Uji Aktivitas Antioksidan Cuka Kulit Buah naga Merah (*Selenicereus monacanthus* (Lem.) D.R.Hunt)

Eko Sri Wahyuningsih, Rifka Adya Shafira*, Himyatul Hidayah
Program Studi Farmasi, Universtias Buana Perjuangan Karawang, Karawang, Indonesia

*Corresponding author: ekosri@ubpkarawang.ac.id

Abstract
The use of antioxidants can bolster the body's natural defense mechanism against free radical reactions. Because it contains anthocyanins, the red dragon fruit skin may have antioxidant properties. One technique to cultivate red dragon fruit peels is to make vinegar preparations since they are commonly discarded. Researching the antioxidant activity of the red dragon fruit peel acetic and skin juice, as well as evaluating its preparation, are the main goals of this study. In this RAL (Complete Random Design) experiment, two variables were controlled: the length of time the fermentation process lasted (7 or 10 days) and the concentration of the juice (F1, 50 mL, F2, 100 mL, and F3, 150 mL). In order to measure antioxidant activity, the Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) method was employed. In terms of vinegar preparations, the results demonstrated that the red dragon peel juice had an IC50 value of 193.78 µg/mL, with the highest IC50 value of 16.39 µg/mL obtained in the F1 fermented for 7 days. There is an unpleasant odor, a somewhat brownish-pink tint, a pH value between 4.78 and 5.73, an alcohol level between 0.1% and 0.3%, an acetic acid content between 1.37 and 2.67%, and a total sugar content between 0.99 and 1.08% in the vinegar. This shows that red dragon fruit peel vinegar preparations have the potential as an antioxidant.

Keywords**: **Antioxidants, Vinegar, Fermentation, Skin of red dragon fruit

Abstrak
Antioksidan dapat diperoleh secara sintetik maupun alami. Kulit buah naga merah termasuk kedalam salah satu antioksidan alami karena adanya kandungan zat antosianin. Namun, meskipun kulit buah naga merah biasanya terbuang sia-sia, salah satu pemanfaatannya adalah untuk membuat sediaan cuka. Para peneliti mulai menguji cuka dan sari buah kulit buah naga merah untuk mengetahui sifat antioksidannya dan mengevaluasi beberapa sediaan cuka kulit buah naga merah. Metode RAL (*Completely Randomized Design*) digunakan, yang mencakup dua faktor: perubahan periode fermentasi (7 dan 10 hari) dan perubahan konsentrasi sari buah (F1 (50 mL), F2 (100 mL), dan F3 (150 mL)). Untuk mengukur aktivitas antioksidan, digunakan metode *Ferric Reducing Antioxidant Power* (FRAP). Pada sediaan cuka, nilai IC50 terkuat dicapai pada F1, yang difermentasi selama 7 hari, yaitu 16,39 µg/mL, sedangkan sari buah kulit buah naga merah memiliki nilai IC50 sebesar 193,78 µg/mL. Aroma yang tidak sedap meresap ke dalam campuran cuka, yang warnanya berkisar dari merah muda pucat hingga kecokelatan dan memiliki pH antara 4,78 dan 5,73. Konsentrasi alkoholnya antara 0,1% dan 0,3%, kandungan asam asetatnya 1,37 hingga 2,67%, dan total kandungan gulanya 0,99 hingga 1,08%. Hal ini membuktikan bahwa cuka kulit buah naga merah, setelah diolah, dapat bertindak sebagai antioksidan.

Kata Kunci : Antioksidan, Cuka, Fermentasi, Kulit buah naga mera

PENDAHULUAN

Elektron yang tidak berpasangan dalam radikal bebas membuat mereka menjadi kelompok atom yang sangat reaktif. Jika jumlahnya berlebihan,ia dapat merusak berbagai enzim, mengoksidasi lemak dan merusak DNA yang bisa menyebabkan pembelahan sel dan meningkatkan resiko kanker (Handayani et al., 2014). Zat yang mampu dapat memperlambat dan menunda proses reaksi radikal bebas pada oksidasi lipid disebut dengan antioksidan.

Antioksidan yang berasal dari luar tubuh bisa didapatkan secara alami maupun sintetik. *Butylated hydroxianisol* (BHA), *butylated hydroxytoluene* (BHT), dan *tert-butylhydroquinone* (TBHQ) merupakan antioksidan sintetik yang efektif menghambat oksidasi. Antioksidan alami perlu digunakan karena antioksidan sintetik dapat menghasilkan racun karsinogenik jika digunakan secara berlebihan (Simanjuntak & Feryawati, 2024).

Antioksidan alami dapat diperoleh dalam buah, sayuran, rempah-rempah, makanan ataupun minuman karena tubuh tidak dapat menghasilkannya sendiri. Menurut (Werdhawati, 2014), berbagai macam bahan organik dari Indonesia mengandung antioksidan seperti vitamin C, E, dan A, sulfur organik, α- tocopherol, thymoquinone, statin, niasin, phycocyanin, sebagai bahan aktifnya. Flavonoid, alkaloid, tanin, dan fenolik dikenal sebagai antioksidan yang berasal dari tumbuhan (Ibroham et al., 2022).

Buah-buahan seperti buah naga merah (*Selenicereus monacanthus* (Lem.) D.R. Hunt) kaya akan antioksidan. Buah naga merah juga sangat disukai karena memiliki rasa manis serta memiliki khasiat yang tinggi. Kulitnya mencangkup 30-35% dari keseluruhan buahnya dan seringkali dibuang begitu saja (Wahdaningsih, 2022). Pemeriksaan fitokimia menunjukkan bahwa pewarna ungu, merah, atau biru yang digunakan untuk menandai kulit buah naga mengandung *atocyanin*, suatu antioksidan (Mangiri et al., 2018).

Kapasitas antioksidan untuk mengurangi radikal bebas yang datang dalam bentuk besi, katalis oksidasi atau oksidator, adalah dasar dari metode FRAP (*Ferric Reducing Antioxidants Power*), salah satu dari beberapa metode tersebut (Theafelicia & Narsito Wulan, 2023). Keunggulan metode ini yaitu harganya terjangkau, prosesnya yang singkat, reagennya dapat disiapkan dengan mudah dan hsilnya diperoleh dengan cepat (Maesaroh et al., 2018).

Cuka merupakan suatu sediaan yang memiliki masa simpan yang lama. Istilah Perancis untuk produk yang dihasilkan dari fermentasi suatu zat yang terdiri dari gula atau pati menjadi alkohol dan kemudian melalui fermentasi tambahan adalah "*vinaigre*" atau anggur busuk. Cuka dipasaran kebanyakan dibuat dari bahan kimia dan dapat membahayakan tubuh. Secara industri biasanya cuka dibuat menggunakan metode kimia sintesis murni. Dibutuhkan inovasi pengolahan secara alami yang lebih aman untuk pembuatan cuka agar meminimalisir dampak negatif cuka sintesis dan agar semua kalangan dapat mengkomsumsi sediaan cuka dengan dibuatnya cuka alami dari buah. Pada zaman yang modern ini, cuka seringkali dibuat dari ekstrak atau jus buah-buahan. Tahapan pertama yang akan dilewati pada proses pembuatan cuka yaitu proses fermentasi alkohol oleh ragi lalu dilanjutkan dengan fermentasi asam asetat oleh bakteri spesifik. Sediaan cuka dapat menurunkan antihipertensi, kadar glukosa darah, antifungi, menurunkan berat badan, serta dapat meningkatkan sistem imun tubuh apabila dikonsumsi dengan takaran yang sesuai, maka pada penelitian kali ini kulit buah naga akan diolah menjadi cuka sebagai pangan fungsional dan agar semua kalangan dapat mengkonsumsi cuka yang lebih aman yang terbuat dari bahan alam. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil antioksidan dengan membandingkan bahan utama dan sediaan cuka kulit buah naga merah dengan menguji aktivitas antioksidannya menggunakan metode FRAP (*Ferric Reducing Antioxidants Power).*

BAHAN DAN METODE

Bahan

Penelitian ini memanfaatkan ekstrak kulit buah naga merah, *Saccharomyces cerevisiae* (ragi instan fermipan), *Acetobacter aceti*, gula stevia

(Beeru), vitamin c (Merck), pereaksi dragendorff, HCl 2N (Supelco), FeCl3 10% (Supelco), pereaksi lieberman bouchard, NaOH 2N (Merck), aquadest (Brataco), indikator pp (Merck), KH2PO4 (Kalium Dihidrogen Fosfat) (Supelco), asam trikloroasetat (TCA) 10% (Merck), kalium ferrisianida 1% (Pudak Scientific), pereaksi anthrone (Merck), asam sulfat (Supelco) dan etanol absolut (Supelco).

Alat

Blender Philips, saringan, wadah kaca, pisau, spektrofotometer Termo Insight UV-Vis, bak listrik, neraca analitik Aeadam, pH meter Liuic, peralatan gelas Pyrex, dan peralatan laboratorium kimia semuanya digunakan dalam penelitian ini.

Metode

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perbedaan dua faktor sebagai pendekatan penelitian eksperimentalnya. Variabel pertama adalah jumlah sari buah yang digunakan, yang dapat berkisar dari 50 mL hingga 150 mL, dan waktu fermentasi, yang dapat berlangsung selama 7 atau 10 hari. Penelitian Vijayalakshmi dan Ruckmani (2016) tentang aktivitas antioksidan menggunakan metode FRAP relevan di sini.

Proses Penelitian

1) Persiapan Reagen Larutan Penyangga Fosfat

Dalam labu ukur 25 mL, larutkan 2 gram NaOH dalam air suling bebas CO2 untuk membuat larutan penyangga. Labu ukur 250 mL yang berisi 6,8 gram KH2PO4 kemudian diisi dengan air suling yang bebas karbon dioksida. Setelah menambahkan 50 mL KH2PO4 ke dalam 16,4 mL NaOH dalam labu ukur, kadar pH diperiksa pada 6,6. Kemudian, 200 mL air suling bebas CO2 ditambahkan.

2). Membuat Larutan Kalium Ferisianida dengan Konsentrasi 1%

Larutkan 1 gram kalium ferisianida dalam 100 mL air dan pindahkan ke dalam labu ukur.

3). Sintesis Larutan Feri Klorida 0,1%

Campurkan 0,1 g FeCl3 dengan air suling hingga mencapai tanda 100 mL dalam labu ukur.

4) Larutan Asam Trikloroasetat (TCA) 10% #4.

Setelah menimbang 10 gram TCA, larutkan dalam air suling bebas CO2 hingga mencapai volume yang diinginkan.

5). Menemukan Panjang Gelombang Tertinggi yang Mungkin

Setelah menambahkan 1 mL larutan fosfat yang dibuffer dan 1 mL kalium ferrisianida ke dalam 1 mL larutan vitamin C dengan konsentrasi 30 ppm, campuran tersebut dipipet ke dalam tabung reaksi dan dibiarkan untuk diinkubasi pada suhu 50˚C selama 20 menit. Satu mililiter TCA ditambahkan setelah inkubasi, dan campuran tersebut diputar pada 3000 putaran per menit selama sepuluh menit. Dalam labu ukur 5 mL, 1 mL air suling dan 0,4 mL FeCl3 ditambahkan ke 1 mL lapisan atas. Campuran tersebut kemudian disesuaikan dengan etanol p.a. hingga mencapai tanda batas. Spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk mendeteksi penyerapan, dengan panjang gelombang disesuaikan antara 400 dan 800 nm, hingga panjang gelombang terpanjang yang mungkin tercapai.

6). Pembuatan Larutan Blanko

Kemudian, tabung reaksi diisi dengan 1 mL buffer fosfat dan 1 mL kalium ferisianida, dan campuran diinkubasi pada suhu 50˚C selama 20 menit. Campuran disentrifugasi pada 3000 rpm selama 10 menit setelah menambahkan 1 mL TCA setelah inkubasi. Sebelum diinkubasi selama 10 menit, 1 mL lapisan atas dipindahkan ke labu ukur 5 mL. Ke dalamnya, ditambahkan 1 mL air yang disaring dan 0,4 mL FeCl3, bersama dengan etanol yang cukup p.a. hingga mencapai tanda batas. Pada panjang gelombang paling intens, absorbansi kemudian dicatat.

7). Persiapan Larutan Vitamin C untuk Evaluasi

Dalam labu ukur 10 mL, 10 miligram vitamin C ditimbang dan dilarutkan dengan etanol p.a. untuk membuat larutan stok 1000 ppm. Untuk mencapai konsentrasi 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm, larutan stok asam askorbat dipipet ke dalam labu ukur 10 mL pada interval 0,1 mL, 0,2 mL, 0,3 mL, 0,4 mL, dan 0,5 mL. Selanjutnya, 1 mL dari setiap konsentrasi dipipet ke dalam labu ukur 5 mL, bersama dengan 1 mL buffer fosfat dan 1 mL larutan K3Fe(CN)6 1%. Campuran tersebut kemudian diinkubasi selama 20 menit. Setelah itu, 1

mililiter TCA ditambahkan ke dalam campuran, dan campuran disentrifugasi pada 3000 rpm selama 10 menit. Selanjutnya, labu ukur 5 mL diisi penuh dengan etanol p.a. setelah 1 mL lapisan atas larutan dipipet ke dalamnya. Ke dalamnya, 1 mL akuades dan 0,5 mL FeCl3 ditambahkan. Larutan kemudian diinkubasi selama 10 menit sebelum absorbansi pada panjang gelombang maksimum diukur.

8). Evaluasi Antioksidan Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Selenicereus monacanthus* (Lem.) D.R. Hunt)

Konsentrasi larutan standar 50, 100, 150, 200, dan 250 ppm digunakan untuk pengujian antioksidan menggunakan metode FRAP. Ke dalam labu ukur 5 mL, kami menambahkan 1 mL buffer fosfat dan 1 mL larutan K3Fe(CN)6 1% setelah memipet 1 mL masing-masing konsentrasi. Kami kemudian menginkubasi campuran tersebut selama 20 menit. Setelah itu, 1 mililiter TCA ditambahkan ke dalam campuran, dan campuran tersebut disentrifugasi pada 3000 rpm selama 10 menit. Setelah itu, labu ukur 5 mL diisi hingga tanda batas dengan etanol melalui pemipetan 1 mL lapisan atas larutan, 1 mL air, dan 0,5 mL FeCl3. Pada langkah berikutnya, spektrofotometer UV-Vis yang diatur pada 720 nm menilai absorbansi.

9). Pengujian Sifat Antioksidan Cuka Kulit Buah Naga Merah (*Selenicereus monacanthus* (Lem.) D.R. Hunt)

Setelah menambahkan 1 mL buffer fosfat 0,2 M (pH 6,6) dan 1 mL K3Fe(CN)6 1%, sediaan cuka dilakukan pengujian antioksidan menggunakan metode FRAP. Campuran tersebut kemudian diinkubasi pada suhu 50˚C selama 20 menit. Setelah itu, 1 mL TCA dimasukkan dan campuran tersebut disentrifugasi pada kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Langkah-langkah berikut dilakukan dalam labu ukur 5 mL: 1 mL air suling, 0,5 mL FeCl3 0,1%, dan 1 mL lapisan atas dipipet ke dalam tabung reaksi setelah disentrifugasi. Campuran tersebut kemudian disesuaikan dengan etanol p.a. Setelah 10 menit, absorbansi larutan dicatat pada 720 nm.

10). Penentuan nilai IC50 (*Inhibitory Concentration)*

Diukur dalam miligram per gram, kapasitas antioksidan spesimen dilambangkan sebagai mgAAE/g. Dengan memasukkan nilai konsentrasi (x) dan persentase penghambatan (y) ke dalam persamaan regresi linier berikut, kita dapat memperoleh parameter ini:

“y = bx + a”

“y : absorbansi x : kadar

a : konstanta regresi

b : koefisien regresi”

Dengan mensubstitusikan 50 ke dalam nilai y dalam persamaan regresi, seseorang dapat menentukan nilai IC50, yang merupakan parameter antioksidan, dan karenanya konsentrasi efektif (Kartin & Bendra, 2015).

11). Cuka Kulit Buah Naga Merah (*Selenicereus monacanthus* (Lem.) D.R. Hunt)

Persiapan Kutipan: Putri dkk. (2016) mengubah metode produksi cuka kulit buah naga merah. Prosesnya dimulai dengan memfermentasi ekstrak kulit buah naga merah dengan bakteri *S. Cereviceae* dan *Acetobacter aceti*, sesuai dengan bahan-bahan yang tercantum dalam tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1 “Formulasi Cuka Kulit Buah Naga Merah (*Selenicereus monacanthus* (Lem.) D.R.Hunt)”

Bahan	F1	F2	F3
Sari kulit buah naga merah	50 ml	100 ml	150 ml
Gula stevia	2 tetes	2 tetes	2 tetes
Fermipan*	10%	10%	10%
*A. aceti**	15%	15%	15%
Aquadest	Add 300 ml	Add 300 ml	Add 300 ml

Keterangan : *= % terhadap sari buah

Proses fermentasi dimulai dengan memasukkan masing- masing konsentrasi cairan sari kulit buah naga merah ke dalam botol fermentor yang berbeda. Setelah itu, 10% (v/v) bakteri *Saccharomyces cerevisiae* (ragi fermifan) dimasukkan, dan fermentasi dibiarkan berlanjut pada suhu kamar. Kemudian, hingga 15% (v/v) *Acetobacter aceti* ditambahkan. Langkah selanjutnya adalah fermentasi anaerobik, yang berlangsung pada suhu kamar selama 7 hingga 10 hari. Setelah fermentasi selesai, dipanaskan pada suhu 65℃ untuk

menghentikan proses fermentasi dan disaring (Teknologi et al., 2016)

12). Penelitian Buah Naga Merah (*Selenicereus monacanthus* (Lem.) D.R. Hunt) dan Pengolahan Cukanya

Evaluasi sediaan cuka kulit buah naga merah yang dilakukan yaitu evaluasi organoleptik, evaluasi pH, pengujian kadar total asam asetat, kadar total gula, dan kadar alkohol (Hardoko, 2019).

a. Uji Organoleptik

Uji organoleptis pada sediaan cuka kulit buah naga merah meliputi pengamatan warna, rasa dan bau dengan pengamatan secara visual menggunakan indra manusia

b. Uji pH

Untuk mengetahui seberapa baik larutan cuka, kami menguji pH setiap formula. Sebuah pH meter digunakan untuk melakukan uji pH potensiometri. Kisaran pH untuk sediaan cuka adalah 2,4-3,4, menurut SNI.

c. Uji Kadar Total Asam Asetat

Prosedur titrasi standar, alkalimetri, dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi total asam asetat. Untuk memulai, labu ukur 50 mL diisi dengan larutan 5 mL cuka kulit buah naga merah (*Selenicereus monacanthus* (Lem.) D.R. Hunt) yang diencerkan dengan air suling. Langkah selanjutnya adalah menimbang 10 mililiter sampel dan mentitrasinya dengan larutan NaOH 0,1 N menggunakan indikator fenolftalein (pp) menggunakan 2-3 tetes hingga warnanya berubah menjadi merah muda. Kemudian, jumlah total asam yang dititrasi ditentukan menggunakan rumus (Leasa & Matdoan, 2015)

$$\%total\ asam = \frac{M\ NaOH\ x\ N\ NaOH\ x\ grek}{Berat\ Bahan\ (g)}$$

Keterangan :

Normalitas (N) NaOH) : 0,1 N

Grek (Gram Ekivalen) asam asetat : 60 g/mol

d. Uji Kadar Alkohol

Gelas kimia yang diisi dengan 15 mililiter cuka kulit buah naga merah (*Selenicereus monacanthus* (Lem.) D.R. Hunt) dapat digunakan untuk mengukur kadar alkohol.

e. Uji Kadar Total Gula

Analisis kadar gula total cuka kulit buah naga merah menggunakan teknik anthrone sulfat sebagai standar. Pendekatan ini melibatkan reaksi gula pereduksi atau non-pereduksi dengan asam sulfat pekat untuk menghasilkan furfural atau turunannya. Furfural kemudian bereaksi dengan reagen anthrone untuk membentuk kompleks yang berwarna kuning kehijauan (Al-kayyis & Susanti, 2016).

f.Analisis Data

Dalam penelitian ini, ANOVA satu arah digunakan untuk menganalisis temuan uji antioksidan pada inti dan produksi cuka kulit buah naga merah. Informasi ini dikaitkan dengan data observasi. Temuan ini didasarkan pada uji aktivitas antioksidan yang dilakukan pada sediaan cuka dan sari buah naga merah menggunakan metode FRAP.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil produksi sari kulit buah naga merah (*Selenicereus monacanthus* (Lem.) D.R. Hunt)

Untuk membuat jus kulit buah naga merah, kulit buah dicampur dengan air dengan perbandingan 1:1, dihaluskan, dan disaring. Seperti pada gambar 1, produk akhirnya adalah cairan kental dan licin yang berwarna merah dan tidak berbau.

"Gambar 1. Sari Kulit Buah Naga Merah"

2. Langkah 2: Produk Akhir Cuka Kulit Buah Naga Merah (*Selenicereus monacanthus* (Lem.) D.R. Hunt)

Ada tiga formulasi berbeda dari campuran cuka kulit buah merah yang digunakan dalam penelitian ini, masing-masing memiliki rangkaian komponennya sendiri yang unik. Dari ketiga formulasi tersebut dilakukan proses fermentasi selama 7 dan 10 hari. Masing-masing formulasi diberikan perlakuan yang

sama. Pembuatan sediaan cuka yang difermentasi selama 7 dan 10 hari menghasilkan cuka yang bertekstur encer, berwarna pink-kecoklatan, bau kurang sedap dan memiliki rasa yang manis.

Proses fermentasi cuka terdiri dari dua fase: pertama, fermentasi alkohol, lalu fermentasi asam asetat. *S. cerevisiae* dan *Acinetobacter aceti* adalah dua jenis mikroba berbeda yang dibutuhkan untuk kedua proses ini. Dekomposisi menghasilkan etanol atau alkohol dalam proses fermentasi alkohol oleh *S. cerevisiae*. Di sinilah, tanpa adanya oksigen, bakteri akan memfermentasi gula menjadi alkohol. Selama fase awal ini, kondisi ideal untuk aktivitas bakteri adalah suhu 28–35 ℃ dan kisaran pH 3,5–6,0. Tahap kedua yang terjadi yaitu fermentasi asam asetat yang dilakukan oleh bakteri *A. aceti*. Bakteri tersebut akan merubah alkohol menjadi asam asetat pada kondisi aerob dengan optimal pada pH 3,0-4,0 dengan suhu 15-34℃ (Febriani & Azizati, 2018). Terjadi perubahan pada proses sebelum dan sesudah penambahan bakteri yaitu sediaan yang tadinya berwarna bening lama-kelamaan berubah menjadi keruh hal ini menandakan bahwa mikroorganisme yang ada pada dalam sediaan cuka telah bekerja. Gambar 2 dan 3 menunjukkan proses pembuatan cuka dari kulit buah naga merah.

Gambar 2. Sediaan Cuka Kulit Buah Naga Merah yang difermentasi 7 Hari”

Gambar 3. Sediaan Cuka Kulit Buah naga merah yang difermentasi 10 hari

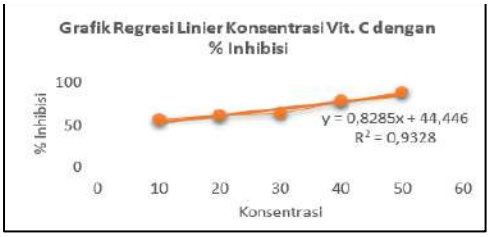
3. Ekstrak merah kulit buah naga (Selenicereus monacanthus (Lem.) D.R. Hunt) menunjukkan hasil uji antioksidan pada peringkat ketiga.

Metode FRAP digunakan untuk menilai secara kuantitatif aktivitas antioksidan dari sampel ekstrak kulit buah naga merah dalam penelitian ini. Kami memilih metode FRAP sebagai alternatif metode DPPH karena telah digunakan oleh banyak peneliti lain. Metode Frap juga memiliki manfaat karena mudah digunakan, tidak memerlukan peralatan khusus, dan menyediakan pengujian cepat menggunakan bahan kimia yang murah dan mudah didapat. Penelitian ini menggunakan vitamin C sebagai kontrol positifnya; vitamin C adalah antioksidan alami yang secara efisien menyumbangkan elektron ke radikal bebas. Persentase penangkalan radikal bebas digunakan untuk mengevaluasi potensi antioksidan ekstrak kulit buah naga merah. Untuk menentukan persentase penghambatan, spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk membandingkan jumlah penyerapan sampel kosong dengan sampel yang mengandung radikal bebas. Hasilnya ditunjukkan dalam tabel 2 untuk berbagai konsentrasi vitamin C (1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm, dan 5 ppm) yang diukur pada 410 nm.

Tabel 2. Hasil Uji Antioksidan Vitamin C

Konsentrasi (ppm)	Rerata Absorbansi	% Inhibisi	IC_{50} (µg/mL)	Keterangan
1	2,565	55,75		
2	2,476	60,75		Sangat Kuat
3	2,425	63,62	6,70	
4	2,175	77,69		
5	1,979	88,69		

Metrik antioksidan yang menunjukkan seberapa banyak sampel memadamkan radikal bebas adalah nilai IC50, yang berarti jumlah konsentrasi uji pada 50%. Peningkatan aktivitas pemadaman sebanding dengan penurunan nilai IC50. Untuk menentukan konsentrasi efektif, atau IC50, seseorang dapat menggunakan rumus regresi untuk mencuri nilai-x dan memasukkan 50 ke dalam nilai-y. Seperti yang terlihat pada Gambar 4, persamaan linier vitamin C



"Gambar 4. regresi linie konsentrasi vitamin C dengan % inhibisi"

Analisis regresi linier menggunakan persamaan y = bx + a, y = 0,8285 + 44,446, dan nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,9328 digunakan untuk menentukan standar perbandingan vitamin C, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Kurva linearitas persamaan yang diturunkan ditunjukkan oleh nilai r pada kurva. Hubungan yang cukup signifikan antara kedua variabel ditunjukkan oleh kurva, karena nilai r jatuh dalam kisaran 0,9 ≤ r ≤ 1. Kategori sangat kuat mencakup nilai IC50 sebesar 6,70 µg / mL untuk perbandingan vitamin C. Uji aktivitas antioksidan ekstrak kulit buah naga merah menghasilkan nilai % penghambatan yang bervariasi di seluruh konsentrasi yang diuji yaitu 50, 100, 150, 200, dan 250 ppm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai absorbansi menurun dengan meningkatnya konsentrasi (Tabel 3). Karena lebih banyak FRAP yang berpasangan dengan atom hidrogen dalam sampel, penyerapan FRAP menurun akibat larutan uji yang memadamkan radikal bebas. Persentase penghambatan yang lebih besar ditunjukkan dengan nilai absorbansi yang lebih rendah. Ekstrak kulit buah naga merah ungu menunjukkan aktivitas antioksidan yang cukup besar, seperti yang ditunjukkan oleh nilai IC50 sebesar 193,78 µg/mL, yang berada dalam kisaran 101-250 ppm.

Tabel 3. Hasil Uji Antioksidan Sari Kulit Buah Naga Merah

Konsentrasi (ppm)	Rerata Absorbansi	% Inhibisi	IC_{50} (µg/mL)	Keterangan
50	2,975	32,70853	193,78	Sedang
100	2,949	34,17057		
150	2,79666667	42,73664		
200	2,725	46,76664		
250	2,45	62,23055		

Hasil perhitungan regresi linier, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5, adalah y = bx + a, atau y = 0,1433 + 22,231, dan koefisien korelasi (r) adalah 0,9078. Kurva linearitas persamaan yang diturunkan ditunjukkan oleh nilai r pada kurva. Korelasi yang agak kuat antara kedua variabel ditunjukkan oleh kurva, karena nilai r jatuh dalam kisaran 0,9 ≤ r ≤ 1. Dengan menggunakan alat IBM SPSS Statistics, perbandingan statistik dibuat dari efek antioksidan dari setiap komposisi cuka. Menurut uji homogenitas, jika nilai sig. lebih besar dari 0,05, dapat disimpulkan bahwa data tersebut homogen. Data tersebut homogen, seperti yang ditunjukkan oleh data uji homogenitas yang memiliki nilai sig lebih kecil dari 0,254 (p> 0,05), menurut hasil uji yang dilakukan. Setelah itu, dilakukan uji normalitas. Jika sig. nilai > 0,05, maka data dari uji kenormalan dianggap normal. Berdasarkan hasil tersebut, data dari uji vitamin C tidak mengikuti distribusi normal, sedangkan data dari uji ekstrak kulit buah naga merah mengikuti distribusi normal. Nilai signifikansi untuk uji vitamin C adalah 0,022 (p < 0,05), dan nilai signifikansi untuk uji ekstrak kulit buah naga merah adalah 0,068 (p > 0,05). Karena pengujian ANOVA satu arah memerlukan data yang terdistribusi normal, pengujian statistik Kruskal Wallis nonparameter dipertahankan sebagai pengganti ANOVA satu arah.

Berdasarkan hasil uji Kruskal Wall, dapat diketahui nilai Asymp. Uji Mann Whitney digunakan untuk mengetahui perbedaan lebih lanjut antara kedua sampel ketika tingkat signifikansi kurang dari 0,001, yang menunjukkan bahwa p kurang dari 0,05. Nilai Asymptotik ditentukan dengan membandingkan vitamin C dengan ekstrak kulit buah naga menggunakan hasil uji Mann Whitney yang telah dilakukan. Hasil

menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua sampel, dengan nilai rata-rata peringkat sebesar 9,17 untuk vitamin C dan 21,83 untuk ekstrak kulit buah naga, sebagaimana ditunjukkan oleh tingkat signifikansi <0,001 (p <0,05). Oleh karena itu, H0 ditolak dan H1 diterima dalam uji ini.

4.Cuka kulit buah naga merah (*Selenicereus monacanthus* (Lem.) D.R. Hunt): Hasil Uji Antioksidan IV.

Metode FRAP digunakan untuk melakukan uji antioksidan pada sediaan cuka kulit buah naga merah dalam penelitian ini. Tiga kekuatan ekstrak kulit buah naga merah yang berbeda digunakan untuk membuat sediaan cuka: F1 (50 mL), F2 (100 mL), dan F3 (150 mL). Setelah itu, campuran cuka dibiarkan berfermentasi selama satu setengah minggu. Ada lima konsentrasi berbeda yang diuji untuk aktivitas antioksidan sediaan cuka: 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm, dan 250 ppm. Di bawah ini pada tabel 4 Anda dapat melihat hasil uji:

"Tabel 4. Hasil Uji Antioksidan Cuka Kulit Buah Naga Merah Fermentasi 7 hari"

Sampel	Konsentrasi (ppm)	Rata-rata Absorbansi	% inhibisi	Nilai IC_{50} (µg/mL)	Keterangan
Cuka Fermentasi 7 hari					
F1	50	0,701	50,74521	16,39	Sangat Kuat
	100	0,681333	54,93258		
	120	0,679	55,42938		
	200	0,669	57,55855		
	250	0,656333	60,2555		
F2	50	0,802	29,2406	351,30	Lemah
	100	0,781667	33,56991		
	120	0,776	34,77644		
	200	0,742667	41,87367		
	250	0,741667	42,08659		
F3	50	0,730333	44,49965	131,54	Sedang
	100	0,704333	50,03549		
	120	0,701667	50,60326		
	200	0,685	54,15188		
	250	0,678333	55,57133		
Cuka Fermentasi 10 hari					
F1	50	0,699	51,17104329	31,11	Sangat Kuat
	100	0,696	51,80979418		
	120	0,695	52,02271114		
	200	0,687	53,72604684		
	250	0,673	56,70688432		
F2	50	0,857666667	17,38821859	418,33	Lemah
	100	0,828666667	23,5628105		
	120	0,822666667	24,84031228		
	200	0,783666667	33,14407381		
	250	0,778	34,35060326		
F3	50	0,5654	29,69879518	361,54	Lemah
	100	0,5423	36,65662651		
	120	0,5327	39,54819277		
	200	0,5315	39,90963855		
	250	0,5225	42,62048193		

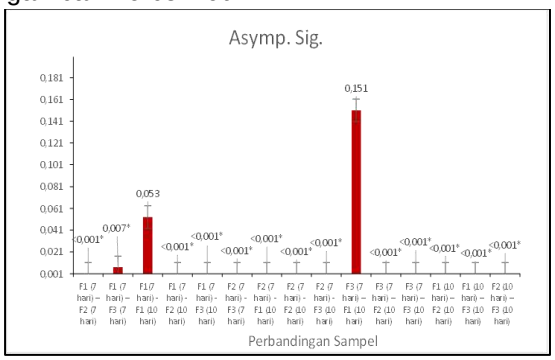
Menurut tabel 4, titik awal untuk setiap formulasi adalah F1, dengan nilai IC50 sebesar 16,39 µg/mL, diikuti oleh F2 pada 351,30 µg/mL, dan F3 pada 131,54 µg/mL, yang semuanya berasal dari analisis antioksidan dalam formulasi cuka kulit buah naga merah dengan waktu fermentasi 7 hari. Nilai IC50 untuk formulasi cuka kulit buah naga merah dengan periode fermentasi 10 hari yang dimulai dengan F1 masing-masing adalah 31,11 µg/mL, 418,33 µg/mL, dan 361,54 µg/mL. Menurut Martiani dkk. (2017), aktivitasnya sangat kuat ketika nilai IC50 kurang dari 50 ppm, kuat ketika nilai IC50 antara 50 dan 100 ppm, sedang ketika nilai IC50 antara 100 dan 250 ppm, dan lemah ketika nilai IC50 antara 250 dan 500 ppm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai IC50 sediaan cuka kulit buah naga merah termasuk dalam salah satu rentang kategori yang bervariasi ini. Hal ini

menunjukkan bahwa jika dibandingkan dengan sari buah kulit buah naga merah saja, efektivitas antioksidan terhadap radikal bebas FRAP lebih kuat dalam formulasi F1 ketika sediaan cuka difermentasi selama 7 atau 10 hari, dan dalam formulasi F3 ketika fermentasi dilakukan selama 10 hari. Hasil untuk proporsi penekanan antioksidan dalam sari buah kulit buah naga merah lebih tinggi daripada hasil untuk semua perlakuan F2 dan F3 yang difermentasi selama 10 hari. Oksidasi jumlah antioksidan dalam sediaan selama fermentasi merupakan alasan berkurangnya aktivitas antioksidan dalam penelitian ini. Bahan penelitian yang tidak memadai atau kontaminasi dari bahan kimia lain juga dapat menjadi faktor penyebabnya. Pada bahan yang berasal dari tumbuhan, molekul fenol merupakan antioksidan yang paling banyak. Kandungan komponen fenol yang tinggi pada sampel menunjukkan peningkatan aktivitas antioksidan, karena senyawa fenolik memiliki kemampuan untuk melindungi dari radikal bebas (Hardoko, 2019). Kandungan fenol yang tinggi pada kulit buah naga merah sebelumnya telah ditunjukkan oleh Sunardi pada tahun 2023, yang memperkuat temuan ini (Sunardi, 2023).

Dengan menggunakan IBM SPSS Statistics, kami membandingkan hasil antioksidan beberapa formulasi cuka secara statistik. Jika nilai sig. lebih dari 0,05, kami dapat mengatakan bahwa data tersebut homogen. Dapat disimpulkan dari hasil tersebut bahwa data tersebut tidak homogen, karena nilai signifikansi uji homogenitas kurang dari 0,001 (p<0,05). Setelah itu, kami beralih ke uji normalitas, yang menyatakan bahwa data mengikuti distribusi normal jika nilai sig. lebih besar dari 0,05. Hasil menunjukkan bahwa satu-satunya data yang terdistribusi normal adalah pada data fermentasi 7 hari untuk sediaan cuka F3 (p>0,05), dengan nilai signifikansi 0,131. Karena data lainnya masih kurang dari 0,05, pengujian dilakukan dengan menggunakan uji statistik Kruskal-Wallis nonparameter, bukan ANOVA satu arah. Alasannya, data yang terdistribusi dengan benar merupakan prasyarat untuk pengujian ANOVA satu arah.

Hasil uji Kruskal-Wallis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai yang cukup besar antara kedua kelompok, karena nilai Asymp. Sig. kurang dari 0,001 (p<0,05), yang menyebabkan penolakan H0 dan penerimaan H1. Selain itu, saat membandingkan sampel, digunakan uji Mann-Whitney.

Berdasarkan pengujian mann whitney yang telah dilakukan menunjukkan nilai Asymp. Sig. >0,05 hanya dimiliki oleh perbandingan antara sediaan cuka F1(7 hari) - F1 (10 hari) dan F3 (7 hari) - F1 (10 hari). Hipotesis 1 diterima dan H0 ditolak. Artinya, ketika kedua sampel dibandingkan, tidak ada perbedaan yang nyata. Perbedaan substansial antara kedua sampel ditunjukkan oleh uji dengan nilai Asymp. Sig < 0,05. Perbandingan antar sampel berupa mean rank dan sum of rank dapat dilihat pada lampiran 12. Hasil pengujian mann whitney cuka kulit buah naga merah disajikan dalam gambar 4.6 berikut :



*) adanya perbedaan yang signifikan antara kedua sampel

Gambar 6. Hasil Tes Uji Mann Whitney Sediaan Cuka Kulit Buah Naga Merah

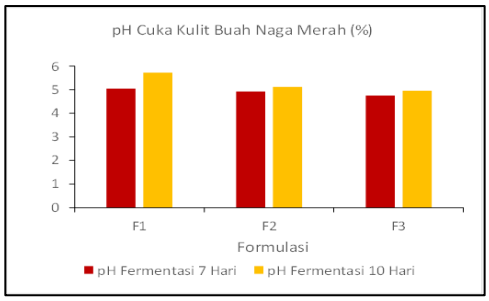
4. “Hasil Evaluasi Sediaan Cuka Kulit Buah Naga Merah (*Selenicereus monacanthus* (Lem.) D.R.Hunt)”

Uji organoleptik, pH, alkohol, total asam asetat, dan total gula merupakan bagian dari proses evaluasi produk. Dengan menggunakan kelima indra, uji organoleptik menguji campuran cuka kulit buah naga merah ungu berdasarkan penampilan, bau, rasa, dan tekstur. Namun, pH meter digunakan untuk melakukan uji kualitatif pada cuka yang terbuat dari kulit buah naga merah. Tabel 4.5 di bawah ini menampilkan hasil uji evaluasi kesiapan:

Tabel 5. Hasil Uji Evaluasi Cuka Kulit Buah Naga Merah

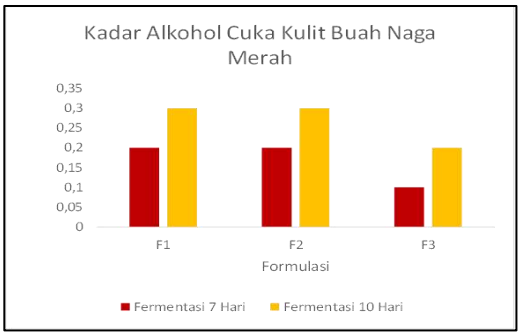
Formulasi	Parameter Uji Organoleptik				pH	% Kadar Alkohol	% Kadar Asam Asetat	% Kadar Gula Total
	Warna	Tekstur	Bau	Rasa				
Fermentasi 7 hari								
F1	Bening kecoklatan	Cair	Tidak sedap	Manis	5,13± 0,01	0,2±3,39	1,5	0,99
F2	Keruh kecoklatan	Cair	Tidak sedap	Manis	4,93± 0,02	0,2±3,39	2,44	1,08
F3	Pink kecoklatan	Cair	Tidak sedap	Manis	4,78± 0,01	0,1±1,69	2,67	1,007
Cuka Fermentasi 10 hari								
F1	Merah muda	Cair	Tidak sedap	Manis	5,73± 0,02	0,3±0,00	1,37	1,07
F2	Pink magenta	Cair	Tidak sedap	Manis	5,05± 0,01	0,3±0,00	1,85	1,009
F3	Pink keunguan	Cair	Tidak sedap	Manis	4,96± 0,01	0,2±3,39	2,06	0,99

Berdasarkan tabel 5 menunjukan bahwa adanya peningkatan pH seiring lamanya waktu fermentasi. Berdasarkan hasil penelitian, pH sediaan cuka yang difermentasi selama 7 atau 10 hari mengalami penurunan. Selain itu, pH sediaan cuka yang dibuat dengan kulit buah naga merah tidak memenuhi pedoman yang ditetapkan oleh SNI 01-4371-1996, yang menyatakan bahwa sediaan cuka harus memiliki pH antara 2,4 dan 3,4. Hal ini terkait dengan konsentrasi asam asetat dalam cuka. Salah satu kemungkinan penjelasan untuk penurunan keasaman tersebut, menurut Ester et al. (2021), adalah bahwa alkohol difermentasi menjadi asam asetat. Nilai pH dapat dipengaruhi oleh pembentukan senyawa asam . Secara spesifik, sediaan cuka dengan kandungan asam asetat yang lebih tinggi akan memiliki pH yang lebih rendah. Terjadi kegagalan dalam mencapai kadar asam asetat minimum yang disyaratkan sebesar 4% dalam penelitian ini. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa resep cuka buah merah ini tidak sesuai dengan kriteria SNI karena nilai pH yang tinggi akibat pembentukan kadar asam asetat yang rendah. Pada Gambar 7 di bawah, Anda dapat mengamati grafik yang menggambarkan hasil nilai pH dari sediaan cuka.



Gambar 7. Perbandingan Hasil Nilai pH Sediaan Cuka Kulit Buah Naga Merah

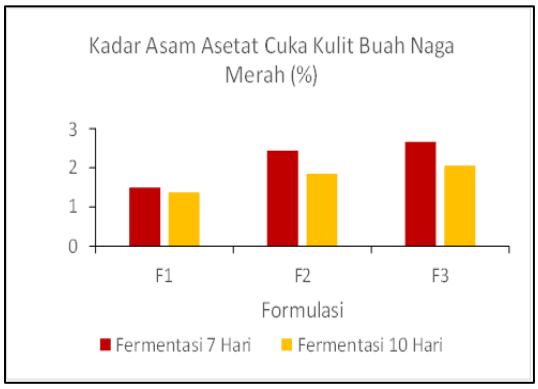
Berdasarkan tabel 5, sediaan F3 memiliki kadar alkohol yang lebih rendah dibandingkan sediaan lainnya. Hal ini disebabkan karena kadar alkohol menurun seiring dengan bertambahnya jumlah ekstrak kulit buah naga merah. Sebaliknya, ketika bakteri S. ceviciae memiliki waktu lebih lama untuk membuat alkohol, kadar alkohol meningkat pada hari kesepuluh fermentasi. Menurut Nurismanto dkk. (2014), penurunan kadar alkohol terjadi pada waktu fermentasi yang lebih lama dan konsentrasi ekstrak yang lebih besar, karena semakin banyak alkohol yang diubah menjadi asam asetat (Nurismanto et al., 2014)./. Gambar 8 menunjukkan grafik yang membandingkan kadar alkohol cuka anggur yang terbuat dari kulit buah naga merah.



Gambar 8. Perbandingan Kadar Alkohol Cuka Kulit Buah Naga Merah Fermentasi 7 dan 10 Hari

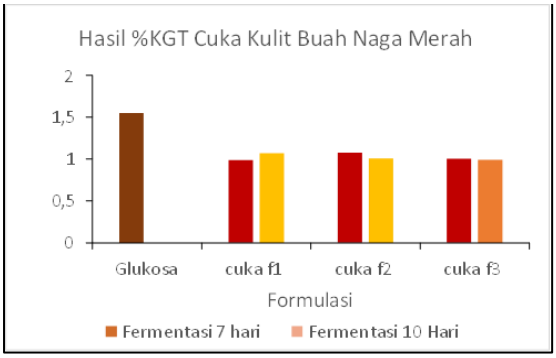
Tabel 5 menunjukkan bahwa kadar asam asetat lebih rendah dalam cuka yang difermentasi selama 10 hari dibandingkan dengan persiapan 7 hari. Menambahkan gula ke dalam campuran cuka menyebabkan kadar asam asetat turun. Fermentasi dimulai dengan konversi sukrosa menjadi glukosa, yang selanjutnya digunakan sebagai substrat

metabolisme oleh sel dan menghasilkan produksi etanol dan karbon dioksida. Akhirnya, bakteri *A. Aceti* mengubah alkohol menjadi asam aseta (Nurismanto et al., 2014). Agar bakteri menghasilkan asam asetat terbaik dari alkohol, dibutuhkan tujuh hari. Sebagai akibat dari efisiensi bakteri yang menurun, kadar asam asetat turun pada hari kesepuluh fermentasi. Asam asetat teroksidasi menjadi air dan karbon dioksida pada tingkat yang meningkat saat fermentasi berlanjut. Ini karena substrat yang dibutuhkan untuk aktivitas bakteri *Acetobacter aceti* berkurang saat durasi fermentasi meningkat. Jadi, produksi asam asetat menurun dengan meningkatnya durasi fermentasi. Lihat Gambar 9 untuk perbandingan temuan konsentrasi asam asetat dari cuka kulit buah naga merah yang difermentasi selama 7 dan 10 hari:



Gambar 9. Perbandingan Kadar asam asetat cuka kulit buah naga merah fermentasi 7 dan 10 hari

Formulasi F1 mencapai konsentrasi asam asetat terendah sebesar 1,37% setelah 10 hari fermentasi. Resep cuka F3 dengan waktu fermentasi 7 hari menghasilkan kadar asam asetat terbesar (2,67%). Berdasarkan temuan ini, tampak bahwa jumlah asam asetat yang dihasilkan oleh sediaan bergantung pada konsentrasi ekstrak; konsentrasi ekstrak yang lebih besar menghasilkan jumlah asam asetat yang lebih tinggi. Menurut SNI 01-4371-1996, yang tentang persyaratan mutu cuka, semua formulasi cuka kulit buah naga merah tidak memenuhi persyaratan konsentrasi asam asetat minimum sebesar 4%. Prosedur pembuatan cuka mungkin salah, misalnya dengan tidak menambahkan cukup udara ke dalam campuran, yang menghambat pertumbuhan bakteri *A. Aceti* dan mencegahnya bekerja secara terbaik. Kemungkinan penyebab lainnya adalah periode fermentasi yang terlalu lama. *Acetobacter aceti*, sejenis bakteri anaerob, membutuhkan udara untuk tumbuh. Menurut penelitian, alkohol dapat mengalami transformasi mikrobiologis menjadi asam ketika terpapar udara dalam durasi yang lama (Leasa & Matdoan, 2015). Pendekatan anthrone, di sisi lain, membandingkan kadar gula total dengan glukosa. Salah satu dari banyak monosakarida yang tersedia dan ada di mana-mana yang ditemukan di kingdom plantae adalah glukosa. Monosakarida merupakan bahan penyusun karbohidrat. Ketiga formulasi (F1, F2, dan F3) dalam cuka yang difermentasi selama 10 hari memiliki kadar gula total yang lebih rendah daripada glukosa, seperti yang ditunjukkan pada tabel 10, yang juga mengungkapkan bahwa sediaan cuka memiliki kadar gula total yang lebih rendah daripada glukosa. Hal ini sesuai dengan temuan Nurismanto dkk. (2014), yang menemukan bahwa nilai gula total rata-rata menurun seiring dengan bertambahnya durasi fermentasi (Nurismanto et al., 2014). Dalam proses fermentasi, ragi mengonsumsi glukosa untuk membuat etanol dan karbon dioksida setelah terlebih dahulu mengubah gula (sukrosa) menjadi fruktosa. Bakteri yang menghasilkan asam asetat dapat mengoksidasi etanol sepenuhnya menjadi asam asetat dan mengoksidasi sebagian glukosa menjadi asam glukonat. Ragi menggunakan gula sisa untuk membuat etanol, sementara *Acetobacter aceti* menggunakan etanol sebagai sumber karbon pilihannya untuk membuat asam asetat (Nurismanto et al., 2014). Namun pada sediaan cuka yang difermentasi selama 7 hari, terjadi peningkatan pada sediaan cuka F2 lalu terjadi penurunan pada sediaan cuka F3. Hal ini dapat diakibatkan kareda adanya kontaminasi pada saat proses pembuatan cuka. Perbandingan hasil kadar gula total pada glukosa dengan sediaan cuka kulit buah naga merah dapat dilihat pada gambar 10 berikut :



Gambar 11. Perbandingan Hasil Kadar Gula Total Pada Glukosa Dengan Sediaan Cuka Kulit Buah Naga Merah

KESIMPULAN

Kesimpulan berikut dapat diambil dari penelitian yang ada:

1. Ekstrak kulit buah naga merah memiliki aktivitas antioksidan dengan nilai IC50 sebesar 193,78 µg/mL. Nilai IC50 sediaan cuka F1 yang difermentasi selama 7 dan 10 hari, masing-masing adalah 16,39 µg/mL dan 31,11 µg/mL, yang lebih rendah dibandingkan ekstrak kulitnya. Kecuali formulasi cuka F1 (7 hari) dan F3 (7 hari) dibandingkan dengan F1 (10 hari), semua formulasi lainnya menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam analisis statistik yang dilakukan menggunakan Mann Whitney. Nilai sig untuk perbandingan tersebut kurang dari 0,001 ($p<0,05$).
2. Evaluasi sediaan cuka kulit buah naga merah yaitu memiliki tekstur yang encer berwarna pink hingga kecoklatan, bau kurang sedap dan rasa manis, memiliki pH pada rentang 4,78-5,73, kadar alkohol pada rentang 0,1%- 0,3%, kadar asam asetat 1,37%-2,67%, kadar total gula 0,99%-1,08%.

UCAPAN TERIMA KASIH

1. Terimakasih kepada apt Neni sri gunarti, M.Si selaku dekan Fakultas Farmasi Universitas Buana Perjuangan Karawang
2. Terimakasih kepada apt. Anggun Hari Kusumawati, M.Si sebagai Kaprodi Fakultas Farmasi, Universitas Buana Perjuangan Karawang
3. Terimakasih kepada keluarga kecilku, suami dan anak- anakku, mbak erna yang selalu mendukung pelaksanaan penelitian ini
4. Terimakasih kepada Kedua orang tuaku dan adekku

DAFTAR PUSTAKA

Al-kayyis, H. K., & Susanti, H. (2016). Perbandingan Metode Somogyi-Nelson Dan Anthrone-Sulfat Pada Penetapan Kadar Gula Pereduksi Dalam Umbi Cilembu (Ipomea batatas L.). *Journal of Pharmaceutical Sciences and Community*, *13*(02), 81–89. https://doi.org/10.24071/jpsc.2016.130206

Handayani, V., Ahmad, A. R., Sudir, M., Etlingera, P., & Sm, R. M. (2014). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Bunga dan Daun Patikala (Etlingera elatior (Jack) R . M . Sm) Menggunakan Abstrak. Pharm Sci Res, 1(2), 86–93.

Hardoko, M. (2019). AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN KARAKTERISTIK CUKA BUAH MANGROVE PEDADA (Sonneratia alba). JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research, 3(3), 322–330. https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2019.003.03.6

Ibroham, M. H., Jamilatun, S., & Kumalasari, I. D. (2022). A Review: Potensi Tumbuhan-Tumbuhan Di Indonesia Sebagai Antioksidan Alami. Jurnal UMJ, 1–13.

Leasa, H., & Matdoan, M. N. (2015). PENGARUH LAMA FERMENTASI TERHADAP TOTAL ASAM CUKA AREN (Arenga pinnata Merr.). BIOPENDIX: Jurnal Biologi, Pendidikan Dan Terapan, 1(2), 140–145. https://doi.org/10.30598/biopendixvol1issue2page140-145

Maesaroh, K., Kurnia, D., & Al Anshori, J. (2018). Perbandingan Metode Uji Aktivitas Antioksidan DPPH, FRAP dan FIC Terhadap Asam Askorbat, Asam Galat dan Kuersetin. Chimica et Natura Acta, 6(2), 93. https://doi.org/10.24198/cna.v6.n2.19049

Mangiri, B. S., Yani, S., & Anitasari, S. (2018). Sari Buah Naga Super merah (Hylocereus

costaricensis) Sebagai Pewarna Alami Plak Gigi. Jurnal Material Kedokteran Gigi, 7(1), 28. https://doi.org/10.32793/jmkg.v7i1.278

Nurismanto, R., Mulyani, T., & Ning, I. (2014). (Acetobacteracetii). 8(2), 149–155.

Simanjuntak, E., & Feryawati, L. (2024). Katekin Daun Gambir (Uncaria gambir roxb) dapat Menurunkan Kadar MDA Serum Mencit Model Penuaan di Induksi oleh D-Galaktosa namun Menaikkan Ekspresi Relatif SOD2 di Hipokampus. 5(4), 249–255.

Sunardi, S. (2023). Analisis Gugus Fungsi Dan Penentuan Kadar Total Fenol Ekstrak Kulit Buah Naga Merah Dan Putih. Jurnal Redoks : Jurnal Pendidikan Kimia Dan Ilmu Kimia, 6(1), 8–18. https://doi.org/10.33627/re.v6i1.976

Teknologi, J., Pertanian, I., Teknologi, F., Unud, P., Jurusan, D., Industri, T., Teknologi, F., & Unud, P. (2016). 1 , 2 ,. 4(3), 71–84.

Theafelicia, Z., & Narsito Wulan, S. (2023). PERBANDINGAN BERBAGAI METODE PENGUJIAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN (DPPH, ABTS DAN FRAP) PADA TEH HITAM (Camellia sinensis). Jurnal Teknologi Pertanian, 24(1), 35–44. https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2023.024.01.4

Wahdaningsih, S. (2022). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol dan Fraksi N-Heksan Kulit Buah Naga Merah (Hylocereus polyrhizus). Jurnal Pharmascience, 9(2), 176. https://doi.org/10.20527/jps.v9i2.13135

Werdhawati, A. (2014). Peran Antioksidan Untuk Kesehatan. Biotek Medisiana Indonesia, 3(1), 59–68.