

MINUMAN FUNGSIONAL TINGGI ANTIOKSIDAN BERBASIS FERMENTASI BUAH GAC (*Momordica cochinchinensis Spreng*) ASAL SUMATRA UTARA

A Functional Beverage with High Antioxidant Content Based on Fermented GAC Fruit (Momordica cochinchinensis Spreng) From North Sumatra

Amelia Maulidina*, Florentina Maria Titin Supriyanti, Iqbal Musthapa

Program Studi Kimia, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas
Pendidikan Indonesia

*e-mail: ameliamaulidina@gmail.com

ABSTRAK

Buah GAC (*Momordica cochinchinensis Spreng*) kaya karotenoid dan fenolik yang berpotensi sebagai bahan baku minuman fungsional tinggi antioksidan. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh tingkat kematangan buah GAC asal Sumatra Utara terhadap fermentasi, formulasi, dan karakteristik minuman fungsional. Buah GAC digunakan pada tiga tingkat kematangan, mentah (60 hari), matang sebagian (75 hari), dan matang sempurna (90 hari). Produk diformulasikan dengan konsentrasi buah 5%, 10%, dan 20%, tanpa dan dengan fermentasi. Analisis meliputi aktivitas antioksidan (DPPH), total serat pangan (AOAC 985.29), pH, total BAL (TPC), dan uji hedonik. Buah matang sempurna menunjukkan aktivitas antioksidan 79,34%; kapasitas antioksidan 1,397 mg AAE/100 mL; dan total serat pangan 46,45 g/100 g. Formula terbaik diperoleh pada minuman fermentasi dengan konsentrasi 20% dengan aktivitas antioksidan 92,89%; kapasitas antioksidan 1,741 mg AAE/100 mL; total serat pangan 5,01 g/100 g; pH 3,745; dan BAL 7,06 log CFU/mL. Uji hedonik menunjukkan penerimaan baik panelis. Dengan demikian, buah GAC matang sempurna berpotensi sebagai bahan baku minuman fungsional tinggi antioksidan, sumber serat, mengandung probiotik, dan disukai konsumen.

Kata kunci: Antioksidan, Buah GAC, Fermentasi, Minuman fungsional

ABSTRACT

GAC fruit (*Momordica cochinchinensis Spreng*) is rich in carotenoids and phenolics, which have the potential as a raw material for antioxidant-rich functional beverages. This study aimed to determine the effect of GAC fruit maturity levels from North Sumatra on fermentation, formulation, and functional beverage characteristics. GAC fruit was used at three maturity levels, unripe (60 days), partially ripe (75 days), and fully ripe (90 days). The products were formulated with fruit concentrations of 5%, 10%, and 20%, without and with fermentation. Analyses included antioxidant activity (DPPH), total dietary fiber (AOAC 985.29), pH, total lactic acid bacteria (TPC), and hedonic test. Fully ripe fruit showed antioxidant activity of 79.34%; antioxidant capacity of 1.397 mg AAE/100 mL; and total dietary fiber of 46.45 g/100 g. The best formula was obtained in fermented beverages with 20% GAC fruit concentration, showing antioxidant activity of 92.89%; antioxidant capacity of 1.741 mg AAE/100 mL; total dietary fiber of 5.01 g/100 g; pH 3.745; and lactic acid bacteria count of 7.06 log CFU/mL. The hedonic test showed good acceptance by panelists. Thus, fully ripe GAC fruit has potential as a raw material for antioxidant-rich functional beverages, as it is high in antioxidants, a source of dietary fiber, contains probiotics, and is well accepted by consumers.

Keyword: Antioxidants, GAC Fruit, Fermentation, Functional Beverage

PENDAHULUAN

Minuman fungsional merupakan minuman yang mengandung nutrisi, vitamin, mineral, komponen bioaktif, dan antioksidan yang memberikan dampak positif terhadap kesehatan tubuh (Aadil *et al.*, 2019). Salah satu metode pengolahan yang dapat meningkatkan nilai fungsional suatu produk adalah fermentasi.

Fermentasi merupakan suatu proses perubahan kimia pada substrat organik melalui aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme (Sharma *et al.*, 2020). Proses fermentasi pada buah tidak hanya memperpanjang umur simpan, tetapi juga mampu memodifikasi senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, polifenol, dan triterpen, sehingga mampu memperbaiki cita rasa dengan mengurangi rasa sepat dan pahit, serta meningkatkan ketersediaan senyawa antioksidan melalui aktivitas mikroorganisme (Zhao *et al.*, 2021; Gao *et al.*, 2019; Rokhim *et al.*, 2019).

Antioksidan adalah senyawa yang mampu mendonorkan elektron atau atom hidrogen kepada radikal bebas, sehingga memutus rantai reaksi oksidasi (Gulcin, 2020). Antioksidan umumnya diperoleh dari sumber alami, khususnya makanan seperti buah-buahan yang mengandung senyawa penangkal radikal bebas. (Yadav *et al.*, 2016). Salah satu buah yang kaya antioksidan dan memiliki potensi besar sebagai bahan baku

fermentasi minuman fungsional adalah buah GAC.

GAC (*Momordica cochinchinensis Spreng*) merupakan buah tropis yang kaya akan senyawa antioksidan seperti likopen, β -karoten, vitamin E, fenolik, flavonoid, dan saponin, yang berfungsi melindungi tubuh dari stres oksidatif, mendukung kesehatan mata, jantung, kulit, dan berpotensi sebagai agen anti-inflamasi serta anti-kanker (Kubola & Siriamornpun, 2011). Kadar likopen buah GAC lima kali lebih tinggi dibandingkan tomat, jambu biji, semangka, papaya, dan jeruk bali. Buah GAC memiliki nilai aktivitas antioksidan pada bagian kulit buah sebesar $4,65 \pm 0,70$ mg AAE/g berat segar, daging buah sebesar $2,41 \pm 0,20$ mg AAE/g berat segar, dan $4,87 \pm 1,58$ mg AAE/g berat segar pada bagian aril (Kubola & Siriamornpun, 2011).

Penelitian oleh Marpaie *et al.* (2022) menunjukkan bahwa fermentasi buah GAC menggunakan *Lactobacillus paracasei* CASEI 431 meningkatkan kapasitas antioksidan secara signifikan, ditunjukkan oleh kenaikan aktivitas penangkap radikal bebas DPPH dari $2,71 \pm 0,08$ mg AAE/100 mL menjadi $5,52 \pm 0,19$ mg AAE/100 mL.

Hingga saat ini, penelitian tentang pemanfaatan buah GAC sebagai bahan baku minuman fungsional di Indonesia masih terbatas, terutama mengenai pengaruh tingkat kematangan buah GAC terhadap aktivitas antioksidan dan serat pangan. Sementara itu, tingkat kematangan buah

merupakan faktor penting yang dapat mempengaruhi bioaktivitas dan fungsional produk. Selain itu, belum banyak penelitian yang mengkaji pengaruh fermentasi serta formulasi (rasio buah GAC dan air) terhadap karakteristik kimia, mikrobiologi, dan hedonik jus buah GAC sebagai minuman fungsional. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh tingkat kematangan buah GAC asal Sumatra Utara, fermentasi, dan formulasi, terhadap produk minuman fungsional yang memiliki aktivitas antioksidan tinggi, serat pangan, viabilitas bakteri asam laktat yang baik, serta tingkat penerimaan konsumen yang tinggi

METODOLOGI PENELITIAN

Prosedur Penelitian

Sampel pada penelitian ini adalah buah GAC yang diperoleh dari daerah perkebunan di Kota Medan pada tiga tingkat kematangan berbeda, yaitu mentah, matang sebagian, dan matang sempurna, dengan usia panen yaitu 60, 75, dan 90 hari.

Aktivitas Antioksidan

Analisis aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH. Larutan DPPH 0,3 mM dipipet 2 mL dan dimasukkan dalam labu takar 10 mL, kemudian ditambahkan etanol 96 %, lalu diinkubasi selama 30 menit pada suhu ruang. Absorbansi diukur menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 500-520 nm, hingga diperoleh panjang gelombang maksimum 515,3 nm.

Daging buah GAC dengan tiga tingkat kematangan berbeda, masing-masing dicampurkan dengan aril buah dan air, kemudian dihaluskan. Sebanyak 3 mL sari buah GAC dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL, ditambahkan larutan DPPH 0,3 mM masing-masing 2 mL, dan ditambah etanol hingga tanda batas. Larutan diinkubasi dan diukur serapannya dengan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 515,3 nm.

Pengujian produk minuman jus buah GAC dilakukan dengan prosedur yang sama. Selanjutnya, larutan asam askorbat 100 ppm disiapkan sebagai larutan pembanding, kemudian dibuat seri konsentrasi 0,5;1,5;3;4,5;6 ppm dan 10;12;14;16;18 ppm dalam labu takar 10 mL. Hasil pengukuran aktivitas antioksidan dengan metode DPPH dinyatakan dalam persen inhibisi (%) yang diubah menjadi satuan mg AAE/100 mL sebagai nilai kapasitas antioksidan.

Total Serat Pangan

Daging buah GAC pada tiga tingkat kematangan dicampur dengan aril, lalu diekstraksi menggunakan n-heksana (25 mL/g) dengan pengadukan selama 1 jam. Sampel disaring, dikeringkan pada suhu 50°C selama 48 jam dan dihaluskan. Sebanyak 1 g sampel diekstraksi dengan 50 mL buffer fosfat pH 6, kemudian dihidrolisis bertahap dengan enzim α -amilase, protease, dan glukamilase.

Etanol 95% yang telah dipanaskan hingga suhu 60°C ditambahkan untuk

mengendapkan serat. Endapan disaring dan dicuci berurutan dengan etanol (3 × 20 mL), metanol (2 × 10 mL), dan aseton (2 × 10 mL), kemudian dikeringkan pada 105°C selama 1 jam, didinginkan dalam desikator, dan ditimbang sebagai residu serat. Residu dibakar dalam furnace (550°C, 5 jam) untuk memperoleh bobot abu. Kadar protein dalam residu ditentukan dengan metode Lowry (Lowry *et al.*, 1951).

Perhitungan total serat pangan (TDF):

$$\text{TDF (\%)} = \frac{\text{Bobot residu} - P - A - B}{\text{Bobot sampel}} \times 100$$

Keterangan:

Bobot residu = Rata-rata bobot residu untuk dua ulangan sampel (mg)

P = Bobot protein yang ditentukan dari metode lowry (mg)

A = Bobot abu sampel (mg)

Bobot sampel = Rata-rata bobot sampel yang diambil (mg)

Produksi Minuman Jus Buah GAC

Pembuatan jus buah GAC dibagi menjadi dua tahap, yaitu tanpa fermentasi (JG) dan dengan fermentasi (FJG). Aril dan daging buah GAC dicampurkan dan dihaluskan. Campuran ditambahkan air sesuai formulasi (10%, 20%, 30%), kemudian dihomogenkan dan disaring. Sukrosa (4 g/100 mL), inulin (2 g/100 mL), dan garam (0,05 g/100 mL) ditambahkan ke dalam jus, kemudian dipanaskan hingga suhu 60°C dan dipasteurisasi pada suhu 80°C selama 10 menit.

Proses pembuatan jus buah GAC yang difermentasi, dilakukan dengan menyesuaikan nilai pH pada 5,0–6,0, kemudian diinokulasi dengan 10 mL starter *Lactobacillus plantarum* dan diinkubasi 24 jam pada 37°C. Setelah fermentasi, produk disimpan pada 4°C untuk menghentikan aktivitas mikroba.

Analisis Derajat Keasaman

Analisis dilakukan dengan metode potensiometri, yaitu menggunakan pH meter. Sebanyak 20 mL sampel JG dan FJG masing-masing dimasukkan ke dalam gelas kimia 50 mL, kemudian elektroda dicelupkan ke dalam sampel dan ditunggu beberapa saat hingga nilai pH stabil.

Analisis Jumlah Bakteri Asam Laktat

Seluruh alat dan bahan disterilisasi dengan autoklaf (122°C, 15 menit). Media MRS agar disiapkan dengan melarutkan 20 g bubuk dalam 300 mL akuabides, disterilisasi, lalu dituangkan 15 mL ke dalam cawan petri steril. Suspensi sampel dibuat dengan pengenceran berurutan menggunakan NaCl 0,85% hingga 10^{-5} . Sebanyak 1 mL suspensi dari pengenceran 10^{-3} , 10^{-4} , dan 10^{-5} diinokulasikan ke dalam cawan berisi media MRS agar, kemudian diinkubasi pada 37°C selama 48 jam.

Uji Hedonik

Parameter pengujian meliputi warna, aroma, rasa, dan kesan keseluruhan sebagai keberterimaan konsumen terhadap produk. Panelis tidak terlatih mencicipi masing-masing produk yang telah disajikan serta memberikan penilaian berdasarkan skala hedonik yang ditetapkan, yaitu (1) sangat tidak suka; (2) tidak suka; (3) netral; (4) suka; dan (5) sangat suka.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas Antioksidan Buah GAC

Berdasarkan hasil analisis aktivitas dan kapasitas antioksidan, buah GAC matang sempurna menunjukkan nilai antioksidan tertinggi dibandingkan dengan buah GAC mentah dan matang sebagian yang ditunjukkan berdasarkan tabel 1.

Tabel 1. Aktivitas dan Kapasitas Antioksidan Buah GAC berdasarkan Tingkat Kematangan

Buah GAC	Aktivitas Antioksidan (%)	Kapasitas Antioksidan (mg AAE/100 mL)
Mentah	40,6 ± 0,020 ^a	0,413 ± 0,001 ^a
Matang sebagian	65,01 ± 0,003 ^b	1,033 ± 0,001 ^b
Matang sempurna	79,34 ± 0,066 ^c	1,397 ± 0,001 ^c

Keterangan: Notasi huruf kecil (a, b, c) menunjukkan perbedaan antar sampel (n=2).

Aktivitas dan kapasitas antioksidan buah GAC meningkat secara signifikan seiring dengan bertambahnya tingkat kematangan buah. Peningkatan tersebut berkaitan dengan konsentrasi senyawa antioksidan, seperti karotenoid dan senyawa fenolik yang meningkat seiring dengan proses pematangan buah (Staveckienė *et al.*, 2023).

Buah pada tahap mentah umumnya kaya fenolik, seperti asam galat, katekin, dan flavonoid, sedangkan karotenoid (likopen dan β-karoten) belum terbentuk optimal. Pada tahap matang sebagian, fenolik mulai menurun seiring peningkatan karotenoid, terutama β-karoten dan likopen, serta vitamin C. Hal ini menunjukkan peralihan dominasi antioksidan dari fenolik ke pigmen lipofilik. Pada tahap matang sempurna, fenolik dan

flavonoid terus menurun, sementara kadar karotenoid dan vitamin C mencapai puncaknya (Kubola & Siriamornpun, 2011).

Berdasarkan penelitian Kubola & Siriamornpun (2011), likopen adalah senyawa utama yang berperan dalam memberikan aktivitas antioksidan pada buah GAC, dengan konsentrasi tertinggi ditemukan saat buah mencapai kematangan penuh. Sehingga, buah GAC matang sempurna memiliki potensi antioksidan lebih kuat dibandingkan dengan buah yang masih mentah atau matang sebagian, sehingga lebih efektif dalam mencegah kerusakan sel akibat stres oksidatif

Total Serat Pangan Buah GAC

Analisis total serat pangan dilakukan berdasarkan metode AOAC 985.29, yaitu

metode standar untuk analisis serat pangan secara enzimatik-gravimetri. Kadar serat paling tinggi terdapat pada buah GAC yang masih mentah, yaitu sebesar 81,12 g/100 g,

sedangkan kadar serat terendah terdapat pada buah yang sudah matang sempurna, yaitu 49,91 g/100 g

Tabel 2. Total Serat Pangan Buah GAC berdasarkan Tingkat Kematangan

Buah GAC	Total Serat Pangan (g/100 g)
Mentah	81,12 ± 0,127 ^c
Matang sebagian	62,47 ± 0,212 ^b
Matang sempurna	49,91 ± 0,671 ^a

Keterangan: Notasi huruf kecil (a, b, c) menunjukkan perbedaan antar sampel (n=2).

Penurunan kadar serat dapat terjadi karena adanya perubahan struktur seluler dan proses penguraian polisakarida selama proses pematangan (Li *et al.*, 2022). Saat buah matang, aktivitas enzim endogen seperti pektinase dan selulase mengalami peningkatan dan menyebabkan jaringan buah menjadi lebih lunak melalui proses penguraian struktur serat seperti selulosa, hemiselulosa, dan pektin. Sehingga, ruang antarsel terisi lebih banyak cairan dan kadar air terikat bertambah seiring bertambahnya tingkat kematangan (El Kiyat, 2018).

Analisis residu serat menunjukkan massa protein untuk buah GAC mentah, matang sebagian, dan matang sempurna berturut-turut sebesar 0,4841 mg; 1,510 mg; dan 1,570 mg. Kadar protein tersebut berasal dari sisa protein buah yang tidak sepenuhnya didegradasi oleh enzim protease.

Penelitian oleh Rahman *et al.* (2024) dengan menggunakan metode AOAC melaporkan bahwa total serat pangan buah GAC sebesar 33,3 g/100 g pada daging buah

dan 7 g/100 g pada aril. Hasil tersebut lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian ini, dimana nilai total serat pangan pada buah GAC matang sempurna yaitu 49,91 g/100 g.

Produksi Minuman Jus Buah GAC

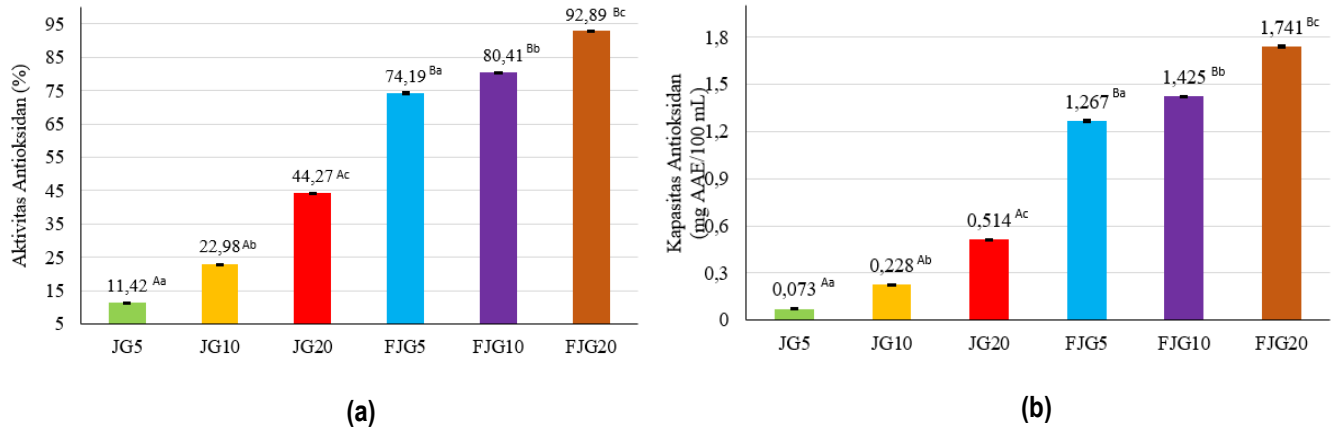
Pada pembuatan jus buah GAC ditambahkan sukrosa, inulin, dan garam. Sukrosa berfungsi sebagai pemanis alami sekaligus sumber karbon bagi bakteri asam laktat (Davoodi *et al.*, 2016). Inulin berperan sebagai serat pangan larut yang meningkatkan tekstur, kestabilan, serta bertindak sebagai prebiotik (Akai, 2022). Sementara itu, garam ditambahkan dalam jumlah kecil untuk menyeimbangkan rasa, menghambat mikroorganisme kontaminan, dan menciptakan tekanan osmotik tinggi (Barcenilla *et al.*, 2022).

Aktivitas Antioksidan Minuman Jus Buah GAC

Analisis aktivitas antioksidan minuman jus buah GAC dilakukan terhadap tiga jenis varian, yaitu pada tiga tingkat

konsentrasi buah GAC 5%, 10%, 20% dengan dua perlakuan, yaitu tanpa

fermentasi (JG) dan fermentasi (FJG).



Gambar 1. (a) Aktivitas Antioksidan dan (b) Kapasitas Antioksidan Minuman Jus Buah GAC

Fermentasi minuman jus buah GAC menggunakan bakteri asam laktat yaitu *Lactobacillus plantarum* secara konsisten meningkatkan aktivitas antioksidan pada semua tingkat konsentrasi, terutama konsentrasi 20%. Proses tersebut terjadi karena metabolisme *Lactobacillus plantarum* mampu memecah senyawa fenolik kompleks menjadi bentuk lebih aktif, sehingga menghasilkan senyawa baru yang memiliki sifat antioksidan serta meningkatkan aktivitas enzimatis (Zhou *et al.*, 2020).

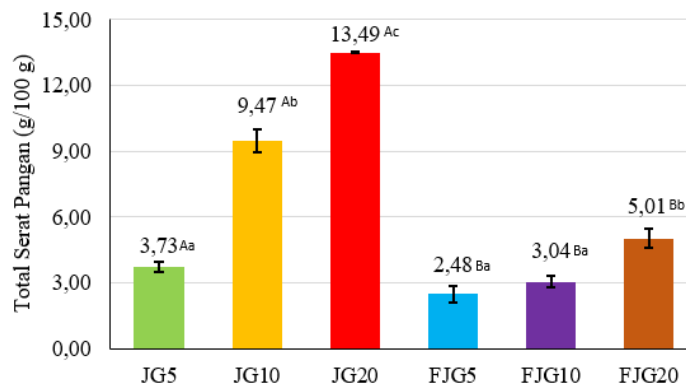
Fermentasi dapat meningkatkan aktivitas antioksidan melalui metabolisme mikroba yang mempengaruhi senyawa fenolik, flavonoid, tanin, vitamin, serta menghasilkan peptida antioksidan dan eksopolisakarida yang berfungsi sebagai penangkap radikal bebas, khelator logam, serta peredam oksigen singlet. Buah GAC dikenal sebagai salah satu sumber utama senyawa antioksidan, seperti likopen, β -

karoten, dan senyawa fenolik yang bersifat larut air (Kubola & Siriamornpun, 2011). Oleh karena itu, semakin tinggi konsentrasi buah, maka semakin besar pula ketersediaan substrat yang kaya akan antioksidan dapat memperkuat efek bioaktif yang dihasilkan.

Berdasarkan klasifikasi yang dikemukakan oleh Bokhtiar *et al.* (2024), nilai kapasitas antioksidan >1 mg AAE/100 mL tergolong dalam kategori tinggi. Dengan demikian, FJG20 atau varian fermentasi pada formulasi konsentrasi buah GAC 20%, dapat dikategorikan sebagai minuman fungsional dengan potensi antioksidan tinggi yang mampu mencegah kerusakan sel akibat stres oksidatif.

Total Serat Pangan Minuman Jus Buah GAC

Hasil total serat pangan minuman jus buah GAC ditunjukkan berdasarkan gambar 2.



Gambar 2. Total Serat Pangan Minuman Jus Buah GAC

Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan fermentasi dan formulasi buah memberikan pengaruh signifikan terhadap total serat pangan. Semakin tinggi konsentrasi buah, maka semakin besar jumlah fraksi padat, termasuk serat pangan. Dengan kata lain, jumlah bahan baku menentukan densitas nutrien yang terkandung dalam produk akhir (Sadowska *et al.*, 2022). Namun, proses fermentasi menyebabkan penurunan kadar serat pangan secara signifikan karena aktivitas mikroorganisme fermentatif yang mampu memetabolisme sebagian fraksi serat larut sebagai substrat energi (Holscher, 2017).

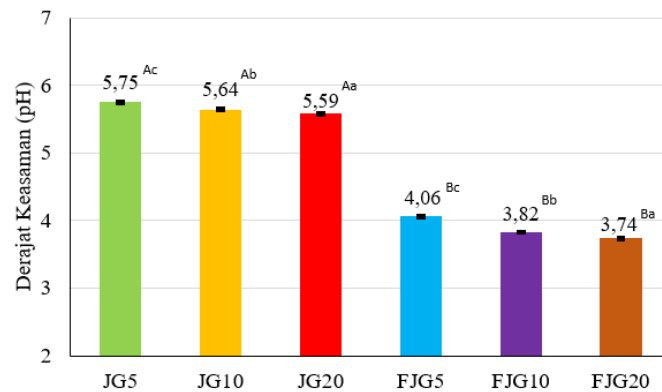
Beberapa enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme, seperti pektinase dan selulase, dapat mendegradasi struktur polisakarida kompleks menjadi unit-unit sederhana, sehingga tidak lagi terhitung sebagai serat pangan dalam metode gravimetri (Buljeta *et al.*, 2023). Menurut

penelitian Zhang *et al.* (2020), fermentasi substrat buah dapat meningkatkan fermentabilitas serat tetapi menurunkan total kadar serat, terutama serat larut.

Penggunaan buah GAC matang sempurna sebagai bahan baku utama produk, mempengaruhi rendahnya total serat pangan dalam produk. Meskipun terdapat penurunan kadar serat pada produk fermentasi, nilai total serat pangan pada varian FJG20, yaitu sebesar 5,005 g/100 g tetap memenuhi kriteria sebagai sumber serat, sesuai dengan ketentuan BPOM (2016).

Derajat Keasaman (pH) Minuman Jus Buah GAC

Dalam bidang pangan, pH berfungsi sebagai indikator rasa asam, keamanan mikrobiologis, kestabilan produk, dan efektivitas proses fermentasi (Rahman, 2004).



Gambar 3. Nilai Derajat Keasaman Minuman Jus Buah GAC

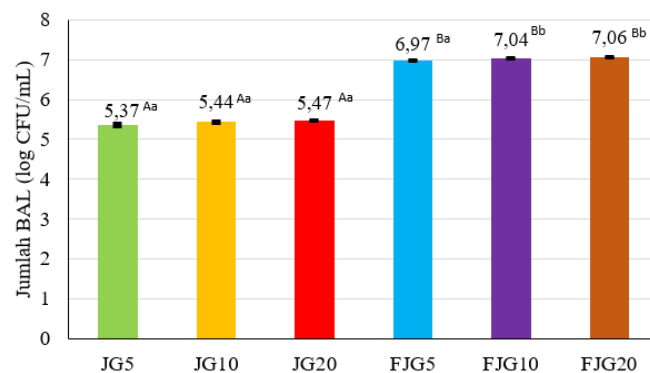
Hasil analisis menunjukkan bahwa jus buah GAC tanpa fermentasi mengalami penurunan nilai pH seiring bertambahnya konsentrasi buah. Penurunan pH tersebut dapat terjadi karena bertambahnya kadar senyawa asam alami pada buah GAC, yaitu asam askorbat, asam fenolik, dan senyawa metabolit sekunder lain seperti flavonoid dan tanin yang bersifat asam (Khairi & Othman, 2023).

Pada sampel jus yang difermentasi terjadi penurunan nilai pH karena aktivitas mikroorganisme, khususnya bakteri asam laktat. Bakteri tersebut memecah gula menjadi asam organik seperti asam laktat dan asam asetat. Semakin tinggi konsentrasi buah, maka jumlah gula dan fruktosa yang

tersedia juga semakin banyak. Sehingga, mikroba dapat bekerja lebih cepat dan menghasilkan lebih banyak asam, serta pH menjadi lebih rendah. Akibatnya, fermentasi pada buah dengan konsentrasi lebih tinggi menghasilkan produk yang lebih asam (Yuan *et al.*, 2024).

Jumlah Bakteri Asam Laktat Minuman Jus Buah GAC

Minuman jus buah GAC tanpa fermentasi mengalami peningkatan jumlah BAL seiring bertambahnya konsentrasi buah, karena kandungan nutrisi seperti gula dan vitamin lebih tinggi sehingga mampu mendukung keberlangsungan hidup bakteri meskipun pertumbuhannya tidak signifikan.



Gambar 4. Jumlah Bakteri Asam Laktat Minuman Jus Buah GAC

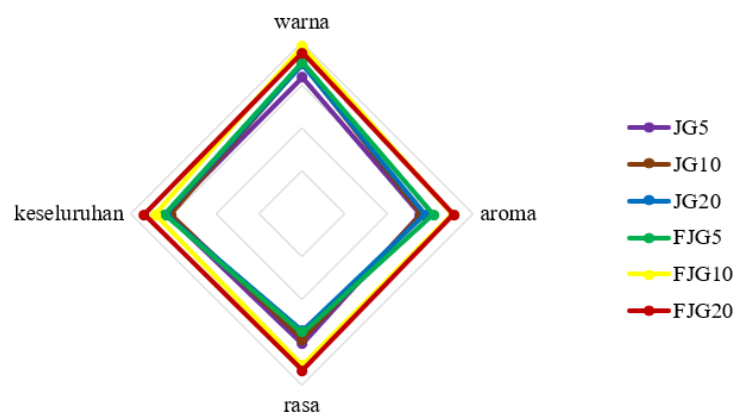
Pada sampel jus GAC yang difermentasi terjadi peningkatan jumlah BAL yang berkaitan dengan aktivitas metabolisme *Lactobacillus plantarum* yang memanfaatkan gula dalam jus buah GAC sebagai sumber energi. Selain itu, buah GAC memiliki kadar karotenoid yang sangat tinggi, terutama likopen dan β -karoten yang tidak hanya berperan sebagai antioksidan alami, tetapi juga menciptakan lingkungan yang lebih stabil bagi pertumbuhan mikroba probiotik dengan mengurangi stres oksidatif selama fermentasi (Rahman *et al.*, 2024)

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia SNI 7552: 2009, syarat dari suatu produk dikatakan probiotik apabila produk

tersebut mengandung total BAL yang masih hidup pada saat dikonsumsi $\geq 10^6$ CFU/mL atau 6 log CFU/mL. Dengan demikian, semua sampel jus buah GAC yang difermentasi dalam penelitian ini memenuhi syarat tersebut, sehingga minuman jus buah GAC dapat menjadi kandidat potensial sebagai minuman probiotik fungsional.

Uji Hedonik Minuman Jus Buah GAC

Uji sensori yang dilakukan merupakan uji hedonik, yang bertujuan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap 3 varian minuman jus buah GAC. Data disajikan dalam bentuk diagram jaring laba-laba yang hasilnya ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Hasil Uji Hedonik Minuman Jus Buah GAC

Hasil uji hedonik terhadap atribut warna menunjukkan bahwa sampel FJG10 paling disukai oleh panelis. Produk yang difermentasi (FJG) menunjukkan warna yang lebih cerah, terang, dan cenderung lebih muda. Perubahan warna tersebut dapat disebabkan oleh aktivitas enzimatis mikroorganisme seperti lipoksigenase dan

peroksidase yang dapat memecah struktur karotenoid, serta perubahan pH selama fermentasi (menjadi asam) dapat mempercepat degradasi atau isomerisasi karotenoid (Winarsi *et al.*, 2012; Nurfahilah *et al.*, 2021).

Pada atribut aroma, rasa, dan kesan keseluruhan, FJG20 lebih disukai oleh

panelis. Proses fermentasi menyebabkan terbentuknya senyawa volatil baru seperti butan-2-one, yang memiliki aroma seperti mentega, keju, coklat, dan eter (Marnpae *et al.*, 2022). Senyawa tersebut, meningkatkan karakteristik aroma dan memperbaiki kesan sensori jus buah GAC.

KESIMPULAN

Tingkat kematangan buah GAC asal Sumatra Utara berpengaruh signifikan terhadap aktivitas antioksidan dan total serat pangan, semakin matang buah menghasilkan aktivitas antioksidan lebih tinggi namun serat pangan menurun. Proses fermentasi dan formulasi minuman jus GAC juga berpengaruh signifikan, fermentasi meningkatkan aktivitas antioksidan dan jumlah BAL serta menurunkan pH dan total serat pangan, sedangkan peningkatan konsentrasi buah meningkatkan aktivitas antioksidan, serat pangan, dan BAL, tetapi menurunkan pH. Uji hedonik menunjukkan varian fermentasi lebih disukai, dengan FJG10 terbaik pada warna dan FJG20 terbaik pada aroma, rasa, dan penerimaan keseluruhan. Formula terpilih adalah fermentasi dengan konsentrasi 20% (FJG20) karena mengandung antioksidan tinggi, sumber serat, probiotik, dan memiliki kualitas sensori baik.

DAFTAR PUSTAKA

Aadil, R. M., Roobab, U., Sahar, A., ur Rahman, U., & Khalil, A. A. (2019). Functionality of bioactive nutrients in

beverages. In *Nutrients in beverages* (pp. 237-276). Academic Press.

Akal, C. (2022). Using dietary fiber as stabilizer in dairy products: β -glucan and inulin-type fructans. *Journal of Food Science and Technology*, 60, 2945 - 2954. <https://doi.org/10.1007/s13197-022-05651-6>.

Badan Standardisasi Nasional. (2009). SNI 7552:2009 – Minuman susu fermentasi berperisa. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Barcenilla, C., Álvarez-Ordóñez, A., López, M., Alvseike, O., & Prieto, M. (2022). Microbiological Safety and Shelf-Life of Low-Salt Meat Products-A Review. *Foods* (Basel, Switzerland), 11(15), 2331. <https://doi.org/10.3390/foods11152331>

Bokhtiar, S. M., Sarker, D., Akter, A., Salam, M. A., Ahmed, K. U., Anwar, M. M., Hossain, M. F., Ahmed, M., Bhuiyan, M. S., Kanta, R. A., Asaduzzaman, A. K. M., Ahmed, K. S., Hossain, H., & Rafiquzzaman, S. M. (2024). Nutritional profiling, phytochemical screening, cytotoxicity, and antioxidant content analysis for different crude extracts of *Ulva lactuca* from coast of Bangladesh. *Future Foods*, 10, 100513. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2024.100513>

BPOM (2016). Peraturan BPOM Nomor 13 Tahun 2016 tentang Pengawasan Klaim Pada Label dan Iklan Pangan Olahan.

Buljeta, I., Šubarić, D., Babić, J., Pichler, A., Šimunović, J., & Kopjar, M. (2023). Extraction of Dietary Fibers from Plant-Based Industry Waste: A Comprehensive Review. *Applied Sciences*, 13(16), 9309. <https://doi.org/10.3390/app13169309>

- Davoodi, S., Behbahani, M., Shirani, E., & Mohabatkar, H. (2016). Influence of Sucrose, Glucose, Stevia Leaf and Stevioside on the Growth and Lactic Acid Production by *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis* and *Lactobacillus casei*. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science*, 40, 275-279.
<https://doi.org/10.1007/S40995-016-0088-6>.
- El Kiyat, W. (2018). Kajian Pemanfaatan Enzim Dalam Pengolahan Wine Berbasis Pisang Lokal. *AGRISAINTEFIKA: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 2(2), 146-159.
- Gao, H., Wen, J.-J., Hu, J.-L., Nie, Q.-X., Chen, H.-H., Nie, S.-P., ... Xie, M.-Y. (2019). *Momordica charantia* juice with *Lactobacillus plantarum* fermentation: Chemical composition, antioxidant properties and aroma profile. *Food Bioscience*, 29, 62–72.
<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2019.03.007>
- Gulcin, İ. (2020). Antioxidants and antioxidant methods: An updated overview. *Archives of toxicology*, 94(3), 651-715.
- Holscher H. D. (2017). Dietary fiber and prebiotics and the gastrointestinal microbiota. *Gut microbes*, 8(2), 172–184.
<https://doi.org/10.1080/19490976.2017.1290756>
- Khairi, N., & Othman, H. (2023). Morphological and Genetic Analysis of *Momordica cochinchinensis* (Lour.) Spreng. (GAC) from Different Accessions in Malaysia. *Journal of Tropical Life Science*.
<https://doi.org/10.11594/jtls.13.02.10>.
- Kubola, J. and Siriamornpun, S. (2011) Phytochemicals and antioxidant activity of different fruit fractions (peel, pulp, aril and seed) of Thai GAC (*Momordica cochinchinensis* Spreng). *Food Chemistry* 127, 1138–1145.
- Li, D., Deng, L., Dai, T., Chen, M., Liang, R., Liu, W., Liu, C., Chen, J., & Sun, J. (2022). Ripening induced degradation of pectin and cellulose affects the far infrared drying kinetics of mangoes. *Carbohydrate Polymers*, 291, 119582.
<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2022.119582>
- Lowry, O. H., Nira, J. R., Lewis, F., & Rose, J. R. (1951). Protein measurement with the folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*, 193(1), 265–275.
- Marnpae, M., Chusak, C., Balmori, V., Kamonsuwan, K., Dahlan, W., Nhujak, T., ... & Adisakwattana, S. (2022). GAC probiotic fruit drink fermented with *Lactobacillus paracasei*: Physiochemical properties, phytochemicals, antioxidant activity, functional properties, and volatile flavor compounds. *Lwt*, 169, 113986.
- Nurfahilah, V., Maulana, I., & Syafnir, L. (2021). Kajian Pustaka Pengaruh Modifikasi Nitrogen Terhadap Kadar B-Karoten Serta Aktivitas Antioksidan *Dunaliella salina*.
<https://doi.org/10.29313/V0I0.29685>.
- Rahman, M. N. A., Ismail, A., Azlan, A., Fazli, A., Aziz, A., Hassim, M. D., & Muhammad, N. H. (2024). Physicochemical properties, proximate composition, and carotenoid content of *Momordica cochinchinensis* L. Spreng (GAC) fruit. *Pertanika J. Trop. Agric. Sci*, 47(2), 461-479.
- Rahman, M. S. (2004). pH in food preservation. *FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY-NEW YORK-MARCEL DEKKER*, 167, 287.

- Rokhim, J. N., Agustin, N. N., & Fidyasari, A. (2019). Mutu fisik dan viabilitas produk japro (jamu probiotik) minuman sehat kaya antioksidan. *Jurnal Teknologi Pangan*, 13(2).
- Sadowska, A., Świdorski, F., Siol, M., Niedziółka, D., & Najman, K. (2022). Functional Properties of Fruit Fibers Preparations and Their Application in Wheat Bakery Products (Kaiser Rolls). *Agriculture*, 12(10), 1715. <https://doi.org/10.3390/agriculture12101715>
- Sharma, R., Garg, P., Kumar, P., Bhatia, S. K., & Kulshrestha, S. (2020). Microbial fermentation and its role in quality improvement of fermented foods. *Fermentation*, 6(4), 106.
- Staveckienė, J., Kulaitienė, J., Levickienė, D., Vaitkevičienė, N., & Vaštakaitė-Kairienė, V. (2023). The Effect of Ripening Stages on the Accumulation of Polyphenols and Antioxidant Activity of the Fruit Extracts of Solanum Species. *Plants*, 12(14), 2672. <https://doi.org/10.3390/plants12142672>
- Winarsi, H., Wijayanti, S., & Purwanto, A. (2012). Aktivitas Enzim Superoksida Dismutase, Katalase, dan Glutation Peroksidase Wanita Penderita Sindrom Metabolik. *Majalah Kedokteran Bandung*, 44, 8-12. <https://doi.org/10.15395/MKB.V44N1.75>.
- Yadav, A., Kumari, R., Yadav, A., Mishra, J. P., Srivastva, S., & Prabha, S. (2016). Antioxidants and its functions in human body-A Review. *Res. Environ. Life Sci*, 9(11), 1328-1331.
- Yuan, X., Wang, T., Sun, L., Qiao, Z., Pan, H., Zhong, Y., & Zhuang, Y. (2024). Recent advances of fermented fruits: A review on strains, fermentation strategies, and functional activities. *Food Chemistry: X*, 22, 101482. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101482>
- Zhang, Y., Liu, W., Wei, Z., Yin, B., Man, C., & Jiang, Y. (2020). Enhancement of functional characteristics of blueberry juice fermented by *Lactobacillus plantarum*. *Lwt - Food Science and Technology*, 110590. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110590>.
- Zhao, Y. S., Eweys, A. S., Zhang, J. Y., Zhu, Y., Bai, J., Darwesh, O. M., ... & Xiao, X. (2021). Fermentation affects the antioxidant activity of plant-based food material through the release and production of bioactive components. *Antioxidants*, 10(12), 2004.
- Zhou, Y., Wang, R., Zhang, Y., Yang, Y., Sun, X., Zhang, Q., & Yang, N. (2020). Biotransformation of phenolics and metabolites and the change in antioxidant activity in kiwifruit induced by *Lactobacillus plantarum* fermentation.. *Journal of the science of food and agriculture*. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10272>