul-Hamid, A. Osman, 2002. Antioxidative activity of extracts from Mengkudu root,fruit and leaf. Food Chem. 78, 227–231.