

ANALISIS KADAR GULA TOTAL, FLAVONOID, DAN UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DARI FORMULASI BROTOWALI DENGAN APEL MANALAGI SEBAGAI MINUMAN FUNGSIONAL

Analysis of Total Sugar Content, Flavonoids, and Antioxidant Activity Test of Brotowali Formulation with Manalagi Apples as A Functional Drink

Irene Nuariza Prasetyo¹, Khoirul Anwar^{2*}

^{1,2} Program Studi Gizi, Fakultas Teknologi Pangan dan Kesehatan, Universitas Sahid, Jakarta, Indonesia
Email: khoirul_anwar@usahid.ac.id

ABSTRACT

Currently, the highest number of deaths in Indonesia is caused by non-communicable diseases. One of the non-communicable diseases is diabetes mellitus which is a metabolic disease. Efforts to prevent diabetes mellitus with non-pharmacological therapy can use plants that have the potential to have anti-diabetic effects. This study aims to make brotowali with manalagi apples as a functional drink which has potential as an antidiabetic and to determine total sugar content, flavonoids, and antioxidant activity with 3 ratios of brotowali: manalagi apple (F1 1:2, F2 1:1, and F3 2:1). This study used a completely randomized design (CRD) with 3 formulations and 3 repetitions. The statistical tests used were Analysis of Variance (ANOVA) and Duncan's Multiple Range Test (DMRT). The results showed that F1, F2, and F3 averaged total sugar content respectively 27.4%, 22.3% and 20.9%, the average of flavonoids was 41.7 mgQE/g, 48.8 mgQE/g, and 62.8 mgQE/g, and the average antioxidant activity with IC50 values were 145.5 µg/ml, 109.3 µg/ml, and 92.2 µg/ml. The best formulation of brotowali functional drink with manalagi apple is formula F3 with total sugar content of 20.9%, flavonoid content of 62.8 mgQE/g and antioxidant activity with IC50 value of 92.2 µg/ml.

Keyword: Functional drink, total sugar, flavonoid, antioxidant activity

ABSTRAK

Saat ini, kematian tertinggi di Indonesia disebabkan oleh penyakit tidak menular. Salah satu penyakit tidak menular adalah diabetes melitus yang merupakan penyakit metabolik. Upaya pencegahan diabetes melitus dengan terapi non farmakologi dapat menggunakan tanaman yang berpotensi antidiabetes. Penelitian ini bertujuan untuk membuat minuman fungsional brotowali dengan apel manalagi yang berpotensi sebagai antidiabetes dan mengetahui kadar gula total, flavonoid, dan aktivitas antioksidan dengan 3 variasi proporsi brotowali dan apel manalagi (F1 1:2, F2 1:1, dan F3 2:1). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 formula dan 3 kali pengulangan. Uji statistik yang digunakan adalah *Analysis of Variance* (ANOVA) dan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa F1, F2, dan F3 rata-rata kadar gula totalnya berturut-turut yaitu 27,4%, 22,3% dan 20,9%, rata-rata flavonoid 41,7 mgQE/g, 48,8 mgQE/g, dan 62,8 mgQE/g, serta rata-rata aktivitas antioksidan dengan nilai IC50 yaitu 145,5 µg/ml, 109,3 µg/ml, dan 92,2 µg/ml. Formula terbaik dari minuman fungsional brotowali dengan apel manalagi adalah formula F3 dengan kadar gula total 20,9%, kadar flavonoid 62,8 mgQE/g, dan aktivitas antioksidan dengan nilai IC50 92,2 µg/ml.

Kata Kunci: Minuman fungsional, total gula, flavonoid, aktivitas antioksidan



PENDAHULUAN

Kematian tertinggi di Indonesia disebabkan oleh penyakit tidak menular hingga melampaui angka kematian akibat penyakit menular (Hariawan, 2020). Salah satu dari beberapa penyakit tidak menular adalah diabetes melitus, menjadi penyakit tidak menular utama (Oktorina, *et al.*, 2019) Penyakit diabetes melitus merupakan penyakit metabolik akibat penurunan fungsi organ pankreas dalam memproduksi insulin atau menurunnya sensitivitas reseptor insulin (Lisiswanti dan Haryanto, 2017; Saviqoh *et al.*, 2021). Berdasarkan data Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) tahun 2018 terjadi peningkatan prevalensi penyakit diabetes melitus di Indonesia sebesar 1,6%. Pada tahun 2018 prevalensinya sebesar 6,9% dan pada tahun 2018 mencapai 10,9%, dan meningkat lagi berdasarkan data Survei Kesehatan Indonesia tahun 2023 yaitu sebesar 11,7% (Kemenkes, 2018; Kemenkes RI, 2023). Kenaikan prevalensi tersebut tidak sejalan dengan tujuan pembangunan berkelanjutan atau *Sustainable Development Goals* (SGDs) poin ketiga, mengenai kehidupan sehat dan sejahtera yang ditargetkan tercapai pada tahun 2030 berkurang, hingga sepertiga angka kematian dini akibat penyakit tidak menular. Berdasarkan hal

tersebut maka diperlukan pencegahan dan pengobatan penyakit tersebut (Kementerian PPN, 2020)

Upaya pencegahan dan penanggulangan diabetes dilakukan melalui terapi farmakologi dan non farmakologi. Terapi farmakologi meliputi obat-obatan dan terapi non-farmakologi meliputi modifikasi gaya hidup, utamanya dengan mengatur pola makan, salah satunya dengan memilih bahan makanan yang memiliki efek antioksidan, tinggi serat, dan indeks glikemik rendah (Fujiwara *et al.*, 2019; Setyaji dan Maharini, 2021; Fatima *et al.*, 2023; Mavroeidi *et al.*, 2024). Konsumsi pangan tradisional yang berasal dari tanaman merupakan upaya pencegahan dan penanggulangan non farmakologis yang memiliki tingkat bahaya lebih rendah dibandingkan dengan obat-obat sintetis atau kimiawi (Setyaji dan Maharini, 2021; Firdaus *et al.*, 2023).

Salah satu tanaman obat yang berasal dari Indonesia adalah Brotowali (*Tinospora Crispa*), yang digunakan sebagai obat antidiabetes dan pengendali kadar gula darah (Maylina, 2019; Pujiyanto *et al.*, 2019). Brotowali memiliki senyawa kimia aktif alkaloid, diterpenoid, flavonoid, fenol, pikoretin, palmatin, glikosida pikroretoid, dan



lignin (Desmiaty dan Tambunan, 2014; Warnis *et al.*, 2021). Kandungan flavonoid yang terdapat dalam brotowali dapat meningkatkan sensitivitas insulin dan sebagai protektif dari kerusakan sel beta pankreas penghasil insulin (Ajie, 2015; Kurniawati dan Sianturi, 2016). Selain tanaman brotowali, buah apel manalagi juga memiliki potensi sebagai antidiabetes (Authoria *et al.*, 2023).

Buah apel manalagi (*Malus Sylvestris Mill*) juga merupakan salah satu buah lokal Indonesia dan banyak dibudidayakan di daerah Malang, Jawa Timur (Rahayuningsih *et al.*, 2021). Apel manalagi mengandung antioksidan dan serat tinggi. Fungsi serat dilaporkan dapat memperlambat penyerapan glukosa dalam tubuh (Ayuhapsari *et al.*, 2018). Selain kandungan serat, apel manalagi juga memiliki indeks glikemik rendah, sehingga dapat mengontrol dan menurunkan kadar gula darah (Selfia *et al.*, 2021). Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan formula terbaik minuman fungsional brotowali dengan apel manalagi, berdasarkan kandungan gula total, flavonoid, dan aktivitas antioksidannya.

METODE

Minuman Fungsional

Minuman fungsional brotowali dengan apel manalagi dibuat dari batang

brotowali dan buah apel manalagi. Minuman fungsional brotowali dengan apel manalagi memiliki 3 konsep yang sesuai dengan kriteria pangan fungsional. Minuman fungsional brotowali dengan apel manalagi termasuk ke dalam minuman serbuk yang dikemas dengan kantong teh. Minuman fungsional brotowali dengan apel manalagi mengacu pada SNI 01-4320-1996 tentang serbuk minuman tradisional. Serbuk minuman tradisional didefinisikan sebagai produk bahan minuman berbentuk serbuk atau granula yang dibuat dari rempah-rempah dengan atau tanpa penambahan bahan makanan lain dan bahan makanan yang diizinkan (Badan Standardisasi Nasional, 1996)

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam pembuatan produk minuman dari brotowali dan apel manalagi meliputi pisau, talenan, *slicer*, oven, *miller*, loyang, plastik tahan panas dan ayakan 60 mesh. Alat yang digunakan untuk uji dan analisis kimia dari formula brotowali dan apel manalagi antara lain plat tetes, tabung reaksi, rak tabung reaksi, *beaker glass*, spektrofotometer UV-Vis, gelas ukur, kertas saring, batang pengaduk, labu ukur, timbangan, cawan porselen, *waterbath*, timbangan analitik, pipet tetes, pipet volume, gegep



kayu dan *stopwatch*.

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah brotowali dan apel manalagi yang diperoleh dari supermarket di daerah Jakarta Timur. Bahan-bahan untuk uji dan analisis kimia yaitu metanol, reagen *benedict*, serbuk Mg, HCl, anthrone, *aquadest*, H₂SO₄, NaOH, AlCl₃, larutan standar glukosa, larutan standar kuersetin, kalium asetat dan DPPH yang diperoleh dari toko bahan-bahan kimia nitra kimia Bantul.

Variabel Penelitian

Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah proporsi brotowali dan apel manalagi dalam 3 taraf dengan pengulangan sebanyak 3 kali, yaitu:

Taraf A1 = brotowali : apel manalagi = 1 : 2

Taraf A2 = brotowali : apel manalagi = 1 : 1

Taraf A3 = brotowali : apel manalagi = 2 : 1

Variabel Terikat dan Variabel Terkontrol

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah mutu minuman fungsional dari brotowali dengan apel manalagi, meliputi uji minuman fungsional brotowali dengan apel manalagi meliputi uji kadar gula total, flavonoid, dan uji

aktivitas antioksidan. Variabel terkontrol adalah variabel yang dipertahankan tetap atau tidak berubah-ubah selama melakukan penelitian. Variabel terkontrol pada penelitian ini adalah suhu pengeringan brotowali yaitu 60°C dengan waktu 6 jam, dan suhu pengeringan apel manalagi 50°C dengan waktu 24 jam.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga kali pengulangan.

Proses Pembuatan Minuman Fungsional Pembuatan Serbuk Brotowali (Kuswati, *et al.*, 2017; Roestamadji *et al.*, 2017)

Pembuatan serbuk brotowali diawali dari sortasi dengan memilih batang yang memiliki kriteria tidak terlalu tua dan tidak terlalu muda serta tidak rusak. Kemudian dilakukan pencucian dan penirisan. Setelah itu dipotong tipis-tipis dan dilakukan pengeringan pada oven dengan suhu dan waktu yang telah ditentukan. Kemudian dihaluskan dengan *miller* dan diayak dengan ayakan 60 mesh.

Pembuatan Serbuk Apel Manalagi (Ayuhapsari, *et al.*, 2018; Yuliwar, 2018)



Pembuatan serbuk apel manalagi diawali dari sortasi dengan memilih buah dalam kondisi baik dan tidak busuk, serta dihilangkan bijinya. Kemudian dilakukan pencucian dan penirisan. Setelah itu dipotong tipis-tipis dengan menggunakan *slicer* dan dilakukan pengeringan pada oven dengan suhu dan waktu yang telah ditentukan. Kemudian dihaluskan dengan *miller* dan diayak dengan ayakan 60 mesh.

Pembuatan Minuman Fungsional Brotowali dengan Apel Manalagi

Pembuatan minuman fungsional brotowali dengan apel manalagi adalah dengan mencampurkan kedua serbuk masing-masing bahan sesuai dengan formulasi yang telah ditentukan, kemudian dimasukkan ke dalam kemasan dengan berat 2 g/ kemasan.

Teknik Pengujian

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini meliputi analisis kadar flavonoid, analisis kadar gula total, dan uji aktivitas antioksidan. Analisis kadar gula total dan kadar flavonoid menggunakan uji kualitatif dan kuantitatif sedangkan uji aktivitas antioksidan menggunakan uji kuantitatif.

Analisis Kadar Flavonoid (Fitriyah *et al.*, 2019; Pauner dan Hamzah, 2022)

Masing-masing sampel ditimbang sebanyak 10 mg, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml. Lalu ditambahkan etanol 96% sebanyak 10 ml (larutan 1000 mg/l). Dipipet sebanyak 0,5 ml dari larutan. Dimasukkan ke dalam labu ukur 5 ml dan ditambahkan etanol 96% sebanyak 1,5 ml, aluminium klorida (AlCl₃) 10% sebanyak 0,1 ml, kalium asetat 1M sebanyak 0,1 ml, dan ditambahkan *aquadest* sebanyak 2,8 ml kemudian diinkubasi selama 30 menit dengan suhu 25°C dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 431 nm menggunakan spektrofotometri UV-Vis.

Analisis Kadar Gula Total (Pudyasmorowati, 2019; Galung, 2021)

Larutan diambil 1 ml ke dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan 5,0 ml pereaksi anthrone, ditutup dan dicampur secara merata. Setelah tercampur merata dipanaskan dalam penangas air 100°C selama waktu *operating time* yang diperoleh. Didinginkan selama 1 menit dan dibaca absorbansinya pada panjang gelombang maksimum. Data berupa absorbansi dan konsentrasi sampel, kemudian dimasukkan dalam persamaan regresi linier kemudian diketahui nilai a, b, r².



Nilai r harus mendekati ± 1 agar kurva yang dihasilkan linier, r yang baik yaitu 0,999 artinya korelasi yang sangat kuat diantara dua variabel, yaitu variabel X sebagai konsentrasi dan variabel Y sebagai absorbansi (Riyanto, 2011). Kadar gula dihitung dengan rumus:

$$y = bx + a$$

x : konsentrasi (ppm)

y : absorbansi

b : koefisien regresi

a : tetapan regresi

Uji Aktivitas Antioksidan (Handayani *et al.*, 2014; Elfariyanti *et al.*, 2022)

Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Pembuatan larutan DPPH

Larutan DPPH 50 ppm dibuat dengan cara menimbang DPPH sebanyak 5 mg kemudian dilarutkan dengan 100 ml metanol absolut dalam labu terukur.

2. Pembuatan larutan sampel

Larutan stok dibuat dengan cara menimbang ekstrak etanol brotowali dan apel manalagi sebanyak 5 mg dan dilarutkan dengan metanol absolut yang kemudian dihomogenkan, lalu dicukupkan volumenya sampai

dengan 10 ml. Selanjutnya dibuat variasi konsentrasi 10 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, dan 200 ppm.

3. Pengukuran absorbansi blanko

Pengujian dilakukan dengan memipet 4 ml DPPH. Divortex dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 30 menit pada ruangan gelap. Diukur absorbansinya pada panjang gelombang 517 nm.

4. Penentuan absorbansi sampel

Sebanyak 1 ml sampel dipipet dari masing-masing variasi konsentrasi, kemudian dicampurkan dengan 3 ml larutan DPPH 50 ppm. Selanjutnya diinkubasi selama 30 menit pada suhu 37°C. Lalu diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum.

5. Penentuan % inhibisi

Penentuan % inhibisi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

% Inhibisi =

$$\frac{\text{absorbansi blanko} - \text{absorbansi sampel}}{\text{absorbansi blanko}} \times$$

100%

6. Penentuan nilai IC₅₀

Aktivitas antioksidan diinterpretasikan dengan nilai IC₅₀. Nilai IC₅₀ adalah konsentrasi yang diperlukan untuk meredam aktivitas radikal bebas sampai dengan 50%. Semakin rendah nilai IC₅₀ maka semakin tinggi aktivitas antioksidannya. Nilai IC₅₀ setiap konsentrasi sampel dapat dihitung



dengan menggunakan rumus persamaan regresi linier menggunakan aplikasi Microsoft Excel. Konsentrasi sampel sebagai sumbu X, dan % inhibisi sebagai sumbu Y, sehingga diperoleh persamaan $y = ax + b$. Sedangkan untuk penentuan nilai IC50 dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$IC_{50}(X) = \frac{50-b}{a}$$

Keterangan :

Y = 50

A = *intercept*

B = *slope*

Analisis Data

Data yang dikumpulkan dengan analisis kuantitatif senyawa yang dilakukan meliputi analisis kadar gula total, analisis kadar flavonoid, dan uji aktivitas antioksidan. Analisis data dilakukan secara deskriptif dan inferensial. Analisis deskriptif dilakukan untuk mengetahui kecenderungan karakteristik contoh sesuai dengan perlakuan. Data diolah dalam bentuk nilai rata-rata yang disajikan dalam bentuk Tabel dan Grafik. Sedangkan analisis data secara inferensial dilakukan untuk menguji hipotesis penelitian. Teknik analisis yang digunakan adalah sidik ragam atau Analisis Varian

(ANOVA) dan rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Data diolah dalam bentuk nilai rata-rata yang disajikan dalam bentuk tabel dan grafik batang. Teknik analisis yang digunakan adalah sidik ragam atau analisis varian (ANOVA). Bila terdapat pengaruh dilakukan uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT) dan uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Uji DMRT dan BNT dilakukan untuk melihat taraf mana yang menghasilkan perbedaan mutu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh proporsi brotowali dan apel manalagi terhadap kadar gula total minuman

Kadar gula total, kadar flavonoid total, dan aktivitas antioksidan formula minuman fungsional brotowali dengan apel manalagi dapat dilihat pada Tabel 1. Gula total merupakan gabungan dari semua jenis gula yang terdiri atas gula pereduksi dan gula non produksi, serta karbohidrat lain yang berasal dari monosakarida, disakarida, polisakarida, maupun oligosakarida suatu bahan pangan (Choiriyah, 2020). Penetapan kadar gula minuman fungsional brotowali dengan apel manalagi dilakukan dengan metode *anthrone*. Penggunaan metode *anthrone* dikarenakan metode tersebut memiliki



kelebihan diantaranya memiliki presisi atau ketepatan yang tinggi, tingkat kesalahan yang rendah, serta *limit of quantification* (LoQ) yang rendah (Richards *et al.*, 2020). Kadar gula total tertinggi terdapat pada formulasi F1 sebesar 27,4% dan terendah pada formula F3 sebesar 20,9%. Ketiga formula sudah memenuhi syarat mutu yang ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional dalam SNI 01-4320-1996 tentang serbuk minuman tradisional dengan nilai maksimal kadar gula total 85% (Badan Standardisasi Nasional, 1996). Hasil uji ANOVA kadar gula total minuman fungsional brotowali dengan apel manalagi memiliki nilai *p value* <0,05 yaitu 0,001. Hal tersebut menunjukkan bahwa proporsi brotowali dan apel manalagi berpengaruh nyata terhadap kadar gula totalnya. Perbedaan

kadar gula total dari ketiga formula dipengaruhi oleh komposisi dari apel manalagi. Kadar gula total tertinggi terdapat pada F1 dengan perbandingan brotowali dan apel manalagi sebesar 1:2. Hal ini karena apel merupakan buah yang memiliki kandungan total gula yang tinggi dengan nilai $14,19 \pm 1,18$ g/100 ml (Ihwah dan Viandini, 2020). Penelitian lain menunjukkan juga bahwa persentase gula total pada apel manalagi sebesar 13,9% (Fitriyah *et al.*, 2019). Total gula yang terkandung dalam apel manalagi, terdiri dari gula reduksi sebesar 6,25% (Putri *et al.*, 2017). Tingginya kadar gula total pada apel manalagi dapat menyebabkan risiko terjadinya proses karamelisasi yang menyebabkan proses pencoklatan menjadi lebih mudah terjadi (Ishartati *et al.*, 2019).

Tabel 1. Kandungan kimia minuman fungsional brotowali dengan apel manalagi

Komponen	F1	F2	F3
Kadar Gula Total (% b/b)	$27,4 \pm 1,07^b$	$22,3 \pm 1,51^a$	$20,9 \pm 0,78^a$
Kadar Flavonoid Total (mgQE/g)	$41,73 \pm 1,77^a$	$48,82 \pm 1,44^b$	$62,80 \pm 0,71^c$
Aktivitas Antioksidan IC ₅₀ (µg/ml)	$145,5 \pm 0,55^c$	$109,29 \pm 0,48^b$	$92,17 \pm 2,50^a$

Keterangan: F1: Formulasi F1; F2: Formulasi F2; F3: Formulasi F3. Formulasi Brotowali : Apel Manalagi, F1 (1:2); F2, (1:1) ; F3, (2:1); Notasi huruf menunjukkan perbedaan nyata pada taraf kepercayaan $\alpha=0,05$

Pengaruh proporsi brotowali dan apel manalagi terhadap kadar Flavonoid minuman

Flavonoid merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder yang banyak ditemukan pada tanaman dan

makanan serta memiliki aktivitas biologis (Purnamasari *et al.*, 2022). Peran flavonoid yang merupakan senyawa polifenol ini antara lain sebagai antioksidan, antidiabetes, antibakteri, antikanker, dan antiradang



(Primadiamanti *et al.*, 2022). Kadar flavonoid total minuman fungsional brotowali dengan apel manalagi dapat dilihat pada Tabel 2.

Kadar flavonoid tertinggi terdapat pada formulasi F3 sebesar 62,80 mgQE/g, dan terendah pada formula F1. Hasil uji ANOVA kadar flavonoid minuman fungsional brotowali dengan apel manalagi memiliki nilai *p value* <0,05 yaitu 0,000. Hal tersebut menunjukkan bahwa formulasi pada minuman fungsional brotowali dengan apel manalagi berpengaruh nyata terhadap kadar flavonoid yang dihasilkan.

Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa formulasi yang memiliki kadar flavonoid tertinggi adalah formula yang memiliki komposisi brotowali yang lebih banyak dibandingkan komposisi apel manalagi. Sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kadar flavonoid total ekstrak batang brotowali $9,937 \pm 0,009$ gQE/100g (Roni *et al.*, 2022). Flavonoid merupakan salah satu jenis antioksidan yang dapat menurunkan radikal bebas dan menghambat induksi mediator inflamasi yang berpotensi menyebabkan kerusakan sel beta pancreas (Saputra, 2021). Mekanisme senyawa flavonoid yang memiliki sifat antidiabetes adalah

dapat menurunkan radikal bebas dan menghambat terjadinya oksidasi pada penderita diabetes melitus (Pasaribu *et al.*, 2021). Senyawa flavonoid juga dapat memberikan efek penurunan kadar glukosa darah dengan cara mengoptimalkan sekresi insulin karena sel β pankreas yang memproduksi insulin sudah teregenerasi (Pasaribu *et al.*, 2021; Utami *et al.*, 2021).

Aktivitas Antioksidan

Antioksidan merupakan suatu senyawa yang dapat memberikan elektron, serta mengikat radikal bebas (Manongko *et al.*, 2020). Besarnya aktivitas antioksidan dinyatakan dalam nilai IC_{50} . Kategori kekuatan antioksidan berdasarkan nilai IC_{50} yaitu sangat kuat (<50 μ g/ml), kuat (50-100 μ g/ml), sedang (101-150 μ g/ml), dan lemah (151-200 μ g/ml) (Islami dan Nasution, 2022).

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata aktivitas antioksidan yang dinyatakan dengan nilai IC_{50} tertinggi terdapat pada formulasi F3 sebesar 92,17 μ g/ml, dan rata-rata nilai IC_{50} terendah terdapat pada formula F1 dengan hasil sebesar 145,5 μ g/ml. Dari ketiga formula tersebut, aktivitas antioksidan formula F1 dan F2 termasuk dalam kategori sedang, dan formula F3



termasuk ke dalam kategori kuat. Hasil uji ANOVA aktivitas antioksidan minuman fungsional brotowali dengan apel manalagi memiliki nilai *p value* <0,05 yaitu 0,000. Hal tersebut menunjukkan bahwa formulasi pada minuman fungsional brotowali dengan apel manalagi berpengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan yang dihasilkan. Aktivitas antioksidan tertinggi terdapat pada formula F3 dengan perbandingan brotowali dengan apel manalagi yaitu 2:1. Dapat disimpulkan bahwa formulasi yang memiliki aktivitas antioksidan tertinggi dengan nilai IC₅₀ kategori kuat adalah formulasi yang memiliki komposisi brotowali yang lebih banyak dibandingkan komposisi apel manalagi. Aktivitas antioksidan dari brotowali memiliki kategori yang kuat sekitar 49,92µg/ml dan tergolong kedalam kategori kuat (Warsinah *et al.*, 2020). Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Khairunnisa (2017) ekstrak etanol brotowali memiliki nilai IC₅₀ sebesar 46,96 µg/ml yang termasuk ke dalam kategori sangat kuat. Nilai IC₅₀ pada ketiga formula dikategorikan aktif sebagai penghambat enzim α-glukosidase yang merupakan enzim yang memiliki peran dalam metabolisme karbohidrat. Penyerapan glukosa oleh

tubuh dipengaruhi oleh enzim α-glukosidase. Semakin aktif enzim α-glukosidase, maka glukosa yang diserap tubuh akan semakin tinggi dan kadar glukosa di dalam darah akan meningkat (Rachmania *et al.*, 2016). Nilai IC₅₀ menunjukkan kemampuan suatu bahan untuk mengendalikan aktivitas enzim α-glukosidase (Widowati, 2022).

Penentuan Formulasi Terbaik

Formulasi terbaik ditentukan berdasarkan uji kimia yang telah dilakukan. Formula terbaik diambil berdasarkan perbandingan yang sering muncul dari hasil terbaik di setiap parameter uji. Hasil terbaik dengan parameter Kadar gula total diperoleh hasil terbaik yaitu formula F3 dengan perbandingan brotowali : apel manalagi 2:1 dengan hasil 20% yang terpilihnya formula ini karena sebagai antidiabetes, dipilih yang memiliki kadar gula total terendah. Parameter antioksidan diperoleh hasil terbaik yaitu formula F3 dengan perbandingan brotowali : apel manalagi 2:1 dengan hasil Nilai IC₅₀ sebesar 92,17 µg/ml yang menunjukkan memiliki aktivitas antioksidan kuat. Parameter Kadar flavonoid diperoleh hasil terbaik yaitu formula F3 dengan perbandingan brotowali : apel manalagi



2:1 dengan hasil 62,80 mgQE/g yang merupakan kadar flavonoid tertinggi.

KESIMPULAN

Formulasi F3 dengan proporsi brotowali : apel manalagi= 2:1 menjadi formula terbaik dari minuman fungsional brotowali dengan apel manalagi. Formula ini memiliki kadar air

DAFTAR PUSTAKA

Ajie, R.B. 2015. 'White Dragon Fruit (Hylocereus Undatus) Potential As Diabetes Mellitus Treatment', 4, pp. 69–72.

Authoria, N., Wijayanti, L. and Febrinasari, R.P. 2023. 'Efektivitas Kuersetin Dari Ekstrak Apel Lokal Terhadap Berat Badan Dan Glukosa Darah Puasa Tikus Model Diabetes (Effectiveness of Quercetin from Local Apple Extracts on Body Weight and Fasting Blood Guucose in Diabetic Rat Models)', *Journal of The Indonesian Nutrition Association*, 42(2), pp. 171–180. Available at: <https://doi.org/10.36457/gizindo.v46i2.847>.

Ayuhapsari, N., Wijaningsih, W. and Jaelani, M. 2018. 'Efektifitas Pemberian Buah Apel Manalagi dengan Dosis Bervariasi terhadap

2,97%, kadar gula total 20%, kadar flavonoid 62,80 mgQE/g, dan aktivitas antioksidan kuat dengan nilai IC₅₀ 92,17 µg/ml. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait uji klinis untuk membuktikan efek antidiabetes dari minuman fungsional brotowali dengan apel manalagi.

Penurunan Kadar Glukosa Darah pada Penderita Diabetes Mellitus tipe II di Kelompok PROLANIS Puskesmas Genuk Kota Semarang', *Jurnal Riset Gizi*, 6(2), pp. 13–18.

Badan Standardisasi Nasional. 1996. *SNI 01-4320-1996 Serbuk minuman tradisional*.

Choiriyah, N.A. 2020. 'Inkorporasi Tepung Garut Dan Buah Pisang Kepok Pada Pembuatan Biskuit Dengan Klaim Tinggi Serat Serta Tinjauan Nilai Cerna Pati In Vitro Dan Gula Total', *Jurnal Gizi Prima (Prime Nutrition Journal)*, 5(2), p. 81. Available at: <https://doi.org/10.32807/jgp.v5i2.197>.

Desmiaty, Y. and Tambunan, R.M. 2014. 'Uji Aktivitas Penghambatan Enzim a-Glukosidase serta Uji Mutu Ekstrak Etanol Batang Brotowali crispa (L .) Miers .) (a-



- Glukosidase Inhibitor Activity Test and Quality Test of Ethanolic Extract of Brotowali Stem crispa (L .) Miers .))', *Ilmu kefarmasian Indonesia*, 12(2), pp. 232–237.
- Dian saviqoh, I., Hasneli, Y. and Nopriadi. 2021. 'Analisis Pola Hidup Dan Dukungan Keluarga Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 Di Wilayah Kerja Puskesmas Payung Sekaki', *Health Care : Jurnal Kesehatan*, 10(1), pp. 181–193. Available at: <https://doi.org/10.36763/healthcare.v10i1.116>.
- Elfariyanti, E. *et al.* 2022. 'Analisis Kandungan Vitamin C Dan Aktivitas Antioksidan Buah-Buahan Khas Dataran Tinggi Gayo Aceh', *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan : Publikasi Ilmiah Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya*, 9(2), pp. 161–170. Available at: <https://doi.org/10.32539/jkk.v9i2.16999>.
- Fatima, M.T. *et al.* 2023. 'The role of dietary antioxidants in type 2 diabetes and neurodegenerative disorders: An assessment of the benefit profile', *Heliyon*, 9(1), p. e12698. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.12698>.
- Firdaus, M., M., Subandrate., Sinulingga, S. 2023. 'Efek Antihiperglikemik Ekstrak n-Heksana Daun Benalu Kersen pada Tikus Putih Jantan Model Diabetes Melitus', *Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan*, 19(2), pp. 105–115. Available at: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/JKK>.
- Fitriyah, R.L., Hastuti, U.S. and Witjoro, A. 2019. 'Kualitas Nata de Apple dengan Perbedaan Varietas Apel (Malus sylvestris Mill) dan Macam Gula Berdasarkan Tebal, Berat dan Kadar Serat Qualities of Nata de Apple with Different Varieties of Apples (Malus sylvestris Mill) and Sugar based on Thickness, Weigh', 12. Available at: <http://dx.doi.org/10.20961/bioedukasi-uns.v12i1.27408>.
- Fujiwara, Y. *et al.* 2019. 'Relationship between diet/exercise and pharmacotherapy to enhance the GLP-1 levels in type 2 diabetes', *Endocrinology, Diabetes & Metabolism*, 2(3), pp. 1–14. Available at: <https://doi.org/10.1002/edm2.68>.
- Galung, F.S. 2021. 'Analisis Kandungan



- Karbohidrat (Glukosa) Pada Salak Golla – Golla’, *Journal of Agritech Science*, 5(1), pp. 10–14.
- Handayani, V. *et al.* 2014. ‘Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Bunga dan Daun Patikala (*Etilingera elatior* (Jack) R . M . Sm) Menggunakan Abstrak’, *Pharm Sci Res*, 1(2), pp. 86–93.
- Hariawan, H. 2020. ‘CERDIK Meningkatkan Pengendalian Penyakit Tidak Menular di Indonesia:DOI: <http://dx.doi.org/10.33846/2trik9104>’, 10(1), pp. 16–20.
- Ihwah, A. and Viandini, U.H. 2020. ‘Forecasting of purchasing quantity of Manalagi apple for apple juice drink production in PT XYZ Malang’, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 475(1). Available at: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/475/1/012054>.
- Ishartati, E. *et al.* 2019. ‘The study of Apple flour formulation for functional cookies’, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 379(1). Available at: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/379/1/012012>.
- Islami, N. and Nasution, M.P. 2022. ‘Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Buah Kurma Safawi (Phoenix Dactylifera L.) Menggunakan Metode DPPH’, *FARMASAINKES: Jurnal Farmasi, Sains, dan Kesehatan Vol. 1 No. 2 Februari 2022*, 1(2), pp. 149–157.
- Kemenkes. 2018. ‘Laporan Riskesdas 2018 Nasional.pdf’, *Lembaga Penerbit Balitbangkes*, p. hal 156.
- Kemenkes RI. 2023. *Survei Kesehatan Indonesia Tahun 2023 Dalam Angka, Survei Kesehatan Indonesia Tahun 2023*. Jakarta: BPPK, Kemenkes RI.
- Kementerian PPN. 2020. ‘Pedoman Teknis Penyusunan Rencana Aksi - Edisi II Tujuan Pembangunan Berkelanjutan/ Sustainable Development Goals (TPB/SDGs)’, *Kementerian PPN* [Preprint].
- Khairunnisa, N.A. 2017. *Aktivitas Antioksidan Senyawa Alkaloid dari Ekstrak Etanol Batang Brotowali *Tinospora Crispa* (L.) Hook F. & T. dengan Metode DPPH*. Medan. Available at: <http://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/1320>.
- Kurniawati, E. and Sianturi, C.Y. 2016. ‘Manfaat Sarang Semut (*Myrmecodia pendans*) sebagai



- Terapi Antidiabetes’, *Majority*, 5(3), pp. 38–42.
- Kuswati, R., Nurmita and Rijai, L. 2017. ‘Uji In Vivo Aktivitas Ekstrak Etanol Batang Brotowali (*Tinospora crispa*) Sebagai Penurun Kadar Glukosa Darah’, *Mulawarman Pharmaceutical Conference*, 6(1), pp. 78–83. Available at: <https://prosiding.farmasi.unmul.ac.id/index.php/mpc/article/view/262>.
- Lisiswanti, R. and Haryanto, F.P. 2017. ‘Allicin pada Bawang Putih (*Allium sativum*) sebagai Terapi Alternatif Diabetes Melitus Tipe 2’, *Jurnal Majority*, 6(2), pp. 31–36.
- Manongko, P.S., Sangi, M.S. and Momuat, L.I. 2020. ‘Uji Senyawa Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Tanaman Patah Tulang (*Euphorbia tirucalli* L.)’, *JURNAL MIPA 9 (2) 64-69 dapat*, 9(2), pp. 64–69.
- Mavroeidi, I. *et al.* 2024. ‘The Role of the Glycemic Index and Glycemic Load in the Dietary Approach of Gestational Diabetes Mellitus’, *Nutrients*, 16(3), pp. 1–14. Available at: <https://doi.org/10.3390/nu16030399>.
- Maylina, A. 2019. ‘Studi Katalitik Herbal Pemanfaatan Tanaman Brotowali (*Tinospora cordifolia*) Sebagai Obat Penurun Kadar Glukosa Darah (Diabetes Mellitus)’, *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), pp. 1689–1699.
- Oktorina, R., Wahyuni, A. and Harahap, E.Y. 2019. ‘Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Perilaku Pencegahan Ulkus Diabetikum Pada Penderita Diabetes Mellitus’, *REAL in Nursing Journal*, 2(3), p. 108. Available at: <https://doi.org/10.32883/rnj.v2i3.570>.
- Pasaribu, S.F., Wiboworini, B. and Kartikasari, L.R. 2021. ‘Effect of Germinated Black Rice Krisna Extract on Fasting Blood Glucose and Body Weight in Diabetes Mellitus Rats’, *Int J Nutr Sci* 2021;6(4):194-200, 6(4), pp. 194–200. Available at: <https://doi.org/10.30476/IJNS.2021.93204.1163.Introduction>.
- Pauner, A. and Hamzah, B. 2022. ‘Analisis Kadar Flavonoid Kulit Buah Alpukat (*Persea americana* Mill) Yang Beredar di Pasar Inpres Palu’, *Media Eksakta*, 18(1), pp. 99.



- 69–73.
- Primadhamanti, A., Purnama, R.C. and Salsabilla, N.A. 2022. 'Penetapan Kadar Flavonoid Pada Batang Pepaya (*Carica papaya* L.) Dengan Metode Spektrometri Uv – Vis', *Jurnal Farmasi Malahayati*, 5(1), pp. 64–75. Available at: <https://doi.org/10.33024/jfm.v5i1.6734>.
- Pudyasmorowati, K. 2019. 'Penetapan Kadar Gula Total Jus Buah Apel Rome Beauty (*Malus sylvestris* Mill) Dengan Metode Anthrone-Sulfat', *Jurnal Ilmu Farmasi*, 1, pp. 22–25.
- Pujiyanto, S. *et al.* 2019. 'Aktivitas Inhibitor α -Amilase Ekstrak Etanol Tanaman Brotowali (*Tinospora crispa* L.)', *Bioma : Berkala Ilmiah Biologi*, 21(2), pp. 91–99. Available at: <https://doi.org/10.14710/bioma.21.2.91-99>.
- Purnamasari, A. *et al.* 2022. 'Analisis Nilai Absorbansi Kadar Flavonoid Tanaman Herbal Menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis', *Teknosains: Media Informasi Sains dan Teknologi*, 16(1), pp. 57–64. Available at: <https://doi.org/10.24252/teknosains.v16i1.24185>.
- Putri, G.N., Susanto, W.H. and Wijayanti, N. 2017. 'Pengaruh Varietas Apel (*Malus sylvestris* Mill) Dan Konsentrasi Maizena Terhadap Karakteristik Lempok Apel The Effect of Apple (*Malus sylvestris* Mill) Varieties And Corn Starch Concentration to the Characteristics of Apple Lempok', *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 5(2), pp. 12–22.
- Rachmania, R.A. *et al.* 2016. 'Analisis Penambatan Molekul Senyawa Flavonoid Buah Mahkota Dewa (*Phaleria Macrocarpa* (Scheff.) Boerl.) Pada Reseptor A-Glukosidase Sebagai Antidiabetes', *Pharmacy, Vol.13 No. 02 Desember 2016*, 13(02), pp. 239–251.
- Rahayuningsih, T., Rejeki, F.S. and Revitriani, M. .2021. 'Teknologi Pengolahan Fruit Leather Pada Siswa SMK NU Al Hidayah Ngimbang Lamongan', *Humanism : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(2), p. 85. Available at: <https://doi.org/10.30651/hm.v2i2.7545>.
- Richards, C. *et al.* 2020. 'Selection and optimization of protein and carbohydrate assays for the



- characterization of marine biofouling', *Anal. Methods*, 12, pp. 2228–2236.
- Riyanto, A. 2011. *Aplikasi metodologi penelitian kesehatan*. Makassar: Nuha Medika.
- Roestamadji, R.I. *et al.* 2017. 'Journal of International Dental and Medical Research ISSN 1309-100X <http://www.jidmr.com> Ulcer Healing Potential Retno Indrawati Roestamadji, and et al', *Jurnal Kesehatan Perintis*, 4(1), pp. 19–25.
- Roni, A., Kurnia, D. and Hafsyah, N. 2022. 'Penetapan Kadar Flavonoid Dan Aktivitas Antioksidan Pada Ekstrak Batang Brotowali (*Tinospora Crispa L.*) Dengan Metode Cuprac', *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 7(1), Maret 2022, 165-173, 7(1), pp. 165–173.
- Saputra, B.A. 2021. 'Potensi Ekstrak Daun Sambiloto Sebagai Obat Antidiabetes', *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*, 3(2), pp. 253–260.
- Selfia, S., Faisal, M. and Indriyanti, N. 2021. 'Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences', *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, (April 2021), pp. 135–138.
- Setyaji, D.Y. and Maharini, F.S. 2021. 'Ganyong-kelor snack bar's glycemic index as a diet for diabetics', *Jurnal Gizi Indonesia (The Indonesian Journal of Nutrition)*, 9(2), pp. 105–110. Available at: <https://doi.org/10.14710/jgi.9.2.105-110>.
- Utami, I.K., Febrianti, A. and Tandi, J. 2021. 'Uji Efektivitas Ekstrak Buah Okra Terhadap Gambaran Diinduksi Streptozotocin Diabetes melitus adalah kelainan', *Farmakologika Jurnal Vol.XVIII. No.1 Februari 2021* [Preprint], (1).
- Warnis, M., Salsabila, J. and Rulianti, M.R. 2021. 'Kadar Sari Larut Etanol Dari Ekstrak Batang Brotowali Measurement of Yield , Water Solouble Extract Content , and Ethanol Solouble Extract Content From Brotowali Stem Extract', *Jurnal Kesehatan Pharmasi*, 3(2), pp. 118–123.
- Warsinah, Baroroh, H.N. and Harwoko. 2020. 'Phytochemical Analysis and Antioxidant Activity of Brotowali (*Tinospora crispa L. Mier*) Stem', *Molekul*, 15(2), pp. 73–78.
- WIDOWATI, M.M.A.D. 2022. *Review : Efektivitas Kadar Ekstrak*



*Brotowali , Daun Sirsak , Jahe ,
Dan Mahkota Dewa Sebagai
Minuman Fungsional Antidiabetes
Review : The Effectiveness Of
Brotowali , Soursop Leaf , Ginger
, And Mahkota Dewa Extracts As
Antidiabetic Functi. Semarang.*

Yuliwar, R. 2018. ‘Jus Apel Manalagi dan Kadar Glukosa Darah Tikus Putih yang Mengalami Hiperglikemia’, *Jurnal Informasi Kesehatan Indonesia (JIKI)*, 3(2), p. 145.

