



ANALISIS KADAR KUERSETIN DAN MUTU SENSORI PADA FORMULASI MINUMAN SEDUHAN BERBAHAN DASAR DAUN KELOR DAN BUAH BELIMBING WULUH

Putri Nur Aisyah^{1*}, Amalia Rahma², Sutrisno Adi Prayitno³

^{1,2}Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Gresik, Jl. Proklamasi No.54, Trate, Kec. Gresik, Kabupaten Gresik, Jawa Timur 61111,

³Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Gresik, Jl. Sumatra No.101, Gn. Malang, Randuagung, Kec. Kebomas, Kabupaten Gresik, Jawa Timur 61121

Email penulis : putriinura10@gmail.com

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Disubmit : 31 – 01 - 2025

Direvisi : 10 – 02 - 2025

Disetujui : 21 – 02 - 2025

Kata Kunci : Kuersetin, Sensori, Kelor, Belimbing Wuluh, Minuman Herbal

ABSTRAK

Radikal bebas dapat dinetralkan oleh antioksidan seperti kuersetin, yang terkandung dalam kelor dan belimbing wuluh. Penelitian ini bertujuan mengembangkan minuman herbal dari keduanya untuk meningkatkan penerimaan konsumen dan mempertahankan kuersetin sebagai antioksidan alami. Metode yang digunakan adalah teknik infusa dengan lima formulasi, F163 (100% daun kelor), F927 (100% buah belimbing wuluh), F385 (75% daun kelor + 25% belimbing wuluh), F749 (25% daun kelor + 75% belimbing wuluh), dan F501 (50% daun kelor + 50% belimbing wuluh). Kadar kuersetin dianalisis dengan HPLC, dan penerimaan konsumen diuji melalui uji organoleptik. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan kadar kuersetin pada masing-masing variasi formulasi minuman seduhan memiliki kadar yang berbeda dengan rentang 0,011 – 0,902 ppm. Perbedaan tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti keseimbangan antara jumlah kuersetin yang terlarut dengan volume pelarut yang digunakan, reabsorpsi kuersetin ke dalam simplisia, dan munculnya komponen kimia lain dalam ekstrak yang memengaruhi stabilitas kadar kuersetin. Sedangkan pada uji organoleptik menunjukkan hasil yang tidak signifikan pada penilaian warna dikarenakan penilaian panelis yang cenderung sama, dan pada penilaian aroma serta rasa menunjukkan hasil yang signifikan dikarenakan penilaian panelis yang cenderung berbeda yang kemudian dilanjutkan dengan uji Mann-Whitney pada. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa perlakuan terbaik ditemukan pada formulasi F749, gabungan 25% daun kelor dan 75% buah belimbing wuluh, dengan kadar kuersetin tertinggi yaitu 0,902 ppm dan penilaian rasa tertinggi dengan nilai hedonik rata-rata 2,60, tergolong kurang disukai. Dapat dilakukan ekstraksi cair (infusa) dengan penguapan menggunakan rotary vakum evaporator, serta penambahan aroma dan rasa lain pada minuman daun kelor dan belimbing wuluh.

Pendahuluan

Molekul tidak stabil karena adanya elektron yang tidak mempunyai pasangan disebut sebagai radikal bebas, yang dapat diredam dengan antioksidan eksternal (eksogen) (Susanty *et al.*, 2019). Senyawa yang menghentikan reaksi radikal bebas, baik dari lingkungan seperti polusi, radiasi UV, dan

asap rokok maupun dari proses metabolisme tubuh disebut antioksidan. Bagi tubuh antioksidan bermanfaat untuk menjaga sel tubuh agar terhindar dari kerusakan akibat radikal bebas dengan mengikat radikal dan molekul reaktif (Amnestiya *et al.*, 2023). Antioksidan, pada prinsipnya berperan dalam menghentikan reaksi berantai senyawa radikal dengan memberikan satu elektron untuk berpasangan dengan elektron bebas pada senyawa radikal sehingga berubah menjadi senyawa non-radikal (Pangesty, 2016). Sumber antioksidan yang melimpah dapat ditemukan dalam biji-bijian, sayuran, daun-daunan, rempah-rempah, coklat, kacang-kacangan, dan protein (Rosyidah *et al.*, 2023).

Terdapat banyak jenis senyawa antioksidan salah satunya adalah kuersetin. Kuarsetin merupakan salah satu jenis flavonoid berwarna merah, ungu, biru dan kuning, serta merupakan senyawa fenol. Kuarsetin berperan sebagai antioksidan dengan menghentikan reaksi berantai pada lemak, supaya menjadi lebih stabil. Senyawa ini juga mampu mengikat ion-ion logam, mengurai hidrogen peroksida (H_2O_2), menangkap oksigen (O_2) menjadi senyawa yang bersifat tidak radikal serta mampu menyerap radiasi sinar UV (Nadia *et al.*, 2020). Kuarsetin mempunyai manfaat diantaranya dapat mengatasi anti-inflamasi, hiperglikemia, antikanker bahkan sebagai antioksidan (Rusli *et al.*, 2020).

Data WHO menyebutkan bahwa pemanfaatan obat tradisional sebagai kebutuhan utama dalam perawatan kesehatan sekitar 80% oleh penduduk negara berkembang. Hampir semua tanaman herbal atau jamu tradisional diolah menjadi produksi obat modern (Ismail, 2015). Berdasarkan data Riskesdas (2018), penggunaan tanaman herbal sebagai bahan ramuan obat sebanyak 49% oleh masyarakat Indonesia. Kuarsetin banyak ditemukan dalam berbagai bahan-bahan alam di Indonesia, salah satunya terdapat di tanaman kelor (*Moringa oleifera*) yang banyak digunakan dalam perawatan kesehatan (Pradana & Wulandari, 2019).

Hasil penelitian Pradana & Wulandari (2019), menyebutkan bahwa kandungan kuarsetin pada daun kelor sebanyak 7,79 mg/g yang dinyatakan dalam total kadar flavonoid, memiliki potensi sebagai antioksidan dalam melawan radikal bebas, dengan cara mencegah kerusakan pada sistem imun tubuh, oksidasi lipid, serta protein yang berperan pada timbulnya penyakit. Permasalahan yang ditemukan yaitu masyarakat belum banyak mengonsumsi dan memanfaatkan kelor (*Moringa oleifera*) sebagai minuman herbal karena adanya budaya yang menganggapnya sebagai bahan makanan tabu. Daun kelor (*Moringa oleifera*) juga memiliki aroma langu yang khas dikarenakan adanya komponen metabolit sekunder seperti tanin, saponin, dan asam pitat. Hal ini memengaruhi penerimaan konsumen terhadap minuman daun kelor (Murhadi *et al.*, 2023).

Tanaman lain yang juga mengandung banyak senyawa flavonoid adalah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) yang telah dimanfaatkan sebagai obat herbal tradisional (Lisnawati & Prayoga, 2020). Kandungan flavonoid dengan senyawa aktif pada belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) terdiri dari luteolin, myricetin dan kuarsetin (Kusmiyati *et al.*, 2023). Memiliki potensi sebagai obat herbal terhadap beberapa penyakit seperti diabetes, darah tinggi, dan batuk (Saraswati & Setyaningsih, 2018). Hasil penelitian Sholehah *et al.*, (2022) yang melakukan pengukuran kandungan flavonoid *Averrhoa bilimbi* L menyebutkan bahwa ekstrak dari *Averrhoa belimbing* L memiliki senyawa kuarsetin yang dinyatakan dalam kadar flavonoid total sebanyak 2,32 mg/g.

Salah satu inovasi untuk meningkatkan pemanfaatan daun kelor di kalangan masyarakat adalah dengan menyamarkan bau langu, meningkatkan masa simpan, dan menciptakan minuman herbal seduhan daun kelor (*Moringa oleifera*) kombinasi dengan buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*). Dalam proses pengembangan obat tradisional seperti minuman herbal dapat menggunakan berbagai metode ekstraksi, penelitian ini menggunakan metode ekstraksi yaitu infusa (Murhadi *et al.*, 2023). Harapan dilakukannya inovasi dalam penelitian ini yaitu untuk meningkatkan daya konsumsi minuman seduhan

berbahan dasar daun kelor dan buah belimbing wuluh di kalangan masyarakat melalui uji organoleptik dan mempertahankan kandungan kuarsetin sebagai sumber antioksidan alami.

Banyak metode yang dapat digunakan dalam menganalisis kadar kuarsetin, salah satunya adalah metode kromatografi yang telah digunakan di seluruh dunia sejak beberapa dekade untuk identifikasi dan kuantifikasi senyawa dalam pengembangan obat menggunakan instrumen *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) (Annisia *et al.*, 2019). Sehingga dalam penelitian ini dilakukan pengecekan kadar kuarsetin pada minuman seduhan berbahan dasar daun kelor (*Moringa oleifera*) dan buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) menggunakan instrumen (HPLC) *High Performance Liquid Chromatography*.

Metode Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian eksperimental dengan pendekatan kuantitatif deskriptif, dimana data diperoleh melalui analisis HPLC menggunakan desain *experimental descriptive*. Penelitian *experimental descriptive* dilakukan untuk mengukur dan mendeskripsikan kadar kuarsetin pada masing-masing minuman seduhan berbahan dasar daun kelor dan buah belimbing wuluh berdasarkan variasi formulasi. *Variable Independen* yang diteliti adalah variasi formulasi dan *Variable Dependent* yang diteliti adalah kadar kuarsetin serta organoleptik. Kedua variabel tersebut diamati pada waktu yang sama.

Tabel 1 Formulasi minuman seduhan

No	Formulasi dan Kode	Keterangan
1.) Formulasi Kontrol		
a.	F163	100% daun kelor + 0% buah belimbing wuluh
b.	F927	0 % daun kelor + 100% buah belimbing wuluh
2.) Formulasi Gabungan		
a.	F385	75% daun kelor + 25% buah belimbing wuluh
b.	F749	25% daun kelor + 75% buah belimbing wuluh
c.	F501	50% daun kelor + 50% buah belimbing wuluh

Alat dan Bahan

Alat : Food dehydrator (kitidea), timbangan analitik (ohaus), seperangkat alat HPLC (hitachi), kolom C18 (sunfire), sonikator (ultrasonic), kuvet (hellma), labu ukur (pyrex), membrane filter (milipore), mikropipet (dragon med), kain kasa steril (nasaco), pipet volume (iwaki), dan thermometer skala (oem) adalah alat yang digunakan pada penelitian ini.

Bahan : Daun kelor, buah belimbing wuluh, asam fosfat 85% (supelco), metanol pro HPLC (supelco), metanol pro analisis (supelco), dan standar kuarsetin (pro analisis sigma) adalah bahan yang digunakan dalam penelitian ini.

Tahapan Penelitian

1. Preparasi Sampel. Sampel daun kelor diambil dari daun muda dua tangkai di bawah pucuk hingga tangkai ke-9 atau ke-10 (Indriastuti *et al.*, 2023), sedangkan pengambilan buah belimbing wuluh diambil saat sudah matang dalam kondisi tidak busuk (Anam, 2018). Semua sampel dikumpulkan dalam dua wadah berdasarkan jenisnya, dicuci hingga bersih dan ditiriskan selama 5 menit. Setelah ditiriskan dilakukan pengecilan ukuran sampel, pada daun kelor diambil daunnya saja dan pada buah belimbing wuluh di slice tipis-tipis dengan ketebalan 0,1 mm. Kemudian sampel dikeringkan menggunakan food dehydrator dengan suhu pengeringan 40°C pada daun kelor (Wahyudi *et al.*, 2019) dan 60°C pada buah belimbing wuluh (Sagala *et al.*, 2017) selama 2 jam (H. Wahyudi *et al.*, 2019).

Sampel daun kelor dan buah belimbing wuluh yang telah kering kemudian diolah untuk menjadi ekstrak infusa (Azizah *et al.*, 2022)

2. Pembuatan ekstrak Infusa. Dalam penelitian ini terdapat 5 formulasi gabungan daun kelor dan buah belimbing wuluh. Sampel yang sudah kering kemudian ditimbang dengan berat 2 gram berdasarkan variasi formulasi, lalu dimasukkan kedalam kantong teh celup dan dilakukan proses infusa pada 80 ml air dengan waktu penyeduhan selama 5 menit (Rahim *et al.*, 2022) menggunakan suhu penyeduhan 90°C (Suriawati & Siti Rahayu Rachmawati, 2023) seperti pada tabel berikut :

Tabel 2 Formulasi Minuman Seduhan

	Kode sampel				
Formulasi (Kelor : Wuluh)	F163 100% : 0%	F927 0% : 100%	F385 75% : 25%	F749 25% : 75%	F501 50% : 50%
Berat Sampel	2 g kelor	2 g kelor	1,5 g kelor + 0,5 g wuluh	0,5 g kelor + 1,5 g wuluh	1 g kelor + 1 g wuluh
Volume Air	80 ml	80 ml	80 ml	80 ml	80 ml
Lama waktu penyeduhan	5 menit	5 menit	5 menit	5 menit	5 menit
Suhu Penyeduhan	90°C	90°C	90°C	90°C	90°C

3. Pembuatan Larutan Baku (Monica, 2019):

Pembuatan Larutan standar utama kuersetin dengan konsentrasi 1000 ppm : Sebanyak 25,0 mg kuersetin standar ditimbang dan ditempatkan dalam labu volumetrik berkapasitas 25,0 mL. Kemudian, larutan dilarutkan menggunakan metanol hingga mencapai volume tanda batas, sehingga diperoleh konsentrasi 1000 ppm.

Pembuatan Larutan standar menengah dengan konsentrasi 100 ppm : Sebanyak 5,0 mL larutan kuersetin standar utama diambil menggunakan pipet, kemudian dipindahkan ke dalam labu takar berkapasitas 50,0 mL. Selanjutnya, metanol ditambahkan hingga mencapai tanda batas agar diperoleh larutan dengan konsentrasi 100 ppm.

4. Penentuan Panjang Gelombang Tertinggi Kuarsetin. Sebanyak 0,6 mL, 0,8 mL, dan 1,0 mL larutan baku menengah 100 ppm dipipet dan dimasukkan ke dalam labu ukur berkapasitas 10,0 mL. Kemudian, metanol ditambahkan hingga mencapai volume akhir yang ditandai pada labu ukur, sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi akhir masing-masing 6 ppm, 8 ppm, dan 10 ppm. Absorbansi dari larutan tersebut kemudian diukur pada panjang gelombang maksimum (λ maks) 371 nm untuk menyusun kurva yang menunjukkan hubungan antara panjang gelombang dan absorbansi (Monica, 2019).
5. Pembuatan Larutan Sampel Kerja. Sebanyak 5,0 mL larutan infusa kombinasi daun kelor (*Moringa oleifera*) dan buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) dari setiap formulasi dipindahkan ke dalam labu ukur berkapasitas 10,0 mL, kemudian metanol ditambahkan hingga mencapai tanda batas (Monica, 2019).
6. Pengaturan Sistem HPLC. Analisis sampel dilakukan menggunakan sistem HPLC dengan metode fase terbalik, menggunakan kolom C18 (Oktadesilsilika) sebagai fase diam. Fase gerak yang digunakan terdiri dari campuran metanol dan larutan 0,1% asam ortofosfat dengan perbandingan 65:35, dialirkan pada laju 1 mL/menit. Detektor diatur pada panjang gelombang maksimum kuersetin, yaitu 371 nm, sesuai yang telah ditentukan sebelumnya. Sebelum analisis, larutan sampel kerja

disaring dan disonikasi selama 10 menit untuk menghilangkan gelembung udara (Monica, 2019). Selanjutnya, sebanyak 60 μ L larutan sampel kerja diinjeksi ke dalam sistem HPLC (Sukmawati *et al.*, 2019).

7. Uji Organoleptik. Dalam penelitian ini, uji organoleptik yang dilakukan yaitu uji kesukaan (hedonik), mencakup penilaian terhadap warna, aroma, dan rasa dari produk. Uji organoleptik dalam penelitian ini diuji oleh 30 panelis tidak terlatih. skala hedonik dengan empat kriteria acuan diantaranya sangat suka (4), suka (3), kurang suka (2), dan tidak suka (1) (Sebayang *et al.*, 2018).

Hasil dan Pembahasan

Kadar Kuersetin

Hasil analisis kadar kuersetin yang terkandung dalam 2 g minuman seduhan berbahan dasar daun kelor kelor dan buah belimbing wuluh dinyatakan dalam satuan ppm (mg/L). Hasil ada pada Tabel 3.

Tabel 3 Kadar Kuersetin Berdasarkan Analisis HPLC

Formulasi	Quercetin ppm (mg/L)
F163	0,011
F927	0,045
F385	0,018
F749	0,902
F501	Tidak terdeteksi

Keterangan : F163 : 100% daun kelor + 0% buah belimbing wuluh, F927 : 0% daun kelor + 100% buah belimbing wuluh, F385 : 75% daun kelor + 25% buah belimbing wuluh, F749 : 25% daun kelor + 75% buah belimbing wuluh, F501 : 50% daun kelor + 50% buah belimbing wuluh.

Pada **Tabel 3** hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar kuersetin pada sampel ekstrak infusa berdasarkan variasi formulasi memiliki rentang 0,011 – 0,902 ppm (mg/L). Pemilihan pelarut memiliki dampak signifikan terhadap kandungan yang terdapat dalam tanaman tersebut. Hal ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Fatmawati dan Aji (2019), yang melakukan ekstraksi menggunakan pelarut etanol untuk mengetahui kadar kuersetin yang dinyatakan dalam kadar flavonoid total pada daun kelor, Menghasilkan nilai yang lebih tinggi, yaitu sebesar 0,45 gram per 100 gram ekstrak etanol daun kelor, atau setara dengan 0,45%. Dengan demikian, pemanfaatan etanol sebagai pelarut memberikan hasil berupa kadar kuersetin yang lebih besar dibandingkan dengan ekstraksi yang menggunakan pelarut berbasis air.

Hal ini dikarenakan kuersetin termasuk dalam senyawa *Biopharmaceutical Classification System* (BCS) Kelas II dengan tingkat kelarutan dalam air sebesar 4,5 μ g/ml (Handoyo *et al.*, 2022). Metanol dan etanol sering digunakan sebagai pelarut untuk mengekstraksi senyawa fenolik dan flavonoid dari tumbuhan dibandingkan dengan air. Namun, ekstrak yang dihasilkan dengan pelarut ini dianggap kurang aman jika produk akhirnya dikonsumsi oleh manusia (Agustina, 2017). Sehingga Penggunaan air menjadi lebih efisien karena dapat langsung dikonsumsi oleh masyarakat sebagai minuman kesehatan.

Sejalan dengan penelitian Ate *et al.*, (2019) yang melakukan ekstraksi menggunakan pelarut air untuk mengetahui kadar kuersetin yang dinyatakan dalam kadar flavonoid total pada daun papasan dan buah belimbing wuluh, Hasil penelitian menunjukkan bahwa rasio 1:3 menghasilkan nilai tertinggi, yaitu sebesar 135,14 \pm 0,18 mg QE/g. Sehingga penambahan buah belimbing wuluh dengan perbandingan yang lebih banyak dari daun kelor dalam ekstraksi infusa pada penelitian ini dapat membantu meningkatkan kadar kuersetin. Hal ini dikarenakan Flavonoid dalam buah belimbing wuluh memiliki

stabilitas termal terhadap variasi waktu dan suhu, sehingga proses ekstraksi pada suhu tinggi tidak mengakibatkan degradasi yang merugikan dan tetap memberikan manfaat yang optimal (Muhamad *et al.*, 2014).

Pada F163 atau formulasi tunggal yang terdiri dari 100% daun kelor yang memiliki kadar kuersetin lebih sedikit dengan kadar 0,011 ppm (mg/L), dan pada F501 atau formulasi gabungan dari 50% daun kelor dan 50% buah belimbing wuluh tidak terdeteksi adanya kuersetin dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti keseimbangan antara jumlah kuersetin yang terlarut dengan volume pelarut yang digunakan, reabsorpsi kuersetin ke dalam simplisia, dan munculnya komponen kimia lain dalam ekstrak yang memengaruhi stabilitas kadar kuersetin (Subedi *et al.*, 2014). Sejalan dengan penelitian Saraswati & Setyaningsih, (2018) yang melakukan analisis pengaruh jenis pelarut pada ekstrak kulit lemon, hasil penelitian menunjukkan total flavonoid tertinggi diperoleh dengan pelarut etanol 70% (7,14 mg QE/g ekstrak), sedangkan terendah dengan aquades (4,34 mg QE/g ekstrak), dimana aquades yang lebih polar mengekstrak komponen polar seperti karbohidrat, sehingga menurunkan kandungan flavonoid per berat sampel.

Uji Organoleptik

Uji organoleptik ialah menilai kualitas sensorik dengan indera manusia guna mengukur daya terima produk (Nugraha *et al.*, 2020). Aspek pangan yang dinilai mencakup rasa, aroma, dan warna (Budiandari *et al.*, 2024). Uji organoleptik yang dilakukan berupa uji hedonik, yang mengukur tingkat kesukaan panelis terhadap karakteristik sensorik dengan skala penilaian (Ernaningtyas *et al.*, 2020). Hasil uji *Kruskal Wallis* untuk membandingkan dua atau lebih kelompok perlakuan, dilanjutkan dengan uji *Mann-Whitney* pada tingkat signifikansi 5% ($p \leq 0,05$). Adapun hasil kegiatan atau panel dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Hasil Uji Organoleptik Pada Sampel

Sampel	Nilai Mean Uji Hedonik Sampel			Rata-rata
	Warna	Aroma	Rasa	
F163	2.47 ± 0.819 ^a	2.23 ± 0.817 ^{ab}	1.93 ± 1.081 ^{bc}	2.21 ± 0.663 ^{ab}
F927	2.23 ± 0.817 ^a	2.37 ± 0.850 ^a	2.20 ± 0.847 ^{ab}	2.26 ± 0.505 ^a
F385	2.40 ± 0.724 ^a	1.80 ± 0.887 ^c	1.73 ± 0.785 ^c	1.97 ± 0.580 ^b
F749	2.33 ± 0.922 ^a	1.87 ± 0.370 ^{bc}	2.60 ± 1.003 ^a	2.26 ± 0.609 ^{ab}
F501	1.93 ± 0.828 ^a	1.17 ± 0.461 ^d	1.50 ± 0.509 ^c	1.53 ± 0.425 ^c
<i>P(value)</i>	0.091	0.01*	0.01*	0.01*

Keterangan: Uji beda kruskal wallis (dilanjutkan uji mann-whitney), signifikan pada $p < 0.05$,

Pada **Tabel 4** menunjukkan nilai *P-value* warna > 0.05 sehingga tidak ada perbedaan persepsi penilaian terhadap warna. Sedangkan nilai *P-value* pada aroma dan rasa menunjukkan < 0.05 sehingga ada perbedaan nyata aroma dan rasa. Secara keseluruhan, nilai rata-rata warna, aroma, dan rasa memiliki *P-value* kurang dari 0.05, sehingga ada perbedaan signifikan antar parameter berdasarkan variasi formulasi menurut penilaian panelis.

Tabel 5 Mann-Whitney Parameter Aroma dan Rasa

Nilai Sig Uji Mann-whitney	Parameter		
	Aroma	Rasa	Rata-rata
Kelompok F163-F927	0.550	0.168	0.593
Kelompok F163-F385	0.031	0.691	0.205
Kelompok F163-F749	0.058	0.015	0.637
Kelompok F163-F501	0.001	0.224	0.001
Kelompok F927-F385	0.009	0.026	0.044
Kelompok F927-F749	0.015	0.086	0.982
Kelompok F927-F501	0.001	0.001	0.001
Kelompok F385-F749	0.518	0.001	0.064
Kelompok F385-F501	0.001	0.320	0.001
Kelompok F749-F501	0.001	0.001	0.001

Keterangan: Uji mann-whitney, signifikan pada $p < 0.05$.

Pada **Tabel 5** menunjukkan bahwa aroma dari kelompok F163 berbeda nyata dengan F385, kelompok F163 berbeda nyata dengan F501, kelompok F927 berbeda nyata dengan F385, kelompok F927 berbeda nyata dengan F749, kelompok F927 berbeda nyata dengan F501, kelompok F385 berbeda nyata dengan F501, dan kelompok F749 berbeda nyata dengan F501. Sedangkan rasa dari kelompok F163 berbeda nyata dengan F749, kelompok F927 berbeda nyata dengan F385, kelompok F927 berbeda nyata dengan F501, kelompok F385 berbeda nyata dengan F749, dan kelompok F749 berbeda nyata dengan F501. Rata-rata keseluruhan warna, aroma, dan rasa dari kelompok F163 berbeda nyata dengan F501, kelompok F927 berbeda nyata dengan F385, kelompok F927 berbeda nyata dengan F501, kelompok F385 berbeda nyata dengan F501, dan kelompok F749 berbeda nyata dengan F501. Hasil uji Kruskal-Wallis untuk setiap parameter dijelaskan sebagai berikut :

1. Warna

Berdasarkan uji hedonik pada **Tabel 4** menunjukkan nilai *P-value* warna > 0.05 menandakan tidak ada perbedaan signifikan atau pengaruh pada penilaian panelis. Ditandai dengan panelis memberikan penilaian dengan kecenderungan yang sama, dibuktikan dengan hasil uji nilai hedonik memiliki notasi yang sama (a) dimana artinya ke lima produk yang dihasilkan menunjukkan perubahan warna yang terlalu signifikan. Hal ini dikarenakan warna minuman seduhan daun kelor dan buah belimbing wuluh memiliki warna yang khas seperti warna teh, namun sedikit lebih pekat yaitu kuning kecoklatan seiring dengan lamanya waktu pengeringan.

Didukung oleh pendapat Mei Sarah Purba *et al.*, (2021) yang mengatakan bahwa proses pengeringan teh herbal daun tenggulun memengaruhi aktivitas enzim polifenol oksidase. Suhu tinggi dan waktu pengeringan lama menginaktivasi enzim, menjaga warna seduhan tetap kehijauan, sementara suhu rendah dan waktu singkat mempertahankan aktivitas enzim, menghasilkan warna seduhan coklat. Oksidasi bertujuan untuk menghasilkan karakteristik teh yang diinginkan, seperti warna seduhan. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Safira (2024), bahwa secara hedonik warna teh daun mint dan kelor memeberikan pengaruh tidak berbeda nyata dengan rata-rata 2,9- 3,55 yang artinya panelis agak menyukai warna teh daun mint dan kelor karena memiliki warna yang khas seperti teh pada umumnya yaitu kuning kecoklatan.

Pada penelitian ini diperoleh nilai hedonik yang tidak berbeda nyata dengan rata-rata tertinggi dihasilkan pada perlakuan F163 dengan nilai 2.47. Sedangkan, rata-rata terendah terdapat pada perlakuan F501 dengan nilai 1.93. Meskipun F163 memiliki nilai warna tertinggi menurut panelis, nilainya masih tergolong dalam kategori kurang disukai. Hal ini disebabkan oleh warna pada minuman seduhan daun kelor dan buah belimbing wuluh yang lebih pekat dari warna teh pada umumnya dikarenakan adanya proses oksidasi enzimatis yang disebabkan oleh proses pengeringan, sehingga menciptakan persepsi yang kurang menarik bagi panelis.

2. Aroma

Pada **Tabel 4** menunjukkan nilai *P-value* aroma < 0.05 sehingga ada perbedaan nyata atau aroma berpengaruh secara signifikan terhadap penilaian panelis. Ditandai dengan panelis memberikan penilaian dengan kecenderungan yang berbeda, dibuktikan dengan hasil uji nilai hedonik memiliki notasi yang berbeda (pada perlakuan F163 tidak berbeda nyata dengan F927 dan F749 karena salah satu notasinya yang sama yaitu a. Perlakuan F385 juga tidak berbeda nyata dengan F749 karena salah satu notasinya yang sama yaitu b) dimana artinya terdapat perbedaan aroma yang sangat signifikan diantara ke lima produk yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan daun kelor dan buah belimbing wuluh memiliki aroma khas yang berbeda, dimana daun kelor memiliki aromakhas bau langu dan buah belimbing wuluh memiliki aroma khas bau asam.

Didukung oleh pendapat Abidah et al., (2020) dimana enzim lipoksidase memecah lemak dalam sayuran hijau, menghasilkan heksanal dan heksanol, yang menimbulkan aroma langu pada daun kelor. Kisno Saputri et al., (2021) juga berpendapat bahwa buah belimbing wuluh mengandung senyawa volatil yang memberikan aroma khas buah asam. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Widowati (2022), bahwa pengujian organoleptik terhadap aroma teh celup daun kelor yang dikombinasikan dengan kulit buah lemon kering menunjukkan rata-rata skor 2,68 – 3,28. Hasil ini mengindikasikan adanya aroma langu dengan sedikit aroma lemon, di mana aroma langu disebabkan oleh senyawa katekin dalam daun kelor.

Pada penelitian ini diperoleh nilai hedonik yang berbeda nyata dengan rata-rata paling tinggi ditemukan pada perlakuan F927 dengan nilai 2.37. Sedangkan, rata-rata terendah ada di perlakuan F501 dengan nilai 1.17. Meskipun F927 memiliki nilai aroma tertinggi menurut panelis, nilainya masih tergolong dalam kategori kurang disukai. Hal ini disebabkan oleh tidak adanya tambahan aromatik lain pada minuman seduhan daun kelor dan buah belimbing wuluh, sehingga menciptakan persepsi yang kurang menarik bagi panelis.

3. Rasa

Pada **Tabel 4** menunjukkan nilai *P-value* rasa < 0.05 sehingga ada perbedaan nyata atau rasa berpengaruh secara signifikan terhadap penilaian panelis. Ditandai dengan panelis memberikan penilaian dengan kecenderungan yang berbeda, dibuktikan dengan hasil uji nilai hedonik memiliki notasi yang berbeda (pada perlakuan F163 tidak berbeda nyata dengan F927 karena salah satu notasinya yang sama yaitu a. Perlakuan F163 juga tidak berbeda nyata dengan F385 dan F501 karena salah satu notasinya yang sama yaitu b. Perlakuan F927 juga tidak berbeda nyata dengan F749 karena salah satu notasinya yang sama yaitu c. Perlakuan F385 juga tidak berbeda nyata dengan F385 dan F501 karena notasinya yang sama yaitu b). Dimana artinya terdapat perbedaan rasa yang sangat signifikan diantara ke lima produk yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan adanya perbandingan bahan berdasarkan variasi formulasi.

Didukung oleh pendapat Utami et al., (2024) bahwa penambahan bahan berdasarkan formulasi dapat mempengaruhi persepsi panelis terhadap rasa, sehingga menghasilkan profil rasa unik yang

berbeda. , faktor lain yang mungkin mempengaruhi karakteristik rasa minuman adalah suhu dan lama penyeduhan. Suhu dan lama penyeduhan dapat mempengaruhi ekstraksi senyawa-senyawa aroma dan rasa dari tanaman (Hutabarat and Irene, 2021). Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Friskilla & Rahmawati (2018), yang menyebutkan Formulasi teh daun kelor dengan teh hitam secara signifikan mempengaruhi viskositas, kandungan karbohidrat, total padatan terlarut (TPT), kadar tanin, serta aspek warna dan rasa pada tingkat signifikansi 0,05.

Pada penelitian ini diperoleh nilai hedonik yang berbeda nyata dengan rata-rata paling tinggi ada di perlakuan F749 dengan nilai 2.60. Sedangkan, rata-rata terendah ada di perlakuan F501 dengan nilai 1.50. Meskipun F927 memiliki nilai aroma tertinggi menurut panelis, nilainya masih tergolong dalam kategori kurang disukai. Hal ini disebabkan oleh tidak adanya tambahan perasa lain pada minuman seduhan daun kelor dan buah belimbing wuluh, sehingga menciptakan persepsi yang kurang disukai bagi panelis.

Kesimpulan

Formulasi F749 (25% daun kelor dan 75% belimbing wuluh) memiliki kandungan kuersetin tertinggi sebesar 0,902 ppm, sementara F501 (50% daun kelor dan 50% belimbing wuluh) tidak terdeteksi kuersetin. Mutu sensori menunjukkan perbedaan antara formulasi tunggal dan gabungan, dengan warna terbaik pada F163 (100% daun kelor), aroma terbaik pada F927 (100% belimbing wuluh), dan rasa terbaik pada F749. Secara keseluruhan, nilai hedonik tertinggi masih tergolong kurang disukai. Perlakuan terbaik adalah F749 karena memiliki kadar kuersetin tertinggi dan penilaian rasa tertinggi meskipun masih kurang disukai.

Kepustakaan

- Abidah, N. H., Pangesthi, L. T., Suhartiningsih, & Gita, M. (2020). Pengaruh Jumlah Ekstrak Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) Dan Karagenan Terhadap Sifat Organoleptik Jelly Drink Nira Siwalan (*Borassus Flabellifer* L). *Jurnal Tata Boga*, 9(2), 723.
- Agustina, E. (2017). Uji Aktivitas Senyawa Antioksidan Dari Ekstrak Daun Tiin (*Ficus Carica* Linn) Dengan Pelarut Air ., *Klorofil*, 1(1), 38–47.
- Amnestiya, P., Putra, A. Y., Sari, Y., Kimia, P., & Riau, U. I. (2023). Review : Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Dan Uji Aktivitas Antioksidan Pada Limbah Kulit Buah Indonesia Review Journal : Identification Of Secondary Metabolite Compounds. *Jurnal Kimia Mulawarman*, 20(2), 98–104.
- Anam, K. (2018). Potensi Asam Askorbat Dari Sari Buah Mengkudu (*Morinda Citrifolia*) Dan Belimbing Wulu (*Averrhoa Bilimbi*) Sebagai Penggumpal Lateks. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.
- Annissa, S., Musfiroh, I., & Indriati, L. (2019). Perbandingan Metode Analisis Instrumen Hplc Dan Uhpcl : Article Review. *Farmaka*, 17(3), 189–197.
- Ate, O. T., Putra, I. M. W. A., Kusumawati, I. G. A. W., & Nursini, N. W. (2019). Analisis Kadar Total Flavonoid Dan Fenolik Dari Ekstrak Air Kombinasi Daun Papasan (*Coccinia Grandis* L) Dan Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa Blimbi* L). *Jurnal Media Sains*, 3(2), 57–62. <https://doi.org/10.36002/Jms.V3i2.912>
- Azizah, M. N., Ningsih, A. W., & Sinaga, B. (2022). Standarisasi Simplisia Daun Kelor (*Moringa Oleifera* L.) Dari Desa Luwung Sidoarjo Dengan Menggunakan Pengeringan Food Dehydrator. *Jurnal Penelitian Farmasi & Herbal*, 5(1), 76–85. <https://doi.org/10.36656/Jpfh.V5i1.1034>
- Budiandari, R.U., Azizah, I.N., Nurbaya, S. . (2024). Karakteristik Organoleptik Minuman Buah Naga Merah (*Hylocereus Polyrhizus*) Metode Osmosis. *Journal Of Food Safety And Processing Technology (Jfspt)*, 1(2), 51. <https://doi.org/10.30587/Jfspt.V1i2.7071>
- Cahyaning, R.U., Sinta, H. F. (2024). Pengaruh Penambahan Ekstrak Lemon (*Citrus Limon*) Terhadap Karakteristik Minuman Bunga Telang (*Clitoria Ternatea*). *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 3(5), 553–
Journal of Food Safety and Processing Technology (JFSPT)

566. <https://doi.org/10.55123/insologi.v3i5.4209>
- Diana, L.Y.H., Sri, N.A., Novenda, A. B. (2022). Karakteristik Sistem Niosom Dengan Variasi Span 60 Menggunakan Quercetin Sebagai Model Obat Characteristics Of Niosom System With Variation Span 60 As Quercetin Drug Model. *Jurnal Farmasi Tinctura*, 3(2), 84–91.
- Donald John Calvin Hutabarat, And I. (2021). Chemical And Physical Characteristics Of Fermented Beverages From Plant-Based Milk With The Addition Of Butterfly Pea Flower (Clitoria Ternatea L .) Extracts Chemical And Physical Characteristics Of Fermented Beverages From Plant-Based Milk With The Addi. *Earth And Environmental Science*, 749, 13. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/794/1/012140>
- Ernaningtyas, N., Wahjuningsih, S. B., & Haryati, S. (2020). Substitusi Wortel (Daucus Carota L.) Dan Tepung Mocaf (Modified Cassava Flour) Terhadap Sifat Fisikokimia Dan Organoleptik Mie Kering. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian*, 15(2), 23. <https://doi.org/10.26623/jtphp.v15i2.2662>
- Fatmawati, A., & Aji, N. P. (2019). Penetapan Kadar Flavonoid Total Ekstrak Etanol Daun Kelor (Moringa Oleifera Lam) Dengan Metode Kromatografi Lapis Tipis Densitometri. *Proceedings Of The Conference Maternal Healthcare And Pharmacy*, 1–7.
- Friskilla, Y., & Rahmawati, R. (2018). Pengembangan Minuman Teh Hitam Dengan Daun Kelor (Moringa Oleifera L) Sebagai Minuman Menyegarkan. *Jurnal Industri Kreatif Dan Kewirausahaan*, 1(1), 23–32. <https://doi.org/10.36441/kewirausahaan.v1i1.53>
- H. Wahyudi, A. Mustofa, Y. W. (2019). Aktivitas Antioksidan Teh Daun Kelor (Moringa Oleifera) -Rosela (Hibiscus Sabdariffa L) Dengan Variasi Lama Pengeringan. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 3(2), 6–12. <https://doi.org/10.33061/jitipari.v3i2.2692>
- Indriastuti, M., Harun, N., Oktapiana Rismaya, Nia Kurniasih, Anna L Yusuf, & David Nugraha. (2023). Variasi Formula Sediaan Facemist Ekstrak Etanol Daun Kelor (Moringa Oleifera L.) Dan Pengaruhnya Pada Peningkatan Kelembaban Wajah. *Medical Sains : Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, 8(1), 215–228. <https://doi.org/10.37874/ms.v8i1.655>
- Ismail. (2015). Faktor Yang Mempengaruhi Keputusan Masyarakat Memilih Obat Tradisional Di Gampong Lam Ujong. *Idea Nursing Journal*, 6(1), 7–14.
- Kisno Saputri, R., Akhmad Al-Bari, & Pitaloka, R. I. K. (2021). Daya Terima Konsumen Terhadap Jelly Drink Belimbing Wuluh. *Teknologi Pangan : Media Informasi Dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 12(1), 131–139. <https://doi.org/10.35891/tp.v12i1.2244>
- Kusmiyati, M., Sudaryat, Y., Rismiarti, Z., & Sari, E. D. (2023). Uji Aktivitas Ekstrak Daun Dan Buah Belimbing Wuluh (Averrhoa Bilimbi) Sebagai Antidiabetes Melalui Inhibisi A-Amilase. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, 15(1), 163–171.
- Lisnawati, N., Prayoga, T. (2020). Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (Averrhoa Bilimbi L). In *Jakad Media Publishing Surabaya*.
- Mei Sarah Purba, Y., Yudasrini, N. L. A., & Nocianetri, K. A. (2021). Pengaruh Suhu Dan Lama Pengeringan Terhadap Karakteristik Teh Herbal Matcha Daun Tenggulun (Protium Javanicum Burm.F.). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (Itepa)*, 10(3), 400. <https://doi.org/10.24843/itepa.2021.v10.i03.p08>
- Monica, S. R. (2019). Analisis Kadar Kuersetin Pada Sari Perasan Buah Bligo (Benincasa Hispida) Dengan Metode High Performance Liquid Chromatography (Hplc). *Karya Tulis Ilmiah Program Studi Diii Farmasi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional Surakarta*, 01–31.
- Muhamad, N., Muhmed, S. A., Yusoff, M. M., & Gimbin, J. (2014). Influence Of Solvent Polarity And Conditions On Extraction Of Antioxidant, Flavonoids And Phenolic Content From Averrhoa Bilimbi. *Journal Of Food Science And Engineering*, 4(January), 255–260. <https://doi.org/10.17265/2159-5828/2014.05.006>
- Murhadi, Eriska, S., Nur, M., & Rizal, S. (2023). Pengaruh Penambahan Daun Mint (Mentha Piperita L.) Dan Daun Stevia (Stevia Rebaudiana) Terhadap Karakteristik Sensori Teh Celup Daun Kelor (Moringa Oleifera). *Jurnal Agroindustri Berkelanjutan*, 2(2), 264–271.

- Nadia, P.D., Dessy,A., Ade, T. V. (2020). Identifikasi Kuarsetin Dengan Teknik Klt Dan Hplc Pada Aloe Vera Barbadensis Miller Identification Of Quarcetine With Tlc And Hplc Techniques At Aloe Vera Barbadensis Miller. *Jurnal Kesehatan Medika Saintika*, 11(2), 5. [Http://Dx.Doi.Org/10.30633/Jkms.V11i1.621](http://Dx.Doi.Org/10.30633/Jkms.V11i1.621)
- Nugraha, S. A., Sudiatmi, T., & Suswandari, M. (2020). Jurnal Inovasi Penelitian. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(3), 266–267.
- Pangestuty, A. (2016). Uji Aktivitas Antioksidan Dan Penetapan Kadar Fenolik Total Fraksi Etil Asetat Ekstrak Etanol Buah Buni [Antidesma Bunius L. (Spreng)] Dengan Metode 2,2–Difenil-1-Pikrilhidrazil (Dpph) Dan Metode Folin-Ciocalteu. *Skripsi Program Studi Farmasi Fakultas Farmasi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta*, 01–123.
- Pradana, D. L. C., & Wulandari, A. A. (2019). Uji Total Flavonoid Dari Ekstrak Air Aun Kelor (Moringa Oleifera) Dan Secang (Caesalpinia Sappan L.). *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*, 2(2), 271–277. [Https://Doi.Org/10.36387/Jifi.V2i2.407](https://doi.org/10.36387/jifi.v2i2.407)
- Rahim, A. R., S.P, A. S., Z.K, D. D., T, E. A., Fidda R, S., & H, M. R. A. (2022). Modifikasi Herbal Drink Dari Optimasi Kelor (Moringa Oleifera), Seledri (Apium Graveolens) Dan Rosela (Hibiscus Sabdariffa) Dengan Metode Infusa Di Desa Sidokelar. *Dedikasimu : Journal Of Community Service*, 4(1), 35. [Https://Doi.Org/10.30587/Dedikasimu.V4i1.3788](https://doi.org/10.30587/Dedikasimu.V4i1.3788)
- Riskesdas. (2018). Laporan Riskesdas 2018 Nasional. *Lembaga Penerbit Balitbangkes*, Hal 156. [Https://Repository.Badankebijakan.Kemkes.Go.Id/Id/Eprint/3514/1/Laporan Riskesdas 2018 Nasional.Pdf](https://repository.badankebijakan.kemkes.go.id/Id/Eprint/3514/1/Laporan_Riskesdas_2018_Nasional.Pdf)
- Rosyidah, D., Prayitno, S.A., Rahma, A. (2023). Kualitas Sensorik Dan Kimia Minuman Fungsional Berbasis Daun Melinjo Dengan Penambahan Daun Mint Dan Lemon. *Journal Of Food Safety And Processing Technology*, 1(1), 21–27.
- 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](https://doi.org/10.33751/Jf.V10i2.2154)
- Safira, A. (2024). Analisis Karakteristik Seduhan Teh Herbal Kombinasi Daun Mint (Mentha Piperita L.) Dan Daun Kelor (Moringa Oleifera) Dengan Lama Pengeringan Yang Berbeda. *Jurnal Ilmiah Sains Dan Teknologi (Santek)*. 2024 Jun 18;1(1). 1(1), 56–75.
- Sagala, R. M. B., Luluhan, L., & Koapaha, T. (2017). Pengaruh Lama Pengeringan Terhadap Karakteristik Kimia Dan Tingkat Kesukaan Manisan Kering Kulit Jeruk (Citrus Reticulata). 1(2004), 2234–2239. [Https://Doi.Org/10.16285/J.Rsm.2007.10.006](https://doi.org/10.16285/J.Rsm.2007.10.006)
- Saraswati, R. A., & Setyaningsih, E. (2018). Potensi Tanaman Belimbing Wuluh (Averrhoa Bilimbi) Terhadap Beberapa Penyakit Pada Sistem Cardiovascular. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi Dan Saintek Iii*, Pp 155-160.
- Sebayang, N. S., Kartini, S. G., & Siahaan, S. (2018). Mutu Rendemen Dan Uji Organoleptik Tepung Cabai (Capsicum Annuum L.). *Prosiding Seminar Nasional Biotik 2018*, 569–578.
- Sholehah, L., Listyawati, S., & Nurudhin, A. (2022). Flavonoid Content Combination Of Averrhoa Bilimbi L And Phaleria Macrocarpa Fruit Extract As Chemoprevention Agent Against Covid-19. *Jurnal Aisyah : Jurnal Ilmu Kesehatan*, 7(S1), 213–218. [Https://Doi.Org/10.30604/Jika.V7is1.1077](https://doi.org/10.30604/Jika.V7is1.1077)
- Subedi, L., Timalšana, S., Duwadi, P., Thapa, R., Paudel, A., & Parajuli, K. (2014). Antioxidant Activity And Phenol And Flavonoid Contents Of Eight Medicinal Plants From Western Nepal. *Journal Of Traditional Chinese Medicine*, 34(5), 584–590. [Https://Doi.Org/10.1016/S0254-6272\(15\)30067-4](https://doi.org/10.1016/S0254-6272(15)30067-4)
- Sukmawati, S., Widiastuti, H., & Miftahuljanna, M. (2019). Analisis Kadar Kuersetin Pada Ekstrak Etanol Daun Miana (Plectrantu Scutellarioides Sesecara Hplc. *Jurnal Ilmiah As-Syifaa*, 11(1), 38–44.
- Suriawati, J., & Siti Rahayu Rachmawati. (2023). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Kelor Metode Dpph Dan Frap Sebagai Sediaan Obat Dan Makanan. *Medical Sains : Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, 8(1), 253–262. [Https://Doi.Org/10.37874/Ms.V8i1.512](https://doi.org/10.37874/Ms.V8i1.512)
- Susanty, S., Yudistirani, S. A., & Islam, M. B. (2019). Metode Ekstraksi Untuk Perolehan Kandungan Flavanoid Tertinggi Dari Ekstrak Daun Kelor (Moringa Oleifera Lam). *Jurnal Konversi*, 8(2), 31–36.

<https://jurnal.umj.ac.id/index.php/konversi/article/view/6140>

Widowati, A. N. A. (2022). Pengaruh Penambahan Kulit Buah Lemon (*Citrus Limon* (L.)) Kering Terhadap Karakteristik Organoleptik, Total Padatan Terlarut, Ph, Kandungan Vitamin C Dan Total Fenol Teh Celup Daun Kelor (*Moringa Oleifera*). *Jurnal Teknologi Pangan*, 6(1), 30–39. <https://doi.org/10.14710/jtp.2022.31639>