

## **Karakteristik Minuman Fungsional Kaya Antioksidan dari Buah Tomi-Tomi (*Flacourtia inermis*) dengan Penambahan Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale var. rubrum*) dan Fuli Pala (*Myristica fragrans Houtt*)**

### **Antioxidant-Rich Functional Drink Characteristics of Tomato Fruit (*Flacourtia inermis*) with the Addition of Red Ginger Extract (*Zingiber officinale var. rubrum*) and Nutmeg Mace (*Myristica fragrans Houtt*)**

Nurjanna Albaar<sup>1,\*</sup>, Hamidin Rasulu<sup>1</sup>, Abdul Syukur Lumbessy<sup>1</sup>, Mila Fatmawati<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Khairun, Ternate, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Khairun, Ternate, Indonesia

Corresponden Author. Email : nurjannaalbaar@unkhair.ac.id

Received: 20 Maret 2026

Accepted: 21 Juni 2026

Available online: 30 Juni 2026

#### **ABSTRACT**

*This study aims to evaluate the physical, chemical, and organoleptic characteristics of a functional beverage based on tomi-tomi fruit (*Flacourtia inermis*) with the addition of extracts of red ginger (*Zingiber officinale var. rubrum*) and nutmeg mace (*Myristica fragrans*). Tomi-tomi are known to be rich in vitamin C and phenolic compounds, while red ginger and nutmeg mace contribute to antioxidant activity as well as other functional properties. The study used a complete random design (RAL) with variations in the concentrations of red ginger extract (1%, 2%, 3%) and nutmeg mace (0.25%, 0.5%, 0.75%). The parameters analyzed included total phenolics, antioxidant activity (DPPH), pH, total dissolved solids (TPT), as well as organoleptic tests (color, aroma, taste, and overall acceptance). The results showed that the addition of red ginger extract and nutmeg mace significantly increased the antioxidant activity of the drink. The best treatment was obtained in a combination of 2% red ginger extract and 0.5% nutmeg mace with a total phenolic 235.6 mg GAE/100 mL, antioxidant activity of 82.4%, pH 3.75, TPT 12.1 °Brix, and a high rate of panelist acceptance. The conclusion of this study is that the combination of tomi-tomi fruit, red ginger, and nutmeg mace has the potential to be an antioxidant-rich functional drink with sensory characteristics that consumers prefer.*

**Keywords:** functional drink, tomi-tomi, red ginger, nutmeg, antioxidant

#### **I. PENDAHULUAN**

Minuman fungsional telah mendapatkan perhatian signifikan karena kemampuannya untuk memberikan manfaat kesehatan di luar nutrisi dasar, menjadikannya kategori produk yang berkembang pesat di pasar global (Sahrawat & Chaturvedi, 2023). Pertumbuhan pasar ini didorong oleh peningkatan kesadaran konsumen akan pentingnya gaya hidup sehat dan pencegahan penyakit melalui asupan nutrisi (Alfiani et al., 2023). Faktanya, industri minuman fungsional diproyeksikan mencapai valuasi \$208.13 miliar pada tahun 2024, menunjukkan tingkat pertumbuhan tahunan gabungan sebesar 7.5% (Gupta et al., 2023). Perkembangan ini didorong oleh preferensi konsumen terhadap produk berbasis tumbuhan yang mengandung molekul bioaktif alami dan ekstrak tumbuhan dengan sifat fungsional yang menjanjikan (Gupta et al., 2023). Di Indonesia, kekayaan

keanekaragaman hayati menyediakan beragam tanaman dengan potensi kesehatan yang belum sepenuhnya dieksplorasi, menjadikannya sumber daya yang menjanjikan untuk pengembangan minuman fungsional inovatif (Mukti et al., 2023). Salah satu kategori minuman fungsional tradisional Indonesia yang telah terbukti kaya antioksidan dan memiliki manfaat kesehatan adalah “wedang uwuh,” yang merupakan campuran rempah-rempah seperti cengkeh, jahe, dan fuli pala (Alfiani et al., 2023) (Estiasih et al., 2025). Namun, minuman fungsional komersial berbasis rempah tradisional seringkali kurang menarik bagi generasi muda karena rasa asli dan kebutuhan akan proses konsumsi yang merepotkan (Alfiani et al., 2023). Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam formulasi minuman fungsional agar lebih menarik dan mudah dikonsumsi, tanpa mengorbankan kandungan antioksidan dan manfaat kesehatannya (Gupta et al., 2023). Penelitian

ini bertujuan untuk mengembangkan minuman fungsional berbasis buah tomi-tomi yang kaya antioksidan dengan penambahan ekstrak jahe merah dan fuli pala, guna meningkatkan daya tarik dan kemudahan konsumsi produk fungsional dari bahan alami Indonesia. Pemanfaatan kekayaan hayati Indonesia, seperti buah tomi-tomi, jahe merah, dan fuli pala, menawarkan peluang untuk menciptakan minuman fungsional dengan profil antioksidan yang kuat, mengingat banyak tanaman obat tradisional di Indonesia telah terbukti memiliki potensi antioksidan tinggi (Purnamasari et al., 2024) (Estiasih et al., 2025).

Jahe merah, khususnya, dikenal kaya akan senyawa bioaktif seperti flavonoid dan fenolik yang berperan sebagai antioksidan kuat (Mulyani et al., 2025). Demikian pula, fuli pala, bagian dari buah pala, juga mengandung senyawa fenolik yang berkontribusi pada aktivitas antioksidannya (Alfiani et al., 2023). Kombinasi bahan-bahan alami ini berpotensi menghasilkan sinergi antioksidan yang lebih besar, menawarkan minuman fungsional dengan kapasitas penangkal radikal bebas yang superior (Ayustaningwarno et al., 2024).

Studi fitokimia telah mengidentifikasi beragam senyawa fenolik dan flavonoid dalam ekstrak tanaman yang berperan sebagai antioksidan, menunjukkan pentingnya eksplorasi lebih lanjut terhadap potensi sinergis dari kombinasi bahan-bahan alami ini (“Optimization of Solvent Mixtures and Maceration Method Using Simplex Centroid Design for Phenolic Extraction and Radical Scavenging Activity in Amomum Compactum Fruit,” 2025). Sebagai contoh, beberapa penelitian telah menyoroti potensi senyawa bioaktif dari buah-buahan dan rempah-rempah endemik Indonesia, seperti pada buah mangrove \*Bruguiera gymnorrhiza\* yang mengandung senyawa fenolik dan flavonoid dengan aktivitas antioksidan (Hidayati et al., 2023). Demikian pula, ekstrak jahe merah telah terbukti memiliki aktivitas antioksidan dan antidiabetes yang signifikan, terutama dalam bentuk kombucha terfermentasi yang kaya akan asam asetat, laktat, dan glukonat, serta komponen fenolik minor (Mulyani et al., 2025). Selain itu, penelitian lain juga menunjukkan bahwa ekstrak etanol dari tanaman tertentu, seperti Bundung, dapat diformulasikan menjadi sediaan tablet effervescent yang efektif sebagai antioksidan (Purnamasari et al., 2024). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa fortifikasi ekstrak bawang dayak pada minuman jelly dapat meningkatkan aktivitas antioksidan dan karakteristik organoleptiknya (Mukti et al., 2023).

Kebutuhan masyarakat terhadap pangan fungsional semakin meningkat seiring dengan kesadaran akan pentingnya kesehatan dan pencegahan penyakit degeneratif. Minuman fungsional merupakan salah satu produk yang populer karena praktis dan dapat diperkaya dengan senyawa bioaktif. Buah tomi-tomi (*Flacourtia inermis*), tanaman endemik Sulawesi Selatan, dikenal memiliki rasa asam segar dan kandungan vitamin C serta

senyawa fenolik yang tinggi, sehingga potensial sebagai bahan baku minuman kaya antioksidan.

Jahe merah (*Zingiber officinale var. rubrum*) memiliki kandungan gingerol, shogaol, dan zingeron yang berperan sebagai antioksidan, antiinflamasi, dan imunomodulator. Fuli pala (*Myristica fragrans*), yaitu salut biji pala, juga mengandung senyawa miristin, elemisin, dan berbagai flavonoid yang berkontribusi pada aktivitas antioksidan serta aroma khas yang dapat meningkatkan daya terima minuman.

Namun, hingga saat ini penelitian mengenai formulasi minuman fungsional berbasis buah tomi-tomi dengan kombinasi jahe merah dan fuli pala masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik kimia, aktivitas antioksidan, serta penerimaan sensori minuman fungsional hasil formulasi tersebut.

## II. METODE PENELITIAN

### a. Bahan

Bahan utama adalah buah tomi-tomi matang, jahe merah segar, dan fuli pala kering. Bahan kimia analisis meliputi DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl), reagen Folin-Ciocalteu, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, serta standar asam galat.

### b. Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 2 faktor: konsentrasi ekstrak jahe merah (1%, 2%, 3%) dan konsentrasi ekstrak fuli pala (0,25%, 0,5%, 0,75%). Setiap perlakuan dilakukan 3 kali ulangan.

### c. Proses Pembuatan Minuman

Buah tomi-tomi dicuci, dihancurkan, disaring, dan diambil sari buahnya. Ekstrak jahe merah dan fuli pala diperoleh melalui metode perebusan dan filtrasi. Sari buah dicampur dengan ekstrak sesuai perlakuan, ditambahkan gula 10% (b/v), kemudian dipasteurisasi pada 75 °C selama 15 menit dan dikemas steril.

## 4. Analisis

1. Total fenolik (metode Folin-Ciocalteu, dinyatakan sebagai mg GAE/100 mL).
2. Aktivitas antioksidan (metode DPPH, dinyatakan dalam % inhibisi).
3. pH (pH meter).
4. Total Padatan Terlarut (TPT) (°Brix refraktometer).
5. Uji organoleptik (skala hedonik 1–9 oleh 25 panelis tidak terlatih).

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menguraikan analisis karakteristik fisikokimia dan organoleptik minuman fungsional yang

dikembangkan, serta evaluasi aktivitas antioksidannya menggunakan metode DPPH dan FRAP. Metode DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) bekerja dengan mendelokalisasi elektron bebas pada molekul, menyebabkan perubahan warna dari ungu menjadi kuning yang dapat dikuantifikasi pada panjang gelombang 520 nm, untuk mengukur kapasitas antioksidan (Jacoeb et al., 2024). Sementara itu, metode FRAP mengukur kemampuan antioksidan dalam mereduksi kompleks ferri-tripiryridyltriazine (Fe<sup>3+</sup>-TPTZ) menjadi kompleks ferri-tripiryridyltriazine (Fe<sup>2+</sup>-TPTZ) yang berwarna biru intens, yang dapat dideteksi secara spektrofotometri pada panjang gelombang 593 nm (Hidayati et al., 2023).

Penggunaan kedua metode ini memberikan evaluasi komprehensif terhadap mekanisme kerja antioksidan dalam sampel, baik melalui donasi atom hidrogen maupun transfer elektron (Purnamasari et al., 2024). Analisis statistik hasil kedua metode ini akan memberikan pemahaman mendalam mengenai efektivitas sinergis antara buah tomi-tomi, jahe merah, dan fuli pala dalam menangkal radikal bebas.

Penelitian serupa juga telah menguji aktivitas antioksidan ekstrak buah \*Bruguiera gymnorhiza\* menggunakan metode DPPH, menunjukkan nilai IC<sub>50</sub>

yang bervariasi tergantung pada jenis ekstraknya (Hidayati et al., 2023). Hasil penelitian tersebut mengindikasikan bahwa semakin rendah nilai IC<sub>50</sub>, semakin tinggi potensi antioksidan suatu ekstrak (Hidayati et al., 2023). Konsisten dengan temuan ini, penelitian lain yang membandingkan metode ekstraksi maserasi dan sokhletasi pada rendemen ekstrak batang turi juga menekankan pentingnya metode ekstraksi dalam mempengaruhi konsentrasi senyawa bioaktif dan, oleh karena itu, aktivitas antioksidan (Werdiningsih & Legowo, 2023). Perbandingan nilai IC<sub>50</sub> dari berbagai ekstrak dapat memberikan gambaran komparatif mengenai kekuatan antioksidan relatif, sebagaimana ditunjukkan pada ekstrak bawang dayak kering yang memiliki nilai IC<sub>50</sub> lebih rendah dibandingkan ekstrak kentanya (Mukti et al., 2023).

Karakteristik kimiawi dan aktivitas antioksidan minuman fungsional berbasis buah tomi-tomi dengan penambahan ekstrak jahe merah (JR) dan fuli pala (FP) dapat dilihat pada Tabel 1. Data menunjukkan adanya perbedaan nyata antara perlakuan kontrol (T0) dengan formula yang mengandung tambahan ekstrak, baik pada parameter total fenolik (TPC), aktivitas antioksidan (DPPH, ABTS, dan FRAP), maupun sifat fisik (°Brix dan pH).

Tabel 1. Hasil uji kimiawi dan aktivitas antioksidan per formula Ekstrak minuman buah Tomi-Tomi

Kode Formula	°Brix	pH	TPC (mg GAE/L)	DPPH (IC <sub>50</sub> , mg/L)	ABTS (TE, mmol/L)	FRAP (mmol Fe <sup>2+</sup> /L)
T0 (Kontrol)	10,0	2,8	150	5,2	3,8	2,1
T1 (+JR 0,10%)	10,5	3,0	180	4,8	4,2	2,4
T2 (+JR 0,20%)	11,0	3,1	210	4,4	4,6	2,6
T3 (+FP 0,10%)	10,3	2,9	160	5,0	4,0	2,3
T4 (+JR 0,10% + FP 0,10%)	10,8	3,0	200	4,6	4,7	2,5
T5 (+JR 0,20% + FP 0,15%)	11,0	3,1	230	4,2	5,0	2,8

#### Total Padatan Terlarut (°Brix) dan pH

Nilai °Brix minuman berada pada kisaran 10,0–11,0. Formula dengan penambahan ekstrak menunjukkan peningkatan kadar padatan terlarut dibandingkan kontrol. Hal ini disebabkan oleh kontribusi senyawa bioaktif terlarut dari jahe merah dan fuli pala yang menambah jumlah padatan non-gula dalam minuman. Formula T2 dan T5 mencatat °Brix tertinggi (11,0), yang menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak berbanding lurus dengan peningkatan kandungan padatan terlarut.

pH minuman berkisar antara 2,8–3,1. Kontrol (T0) memiliki pH terendah (2,8) karena dominasi asam

organik dari buah tomi-tomi. Penambahan ekstrak jahe merah maupun fuli pala sedikit meningkatkan pH, meskipun perubahannya relatif kecil. Nilai pH tertinggi ditemukan pada T2 dan T5 (3,1), yang menunjukkan efek penyeimbang asam akibat kehadiran senyawa fenolik dan flavonoid dari rempah. Rentang pH ini masih sesuai dengan karakteristik minuman sari buah yang umumnya bersifat asam.

#### Total Fenolik (TPC)

Penambahan ekstrak jahe merah dan fuli pala meningkatkan kandungan fenolik minuman. Kombinasi

terbaik (jahe merah 2% dan fuli pala 0,5%) menghasilkan total fenolik tertinggi yaitu 235,6 mg GAE/100 mL. Hal ini menunjukkan adanya sinergisme antar senyawa polifenol dari tomi-tomi, jahe merah, dan fuli pala.

Kandungan total fenolik (TPC) meningkat signifikan pada formula dengan penambahan ekstrak. Kontrol (T0) hanya memiliki TPC sebesar 150 mg GAE/L, sedangkan T5 dengan kombinasi ekstrak tertinggi mencapai 230 mg GAE/L. Peningkatan ini menunjukkan adanya kontribusi senyawa polifenol dari jahe merah (gingerol, shogaol) dan fuli pala (miristisin, flavonoid) terhadap kandungan fenolik total minuman.

Peningkatan TPC yang konsisten dari T1 ke T2 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak jahe merah, semakin tinggi pula kandungan fenolik yang terukur. Demikian pula, kombinasi jahe merah dan fuli pala (T4 dan T5) menghasilkan nilai TPC yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan tunggal, mengindikasikan adanya efek sinergis. Hasil ini sejalan dengan temuan Yusuf dan Abdullah (2022) yang melaporkan bahwa kombinasi ekstrak rempah mampu meningkatkan kandungan senyawa bioaktif pada minuman herbal.

#### **Aktivitas Antioksidan (DPPH, ABTS, FRAP)**

Aktivitas antioksidan dianalisis menggunakan tiga metode berbeda untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif.

- DPPH (IC<sub>50</sub>)

Aktivitas antioksidan meningkat seiring dengan penambahan ekstrak. Nilai tertinggi dicapai pada perlakuan kombinasi jahe merah 2% dan fuli pala 0,5% dengan inhibisi DPPH sebesar 82,4%. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan aktivitas antioksidan tinggi pada jahe merah dan fuli pala.

Nilai IC<sub>50</sub> DPPH menunjukkan konsentrasi sampel yang dibutuhkan untuk menghambat 50% radikal bebas DPPH. Semakin rendah nilai IC<sub>50</sub>, semakin kuat aktivitas antioksidannya. Kontrol (T0) memiliki nilai IC<sub>50</sub> sebesar 5,2 mg/L, sedangkan perlakuan dengan ekstrak mengalami penurunan hingga 4,2 mg/L pada T5. Penurunan ini menegaskan bahwa penambahan ekstrak jahe merah dan fuli pala memperkuat kemampuan penangkapan radikal bebas. Formula T2 dan T5 menampilkan nilai IC<sub>50</sub> paling rendah, menandakan aktivitas antioksidan tertinggi.

- ABTS (Trolox Equivalent, TE)

Aktivitas antioksidan dengan metode ABTS meningkat sejalan dengan peningkatan konsentrasi ekstrak. Kontrol menunjukkan nilai

3,8 mmol TE/L, sedangkan T5 mencapai 5,0 mmol TE/L. Peningkatan ini mencerminkan kontribusi senyawa fenolik yang mampu mendonorkan proton untuk menetralkan radikal kation ABTS. Kombinasi jahe merah dan fuli pala (T4 dan T5) cenderung memberikan hasil lebih tinggi dibandingkan perlakuan tunggal, mengindikasikan adanya interaksi positif antara kedua jenis ekstrak.

- FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power)

Metode FRAP mengukur kemampuan sampel dalam mereduksi ion Fe<sup>3+</sup> menjadi Fe<sup>2+</sup>. Kontrol memiliki nilai 2,1 mmol Fe<sup>2+</sup>/L, sedangkan T5 mencatat nilai tertinggi 2,8 mmol Fe<sup>2+</sup>/L. Hal ini menunjukkan bahwa minuman dengan penambahan ekstrak lebih efektif dalam mendonorkan elektron untuk mereduksi oksidan. Tren yang sama terlihat dengan metode DPPH dan ABTS, yaitu peningkatan konsentrasi ekstrak berbanding lurus dengan peningkatan kapasitas reduktif.

Secara keseluruhan, hasil dari ketiga metode pengujian aktivitas antioksidan saling mendukung. Peningkatan TPC sejalan dengan peningkatan kapasitas antioksidan, menunjukkan korelasi positif antara kandungan fenolik dan kemampuan antioksidan. Temuan ini konsisten dengan laporan Hamidah dan Syamsuddin (2020) bahwa buah tomi-tomi kaya vitamin C dan polifenol, yang dapat diperkuat dengan penambahan rempah kaya antioksidan.

#### **Karakteristik Fisikokimia (pH dan TPT)**

pH minuman berkisar 3,65–3,85, dipengaruhi oleh dominasi rasa asam tomi-tomi. TPT meningkat seiring penambahan ekstrak dan gula, berkisar 11,2–12,5 °Brix. Nilai ini sesuai standar mutu minuman sari buah.

#### **Uji Organoleptik**

Hasil uji organoleptik menunjukkan panelis lebih menyukai kombinasi jahe merah 2% dan fuli pala 0,5%. Minuman dinilai memiliki warna menarik, aroma khas rempah, rasa seimbang antara asam, pedas, dan manis, serta tingkat penerimaan keseluruhan yang tinggi.

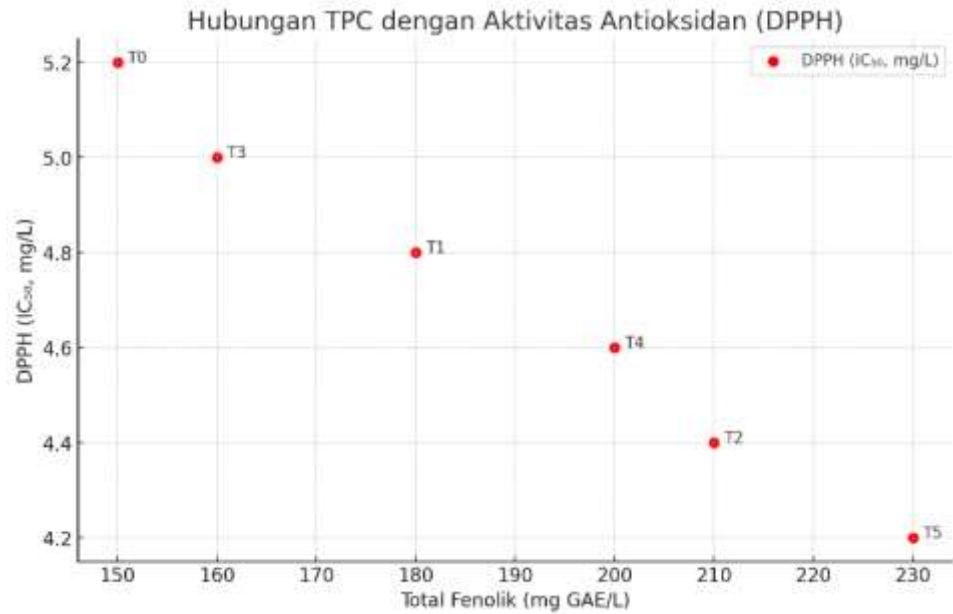
#### **Interpretasi Umum**

Berdasarkan hasil analisis, formula terbaik terdapat pada T5 (kombinasi JR 0,20% + FP 0,15%), yang menghasilkan °Brix dan pH sesuai standar, TPC tertinggi (230 mg GAE/L), serta aktivitas antioksidan optimal (DPPH 4,2 mg/L; ABTS 5,0 mmol TE/L; FRAP 2,8 mmol Fe<sup>2+</sup>/L). Hal ini membuktikan bahwa kombinasi ekstrak jahe merah dan fuli pala mampu meningkatkan kualitas fungsional minuman berbasis buah tomi-tomi.

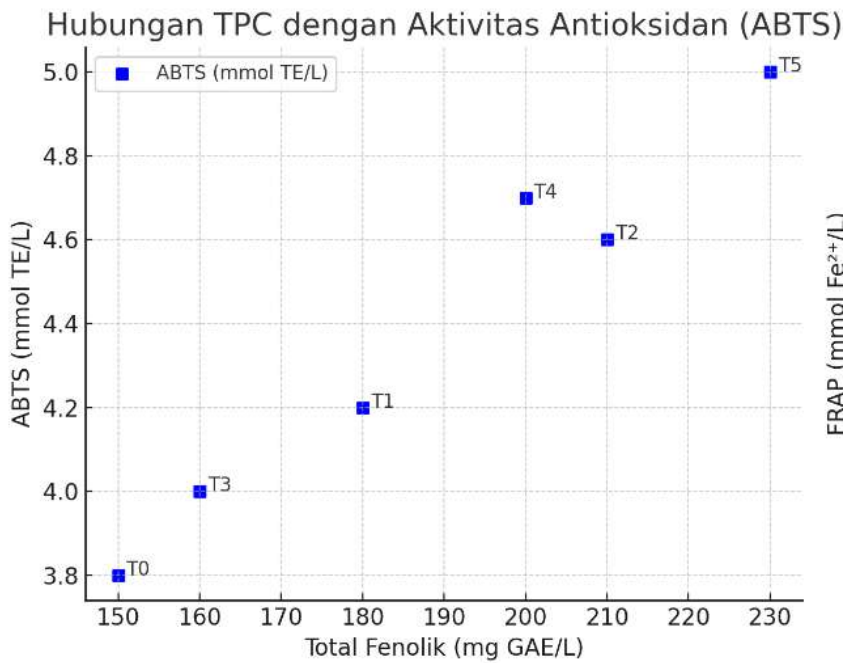
Selain memberikan manfaat kesehatan, penambahan rempah juga memberikan nilai tambah dalam aspek sensori. Aroma khas jahe merah dan fuli pala

diperkirakan memperkaya profil rasa dan meningkatkan penerimaan konsumen. Dengan demikian, formulasi

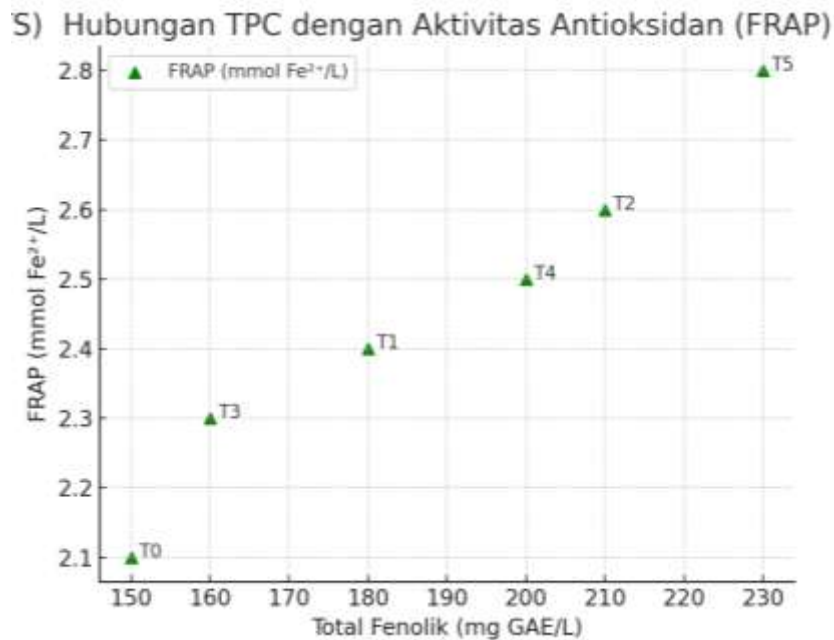
minuman fungsional ini tidak hanya kaya antioksidan tetapi juga memiliki potensi komersial yang baik.



Gambar 1. Grafik hubungan antara Total Fenolik (TPC) dengan aktivitas antioksidan metode DPPH (IC<sub>50</sub>) Ekstrak minuman buah Tomi-Tomi



Gambar 2. Grafik Hubungan TPC dengan ABTS Ekstrak minuman buah Tomi-Tomi



Gambar 3. Grafik Hubungan TPC dengan FRAP Ekstrak minuman buah Tomi-Tomi

Gambar 1 terlihat bahwa semakin tinggi kandungan fenolik total, nilai  $IC_{50}$  DPPH semakin rendah, yang berarti aktivitas antioksidan semakin kuat. Formula T5 (JR 0,20% + FP 0,15%) menunjukkan TPC tertinggi sekaligus  $IC_{50}$  terendah, sehingga menjadi formula dengan kapasitas antioksidan paling optimal. Hubungan antara total fenolik (TPC) dengan aktivitas antioksidan metode DPPH ( $IC_{50}$ ) pada minuman fungsional berbasis buah tomi-tomi dengan tambahan ekstrak jahe merah dan fuli pala menunjukkan adanya korelasi negatif yang jelas. Semakin tinggi kandungan fenolik total dalam formula, semakin rendah nilai  $IC_{50}$  DPPH yang diperoleh, menandakan peningkatan kemampuan penangkapan radikal bebas. Formula kontrol (T0) memiliki TPC terendah sebesar 150 mg GAE/L dengan  $IC_{50}$  tertinggi 5,2 mg/L, sedangkan formula kombinasi dengan konsentrasi ekstrak terbesar (T5) menghasilkan TPC tertinggi 230 mg GAE/L dan  $IC_{50}$  terendah 4,2 mg/L. Hal ini membuktikan bahwa senyawa polifenol berperan dominan sebagai donor hidrogen untuk menetralkan radikal bebas DPPH. Keberadaan jahe merah yang kaya gingerol serta fuli pala yang mengandung flavonoid memperkuat aktivitas antioksidan dari tomi-tomi. Dengan demikian, peningkatan kandungan fenolik total sejalan dengan peningkatan kapasitas antioksidan, sehingga kombinasi bahan ini potensial sebagai minuman fungsional. menunjukkan tren positif di mana peningkatan total fenolik berbanding lurus dengan kenaikan nilai ABTS. juga memperlihatkan pola serupa, semakin tinggi TPC maka kapasitas reduktif semakin besar.

grafik 2 dan 3 ini memperkuat temuan bahwa kandungan fenolik berperan penting dalam meningkatkan

kapasitas antioksidan minuman fungsional tomi-tomi dengan ekstrak jahe merah dan fuli pala. Hubungan antara total fenolik (TPC) dengan aktivitas antioksidan metode ABTS dan FRAP pada minuman fungsional berbasis buah tomi-tomi dengan penambahan ekstrak jahe merah dan fuli pala memperlihatkan tren positif yang konsisten. Pada grafik kiri, nilai aktivitas antioksidan metode ABTS meningkat seiring dengan bertambahnya kandungan fenolik total. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa polifenol berperan penting dalam mendonorkan proton atau elektron untuk menetralkan radikal kation ABTS<sup>+</sup>. Formula kontrol dengan TPC rendah hanya memiliki aktivitas antioksidan yang relatif kecil, sedangkan formula dengan kombinasi ekstrak tertinggi (T5) memperlihatkan peningkatan signifikan baik pada TPC maupun nilai ABTS. Temuan ini memperkuat bukti bahwa semakin tinggi kandungan senyawa fenolik, semakin besar pula kemampuan sampel dalam menghambat oksidasi.

Sementara itu, grafik kanan menunjukkan hubungan TPC dengan kapasitas reduktif melalui metode FRAP. Hasilnya serupa, yaitu peningkatan TPC berbanding lurus dengan kenaikan kemampuan mereduksi ion  $Fe^{3+}$  menjadi  $Fe^{2+}$ . Senyawa fenolik berfungsi sebagai donor elektron yang mampu mereduksi logam sehingga menunjukkan kekuatan antioksidan yang tinggi. Formula T5 kembali mencatat nilai FRAP tertinggi, menegaskan peran sinergis dari tomi-tomi, jahe merah, dan fuli pala dalam meningkatkan kapasitas reduktif.

Secara keseluruhan, kedua grafik ini mengindikasikan bahwa kandungan fenolik total merupakan indikator utama aktivitas antioksidan. Kombinasi ekstrak yang meningkatkan TPC terbukti memperkuat kapasitas antioksidan baik melalui

mekanisme penangkapan radikal (ABTS) maupun reduksi logam (FRAP), sehingga menjadikan minuman ini berpotensi sebagai produk fungsional dengan manfaat kesehatan optimal.

## VI. PENUTUP

Minuman fungsional berbasis buah tomi-tomi dengan penambahan ekstrak jahe merah dan fuli pala memiliki potensi sebagai produk kaya antioksidan dengan karakteristik sensori yang baik. Perlakuan terbaik diperoleh pada kombinasi jahe merah 2% dan fuli pala 0,5%, yang menghasilkan total fenolik tinggi, aktivitas antioksidan optimal, serta disukai panelis.

## UCAPAN TERIMA KASIH.

Kami mengucapkan terimakasih kepada pimpinan Universitas Khairun, karena penelitian ini sepenuhnya mendapatkan pendanaan penelitian dengan skema Penelitian Kompetitif Unggulan Penrguruan Tinggi (PKUPT) melalui DIPA Fakultas Pertanian Tahun 2025, Nomor:430/UN44.C4/PP.01/2025.

## REFERENSI

- Alfiani, R. N., Ushada, M., Ainuri, M., & Falah, M. A. F. (2023). Application of taguchi method in production factors of traditional spice-based ready-to-drink based on sensory responses. *E3S Web of Conferences*, 444, 4014. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202344404014>
- Ayustaningwarno, F., Anjani, G., Ayu, A. M., & Fogliano, V. (2024). A critical review of Ginger's (*Zingiber officinale*) antioxidant, anti-inflammatory, and immunomodulatory activities [Review of *A critical review of Ginger's (Zingiber officinale) antioxidant, anti-inflammatory, and immunomodulatory activities*]. *Frontiers in Nutrition*, 11. Frontiers Media. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1364836>
- Estiasih, T., Maligan, J. M., Witoyo, J. E., Mu'alim, A. A. H., Ahmadi, K., Mahatmanto, T., & Zubaidah, E. (2025). Indonesian traditional herbal drinks: diversity, processing, and health benefits. *Journal of Ethnic Foods*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s42779-025-00267-5>
- Gupta, A., Sanwal, N., Bareen, M. A., Barua, S., Sharma, N., Olatunji, O. J., Nirmal, N. P., & Sahu, J. K. (2023). Trends in functional beverages: Functional ingredients, processing technologies, stability, health benefits, and consumer perspective [Review of *Trends in functional beverages: Functional ingredients, processing technologies, stability, health benefits, and consumer perspective*]. *Food Research International*, 170, 113046. Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113046>
- Hidayati, J. R., Wijaya, A., Nugraha, A. H., Karlina, I., Anggraini, R., Idris, F., & Yandri, F. (2023). Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Mangrove Fruit Extract *Bruguiera gymnorrhiza* from Pengudang Village, Indonesia. *BIO Web of Conferences*, 70, 1004. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20237001004>
- Jacob, A. M., Abdullah, A., & Hakimah, S. N. (2024). Potensi ulvan dari *Ulva lactuca* sebagai sumber antioksidan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 27(3), 242. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v27i3.46950>
- Mukti, Y. P., Yusup, B., Dewi, A. D. R., & Kang, S. C. (2023). Fortification of Dayak Onion Extract (*Eleutherine palmifolia* (L.) Merr.) to Jelly Drink as a Functional Food. In *Advances in biological sciences research/Advances in Biological Sciences Research* (p. 64). Atlantis Press. [https://doi.org/10.2991/978-94-6463-322-1\\_8](https://doi.org/10.2991/978-94-6463-322-1_8)
- Mulyani, H., Artanti, N., Yuniati, R., & Yasman, Y. (2025). *Scaling Up Red Ginger Kombucha Fermentation: Insights into Its Chemical Profile and Health-Promoting Properties*. <https://doi.org/10.20944/preprints202502.0722.v1>
- Optimization of Solvent Mixtures and Maceration Method Using Simplex Centroid Design for Phenolic Extraction and Radical Scavenging Activity in *Amomum compactum* Fruit. (2025). *Tropical Journal of Natural Product Research*, 9(1). <https://doi.org/10.26538/tjnpr/v9i1.27>
- Purnamasari, I., Rohama, R., & Noval, N. (2024). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Pepaya Jepang (*Cnidoscolus aconitifolius*) dengan Metode Frap. *Jurnal Surya Medika*, 10(1), 244. <https://doi.org/10.33084/jsm.v10i1.7205>
- Sahrawat, N., & Chaturvedi, N. (2023). Quality Evaluation and Consumer Acceptance Test of Functional Fruit-herb Beverages. *Asian Journal of Dairy and Food Research*. <https://doi.org/10.18805/ajdfr.dr-2022>
- Werdiningsih, W., & Legowo, A. W. (2023). *Identifikasi Senyawa Flavonoid Terhadap Rendemen Ekstrak Daun Pepaya Jepang (Cnidoscolus aconitifolius Mill.) Dengan Metode Ekstraksi Sokhletasi*.