

**AKTIVITAS ANTI-HIPERGLIKEMIK MINUMAN
JELI BERBASIS EKSTRAK AIR DAUN SALAM
DAN JUS JAMBU BIJI PADA SUBJEK
WANITA PREDIABETES**

SEFANADIA PUTRI



**PROGRAM STUDI ILMU GIZI
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

**SIDANG PROMOSI
PROGRAM DOKTOR
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

Judul disertasi : Aktivitas Anti-Hiperglikemik Minuman Jeli Berbasis Ekstrak Air Daun Salam dan Jus Jambu Biji pada Subjek Wanita Prediabetes

Nama : Sefanadia Putri

NIM : I1614211001

Program Studi : Ilmu Gizi

Komisi Pembimbing : 1. Prof. Dr. Ir. Sri Anna Marliyati, M.Si.
2. Prof. Dr. Ir. Budi Setiawan, M.S.
3. Prof. Dr. Rimbawan

Pelaksanaan ujian tertutup

Hari/Tanggal : Selasa/ 27 Agustus 2024

Waktu : 13.00 WIB s/d selesai

Tempat : Ruang Betakaroten

Penguji Luar Komisi : 1. Prof. Dr. Ir. Evy Damayanthi, M.S.
(Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia, Institut Pertanian Bogor)
2. Prof. Drh. Arief Boediono, PhD, PAVet.
(Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor)

Pelaksanaan Sidang Promosi

Hari/Tanggal : Rabu/ 9 Oktober 2024

Waktu : 13.00 WIB s/d selesai

Tempat : Ruang 202 Gedung SPS-IPB

Penguji Luar Komisi : 1. Prof. Dr. Ir. Evy Damayanthi, M.S.
(Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia, Institut Pertanian Bogor)
2. Dr.dr. Fatimah Eliana Taufik, Sp.PD-KEMD
(Fakultas Kedokteran Yarsi dan Medical Advisory Board PT PLN dan Garuda)

RINGKASAN

SEFANADIA PUTRI. Aktivitas Anti-Hiperglikemik Minuman Jeli Berbasis Ekstrak Air Daun Salam dan Jus Jambu Biji pada Subjek Wanita Prediabetes. Dibimbing oleh SRI ANNA MARLIYATI, BUDI SETIAWAN dan RIMBAWAN.

Pengolahan produk minuman jeli telah direkomendasikan sebagai cara untuk meningkatkan nilai kesehatan. Pengembangan minuman jeli yang menggabungkan ekstrak air daun salam dan jus jambu biji (minuman jeli GUALAM) merupakan pendekatan inovatif untuk mengembangkan minuman sehat alternatif yang berpotensi untuk mencegah diabetes. Karakterisasi sensori dan masa simpan makanan atau minuman dari daun salam yang dikombinasikan dengan jus jambu biji belum pernah dilaporkan sebelumnya, meskipun keduanya memiliki manfaat kesehatan. Studi acak, *double-blind*, terkontrol plasebo dilakukan untuk menilai efek minuman jeli GUALAM pada metabolisme glukosa wanita prediabetes.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan minuman jeli dari ekstrak air daun salam dan jus jambu biji, serta menilai potensi minuman jeli sebagai anti-hiperglikemik. Pengembangan minuman jeli GUALAM mencakup total fenol, flavonoid, aktivitas antioksidan, inhibisi enzim α -glucosidase (*in-vitro*), sifat fisik, analisa proksimat serta evaluasi daya terima. Selain itu, penelitian ini juga mencakup profil sensori minuman jeli GUALAM menggunakan metode QDA serta masa simpannya pada suhu ruangan dan pendinginan.

Desain penelitian pengembangan minuman jeli GUALAM menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 taraf dan 2 ulangan. Tiga formula minuman jeli GUALAM dibuat dengan perbandingan proporsi ekstrak daun salam : ekstrak jus jambu biji (75:25, 50:50, 25:75). Prosedur *Quantitative Descriptive Analysis* (QDA) dalam penelitian ini terdiri dari tiga tahap: persiapan panelis, forum group discussion (FGD) dan uji deskriptif kuantitatif. QDA dilakukan terhadap empat formula produk minuman jeli: F0 (standar), F1 (rasio 75:25), F2 (50:50), dan F3 (25:75). Penelitian untuk uji masa simpan menggunakan desain RAL dengan dua perlakuan: suhu (suhu ruangan 25°C dan kondisi pendinginan 4°C) dan masa simpan (0, 2, 4, 6, 8, dan 10 hari) dengan parameter dengan menganalisis parameter pH, sensorik, dan mikrobiologi.

Pada tahap intervensi, durasi penelitian selama 8 minggu melibatkan 24 subjek wanita yang dibagi menjadi dua kelompok: 12 subjek untuk kelompok eksperimen (konsumsi harian 170 mL minuman jeli GUALAM terpilih yaitu formula 2 dengan rasio ekstrak air daun salam dan jus jambu biji 50:50) dan 12 subjek untuk kelompok minuman jeli plasebo. Pengacakan menggunakan *stratified sampling* dengan *two parallel arms*, dikelompokkan berdasarkan kondisi pre-menopause dan menopause dengan usia rata-rata $49,29 \pm 8,89$ tahun.

Kombinasi ekstrak air daun salam dengan jus jambu biji mempengaruhi warna dan cita rasa minuman jeli GUALAM. Total padatan terlarut dalam minuman jeli GUALAM sangat rendah, di bawah 6°Brix, dan viskositas meningkat dengan proporsi jus jambu biji yang lebih tinggi. Minuman jeli GUALAM terbukti tinggi polifenol, menunjukkan aktivitas antioksidan kuat yang dapat memberikan efek anti-hiperglikemik. Metode QDA didapatkan hasil, formula satu dan tiga memiliki kekurangan yang dapat mempengaruhi kesukaan konsumen, sedangkan

formula terpilih adalah formula 2 dengan rasio ekstrak air daun salam dan jus jambu biji 50:50. Deskripsi ini dapat membantu teknologi minuman dalam mengembangkan produk baru. Berdasarkan nilai *acceptability index* (AI), minuman jeli GUALAM yang disimpan pada suhu ruangan dan suhu pendingin diterima dengan baik dan layak secara komersial. Masa simpan maksimum pada suhu pendingin adalah 8 hari, sementara pada suhu ruangan tidak boleh melebihi 4 hari. Penggunaan antimikroba diperlukan untuk memperpanjang umur simpan.

Selama 8 minggu intervensi, terjadi penurunan signifikan ($P < 0,05$) pada GDP, IGT, HbA1c, insulin plasma, HOMA-IR, HOMA- β , dan QUICKI pada kelompok intervensi. Hasil analisis ANCOVA yang disesuaikan dengan *baseline* menunjukkan perbedaan signifikan secara statistik antara kelompok eksperimen dan kontrol pada TGO ($p < 0,036$), HbA1c ($p < 0,010$), kadar insulin serum puasa ($p < 0,020$), HOMA- β ($p < 0,001$), indeks QUICKI ($p < 0,011$), dan LDL teroksidasi ($p < 0,031$). Temuan ini menunjukkan bahwa mengonsumsi 170 mL minuman jeli GUALAM selama 8 minggu meningkatkan sensitivitas dan juga sekresi insulin, serta biomarker stres oksidatif pada individu dengan prediabetes. Hal ini mengindikasikan potensi antioksidan yang kuat dari minuman jeli GUALAM. Studi ini memvalidasi minuman jeli berbasis jus jambu biji dan ekstrak air daun salam sebagai agen anti-hiperglikemik yang potensial untuk penderita prediabetes.

Kata kunci: daun salam, HbA1c, guava juice, insulin, prediabetes.

SUMMARY

SEFANADIA PUTRI. Anti-Hyperglycemic Activity of Jellied Drinks Based on Bay Leaf Water Extract and Guava Juice in Prediabetic Women Subjects. Supervised by SRI ANNA MARLIYATI, BUDI SETIAWAN dan RIMBAWAN.

Processing jelly drink products has been recommended as a way to increase health value. The development of a jelly beverage combining bay leaf water extract and guava juice (GUALAM jelly drink) is an innovative approach to develop an alternative healthy beverage that has the potential to prevent diabetes. Sensory characterization and shelf-life of foods or beverages from bay leaves combined with guava juice have not been previously reported, despite both having health benefits.

The research design for the development of GUALAM jelly drink used a completely randomized design (CRD) with 3 level and 2 replicates. Three GUALAM jelly drink formulas were made with a proportion ratio of bay leaf extract: guava juice extract (75:25, 50:50, 25:75). The Quantitative Descriptive Analysis (QDA) procedure in this study consisted of three stages: panelist preparation, forum group discussion (FGD) and quantitative descriptive test. QDA was conducted on four jelly beverage product formulas: F0 (standard), F1 (75:25 ratio), F2 (50:50), and F3 (25:75).

The research for the shelf-life test used a RAL design with two treatments: temperature (room temperature 25°C and refrigeration condition 4°C) and shelf-life (0, 2, 4, 6, 8, and 10 days) with parameters by analyzing pH, sensory, and microbiological parameters. In the intervention phase, the duration of the study was 8 weeks involving 24 female subjects who were divided into two groups: 12 subjects for the experimental group (daily consumption of 170 mL of the selected GUALAM jelly drink, formula 2 with a 50:50 ratio of bay leaf water extract and guava juice) and 12 subjects for the placebo jelly drink group. Randomization used stratified sampling with two parallel arms, grouped by pre-menopausal and menopausal conditions with an average age of 49.29 ± 8.89 years.

The combination of bay leaf water extract with guava juice affected the color and taste of GUALAM jelly drink. Guava juice improved the flavor and viscosity of the drink due to its pectin content, and masked the sharp and bitter taste of bay leaves. The total soluble solids in GUALAM jelly drink was very low, below 6°Brix, and the viscosity increased with higher proportion of guava juice. GUALAM jelly drink was shown to be high in polyphenols, exhibiting strong antioxidant activity that may provide anti-hyperglycemic effects.

QDA method obtained the results, formulas one and three have shortcomings that can affect consumer liking, while the selected formula is formula 2 with a 50:50 ratio of bay leaf water extract and guava juice. This description can help beverage technology in developing new products. Based on the acceptability index (AI) value, GUALAM jelly drinks stored at room temperature and refrigeration temperature were well accepted and commercially viable. The maximum shelf life at refrigeration temperature is 8 days, while at room temperature it should not exceed 4 days.

During the 8-week intervention, there was a significant decrease ($P < 0.05$) in GDP, IGT, HbA1c, plasma insulin, HOMA-IR, HOMA- β , and QUICKI in the intervention group. The results of ANCOVA analysis adjusted for baseline showed statistically significant differences between the experimental and control groups in TGO ($p < 0.036$), HbA1c ($p < 0.010$), fasting serum insulin levels ($p < 0.020$), HOMA- β ($p < 0.001$), QUICKI index ($p < 0.011$), and oxidized LDL ($p < 0.031$). These findings suggest that consuming 170 mL of GUALAM jelly drink for 8 weeks improved insulin sensitivity and secretion, as well as biomarkers of oxidative stress in individuals with prediabetes. This indicates the strong antioxidant potential of GUALAM jelly drink. This study validates guava juice and bay leaf aqueous extract-based jelly drink as a potential anti-hyperglycemic agent for people with prediabetes.

Keywords: bay leaf, HbA1c, guava juice, insulin, prediabetes.

PRAKATA

Bismillahirrahmanirrahim. Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan disertasi dengan judul “Aktivitas Anti-Hiperglikemik Minuman Jeli Berbasis Ekstrak Air Daun Salam dan Jus Jambu Biji Pada Subjek Wanita Prediabetes”.

Terima kasih penulis sampaikan kepada Dekan Sekolah Pascasarjana, Dekan Fakultas Ekologi Manusia, Ketua Departemen Gizi Masyarakat, Ketua Program Studi Ilmu Gizi beserta para staf atas bantuan, pelayanan, dan fasilitas yang telah diberikan. Terima kasih kepada seluruh Dosen Departemen Gizi Masyarakat IPB yang telah mengajarkan banyak hal selama penulis menuntut ilmu di IPB. Terima kasih kepada Kementerian Kesehatan RI sehingga penulis dapat menyelesaikan program studi doktor ini.

Penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada Prof. Dr. Ir. Sri Anna Marliyati, M.Si selaku promotor yang sangat berjasa bagi penulis. Terima kasih atas motivasi, arahan, dan bimbingannya selama ini. Ungkapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Prof. Dr. Ir. Budi Setiawan, M.S, dan Prof. Dr. Rimbawan selaku anggota komisi pembimbing yang telah senantiasa bersedia meluangkan waktu untuk berdiskusi, mengajarkan banyak ilmu, memberikan rasa optimis, koreksi, dan juga solusi kepada penulis. Ungkapan terima kasih penulis sampaikan kepada Dinas Kesehatan Kabupaten Pesawaran khususnya Puskesmas Bunut yang telah membantu penulis dalam pelaksanaan penelitian intervensi pada subjek prediabetes.

Rasa hormat dan terimakasih yang tak terhingga kepada Poltekkes Tanjungkarang serta bapak/ibu dosen dan staf jurusan gizi. Terimakasih atas dukungan dan rasa kekeluargaan yang saya rasakan selama ini. Terimakasih saya haturkan kepada teman dan sahabat-sahabat saya Gizi angkatan 2021, tetap semangat gais, garis finish sudah didepan mata, pantang menyerah. Teh Sarifah yang telah membantu mengurus administrasi di Prodi Ilmu Gizi. Kepada teman-teman nutrieat, teman-teman LSI dan semua pihak yang telah memberikan dukungan moral dan semangat yang tiada henti. Kalian semua telah menjadi bagian penting dalam perjalanan ini. Saya juga ingin mengungkapkan terima kasih kepada keluarga tercinta saya. Tanpa dukungan dan doa tulus dari mereka, saya tidak akan mampu mencapai titik ini.

Hari ini adalah puncak dari perjalanan yang panjang dan penuh usaha. Namun, saya percaya bahwa pencapaian ini tidak hanya milik saya, tetapi juga milik semua orang yang telah mendukung dan percaya pada saya. Demikian ucapan terimakasih yang dapat saya sampaikan kepada semua pihak yang terlibat dan juga tidak dapat saya sebutkan satu persatu. Terima kasih dari lubuk hati yang terdalam. Semoga Allah SWT senantiasa memberkahi kita semua dengan kesehatan, kebahagiaan, dan kesuksesan di masa depan.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Bogor, Oktober 2024
Sefanadia Putri

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ii
DAFTAR GAMBAR	ii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Manfaat	3
1.4 Kebaruan (Novelty)	3
II PENGEMBANGAN MINUMAN JELI ANTI-HIPERGLIKEMIK BERBASIS EKSTRAK AIR DAUN SALAM DAN JUS JAMBU BIJI	4
2.1 Pendahuluan	4
2.2 Metode	5
3.2 Hasil dan Pembahasan	6
3.3 Simpulan	11
3.4 Ucapan Terima Kasih	11
III QUANTITATIVE DESCRIPTIVE ANALYSIS (QDA) DAN EVALUASI UMUR SIMPAN SERTA INFORMASI ZAT GIZI MINUMAN JELI ANTI- HIPERGLIKEMIK BERBASIS EKSTRAK AIR DAUN SALAM DAN JUS JAMBU BIJI	12
3.1 Pendahuluan	12
3.2 Metode	13
3.3 Hasil dan Pembahasan	14
3.4 Simpulan	19
3.5 Ucapan Terima Kasih	19
IVPENGARUH MINUMAN JELI GUALAM TERHADAP ANTROPOMETRI, PROFIL GLIKEMIK DAN LDL TEROKSIDASI WANITA PREDIABETES	20
4.1 Pendahuluan	20
4.2 Metode	21
4.3 Hasil dan Pembahasan	24
4.4 Simpulan	35
4.5 Ucapan Terima Kasih	35
V PEMBAHASAN UMUM	36
5.1 Pembahasan Umum	36
5.2 Kekuatan dan Keterbatasan Penelitian	38
5.3 Implikasi Hasil Penelitian	39
VI SIMPULAN DAN SARAN	40
6.1 Simpulan	40
6.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42
RIWAYAT HIDUP	50

DAFTAR TABEL

1	Total fenol, flavonoid dan aktivitas antioksidan minuman jeli GUALAM	6
2	Analisa minuman jeli GUALAM	8
3	Karakteristik fisik warna minuman jeli GUALAM	9
4	Total padatan terlarut (TPT) dan viskositas minuman jeli GUALAM	9
5	Uji kesukaan minuman jeli GUALAM	10
6	Kontribusi satu takaran saji (170 mL minuman jeli GUALAM terpilih berdasarkan ALG kategori umum)	16
7	Estimasi biaya produksi per takaran saji (170 mL)	16
8	Jumlah total bakteri minuman jeli GUALAM yang disimpan pada suhu ruang dan refrigerator	18
9	Perbandingan kandungan zat gizi minuman jeli plasebo dan minuman jeli GUALAM per-100 mL	22
10	Pengaruh pemberian intervensi minuman jeli terhadap BB, IMT, Lingkar Pinggang dan RLPP wanita prediabetes	25
11	Pengaruh pemberian intervensi minuman jeli terhadap kadar GDP, TGO, HbA1c wanita prediabetes	26
12	Pengaruh pemberian intervensi terhadap produksi dan sensitivitas insulin wanita prediabetes	29

DAFTAR GAMBAR

1	PCA biplot minuman jeli pada formula 1, 2, 3, dan 0 (standar)	14
2	Kualitas keseluruhan minuman jeli selama penyimpanan; Skor 5 (garis merah) dianggap sebagai ambang batas	17
3	Persen perubahan HbA1c pada subjek wanita prediabetes yang mengkonsumsi minuman jeli GUALAM atau plasebo selama 8 minggu.	27
4	Persen perubahan produksi insulin pada subjek wanita prediabetes yang mengkonsumsi minuman jeli GUALAM atau plasebo selama 8 minggu.	28
5	Hasil perubahan LDL teroksidasi setelah delapan minggu pemberian minuman jeli atau plasebo pada subjek perempuan dengan pradiabetes. Data disajikan sebagai rata-rata \pm SD; * paired t-test; # = ANCOVA; *# = signifikan $P < 0,05$; Cut off <60 U/L untuk risiko rendah, ≥ 60 dan <70 U/L untuk risiko sedang dan ≥ 70 U/L untuk risiko tinggi.	31
6	Mekanisme pengusulan minuman jeli GUALAM berpotensi sebagai anti-hiperglikemik.	33

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Prediabetes merupakan periode awal terjadinya diabetes melitus tipe 2 (DMT2) dan ditandai dengan kadar glukosa darah yang lebih tinggi dari normal, tetapi lebih rendah dari kriteria DMT2. Prediabetes merupakan suatu keadaan berisiko tinggi untuk pengembangan DMT2 (Dong *et al.* 2019). Saat ini, terdapat tiga negara dengan jumlah penderita prediabetes terbanyak di dunia, yaitu China dengan 48,6 juta orang, Amerika Serikat dengan 36,8 juta orang, dan Indonesia dengan 27,7 juta orang. Data dari Risesdas 2018 menunjukkan bahwa prevalensi prediabetes di Indonesia cukup tinggi, dengan 26,3% populasi mengalami gangguan glukosa darah puasa (GDPT) dan 30,8% mengalami gangguan toleransi glukosa (TGT). Kondisi prediabetes ini meningkatkan risiko berkembangnya diabetes melitus tipe 2 (DMT2) sebesar 2 hingga 10 kali lipat (PDI dan PERKENI 2020). Meningkatnya prevalensi prediabetes secara global merupakan masalah kesehatan masyarakat yang utama dan bukan pertanda baik bagi epidemi diabetes yang berkembang dan komplikasinya (Echouffo-Tcheugui dan Selvin 2020). Ada kebutuhan mendesak untuk pengembangan strategi terapi dan pencegahan baru untuk melemahkan ekspansi prevalensi DMT2 di seluruh dunia (Javeed dan Matveyenko 2018). Oleh karena itu, prediabetes adalah tahap yang ideal dalam memperkenalkan intervensi untuk pencegahan DMT2.

Pencegahan adalah kunci untuk mengurangi beban penyakit secara global dan membutuhkan perhatian mendesak di semua tingkat perawatan kesehatan (Rashid *et al.* 2019). Intervensi menggunakan senyawa alami menjadi fokus peningkatan perhatian sebagai strategi gizi pelengkap untuk memperbaiki resistensi insulin, kontrol glikemik, dan menekan stress oksidatif (Victoria-Montesinos *et al.* 2021). Orang-orang telah menggunakan tanaman sebagai obat untuk mengatasi masalah kesehatan sejak lama. Kombinasi obat yang umum digunakan untuk mengobati atau mengurangi gejala DMT2 dengan tanaman dapat meningkatkan efektivitas dan keamanan pengobatan secara sinergis. Ekstrak tumbuhan dapat bertindak pada tingkat perifer melalui beberapa mekanisme, seperti mengurangi penyerapan glukosa dari saluran pencernaan dengan menghambat enzim α -glikosidase atau merangsang pemanfaatan glukosa perifer dengan mekanisme yang mirip dengan metformin (Victoria-Montesinos *et al.* 2021).

Daun salam mengandung senyawa volatil yang tinggi (Syabana *et al.* 2021) berpotensi memodulasi fungsi insulin, glukosa, dan metabolisme lipid. Fitonutrien dan senyawa bioaktifnya dapat mengurangi risiko penyakit kronis dan meningkatkan pengelolaannya saat dikonsumsi sebagai bagian dari diet seimbang. Komponen bioaktif utama yang ditemukan di daun salam termasuk ke dalam kelompok polifenol, flavonoid, terpenoid dan monoterpen. Studi pre-klinis menggunakan tikus mencit telah banyak dilakukan oleh para peneliti, namun studi klinis pada manusia untuk memverifikasi aktivitas antidiabetes daun salam sangat jarang. Salah satu inovasi produk olahan ekstrak daun salam adalah minuman jeli. Masalah pengolahan ekstrak daun salam menjadi minuman adalah rasa daun salam yang kurang disukai karena

memiliki rasa yang tajam dan pahit (Hanif *et al.* 2020). Salah satu langkah yang dapat dilakukan untuk memanfaatkan khasiat ini adalah dengan mengombinasikannya dengan jus buah jambu biji. Efek anti-hiperglikemik buah jambu biji dikaitkan dengan aktivitas antioksidannya yang signifikan. Buah jambu biji memiliki aplikasi potensial dalam pengembangan suplemen makanan untuk pasien diabetes (Sun *et al.* 2021).

Pengolahan minuman jeli adalah salah satu metode yang telah direkomendasikan sebagai cara untuk menambah nilai kesehatan, ketersediaan makanan berkualitas baik dan mudah untuk dikonsumsi (Zitha *et al.* 2020). Glukomanan porang 100% dapat digunakan sebagai bahan tambahan pembuat minuman jeli. Pengembangan minuman jeli ekstrak air daun salam yang dikombinasikan dengan jus jambu serta glukomanan (minuman jeli GUALAM) menghasilkan pengembangan makanan bernilai tambah dan nutrasetikal serta menghasilkan gel dengan tekstur yang lebih baik. Glukomanan tidak memiliki nilai kalori, karena struktur molekulnya dan kaya serat pangan, membentuk larutan kental yang bergerak perlahan melalui saluran pencernaan, memberikan berbagai manfaat kesehatan (Akesowan 2021).

Semua penanda resisten insulin, termasuk kadar insulin puasa, HOMA-IR, IMT, lingkar pinggang, tekanan darah sistolik, dan GDP adalah signifikan lebih tinggi pada subjek prediabetes dibanding subjek normal (Bhowmik *et al.* 2018). Prediabetes sangat terkait dengan DM2, maka efek komponen bioaktif yang terkandung dalam ekstrak air daun salam dan jus jambu biji untuk pemberian pada prediabetes perlu diantisipasi. Penelitian ini adalah studi pertama yang secara langsung membahas apakah asupan minuman jeli GUALAM dapat mempengaruhi toleransi glukosa dan resistensi insulin wanita prediabetes. Pada penelitian ini dikaji pengembangan produk minuman jeli GUALAM dengan menilai potensinya dalam mengontrol metabolisme glukosa pada subyek wanita prediabetes dibandingkan dengan plasebo sehingga dapat menjadi salah satu alternatif minuman sehat yang berpotensi untuk mencegah penyakit diabetes.

1.2 Tujuan

1.2.1 Tujuan umum

Tujuan umum pada penelitian ini yaitu mengembangkan produk minuman jeli GUALAM untuk subjek wanita prediabetes.

1.2.2 Tujuan khusus

Adapun tujuan khusus pada penelitian ini adalah :

1. Mengembangkan formula minuman jeli GUALAM dengan menganalisis efek anti-hiperglikemik, uji organoleptik (metode hedonic), kandungan gizi dan sifat fisik minuman jeli GUALAM.
2. Menganalisis minuman jeli GUALAM terhadap deskriptif sensori produk menggunakan metode QDA.
3. Menganalisis estimasi umur simpan dan kandungan vitamin C serta mineral (Fe dan Ca) dan serat pangan produk minuman jeli GUALAM terpilih.

4. Untuk menilai efek minuman jeli GUALAM terpilih terhadap variable antropometri, profil glikemik dan LDL teroksidasi subjek wanita prediabetes

1.3 Manfaat

Penelitian ini merupakan suatu upaya dalam mengembangkan riset terkait minuman jeli dan DMT2 di Indonesia. Penelitian ini memberikan suatu alternatif produk minuman sehat kepada masyarakat yang berpotensi memperbaiki kondisi prediabetes yang dibuktikan melalui manusia. Penelitian ini dapat menambah informasi terkait manajemen prediabetes dengan menggunakan produk yang memiliki komponen bioaktif dan polisakarida dari tumbuh-tumbuhan serta mempunyai efek samping yang lemah.

1.4 Kebaruan (*Novelty*)

Sejauh ini belum ada uji klinis mengenai minuman jeli berbasis ekstrak air daun salam dan jus jambu biji terhadap profil glikemik dan LDL teroksidasi wanita prediabetes. Uji pre-klinis telah dilakukan pada model tikus jantan galur wistar serta galur Sprague Dawley untuk masing-masing bahan baku dan dinyatakan daun salam serta jus jambu biji efektif menurunkan kadar glukosa darah. Berdasarkan hal tersebut maka kebaruan penelitian ini adalah :

1. Minuman jeli GUALAM menunjukkan aktivitas antioksidan dan penghambatan radikal bebas yang kuat, serta efek anti-hiperglikemik yang tinggi dalam uji aktivitas penghambatan enzim α -glukosidase (*in-vitro*).
2. Minuman jeli GUALAM mengandung tinggi serat pangan dan sumber vitamin C serta polifenol sebesar 474 mg/170 mL.
3. Minuman jeli GUALAM terbukti meningkatkan sensitivitas dan sekresi insulin pada wanita prediabetes.
4. Minuman jeli GUALAM terbukti memiliki potensi sebagai agen anti-hiperglikemik dan anti-oksidatif pada wanita prediabetes

II PENGEMBANGAN MINUMAN JELI ANTI-HIPERGLIKEMIK BERBASIS EKSTRAK AIR DAUN SALAM DAN JUS JAMBU BIJI

2.1 Pendahuluan

Diabetes secara global merupakan masalah kesehatan masyarakat yang utama (Echouffo-Tcheugui dan Selvin 2020). Prevalensi (DMT2) telah mencapai proporsi epidemi dan diperkirakan menimpa lebih dari 400 juta orang di seluruh dunia (WHO, 2022). Ada kebutuhan mendesak untuk pengembangan strategi terapi dan pencegahan baru untuk melemahkan ekspansi prevalensi DMT2 di seluruh dunia (Javeed dan Matveyenko 2018). Ekstrak tumbuhan dapat bertindak pada tingkat perifer melalui beberapa mekanisme, seperti mengurangi penyerapan glukosa dari saluran pencernaan dengan menghambat enzim α -glikosidase atau merangsang pemanfaatan glukosa perifer dengan mekanisme yang mirip dengan metformin (Victoria-Montesinos *et al.* 2021). Secara empiris dan ilmiah telah dibuktikan rebusan daun salam berperan sebagai antimikroba, antioksidan, antidiabetes, dan anti kolesterol. Ekstrak daun salam berpotensi sebagai antioksidan yang sangat baik, terutama kemampuannya untuk menetralkan senyawa radikal dengan menyumbangkan protonnya (Syabana *et al.* 2021). Manfaat peningkatan kesehatan yang mungkin dari konsumsi ekstrak daun salam termasuk peningkatan respons insulin, glukosa, dan metabolisme lipid, serta sifat antioksidan dan antiinflamasi (Dobrosłavić *et al.* 2023).

Salah satu inovasi produk olahan ekstrak daun salam adalah minuman jeli. Masalah pengolahan ekstrak daun salam menjadi minuman adalah rasa daun salam yang kurang disukai karena memiliki rasa yang tajam dan pahit (Hanif *et al.* 2020). Hal ini disebabkan karena daun salam mengandung komponen bioaktif yang tinggi. Salah satu upaya yang dilakukan adalah kombinasi jus buah jambu biji. Efek anti-hiperglikemik buah jambu biji dikaitkan dengan aktivitas antioksidannya yang signifikan. Buah jambu biji memiliki aplikasi potensial dalam pengembangan suplemen makanan untuk pasien diabetes (Sun *et al.* 2021).

Pengolahan minuman jeli adalah salah satu metode yang telah direkomendasikan sebagai cara untuk menambah nilai kesehatan, ketersediaan makanan berkualitas baik dan mudah untuk dikonsumsi (Zitha *et al.* 2020). Penelitian ini memiliki tujuan utama mengembangkan minuman jeli dari ekstrak air daun salam kombinasi jus jambu biji (minuman jeli GUALAM) dalam menilai potensinya sebagai anti-hiperglikemik. Oleh karena itu, perlu untuk menemukan rasio ideal untuk menggabungkan ekstrak air daun salam dengan jus jambu biji, bersama dengan tingkat konsentrasi yang paling cocok untuk glukomanan yang ditambahkan, dengan fokus pada tingkat daya terima dan aktivitas antioksidan serta inhibisi enzim α -glucosidase (*in-vitro*). Selain itu minuman jeli GUALAM yang dikembangkan dilakukan evaluasi total fenol, flavonoid, aktivitas antioksidan dan inhibisi enzim α -glucosidase (*in-vitro*), tingkat daya terima, sifat fisik, kandungan gizi.

2.2 Metode

2.2.1 Desain, Waktu, dan Tempat

Desain penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 taraf dan 2 ulangan. Perlakuan yaitu membuat 3 formula minuman jeli GUALAM yaitu perbandingan proporsi ekstrak daun salam : ekstrak jus jambu biji (75:25, 50:50, 25:75) (Šertović *et al.* 2022) dengan penambahan glukomanan yang sama yaitu 0,1 % dan 0.75 g/1000mL penambahan stevia serta asam sitrat sampai dengan pH maksimal 4,6 (0,05%) (SNI 8897 : 2020). Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli sampai dengan Oktober 2023.

2.2.2 Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan adalah daun salam dewasa yang dipetik mulai dari daun kelima dari pucuk (Syabana *et al.* 2021). Buah jambu merah segar dengan kematangan yang optimal (Fereidoon dan Cesarettin 2016) berumur 4 bulan, tanpa tanda-tanda jamur, hama atau penyakit. Bahan baku berasal dari Pemberdayaan Kesejahteraan Keluarga (PKK) Agropark Lampung, Sabah Balau, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung (5°22'39.1"S 105°19'07.8"E). Glukomanan diproduksi oleh Ikarie dari Yogyakarta, bubuk ekstrak stevia oleh Shandong Shengxiangyuan Biotechnology Co., Ltd. dan asam sitrat oleh PT. Golden Sinar Sakti, Indonesia. Semua bahan umumnya diakui aman (GRAS) (Fereidoon dan Cesarettin 2016). Tanaman diidentifikasi oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat dengan nomor nomen daun salam (84449) dan jambu biji (27240).

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini meliputi sifat fisik : viscometer *brookfield synchro-lectric*, chromameter (Minolta. CR-400 Japan), refractometer RH B0-90. Analisa proksimat dan antioksidan menggunakan gravimetri (timbangan) WBA-220, Oven Eyela NDO-400, tanur nabertherm, soxhlet foss ST 243 soxtec, kjehdal foss KT 200 kjeltec, micropipet ukuran 20-200 µL, tabung reaksi (pyrex), vortex mixer gemmy VM-300, Eppendorf (GP Centrifuge Tube 2 mL), microplate reader (Epoch Microplate Spectrophotometer, BioTek® Instruments Inc., USA).

2.2.3 Prosedur Percobaan

1. Efek Anti-Hiperglikemia Minuman Jeli GUALAM

Total fenol berdasarkan metode (Agbor *et al.* 2015) dengan menggunakan Epoch Microplate Spectrophotometer dan pereaksi Folin-Ciocalteau (Merck USA); Total flavonoid ditentukan berdasarkan metode (Chang *et al.* 2002); Aktivitas antioksidan ditentukan dengan menggunakan metode DPPH yang dijelaskan oleh Aranda *et al.* 2011 dengan modifikasi; Aktivitas inhibitor alfa-glukosidase dapat ditentukan salah satunya dengan metode pengujian secara *in-vitro*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode yang dijelaskan oleh Sancheti *et al.* 2009.

2. Analisis proksimat minuman jeli GUALAM

Analisa proksimat minuman jeli GUALAM ditentukan menggunakan metode standar (SNI 01-2891-1992) dengan parameter yang akan dianalisis diantaranya

6

kadar air, kadar abu total, kadar protein kasar, kadar lemak dan kadar karbohidrat total (AOAC, 2005).

3. Analisis sifat fisik minuman jeli GUALAM

Viskositas mengutip pada Marine Colloids FMC. Corp 1977; total padatan terlarut; Derajat warna menggunakan Colorimeter merk Amtast Amt511.

4. Uji tingkat kesukaan minuman jeli GUALAM

Uji daya terima atau afektif produk minuman jeli GUALAM menggunakan metode hedonik (Lim 2011) yang bertujuan untuk menilai tingkat kesukaan panelis terhadap produk.

2.2.4 Analisis data

Pengolahan data meliputi *coding*, *entry*, *cleaning* dan analisis. Analisis data dilakukan secara deskriptif dan statistik inferensia. Pengembangan produk minuman jeli GUALAM meliputi : aktivitas antioksidan, total fenol dan flavonoid, aktivitas penghambatan α -glukosidase, kandungan gizi, sifat fisik, penerimaan produk. Data tersebut ditabulasikan menggunakan microsoft excel, dianalisis deskriptif dan uji beda one-way ANOVA, kemudian dilanjutkan uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT). Pengolahan data dan analisis dilakukan menggunakan Microsoft Excel 2019 dan SPSS 26.0 untuk Windows. Jika nilai $p < 0,05$; data dianggap signifikan.

2.3 Hasil dan Pembahasan

2.3.1 Efek Anti-Hiperglikemia Minuman Jeli GUALAM

Minuman jeli GUALAM memiliki potensi sebagai antioksidan yang kuat karena kemampuannya untuk menyerahkan proton untuk menetralkan senyawa radikal, yang dapat berdampak pada efek anti-hiperglikemik. Efek anti-hiperglikemik minuman jeli GUALAM dikaitkan dengan aktivitas antioksidannya, dimana minuman jeli GUALAM menunjukkan aktivitas penghambatan α -glukosidase. Studi kami memberikan bukti kuat bahwa minuman jeli GUALAM mengandung tinggi polifenol sehingga menunjukkan efek antioksidan yang tegas. Selain itu, polifenol dan antioksidan berkontribusi pada integritas pembuluh darah yang menunjukkan sifat anti-inflamasi, dan memperkuat fungsionalitas sistem kekebalan tubuh (Pisoschi *et al.* 2022). Tabel 1 menunjukkan hasil analisa total fenol, flavonoid dan aktivitas antioksidan minuman jeli GUALAM.

Tabel 1 Total fenol, flavonoid dan aktivitas antioksidan minuman jeli GUALAM

Sampel	Total fenol (mg/100 mL GAE)	Total flavonoid (mg QE/ 100 g) ^{ns}	Aktivitas antioksidan (mg A.E.A.C./100 mL) ^{ns}	<i>Radical scavenging activity (%)</i> ^{ns}
P1	158,11±4,19 ^c	8,00±0,0061	93,30±1,145	88,36±4,67
P2	279,04±10,47 ^b	7,91±0,0075	92,65±0,544	83,02±5,11
P3	376,54±13,75 ^a	7,90±0,0028	94,15±0,601	83,25±9,22

Keterangan : Nilai disajikan sebagai mean±SD. Nilai dengan p-value yang berbeda dalam kolom yang sama berbeda secara signifikan ($p < 0,05$). ns mengartikan tidak ada perbedaan yang signifikan

Total fenol

Kandungan fenolik Total (TPC) minuman jeli meningkat seiring dengan rasio pertambahan jus jambu biji. Jenis hidrokoloid tidak berpengaruh pada kandungan total fenol minuman jeli (Handayani 2021). Hasil minuman jeli GUALAM P3 tidak berbeda jauh dengan jus pomegranate dan minuman fungsional rosela kombinasi kulit buah naga, masing-masing sebesar 393,78 mg GAE/100 mL dan 317,59 mg GAE/100 mL (Rios-Corripio dan Guerrero-Beltrán 2019; Suryaningsih *et al.* 2021). Nilai tersebut lebih tinggi dari minuman jeli ekstrak *roselle calyces* kombinasi jus markisa mengandung total fenolik sebesar 197 mg GAE/100mL (Khongrum *et al.* 2022) yang tidak berbeda jauh dengan P1. Kandungan fenolik minuman jeli GUALAM dipengaruhi oleh bahan baku yaitu ekstrak air daun salam dan jus jambu biji. TPC minuman jeli berasal dari bahan-bahan utama daun salam dan jambu biji, di mana jus jambu biji dan daun salam, masing-masing mengandung TPC sebesar 763,67 mg GAE/100 mL dan 61,22 mg GAE/100 mL.

Flavonoid

Hasil ini setara dengan jus jahe merah sebesar 7,34 mg QE/100 mL (Mastuti dan Setiawanto 2022). Perlakuan suhu tinggi juga secara signifikan mengurangi TPC dan TFC pada beberapa tanaman (Lafarga *et al.* 2018).

Aktivitas antioksidan

Minuman jeli GUALAM memiliki RSA tinggi, sebanding dengan asam askorbat (94,21%). Hasil ini lebih tinggi dibandingkan dengan minuman fungsional ekstrak rosella dan formulasi kulit buah naga yang memiliki aktivitas penghambatan radikal bebas sebesar 65,05% (Suryaningsih *et al.* 2021) serta jus anggur hitam Indonesia dan minuman jeli pedada (*Sonneratia caseolaris*) kombinasi jus kelapa muda yang masing-masing sebesar 75,17% dan 43,87% (Frediansyah *et al.* 2017; Jariyah *et al.* 2022). Aktivitas antioksidan minuman jeli GUALAM lebih tinggi dibandingkan dengan minuman siap saji dari pomegranate yang memiliki aktivitas antioksidan sebesar 8,81 mg AEAC/100 mL (Amin *et al.* 2018). Hal ini menunjukkan bahwa minuman jeli GUALAM potensial sebagai antioksidan yang sangat baik, terutama kemampuannya untuk menetralkan senyawa radikal dengan menyumbangkan protonnya yang pada akhirnya akan mempengaruhi parameter diabetes.

Aktivitas inhibitor alfa-glukosidase *in-vitro* minuman jeli GUALAM

Aktivitas penghambatan minuman jeli lebih lemah dibandingkan acarbose, namun hasil ini lebih tinggi dibandingkan dengan buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) yang memiliki aktivitas penghambatan sebesar 37,78% (Simamora *et al.* 2019). Penelitian ini dapat membantu mengidentifikasi senyawa-senyawa spesifik yang berkontribusi terhadap efek anti-hiperglikemik dan antioksidan, serta mengoptimalkan formulasi produk untuk manfaat kesehatan maksimal.

2.3.2 Analisa Proksimat Minuman Jeli GUALAM

Nilai proksimat minuman jeli GUALAM meliputi kadar air, kadar abu, kadar lemak total, kadar protein dan karbohidrat tersedia. Hasil analisa proksimat minuman jeli GUALAM dapat dilihat pada Tabel 2.

Air

Semakin tinggi kombinasi jus jambu biji, semakin banyak padatan yang menyebabkan penurunan kadar air. Kadar air minuman jeli dipengaruhi oleh bahan bakunya, yaitu daun salam segar yang memiliki kadar air sekitar 50%, sedangkan kandungan air jambu biji 86%.

Tabel 2 Analisa minuman jeli GUALAM

Variabel	P1	P2	P3
Air ^{ns} (%) (bb)	98,080±0,74	96,890±1,00	96,825±0,02
Abu ^{ns} (%) (bk)	1,12± 0,44	2,50± 0,58	2,52± 0,91
Lemak ^{ns} (%) (bk)	4,97±4,15	3,05±0,98	2,20± 0,43
Protein ^{ns} (%) (bk)	6,96±2,35	4,74±1,53	4,72± 0,92
Karbohidrat- <i>by difference</i> ^{ns} (%)(bk)	85,34± 5,72	90,47±4,21	90,07± 0,15

Keterangan : Nilai disajikan sebagai mean ± SD. Nilai dengan p-value yang berbeda dalam kolom yang sama berbeda secara signifikan ($p < 0,05$). ^{ns} mengartikan tidak ada perbedaan yang signifikan

Abu

Hasil ini sejalan dengan kadar abu pada minuman jeli tepung porang sebesar 1,79 % (Suryana *et al.* 2022), tetapi lebih rendah dibandingkan dengan minuman jeli herbal jahe dan temulawak yang memiliki kadar abu sebesar 2,72% - 5,51% (Bahar *et al.* 2021).

Lemak

Hasil ini lebih rendah dibandingkan dengan minuman jeli tepung porang yang mengandung lemak sebesar 96,67% (bk). Perbedaan hasil ini disebabkan oleh perbedaan bahan tambahan yang digunakan, seperti susu dan tepung glukomanan (Suryana *et al.* 2022).

Protein

Kadar protein ini lebih rendah dibandingkan herbal minuman jeli sebesar 7,17 – 14,15% (bk) (Bahar *et al.* 2021). Namun, kadar protein ini lebih tinggi dibandingkan dengan minuman jeli tepung porang yang hanya mengandung 0,26 (bk) % (Suryana *et al.* 2022).

Karbohidrat *by difference*

Hasil ini lebih tinggi dibandingkan dengan minuman jeli tepung porang dan minuman jeli herbal berbahan baku jahe dan temulawak, dimana masing-masing

memiliki kadar karbohidrat sebesar 1,25 % dan 52,99% - 64,97% (bk) (Bahar *et al.* 2021; Suryana *et al.* 2022).

2.3.3 Analisis Sifat Fisik Minuman Jeli GUALAM

Sifat fisik memiliki peran dalam hasil akhir minuman jeli. Pengujian yang dilakukan meliputi pengukuran nilai warna, total padatan terlarut serta viskositas.

Tabel 3 Karakteristik fisik warna minuman jeli GUALAM

Variabel	Warna				
	Lightness (L) ^{ns}	Redness (a)	Yellowness (b)	C (chroma)	H (Hue)
P1	28,465±0,459	7,395±0,601 ^c	12,620±0,226 ^b	14,64±0,113 ^b	59,67±2,432 ^a
P2	28,170±0,042	9,610±0,071 ^b	12,800±0,212 ^b	16,01±0,205 ^b	53,09±0,261 ^b
P3	33,650±3,450	12,645±0,573 ^a	17,115±1,576 ^a	21,29±1,59 ^a	53,49±1,265 ^b

Keterangan : Nilai disajikan sebagai mean ± SD. Nilai dengan p-value yang berbeda dalam kolom yang sama berbeda secara signifikan (p < 0,05). ^{ns} mengartikan tidak ada perbedaan yang signifikan

Warna

Minuman jeli P3 secara signifikan menghasilkan intensitas warna kekuningan dengan memiliki nilai b* tertinggi (17,115 ± 1,576) dibandingkan formula lainnya diduga adanya kombinasi jus buah jambu biji. Kombinasi jus buah jambu biji yang lebih tinggi dalam formulasi menghasilkan warna sampel yang lebih terang, merah dan kekuningan. Minuman jeli P3 secara signifikan menghasilkan intensitas warna lebih cerah dengan memiliki nilai C* chroma tertinggi (21,29±1,59) dibandingkan formula lainnya. Nilai hue tertinggi (h*) didapat pada minuman jeli P1 (59,67±2,432), menunjukkan bahwa formula P1 kurang merah dibandingkan dengan formula lainnya. Semakin tinggi kombinasi jus jambu biji menghasilkan intensitas warna merah yang lebih tinggi, dipengaruhi oleh pigmen likopen sebesar 17,69 µg / 100 g (Kumari *et al.* 2020).

Tabel 4 Total padatan terlarut (TPT) dan viskositas minuman jeli GUALAM

Variabel	P1	P2	P3
TPT (°Brix)	2,16±0,23 ^b	2,25±0,11 ^b	3,16±0,23 ^a
Viskositas (Pa.s)	5,74±0,93 ^b	12,70±1,90 ^b	22,77±4,82 ^a

Keterangan : Nilai disajikan sebagai mean ± SD. Nilai dengan p-value yang berbeda dalam kolom yang sama berbeda secara signifikan (p < 0,05). ^{ns} : tidak ada perbedaan yang signifikan

Total Padatan Terlarut

Peningkatan nilai °Brix seiring dengan peningkatan kombinasi jus jambu biji hal ini karena adanya aksi pektinase pada zat pektin dalam jus yang mengakibatkan hidrolisis zat tersebut dan pelepasan komponen larut (Chen *et al.* 2023). Semakin besar kombinasi jus jambu biji maka total padatan terlarut dalam minuman jeli GUALAM semakin tinggi. Profil gizi untuk minuman siap konsumsi (*ready to drink*) harus memenuhi persyaratan berupa penambahan gula maksimum 6 gram per 100 mL atau setara dengan 6°Brix.

Viskositas

Semakin tinggi perbandingan kombinasi jus jambu pada minuman jeli GUALAM, semakin tinggi viskositas minuman jeli GUALAM yang dihasilkan. Kandungan air juga mempengaruhi viskositas suatu produk; semakin rendah kadar air suatu produk maka akan meningkatkan viskositas karena glukomanan memiliki kemampuan yang baik dalam menyerap air. Penambahan glukomanan akan mempengaruhi viskositas produk makanan (Kaya *et al.* 2015)n.

3.2.4 Uji Kesukaan Produk

Semakin tinggi perbandingan kombinasi jus jambu biji maka warna dan aroma minuman jeli semakin menarik dan disukai panelis. Kombinasi ekstrak air daun salam dengan jus jambu biji mempengaruhi rasa minuman jeli. Secara umum, panelis menyukai hampir semua produk minuman jeli GUALAM. Kombinasi jus jambu biji dapat meningkatkan cita rasa minuman jeli GUALAM. Bahan tambahan minuman jeli berupa glukomanan memiliki kemampuan penyerapan air yang tinggi, sehingga meningkatkan jumlah air yang terperangkap dalam gel dan menghasilkan gel yang lebih lembut (Herawati dan Kamsiati 2022).

Tabel 5 Uji kesukaan minuman jeli GUALAM

Variabel	P1	P2	P3
Warna	4,690±1,49 ^c	6,416±1,25 ^b	7,011±7,01 ^a
Aroma	5,190±1,66 ^b	6,345±1,35 ^a	6,761±1,18 ^a
Rasa	4,714±1,54 ^b	6,154±1,57 ^a	6,440±1,45 ^a
Kekentalan	4,345±1,37 ^c	6,023±1,49 ^b	6,607±1,18 ^a
<i>Aftertaste</i>	5,333±2,47 ^b	6,523±2,08 ^a	6,869±1,88 ^a

Keterangan : Nilai disajikan sebagai mean ± SD. Nilai dengan p-value yang berbeda dalam kolom yang sama berbeda secara signifikan ($p < 0,05$). ns : tidak ada perbedaan yang signifikan
P1 = minuman jeli GUALAM ratio perbandingan ekstrak air daun salam : jus jambu biji 75 :25; 50 : 50; 25 : 75.

Kandungan pektin jus jambu biji juga mempengaruhi kekentalan minuman jeli (Hashim dan Ismail 2023). Jambu biji kaya akan pektin, yang berfungsi untuk memecah molekul pektin menjadi oligalakturonan, menyebabkan viskositas yang tinggi (Ninga *et al.* 2021). Tingkat kesukaan *after taste* pada minuman jeli GUALAM meningkat dengan semakin besarnya kombinasi jambu biji, karena *aftertaste* yang tertinggal pada minuman jeli sangat lemah. Kombinasi jus jambu biji dapat menutupi rasa tajam dan pahit pada daun salam. Perbedaan aroma dan rasa daun salam disebabkan oleh adanya minyak esensial di daun salam.

Korelasi antara tingkat kesukaan dan sifat fisiko-kimia minuman jeli GUALAM

Skor rata-rata dari semua atribut daya terima berkorelasi positif dengan sifat fisikokimia minuman jeli GUALAM. Skor rata-rata daya terima warna minuman jeli GUALAM berkorelasi positif dengan nilai $L^* = 33,65$, $a^* = 12,65$, $b^* = 17,12$, $C^* = 21,29$, dan $h^* = 53,49$ menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase kombinasi jus

jambu biji, semakin cerah warna merah minuman jeli dengan intensitas warna kekuningan yang tinggi. Nilai tertinggi daya terima kekentalan didapat pada minuman jeli GUALAM rasio= 25 : 75 (P3). Semakin tinggi perbandingan kombinasi jus jambu, semakin tinggi viskositas minuman jeli yang dihasilkan. Kandungan air juga mempengaruhi viskositas suatu produk, semakin rendah kadar air, semakin tinggi viskositas minuman jeli GUALAM.

2.4 Simpulan

Minuman jeli GUALAM menunjukkan potensi sebagai antioksidan yang kuat, dengan kemampuan menghambat enzim α -glukosidase, yang berkontribusi terhadap efek anti-hiperglikemik. Kandungan tinggi polifenol dalam minuman ini juga memberikan sifat antioksidan yang signifikan, yang dapat mendukung fungsi sistem kekebalan tubuh. Analisis proksimat menunjukkan bahwa minuman jeli GUALAM memiliki kadar air tinggi dan rendah lemak, serta kandungan karbohidrat yang relatif tinggi dengan serat yang dapat memperlambat penyerapan glukosa, sehingga mengurangi lonjakan gula darah setelah makan. Warna, aroma, rasa, kekentalan, dan *aftertaste* minuman jeli GUALAM dipengaruhi oleh proporsi jus jambu biji dan ekstrak air daun salam. Sifat fisik minuman jeli GUALAM menunjukkan bahwa variasi dalam kombinasi bahan baku memiliki pengaruh signifikan terhadap warna, total padatan terlarut, dan viskositas, yang semuanya berkontribusi terhadap penerimaan sensorik dan kualitas produk secara keseluruhan. Kombinasi yang lebih tinggi dari jus jambu biji meningkatkan penerimaan sensorik secara signifikan, terutama dalam hal warna, rasa, dan kekentalan. Minuman jeli GUALAM berpotensi menjadi produk minuman fungsional yang menarik karena tidak hanya menawarkan manfaat kesehatan, tetapi juga memiliki kualitas sensorik yang disukai konsumen. Secara keseluruhan, minuman jeli GUALAM dengan kombinasi jus jambu biji dan ekstrak air daun salam merupakan produk fungsional yang berpotensi dalam membantu pengelolaan kadar gula darah, terutama untuk penderita hiperglikemik.

2.5 Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didukung oleh Beasiswa Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, No. HK. 01.07/V/18753/2021.

III QUANTITATIVE DESCRIPTIVE ANALYSIS (QDA) DAN EVALUASI UMUR SIMPAN SERTA INFORMASI ZAT GIZI MINUMAN JELI ANTI-HIPERGLIKEMIK BERBASIS EKSTRAK AIR DAUN SALAM DAN JUS JAMBU BIJI

3.1 Pendahuluan

Minuman jeli merupakan salah satu jenis minuman sehat yang digemari oleh masyarakat luas karena kandungan kalori yang rendah, rendah lemak, dan tinggi serat (Kraak et al. 2017). Konsistensi minuman jeli yang berupa gel lembut membuatnya mudah dikonsumsi sebagai minuman (Kiranawati et al. 2022). Pengembangan minuman jeli GUALAM menghasilkan makanan bernilai tambah dan nutrasetikal serta menghasilkan gel dengan tekstur yang lebih baik. Daun salam mengandung berbagai komponen aktif dengan potensi modulasi fungsi insulin, glukosa, dan metabolisme lipid. Efek anti-hiperglikemik buah jambu biji dikaitkan dengan aktivitas antioksidannya yang signifikan. Buah jambu biji memiliki potensial dalam pengembangan suplemen makanan untuk pasien diabetes. Dalam industri makanan, jambu biji telah tergabung dalam produk minuman sehat baik di Jepang dan China dan sangat populer (Jiao et al. 2018).

Minuman jeli tanpa aditif makanan dapat mengalami perubahan signifikan dalam karakteristik sensorik, nutrisi, dan fungsional seiring waktu penyimpanan, yang dapat mengakibatkan kerusakan sensorik dan kehilangan nutrisi baik saat disimpan dengan cara yang benar maupun tidak (Lan et al. 2021). Karakterisasi makanan atau minuman yang terbuat dari daun salam yang dikombinasikan dengan jus jambu biji belum pernah dilaporkan sebelumnya meskipun terdapat manfaat kesehatan dari tanaman tersebut. Penelitian ini menggunakan panelis terlatih untuk membuat profil atribut sensorik utama. Kinerja panelis dalam melakukan tes dan reliabilitas tes juga dibahas. Selain itu, dilakukan perbandingan dengan pesaing minuman jeli yang ada.

Umur simpan adalah periode di mana makanan dan minuman tetap aman untuk dikonsumsi dengan mempertahankan karakteristik sensorik, fisik, kimia dan fungsional yang diinginkan, serta sesuai dengan karakteristik nutrisi yang tertera pada label di bawah kondisi penyimpanan yang disarankan. Selama umur simpan, makanan harus memenuhi dua kondisi penting yaitu keamanan dan kualitas (Galvão et al. 2022). Minuman jeli GUALAM terbukti memiliki potensi besar dalam pasar minuman sebagai produk berkualitas tinggi untuk tujuan komersial. Oleh karena itu, penting untuk meninjau umur simpan minuman jeli sehingga dapat dilakukan investigasi untuk memperpanjang umur simpannya dengan menjaga atribut fisikokimia, mikroba, dan sensorik. Penelitian ini adalah studi pertama yang secara langsung membahas kualitas minuman jeli baru yang terbuat dari daun salam dan jus jambu biji dengan kondisi penyimpanan yang berbeda dan umur simpannya dengan memperhatikan keselamatan mikroba dan karakteristik sensorik yang baik.

Dengan demikian, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik sensori minuman jeli GUALAM menggunakan metode evaluasi sensori *Quantitative Analysis Descriptive* (QDA) serta mempelajari umur simpan minuman

jeli GUALAM yang disimpan pada suhu kamar dan suhu refrigerator dengan menganalisis parameter pH, sensorik dan mikrobiologis.

3.2 Metode

3.2.1 Desain dan Waktu

Desain penelitian untuk QDA menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap) non faktorial dengan perlakuan rasio perbandingan ekstrak air daun salam : jus jambu biji, yaitu P1 (75 : 25); P2 (50 : 50); P3 (25 : 75); P4 (0 : 100). Desain penelitian untuk uji daya simpan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 2 perlakuan yaitu perlakuan suhu (suhu kamar (25° C) dan suhu pendinginan (4°C)) dan perlakuan lama simpan (0, 2, 4, 6, 8 dan 10 hari). Desain penelitian untuk analisa kandungan gizi (vitamin C, serat pangan, besi dan kalsium) produk terpilih adalah deskriptif. Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus 2023 hingga Oktober 2023.

3.3.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan kimia untuk keperluan analisa kimia pada minuman jeli GUALAM meliputi aquades, NaCl, PCA; bahan kimia p.a. (pro analisa) yang berasal dari (Merck, USA). Peralatan yang digunakan pada penelitian ini meliputi : Oven (hot air sterilizer) VCO-010 Series, incubator M420 BP, pH meter Lutron PH 208, refrigerator Merck Sharp, Vortex mixer VM 300, SC2-_E_StreamLine ® Class II Biological Safety Cabinet-E series.

3.3.3 Prosedur Percobaan

3.3.3.1 *Quantitatif Deskriptif Analysis (QDA)*

Teknik QDA melibatkan panelis terlatih secara objektif untuk mengukur kualitas dan kekuatan atribut sensorik sampel berdasarkan intensitasnya menggunakan skala dengan rentang yang disepakati sehingga data yang diperoleh dapat dianalisis secara statistik. Prosedur QDA dalam penelitian ini terdiri atas tiga tahap, yaitu tahap persiapan panelis, forum group discussion (FGD), dan uji deskriptif kuantitatif (Kemp *et al.* 2018) yang dapat dilihat pada Gambar 17. QDA dilakukan terhadap empat formula produk minuman jeli yaitu F0 (standar produk terbuat dari jus jambu biji), F1 (minuman jeli GUALAM dengan rasio (75 : 25), F2 (50 : 50), F3 (25 :75).

3.3.3.2 Daya simpan

Umur simpan minuman jeli GUALAM dievaluasi menggunakan tren perubahan kualitas mikroba berdasarkan metode dari (Tiencheu *et al.* 2021) dengan modifikasi. Prinsip tata cara evaluasi umur simpan yakni menyimpan sampel pada temperatur tertentu untuk melihat perubahan mutu. Dalam penelitian ini dilakukan penyimpanan eksperimental pada dua suhu berbeda yang diperlukan untuk mendapatkan estimasi umur simpan yang optimal yaitu interval selama kurang dari 15 hari untuk jenis minuman segar. Sampel disimpan pada suhu kamar (25° C) dan suhu dingin (4° C) selama 10 hari. Karakteristik pH, mikrobiologi dan daya terima

sampel dievaluasi pada selang waktu 2 hari yakni hari ke- 0, 2, 4, 8 dan 10 hari untuk setiap suhu penyimpanan, Dalam evaluasi umur simpan, tren perubahan kualitas mikroba menggunakan angka lempeng total.

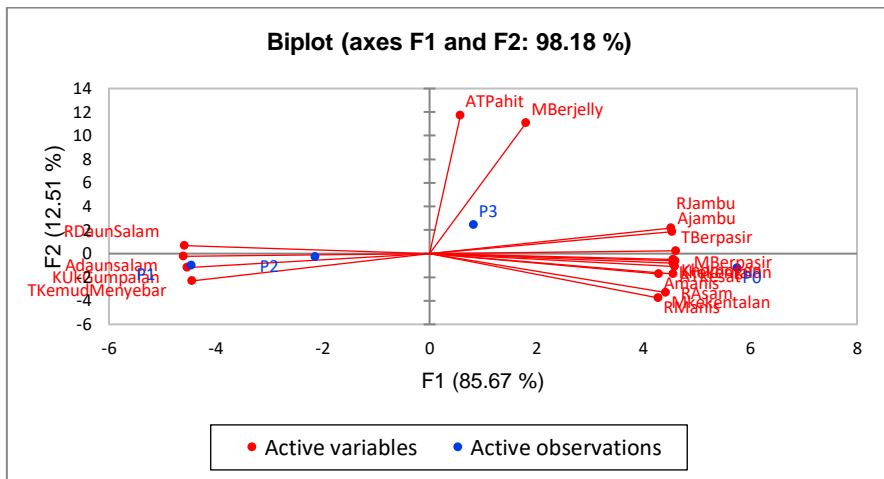
3.3.4 Analisis Data

Analisis pH dilakukan menggunakan Anova two-way untuk melihat pengaruh suhu dan waktu penyimpanan terhadap pH minuman jeli. Jika terdapat pengaruh nyata antara ketiga perlakuan dan pembanding yang diteliti, pengujian dilanjutkan dengan Duncan's Multiple Range Test untuk menentukan perbedaan spesifik antar perlakuan. Uji organoleptik menggunakan persamaan regresi linier. Rekapitulasi data QDA diolah menggunakan Principal Component Analysis (PCA) dengan perangkat lunak XLSTAT versi 2019 (VAT Number: FR70429102767, Prancis). Uji mikrobiologi dilakukan secara deskriptif untuk menggambarkan perubahan kualitas mikrobiologi selama penyimpanan.

3.3 Hasil dan Pembahasan

3.3.1 Quantitative Deskriptive Analytic

Profil sensori menggunakan analisis PCA (*Principal Component Analysis*) memungkinkan untuk menganalisis dan menginterpretasikan data sensorial yang kompleks dengan lebih efisien serta menganalisis data sensorial dengan lebih mendalam dan untuk menginterpretasikan hasil analisis dengan lebih baik (Næs *et al.* 2021). Biplot yang diberikan menggambarkan analisis komponen utama (*Principal Component Analysis* (PCA) dari suatu set data dengan dua komponen utama, F1 dan F2, yang bersama-sama menjelaskan 98,18% variabilitas dalam data tersebut. Sumbu F1 menjelaskan 85,67% dari total variabilitas dalam data.



Gambar 1 PCA biplot minuman jeli pada formula 1, 2, 3, dan 0 (standar)

P0 = Jus buah jambu biji (standar); P1 = Minuman jeli ekstrak air daun salam : jus jambu (75: 25); P2 = (50: 50); P3 = (25: 75).

Komponen ini adalah yang paling signifikan dalam menentukan perbedaan antara observasi. Sumbu F2 menjelaskan 12,51% dari total variabilitas dalam data. Meskipun kurang signifikan dibandingkan F1, F2 masih memberikan kontribusi penting dalam penjelasan variasi dalam data. *Aftertaste* pahit dan *mouthfeel* berjelly merupakan variabel dengan kontribusi yang sangat besar pada sumbu F1. Rasa jambu, aroma jambu, tekstur berpasir, *mouthfeel* berpasir, aroma manis, rasa asam, *mouthfeel* kekentalan, rasa manis: variabel ini juga memiliki kontribusi positif signifikan pada F1. Rasa daun salam, kenampakan ukuran gumpalan, aroma daun salam, tingkat kemudahan menyebar memiliki kontribusi yang lebih kecil atau bahkan negatif pada F1. *Aftertaste* pahit dan *mouthfeel* berjelly memiliki kontribusi signifikan pada sumbu F2, terutama dalam arah positif.

Berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat bahwa variabel P1 dan P2 berada pada kuadran yang sama, yang menunjukkan bahwa karakteristik aroma daun salam, kenampakan dalam ukuran gumpalan, dan tingkat kemudahan menyebar saling berkaitan dan semakin mendekati satu sama lain. Observasi P1 memiliki karakteristik yang lebih dipengaruhi oleh variabel yang mendominasi di kuadran kiri biplot, seperti aroma daun salam, kenampakan ukuran gumpalan, aroma daun salam, dan tingkat kemudahan menyebar. Sedangkan Observasi P3 memiliki karakteristik yang lebih dipengaruhi oleh variabel yang mendominasi di kuadran kanan biplot, seperti *aftertaste* pahit, *mouthfeel* kekentalan dan berjelly, rasa jambu, aroma jambu, tekstur berpasir, rasa manis, rasa asam, *aftertaste* astringen.

3.3.2 Penentuan Formula Terpilih

Penentuan formula terpilih untuk minuman jeli GUALAM melibatkan serangkaian uji dan evaluasi. Berdasarkan penghambatan radikal bebas tertinggi serta aktivitas inhibitor α -glukosidase IC_{50} tertinggi. Namun, hasil analisis one-way ANOVA menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara ketiga formula pada kedua variabel tersebut, sehingga secara statistik ketiga formula tersebut dapat dipilih. Berdasarkan uji QDA, terdapat kelemahan pada formula satu dan tiga yang dapat mempengaruhi kesukaan konsumen. Formula satu menunjukkan kenampakan yang sangat tidak homogen serta aroma kuat daun salam, yang mendapatkan nilai tertinggi pada formula ini. Sedangkan formula tiga memiliki nilai tertinggi pada *aftertaste* astringen dan pahit serta tekstur dan *mouthfeel* berpasir. Oleh karena itu, disimpulkan bahwa formula terpilih untuk minuman jeli GUALAM adalah formula dua dengan rasio perbandingan ekstrak air daun salam : jus jambu biji = 50 : 50.

3.3.2.1 Kontribusi Zat Gizi Minuman Jeli GUALAM

Minuman jeli GUALAM memiliki aktivitas antioksidan dan penghambatan enzim α -glukosidase yang kuat. Takaran saji minuman jeli dalam sekali konsumsi adalah 170 mL, yang merujuk pada BPOM (BPOM RI 2021). Kontribusi satu takaran saji (170 mL) minuman jeli GUALAM terpilih berdasarkan ALG wanita dewasa dapat dilihat pada Tabel 6. Kandungan serat pangan sebesar 3,42 gram per 170 mL atau setara 7,63 gram per 100 kkal minuman jeli GUALAM dapat dikategorikan

sebagai tinggi serat pangan karena kadar serat pangan yang terkandung dalam 100 kkal minuman jeli GUALAM lebih dari 3 gram per 100 kkal.

Tabel 6 Kontribusi satu takaran saji (170 mL minuman jeli GUALAM terpilih berdasarkan ALG kategori umum)

Zat Gizi	Jumlah takaran saji	ALG 2016 *	% ALG	Persyaratan	Kategori **
Energi (kkal)	44,88	2150	2,09		
Protein (g)	0,24	60	0,40		
Lemak (g)	0,15	67	0,23		
Karbohidrat (g)	4,81	325	1,48		
Serat pangan (g)	3,42	30	11,39	> 3 g/100 kkal	Tinggi
Vitamin C (mg)	15,64	90	17,38	> 7,5%/100 mL	Sumber
Kalsium (mg)	15,61	1100	1,42		
Besi (mg)	0,69	22	3,17		
Polifenol (mg)	474	-	-		

Sumber : * (BPOM RI 2016), ** (BPOM 2022)

Kandungan vitamin C sebesar 15,64 mg per 170 mL atau 10,22 % ALG per 100 mL minuman jeli GUALAM dapat dikategorikan sebagai sumber vitamin C karena vitamin C yang terkandung dalam 100 mL minuman jeli lebih dari 7,5% ALG per 100 mL (BPOM 2022). Minuman jeli GUALAM tidak hanya memberikan manfaat nutrisi yang baik tetapi juga berpotensi sebagai produk dengan nilai kesehatan yang baik karena kandungan antioksidan, serat pangan, dan vitamin C yang tinggi.

Tabel 7 Estimasi biaya produksi per takaran saji (170 mL)

Biaya	Total Biaya perbotol
Bahan baku	Rp. 1169
Packaging	Rp. 600
Penyusutan mesin	Rp. 147,22
Overhead produksi	Rp. 1026,67
Total Biaya (harga pokok produksi)	Rp. 2943
Asumsi pembuatan 1000 buah perbulan :	
Harga pokok produksi Rp. 2943	Pendapatan perbulan Rp. 4.000.000
Harga jual (margin 30%) Rp. 3826	Pengeluaran perbulan Rp. 2.943.331
Harga jual pembulatan Rp. 4000	Keuntungan perbulan Rp. 1.056.669
<i>Break Even Point</i> (BEP)	526 Botol

3.3.2.2 Estimasi biaya produksi per takaran saji

Estimasi biaya produksi untuk minuman jeli GUALAM dilakukan dengan memperhitungkan total biaya bahan baku, pengemasan dan penyusutan mesin, *over head* produksi. Perhitungan ini didasarkan pada harga per takaran saji sebesar 170 mL Estimasi biaya produksi per takaran saji pada Tabel 7 minuman jeli GUALAM adalah Rp. 4000,00. Harga minuman jeli komersil yang beredar di pasaran berkisar antara Rp. 5.000,00 hingga Rp. 22.000,00. Dengan demikian, harga minuman jeli

GUALAM lebih rendah dibandingkan dengan harga minuman jeli yang beredar di pasaran. Ini menunjukkan bahwa minuman jeli GUALAM memiliki potensi untuk bersaing di pasar dengan harga yang lebih ekonomis, memberikan keunggulan kompetitif dalam menarik konsumen yang mencari produk berkualitas dengan harga lebih terjangkau.

3.3.3 Evaluasi Umur Simpan

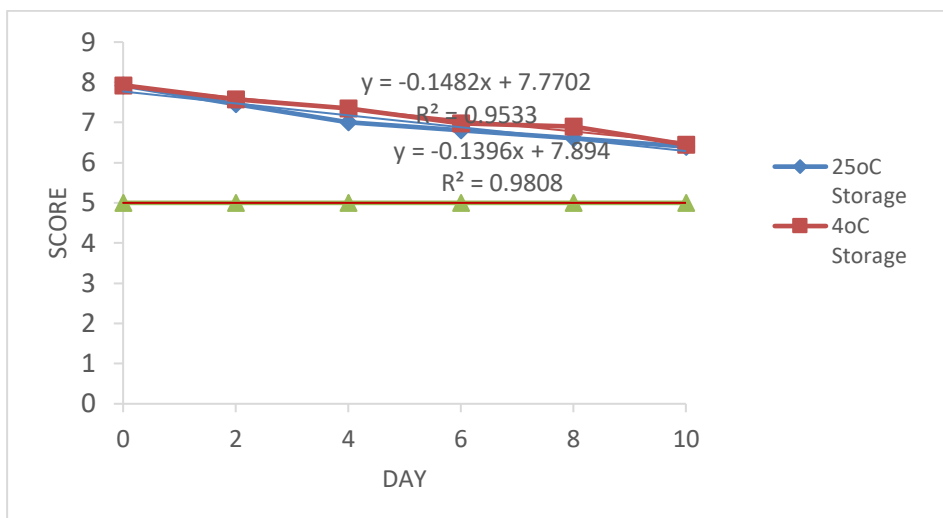
Evaluasi umur simpan meliputi: karakteristik pH, daya terima dan mikrobiologi. Penurunan fluktuasi kimia dan mikroba terjadi selama penyimpanan minuman (El-Saadony *et al.* 2022).

3.3.3.1 Karakteristik pH

Minuman jeli GUALAM dikategorikan sebagai makanan asam sampai sangat asam. Klasifikasi ini mendukung stabilitas mikrobiologis serta keamanan konsumsinya karena nilai pH di bawah 4,5 menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen.

3.3.3.2 Daya terima

Gambar 2 menunjukkan bahwa minuman jeli GUALAM yang disimpan pada suhu ruang (25°C) memiliki skor kualitas sekitar 7,9 pada hari ke-0 dan menurun secara bertahap menjadi 6,4 pada hari ke-10. Persamaan regresi linear dengan $R^2=0,9533$ menunjukkan penurunan kualitas yang signifikan. Minuman yang disimpan pada suhu refrigerator (4°C) memiliki skor sekitar 7,8 pada hari ke-0 dan menurun menjadi 6,8 pada hari ke-10. Persamaan regresi linear dengan $R^2=0,9808$ juga menunjukkan penurunan kualitas yang signifikan.



Gambar 2 Kualitas keseluruhan minuman jeli selama penyimpanan; Skor 5 (garis merah) dianggap sebagai ambang batas

Penyimpanan pada suhu 25°C menunjukkan penurunan kualitas yang lebih cepat dibandingkan suhu 4°C. Penyimpanan pada suhu 4°C lebih baik dalam mempertahankan kualitas keseluruhan minuman jeli GUALAM selama periode 10 hari. Semua skor tetap di atas ambang batas kualitas (skor 5) selama 10 hari penyimpanan, menunjukkan bahwa meskipun ada penurunan, kualitas minuman jeli masih diterima oleh panelis selama periode tersebut.

5.4.3.3 Mikrobiologi

Masa simpan maksimum minuman jeli GUALAM pada suhu refrigerator adalah 8 hari, sedangkan pada suhu ruang tidak boleh melebihi 4 hari. Hasil ini sejalan dengan jus murbei tanpa pengawet yang hanya bertahan dua hari (Yadav *et al.* 2014) dan jus jeruk yang memiliki umur simpan kurang dari 6 hari pada suhu 4 °C (Taghian *et al.* 2023). Selain itu, minuman berbahan baku tanaman *licorice* dengan perlakuan penyimpanan pada suhu 22 °C dan 4 °C, masing-masing rusak pada hari ke-2 dan ke-7 (Akdemir Evrendilek *et al.* 2021). Penggunaan antimikroba diperlukan untuk memperpanjang umur simpan minuman dan telah dipraktikkan sejak lama. Pengawet memiliki sedikit efek pada karakteristik fisiko-kimia minuman (Tiencheu *et al.* 2021).

Tabel 8 Jumlah total bakteri minuman jeli GUALAM yang disimpan pada suhu ruang dan refrigerator

Jelly drink hari ke-	Suhu (CFU/mL)	ruang	Suhu (CFU/mL)	refrigerator	Ambang batas SNI (CFU/mL)
0	0.00		0.00		
2	4,5 x 10 ¹		0.00		
4	7,87 x 10 ²		0.00		
6	1,72 x 10 ³		0.00		10 ²
8	2,28 x 10 ³		8,6 x 10 ¹		
10	1,55 x 10 ⁴		1,21 x 10 ²		

Pengujian sensori eksperimental dalam metodologi umur simpan memiliki keunggulan penting karena relatif sederhana. Dalam penelitian ini, panelis menjawab ya atau tidak tentang apakah mereka akan mengonsumsi sampel tersebut. Informasi ini cukup untuk memodelkan kemungkinan konsumen menolak produk dengan berbagai waktu penyimpanan dan suhu. Hasil penelitian kami menunjukkan bahwa studi masa depan harus mencakup pengaruh kovariat dan rekomendasi, jumlah konsumen serta waktu penyimpanan yang diperlukan untuk produk yang diinginkan dengan penambahan pengawet, termasuk dalam pengembangan produk instan untuk skala industri. Kelebihan dari penelitian ini adalah menggunakan metode yang layak untuk mengevaluasi umur simpan minuman jeli GUALAM dengan mempertimbangkan trend keamanan mikroba, pH, dan hasil pengujian sensori. Metodologi ini juga dapat digunakan dalam evaluasi umur simpan minuman jeli non-industri lainnya.

3.4 Simpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa minuman jeli berbasis ekstrak air daun salam dan jus jambu biji (GUALAM) memiliki potensi besar sebagai minuman fungsional anti-hiperglikemik. Formula dengan perbandingan ekstrak daun salam dan jus jambu biji 50:50 (F2) dipilih sebagai formula terbaik berdasarkan evaluasi karakteristik sensori metode QDA. Minuman jeli F2 menunjukkan tingkat penerimaan yang tinggi dari panelis, dengan rasa yang seimbang antara daun salam dan jambu biji, serta tekstur yang baik. Hasil analisis gizi menunjukkan bahwa minuman jeli GUALAM mengandung vitamin C, serat pangan, besi, dan kalsium dalam jumlah yang bermanfaat. Penelitian lebih lanjut mengungkapkan bahwa minuman jeli GUALAM yang disimpan pada suhu dingin (4°C) memiliki umur simpan hingga 8 hari, sedangkan pada suhu ruang (25°C) hanya tahan hingga 4 hari. Penggunaan antimikroba direkomendasikan untuk memperpanjang umur simpan produk. Secara keseluruhan, minuman jeli GUALAM tidak hanya memberikan manfaat kesehatan melalui kandungan nutrisi dan aktivitas biologisnya, tetapi juga dapat diterima dengan baik oleh konsumen dan layak untuk dikomersialkan. Kombinasi ekstrak air daun salam dan jus jambu biji menawarkan alternatif minuman sehat yang berpotensi bagi penderita diabetes dan masyarakat umum. Saran dari penelitian ini adalah untuk menggunakan metode pengemasan efektif dan ramah lingkungan sehingga dapat menjaga kesegaran produk. Mengembangkan berbagai varian produk dengan tambahan serat atau vitamin dan rasa berbeda untuk berbagai segmen pasar. Melakukan analisis pasar dan mengembangkan strategi pemasaran edukatif untuk meningkatkan kesadaran konsumen.

3.5 Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didukung oleh Beasiswa Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, No. HK. 01.07/V/18753/2021.

IV PENGARUH MINUMAN JELI GUALAM TERHADAP ANTROPOMETRI, PROFIL GLIKEMIK DAN LDL TEROKSIDASI WANITA PREDIABETES

4.1 Pendahuluan

Prediabetes merupakan suatu keadaan berisiko tinggi untuk pengembangan DMT2 (Dong *et al.* 2019) yang terjadi pada tahap awal gejala DMT2 dan ditandai dengan kadar glukosa darah yang lebih tinggi dari normal tetapi belum mencapai kriteria DMT2. Saat ini, tiga negara dengan prevalensi prediabetes tertinggi di dunia adalah China (48,6 juta), Amerika Serikat (36,8 juta), dan Indonesia (27,7 juta). Menurut hasil Riskesdas 2018, prevalensi prediabetes di Indonesia cukup tinggi, dengan 26,3% mengalami glukosa darah puasa terganggu (GDPT) dan 30,8% mengalami toleransi glukosa terganggu (TGT). Prediabetes dapat meningkatkan risiko berkembangnya diabetes melitus tipe 2 (DMT2) sebesar 2 hingga 10 kali lipat (PDI dan PERKENI 2020). Meningkatnya prevalensi prediabetes secara global merupakan masalah kesehatan masyarakat yang utama dan bukan pertanda baik bagi epidemi diabetes yang berkembang dan komplikasinya (Echouffo-Tcheugui dan Selvin 2020). Ada kebutuhan mendesak untuk pengembangan strategi terapi dan pencegahan baru untuk menekan ekspansi prevalensi DMT2 di seluruh dunia (Javeed dan Matveyenko 2018). Oleh karena itu, prediabetes adalah tahap yang ideal dalam memperkenalkan intervensi untuk pencegahan DMT2 (Dong *et al.* 2019).

Pencegahan adalah kunci untuk mengurangi beban penyakit secara global dan membutuhkan perhatian mendesak di semua tingkat perawatan kesehatan (Rashid *et al.* 2019). Ekstrak tumbuhan dapat bertindak pada tingkat perifer melalui beberapa mekanisme, seperti mengurangi penyerapan glukosa dari saluran pencernaan dengan menghambat enzim α -glukosidase atau merangsang pemanfaatan glukosa perifer dengan mekanisme yang mirip dengan metformin (Victoria-Montesinos *et al.* 2021). Secara empiris dan ilmiah telah dibuktikan rebusan daun salam berperan sebagai antimikroba, antioksidan, antidiabetes, dan anti kolesterol. Studi pre-klinis menggunakan tikus mencit telah banyak dilakukan oleh para peneliti, namun studi klinis pada manusia untuk memverifikasi aktivitas antidiabetes daun salam sangat jarang. Ditinjau dari mekanisme aksi dan penilaian keamanan sehingga hasilnya dapat dilanjutkan ke dalam uji klinis (Rahim *et al.* 2021). Salah satu inovasi produk olahan ekstrak daun salam adalah minuman jeli. Masalah pengolahan ekstrak daun salam menjadi minuman adalah rasa daun salam yang kurang disukai karena memiliki rasa yang tajam dan pahit (Hanif *et al.* 2020). Salah satu upaya yang dilakukan adalah kombinasi jus buah jambu biji. Efek anti-hiperglikemik buah jambu biji dikaitkan dengan aktivitas antioksidannya yang signifikan. Buah jambu biji memiliki aplikasi potensial dalam pengembangan suplemen makanan untuk pasien diabetes (Sun *et al.* 2021).

Pengolahan minuman jeli adalah salah satu metode yang telah direkomendasikan sebagai cara untuk menambah nilai kesehatan, ketersediaan makanan berkualitas baik dan mudah untuk dikonsumsi (Zitha *et al.* 2020). Prediabetes sangat terkait dengan DMT2, maka efek komponen bioaktif yang

terkandung dalam ekstrak air daun salam dan jus jambu biji untuk pemberian pada prediabetes perlu diantisipasi. Penelitian ini adalah studi pertama yang secara langsung membahas apakah asupan minuman jeli ekstrak air daun salam kombinasi jus jambu biji yang mengandung glukomanan dapat mempengaruhi toleransi glukosa dan resistensi insulin wanita prediabetes. Penelitian ini mengkaji potensi minuman jeli dalam mengontrol metabolisme glukosa pada subyek wanita prediabetes dibandingkan dengan plasebo sehingga dapat menjadi salah satu alternatif minuman sehat yang berpotensi untuk mencegah penyakit diabetes.

4.2 Metode

4.2.1 Desain, Tempat dan Waktu

Desain studi *randomized, double-blind, placebo-controlled* dengan pengacakan menggunakan *two parallel arms stratified* (Victoria-Montesinos *et al.* 2021) sampling yang dikelompokkan dalam kondisi pre-menopause dan menopause. Tempat penelitian di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Kabupaten Pesawaran Lampung, pada bulan November 2023 – Februari 2024 (durasi intervensi 8 minggu). Pengambilan darah subjek dilakukan oleh tenaga kesehatan Puskesmas Bunut, Pesawaran Provinsi Lampung. Pembuatan minuman jeli GUALAM dilakukan sendiri oleh peneliti yang dibantu dengan tim tenaga kesehatan puskesmas setempat. Analisis GDP dan HbA1c dilakukan di Laboratorium Klinik Pramitra Biolab Indonesia di Kota Bandar Lampung. Analisis insulin plasma dan LDL teroksidasi dilakukan di Laboratorium Leprosy Lembaga Penyakit Tropis UNAIR (Surabaya). Protokol penelitian telah disetujui oleh Komite Etika Politeknik Kesehatan Tanjung Karang Kementerian Kesehatan No. 432/KEPK-TJK/VIII/2023. *Informed consent* tertulis diperoleh dari semua peserta.

4.2.2 Jumlah dan Cara Penarikan Sampel

Populasi pada penelitian ini adalah wanita berusia antara 40 - 64 tahun yang berdomisili di wilayah kerja Puskesmas Bunut, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung. Kriteria inklusi subjek adalah wanita berusia antara 40 sampai dengan 64 tahun (Vatcheva *et al.* 2020), didiagnosis dengan prediabetes menurut kriteria (World Health Organization 2006; PDI dan PERKENI 2020; PERKENI 2021) HbA1c 5,7% hingga 6,4%, glukosa plasma puasa (FPG) 100–125 mg/dL, tes toleransi glukosa oral (TTGO) 140–199 mg/dL), indeks massa tubuh (IMT) antara 20-40 kg/m² dan konsumsi makan yang stabil tanpa peningkatan atau penurunan berat badan lebih dari 5 kg dalam 10 minggu terakhir. Kriteria eksklusi subjek penelitian adalah: subjek yang tidak menyukai daun salam dan jus jambu biji, subjek yang menggunakan daun salam atau jamu lain untuk pengobatan diabetes, wanita yang sedang menyusui, hamil, riwayat gangguan fungsi hati atau ginjal serta gagal jantung, konsumsi alkohol (>20 g/hari), partisipasi dalam uji klinis lain dalam 3 bulan sebelumnya, dan tidak memenuhi syarat yang dinilai oleh peneliti. Selama penelitian, subjek menghindari konsumsi makanan atau minuman yang mengandung polifenol dan flavonoid. Kriteria penghentian meliputi peserta yang ingin mengundurkan diri dari penelitian dengan alasan apapun, efek samping yang serius atau perubahan yang tidak biasa

dalam tes laboratorium, subjek yang menggunakan obat herbal jenis lain selama penelitian berlangsung, subjek yang mengkonsumsi minuman jeli GUALAM kurang dari 70% selama 3 hari berturut-turut (Ansarullah *et al.* 2017).

Jumlah sampel total sebanyak 24 subjek diestimasi berdasarkan perhitungan menggunakan perhitungan uji hipotesis beda rata-rata sesuai dengan estimasi ukuran sampel dalam uji klinis (Suresh dan Chandrashekar 2012) dengan kekuatan 85%, tingkat signifikansi 0,05; dan *dropout* sebesar 20%). Perbandingan kandungan zat gizi minuman jeli GUALAM dan minuman jeli plasebo per takaran saji (170 mL) disajikan pada Tabel 10. Pembagian subjek kedalam kelompok perlakuan dilakukan secara acak (*random assignment*) dari 26 orang yang memenuhi kriteria inklusi. Peserta diacak menggunakan program statistik SPSS dengan mempertimbangkan usia dan status menstruasi, sehingga kedua kelompok menjadi homogen dalam dua faktor perancu potensial tersebut (Villaño *et al.* 2021). Terdapat dua orang subjek yang *drop out* selama penelitian dengan rincian satu orang tidak ingin melanjutkan mengkonsumsi produk intervensi yang diberikan dan satu orang pindah alamat dan tidak dapat dihubungi, sehingga pada akhir penelitian subjek yang dianalisis hanya berjumlah 24 orang.

Tabel 9 Perbandingan kandungan zat gizi minuman jeli plasebo dan minuman jeli GUALAM per-100 mL

Zat Gizi	Minuman Jeli Plasebo	Minuman jeli GUALAM
Energi (kkal)	22,86	12,71
Lemak (g)	0,88	0,09
Protein (g)	3,16	0,14
Karbohidrat (g)	0,80	2,835
Serat pangan (g)	0,38	2,01
Vitamin C (Mg/100g)	-	9,20

4.2.3 Tahapan Penelitian

Peserta dibagi secara acak menjadi 2 kelompok yang berbeda (kelompok intervensi (intervensi minuman jeli GUALAM) atau kelompok kontrol/plasebo menggunakan minuman jeli dari pasta guava yang diproduksi oleh PT. orlife intirasa utama, pasta perisa pewarna guava diproduksi oleh PT. Mohler Aroma Indonesia, nutrijell *jelly powder* rasa guava oleh PT. Forisa Nusapersada, swallow globe agar-agar putih oleh PT dunia bintang wallet, tepung jelly konyaku bubuk jelly powder, bubuk ekstrak stevia oleh Shandong Shengxiangyuan Biotechnology Co., Ltd., asam sitrat oleh PT. Golden Sinar Sakti, Indonesia dan pewarna yang diakui sebagai aman (GRAS) (Fereidoon dan Cesarettin 2016). Intervensi berlangsung selama 2 bulan (8 minggu), dan setiap peserta menerima total 60 botol yang berisi 170 mL/botol (Benton dan Young 2019) dan (BPOM RI 2021).

Setiap orang harus mengkonsumsi minuman jeli 1 botol setiap hari selama 60 hari (8 minggu) (Asadi *et al.* 2019). Semua peserta dipantau untuk terus mengkonsumsi produk secara rutin, mengikuti rekomendasi dari tenaga kesehatan. Peserta diinstruksikan tentang cara mengkonsumsi produk. Minuman jeli perlakuan dan plasebo dikemas dalam botol yang identik, berisi label dengan informasi tentang dosis dan kandungan gizi dan suhu penyimpanan. Setiap botol diberi kode untuk

memudahkan proses pengacakan peserta. Untuk mempertahankan retensi peserta, panggilan telepon diterapkan setiap minggu dan dibentuk komunikasi whatsapp grup untuk memudahkan pemantauan. Peserta didorong untuk tidak mengubah aktivitas fisik atau rutinitas makan selama periode pengumpulan data. Peserta secara langsung ditanya tentang efek samping, dan hasil analisis laboratorium dinilai normalitasnya.

4.2.4 Jenis dan Cara Pengumpulan Data

Pada tahap *baseline*, pengumpulan data dibagi menjadi 2 kunjungan terpisah. Tahap pertama mengenai pengumpulan data karakteristik subjek penelitian yaitu nama, umur, status menstruasi, tekanan darah dan sosial ekonomi. Pola konsumsi pangan melalui wawancara menggunakan kuesioner dan form FFQ. Aktivitas fisik, asupan energi, protein, lemak dan karbohidrat, serat pangan, asupan zat gizi mikro (Vitamin A, C dan kalsium, magnesium, fosfor, besi, seng dan yodium) dan tingkat kecukupan zat gizi. Data tersebut diperoleh melalui wawancara menggunakan kuesioner *International Physical Activity Questionnaire Short-Form* (IPAQ-SF), dan *form recall 24-hours*.

Tahap kedua mengenai variable klinis meliputi pengukuran antropometri (BB, TB, IMT, lingkaran pinggang dan rasio lingkaran pinggang panggul) serta parameter biokimia darah yaitu glukosa darah puasa, toleransi glukosa oral (TGO), HbA1c, insulin plasma dan LDL teroksidasi. Sampel darah vena sebanyak 8 mL diambil setelah 10 – 12 jam puasa. Pengumpulan data menggunakan *form recall 24-hours* dilakukan sebanyak dua kali yaitu pada hari kerja dan hari libur pada tahap *baseline* (minggu ke-0), *middle* (minggu ke- 4) dan *endline* (setelah minggu ke-8). Penilaian klinis dilakukan pada *baseline* dan *endline*. Pengambilan data *endline* dilakukan setelah subjek menyelesaikan keseluruhan intervensi yang berlangsung selama 8 minggu.

Salah satu kriteria yang dikondisikan adalah nilai glukosa darah puasa, toleransi glukosa oral dan HbA1c. Setelah hasil tes keluar, peneliti menjadwalkan kedua kalinya dengan peserta untuk diacak menerima botol minuman jeli GUALAM atau plasebo. Untuk mengevaluasi kepatuhan dilihat dari pengembalian botol minuman jeli pada kunjungan diperiksa dan dihitung kepatuhannya dengan produk penelitian. Semua perawatan dilakukan oleh petugas kesehatan dari puskesmas Bunut yang sebelumnya telah diberikan pelatihan dalam pelaksanaan kegiatan penelitian. Peneliti melakukan intervensi dan pengumpulan data yang bersifat *blind* tentang kelompok mana yang diberi perlakuan.

Pengukuran status gizi dilakukan secara antropometri pada tahap penilaian klinis. Pengambilan darah dilakukan oleh tenaga medis yang berkompeten untuk memastikan kenyamanan dan keamanan responden. Pengambilan darah dilakukan pada hari ke-0 dan pada minggu ke-8, dengan mengambil darah vena sebanyak 8 mL menggunakan jarum suntik. Penilaian kadar glukosa darah sewaktu dan tes toleransi glukosa oral (TTGO), digunakan metode glucose oxidase sensor dan alat glukometer.

Pengukuran glukosa darah puasa menggunakan metode GOD-PAP dengan alat Automatic Biochemistry Analyzer Kenza 240 TX yang diproduksi oleh BIOLABO Made in France dan reagen Kit *Glucose* (GLU/GOD-PAP) yang produksi oleh Shenzhen Icubio Biomedical Technology Co., Ltd. Pengukuran HbA1c menggunakan

metode fluorescence immunoassay dan reagen Ichroma HbA1c Neo yang diproduksi oleh Boditech Med Incorporated Republic of Korea. Serum insulin dan LDL teroksidasi, masing-masing dianalisis menggunakan Human Insulin dan Human Anti-oxidized Low Density Lipoprotein Antibody, INS BT-LAB Kit; sesuai dengan protokol yang dijelaskan dalam insert-kit (Bioassay Technology Laboratory; Shanghai Korain Biotech). Indeks HOMA-IR, HOMA- β dan QUICKI dihitung menggunakan rumus yang dirujuk pada (Matthews *et al.* 1985).

4.2.5 Pengolahan dan Analisis Data

Data yang diperoleh kemudian dianalisis univariat untuk melihat distribusi, frekuensi, mean dan standar deviasi karakteristik responden. Data numerik dianalisis menggunakan uji Shapiro Wilk untuk mengetahui data terdistribusi normal ($P > 0,05$) dan sebagai penentu uji selanjutnya pada analisis bivariat, bila data terdistribusi normal maka uji yang dilakukan pada analisis bivariat adalah uji t-test, sebaliknya bila tidak terdistribusi normal maka uji yang digunakan adalah Mann Whitney. Uji measured repeated anova digunakan untuk menganalisis variable asupan dan tingkat kecukupan gizi serta aktivitas fisik pada tahap *baseline*, *middle* dan *endline*. Uji paired-sample t-test untuk melihat perbedaan dalam setiap kelompok sebelum dan sesudah intervensi. Uji ANCOVA digunakan untuk mengetahui pengaruh intervensi minuman jeli GUALAM dan plasebo dengan mengontrol variabel kovariat. Pengolahan dan analisis data dilakukan menggunakan software Microsoft Excel 2019 dan SPSS 25.0 for windows.

4.3 Hasil dan Pembahasan

4.3.1 Pengaruh Pemberian Intervensi Minuman Jeli terhadap Antropometri Wanita Prediabetes

Rata-rata indeks massa tubuh (IMT) pada tahap *baseline* berbeda antar kelompok intervensi, dengan rata-rata tertinggi yaitu pada kelompok perlakuan 30,94 kg/m² dan kelompok kontrol 28,42 kg/m². Terjadi penurunan IMT pada kelompok perlakuan sebesar -0,20 kg/m², sedangkan pada kelompok kontrol stabil, tidak terjadi kenaikan ataupun penurunan. Hasil ini selaras dengan pemberian intervensi suplemen makanan berbahan dasar glukomanan, *d-chiro-inositol*, *Cinnamomum zeylanicum Blume*, dan inulin selama 16 minggu, yang menunjukkan penurunan IMT ($\Delta = -2,0 \pm 3,4$ kg/m²) (Citarrella *et al.* 2024).

Terjadi peningkatan lingkaran pinggang (LP) pada kelompok kontrol dan perlakuan, masing-masing 0,80 cm dan 0,17 cm. Hasil ini sejalan dengan penelitian mengenai konsumsi sayuran dan buah-buahan, bahwa tidak ditemukan korelasi yang signifikan antara konsumsi sayuran harian sesuai dengan rekomendasi WHO dengan lingkaran pinggang ($p = 0,350$) (Nyanchoka *et al.* 2021). Terjadi peningkatan pada RLPP kelompok kontrol 0,02 sedangkan pada kelompok perlakuan stabil. Salah satu alasan meluasnya konsumsi minuman rendah kalori adalah karena dapat membantu mengurangi berat badan. Ada hubungan antara berat badan dan sensitivitas insulin, serta berat badan berkorelasi negatif dengan nilai TGO. Berat badan memperburuk resistensi insulin karena kelebihan lemak tubuh, terutama lemak visceral,

meningkatkan pelepasan asam lemak bebas, hormon, dan zat *pro-inflammatory* (Gravesteijn *et al.* 2023).

Tabel 10 Pengaruh pemberian intervensi minuman jeli terhadap BB, IMT, Lingkar Pinggang dan RLPP wanita prediabetes

Variabel	Kelompok Intervensi		P ²
	Kontrol	Perlakuan	
BB (kg)			0,171
<i>Baseline</i>	64,44 ± 10,49	71,06 ± 15,30	
<i>Endline</i> (week 8)	64,49 ± 10,76	70,60 ± 15,65	
P ¹	0,871	0,175	
Δ	0,05 ± 1,04	-0,46 ± 1,13	
IMT (kg/m ²)			0,368
<i>Baseline</i>	28,42 ± 4,52	30,9417 ±	
<i>Endline</i> (week 8)	28,42 ± 4,43	5,76	
P ¹	0,986	30,7383 ±	
Δ	-0,0025 ± 0,46	5,90	
		0,171	
		-0,2033 ±	
		0,48	
Lingkar Pinggang (cm)			0,464
<i>Baseline</i>	92,49 ± 8,11	96,73 ± 15,52	
<i>Endline</i> (week 8)	93,29 ± 11,56	96,90 ± 13,43	
P ¹	0,735	0,873	
Δ	0,80 ± 7,99	0,16 ± 3,51	
RLPP			0,262
<i>Baseline</i>	0,91 ± 0,07	0,905 ± 0,07	
<i>Endline</i> (week 8)	0,93 ± 0,11	0,907 ± 0,07	
P ¹	0,670	0,893	
Δ	0,01 ± 0,11	0,003 ± 0,06	

Data disajikan dalam mean ± SD; P¹ = Paired t-test; P² = ANCOVA; * = Signifikan P < 0,05.

4.3.2 Pengaruh Pemberian Intervensi Minuman Jeli terhadap Kadar GDP, TGO, Hba1c Wanita Prediabetes

Penelitian ini menunjukkan bahwa konsumsi minuman jeli GUALAM selama 8 minggu dapat menurunkan GDP subjek prediabetes, meskipun secara statistik tidak terdapat perbedaan signifikan GDP antara kelompok perlakuan dengan kelompok kontrol. Hasil ini konsisten dengan pengamatan sebelumnya pada tikus diabetes yang diberikan secara oral dengan ekstrak air daun salam (250 mg/kg) selama 30 hari (Pochhi 2019) serta penelitian *in-vivo* lainnya yang menggunakan bahan baku jambu biji. Beberapa studi mendukung dari hasil penelitian ini. Intervensi pemberian teh daun zaitun 5 g direndam dalam 1 L air menunjukkan penurunan glukosa darah puasa dari 97,8 ± 8,2 hingga 94,8 ± 6,6 mg/dL (P = 0,060) (Araki *et al.* 2019). Tinjauan sistematis terhadap 7 RCT yang mengevaluasi efek konsumsi blueberry dan cranberry pada DMT2 yang menunjukkan bahwa konsumsi jus cranberry harian (240 mL) selama 12 minggu dan suplementasi ekstrak blueberry (9,1-9,8 mg anthocyanin)

selama 8-12 minggu bermanfaat dalam mengendalikan kadar glukosa pada subjek DMT2 (Rocha *et al.* 2019).

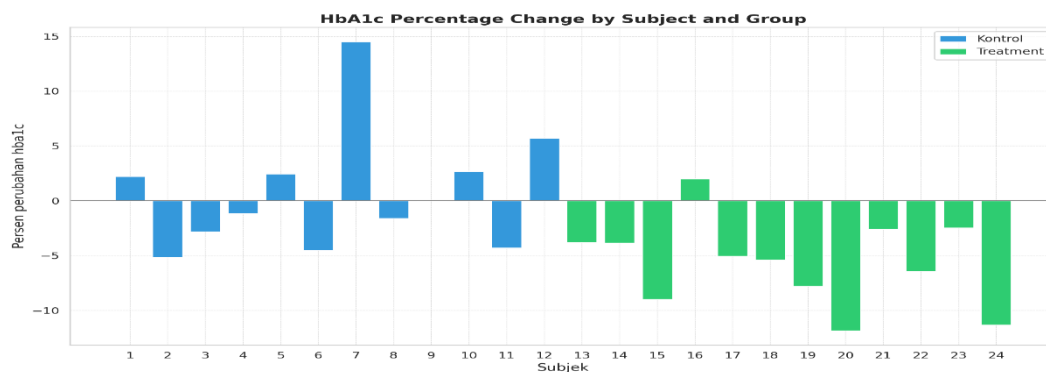
Tabel 11 Pengaruh pemberian intervensi minuman jeli terhadap kadar GDP, TGO, HbA1c wanita prediabetes

Variabel	Kelompok Intervensi		P ²	Batas normal (a)
	Kontrol	Perlakuan		
GDP (mg/dl)			0,198	70 -99
<i>Baseline</i>	105,58 ± 14,93	107,25 ± 8,50		
<i>Endline</i> (week 8)	104,92 ± 13,84	100,83 ± 8,13		
P ¹	0,49	0,008*		
Δ	-0,667 ± 6,58	-6,4167 ± 8,2181		
TGO			0,036*	70 - 139
<i>Baseline</i>	170,75 ± 26,54	157,50 ± 36,40		
<i>Endline</i> (week 8)	162,67 ± 30,47	134,92 ± 32,42		
P ¹	0,057	0,007*		
Δ	-8,0833 ± 13,16	-22,583 ± 23,6545		
HbA1c			0,010*	< 5,7
<i>Baseline</i>	5,7750 ± 0,48	6,15 ± 0,4274		
<i>Endline</i> (week 8)	5,7833 ± 0,45	5,7917 ± 0,5728		
P ¹	0,921	0,008*		
Δ	0,0083 ± 0,28	-0,3583 ± 0,2429		

Data disajikan dalam mean ± SD; P¹ = Paired t-test; P² = ANCOVA; * = Signifikan P < 0,05; a = (Endukuru *et al.* 2021).

Terjadi penurunan TGO selama 2 bulan intervensi, dan pada tahap *endline*, didapatkan hasil delta TGO terendah pada kelompok perlakuan yaitu -22,58 mg/dL, sedangkan pada kelompok plasebo -8,08 mg/dL. Ketika mengevaluasi persentase perubahan HbA1c; 91,67% dari peserta (11 dari 12) dalam kelompok minuman jeli GUALAM mengalami penurunan HbA1c, dengan rata-rata penurunan sebesar 5,63%. Sebanyak 50% peserta plasebo (6 dari 12 orang) juga menunjukkan penurunan HbA1c, namun rata-rata persentasenya justru meningkat sebesar 0,66%, yang ditunjukkan pada Gambar 5. Rata-rata hemoglobin A1c (HbA1c) pada tahap *baseline* berbeda antar kelompok intervensi, dengan rata-rata tertinggi sebesar 6,15% pada kelompok perlakuan; kelompok kontrol sebesar 5,77%. Selama 2 bulan intervensi, terjadi penurunan HbA1c, dengan delta HbA1c terendah pada kelompok perlakuan yaitu -0,3583% dan peningkatan HbA1c pada kelompok plasebo sebesar 0,008%. Penelitian ini mendukung hasil intervensi yang menggunakan 1 g/hari galaktomanan, di mana HbA1c menurun signifikan dari 7,55 ± 0,45 menjadi 6,23 ± 0,58 pada kelompok studi selama 12 minggu (Rashid *et al.* 2019). Penemuan ini juga sejalan dengan penelitian yang menggunakan suplemen berbahan dasar glukomanan, *d-chiro-inositol*, *cinnamomum zeylanicum blume*, dan inulin selama 16 minggu, yang menunjukkan penurunan HbA1c (Δ = -0,26 ± 0,77 kg/m²) (Citarrella *et al.* 2024). Namun, hasil ini berbeda dengan penelitian menggunakan tikus wistar betina berusia 7 minggu, di mana intervensi dengan jus jambu biji sebanyak 20 mL/kg BB/hari dan

tambahan trehalose 1 g/kgBB/hari selama 4 minggu hanya menunjukkan penurunan HbA1c yang sedikit dan tidak signifikan (Lin *et al.* 2016).

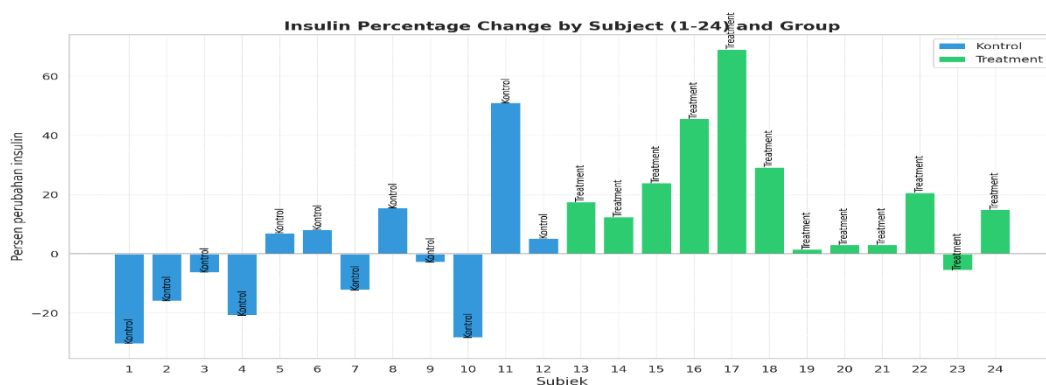


Gambar 3 Persen perubahan HbA1c pada subjek wanita prediabetes yang mengkonsumsi minuman jeli GUALAM atau plasebo selama 8 minggu.

Penelitian ini menunjukkan bahwa minuman jeli GUALAM efektif dalam menurunkan kadar HbA1c pada subjek prediabetes. Efek anti-hiperglikemik dari minuman jeli GUALAM diduga berasal dari kandungan senyawa bioaktif seperti polifenol dan flavonoid. Data kami menunjukkan bahwa minuman jeli GUALAM efektif dalam menurunkan kadar glukosa darah puasa (GDP), toleransi glukosa oral (TGO), dan HbA1c. Penurunan ini kemungkinan disebabkan oleh efek sinergis dari bahan-bahan yang digunakan (Bumrungpert *et al.* 2020). Bahan tambahan seperti glukomanan berperan dalam menunda pengosongan lambung dan mengatur laju penyerapan gula dari makanan oleh usus halus, yang dapat meningkatkan sensitivitas insulin. Kandungan serat yang tinggi pada minuman jeli GUALAM dapat menstabilkan gula darah dengan mengatur kecepatan penyerapan gula dari saluran usus. Studi ini juga menyoroti penurunan signifikan dalam kadar gula darah puasa dan HbA1c, mengkonfirmasi peran positif produk makanan dan komponennya terhadap parameter gliko-metabolik (Citarrella *et al.* 2024).

4.3.3 Efek Minuman Jeli terhadap Produksi dan Sensitivitas Insulin

Hasil ini merupakan studi pertama yang mengevaluasi efek minuman jeli GUALAM pada sensitivitas insulin wanita prediabetes. Keunikan penelitian ini berkaitan dengan desain, yaitu acak, *double blinded*, dan *placebo controlled*. Kekuatan lain dari penelitian ini adalah penggunaan teknik metabolisme yang paling tepat untuk menilai sensitivitas insulin yaitu pada wanita hiperglikemia. Temuan utama adalah bahwa konsumsi harian minuman jeli GUALAM selama 8 minggu meningkatkan sensitivitas insulin pada populasi yang berisiko tinggi terkena DMT2. Ketika mengevaluasi persentase perubahan sensitivitas insulin, sebanyak 91,67% dari peserta (11 dari 12) yang diacak kelompok minuman jeli GUALAM memiliki perubahan peningkatan produksi insulin, dengan persen rata-rata sebesar 19,63%. Sebanyak 41,67% dari peserta plasebo (5 dari 12) menunjukkan perubahan ini, namun terjadi penurunan persen rata-rata sebesar 2,48%.



Gambar 4 Persen perubahan produksi insulin pada subjek wanita prediabetes yang mengonsumsi minuman jeli GUALAM atau plasebo selama 8 minggu.

Penelitian ini menunjukkan bahwa minuman jeli GUALAM dapat meningkatkan sensitivitas insulin plasma subjek prediabetes. Hasil ini sejalan dengan penelitian intervensi pemberian blueberry (Stull *et al.* 2010) dan stroberi (Paquette *et al.* 2017) yang menunjukkan peningkatan sensitivitas insulin. Suplementasi polifenol dari anggur, blueberry, dan stroberi terbukti meningkatkan sensitivitas insulin (Hsia *et al.* 2020). Konsumsi polifenol dari stroberi dan cranberry selama 6 minggu secara signifikan meningkatkan sensitivitas insulin pada subyek obesitas dan resisten insulin dalam uji klinis di Kanada (Paquette *et al.* 2017). Konsumsi harian *smoothie* blueberry yang mengandung 22,5 g bioaktif blueberry selama 6 minggu meningkatkan sensitivitas insulin pada populasi yang berisiko tinggi terkena DMT2 (Stull *et al.* 2010).

Subjek pada penelitian masih dalam kategori normal, dimana resistensi insulin (HOMA-IR) dengan cut-off $>2,86$ untuk diagnosis IR (Endukuru *et al.* 2021). Selama 8 minggu intervensi, terjadi penurunan HOMA-IR, dan pada tahap *endline*, Δ HOMA-IR pada kelompok perlakuan adalah $-0,0798$, sedangkan pada kelompok plasebo tetap. Hasil efek anti-hiperglikemik minuman jeli GUALAM konsisten dengan data yang sebelumnya dilaporkan dalam penelitian pada hewan. Penelitian pada hewan mengenai intervensi pemberian dosis 40% jus jambu biji selama 4 minggu menggunakan metode *gavage* pada tikus wistar betina berumur 7 minggu, hasil menunjukkan bahwa peningkatan dosis jus jambu biji dapat meningkatkan sekresi insulin dan mengurangi HOMA-IR. Jus jambu biji dapat meningkatkan sensitivitas insulin dengan dosis lebih dari 8 mL/kg BB/hari (Lin *et al.* 2016). HOMA- β pada subjek kelompok perlakuan masuk kedalam kategori tidak normal, dimana HOMA- β dengan cut-off $\leq 87,12$ untuk diagnosis IR (Endukuru *et al.* 2021). Selama 8 minggu intervensi, terjadi peningkatan HOMA- β , dan pada tahap *endline*, Δ HOMA- β pada kelompok perlakuan adalah $9,0794$, sedangkan pada kelompok plasebo terjadi penurunan sebesar $-2,0708$.

QUICKI subjek intervensi masih termasuk dalam kategori normal, dengan batas $\leq 0,32$ untuk diagnosis IR Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa minuman jeli GUALAM dapat meningkatkan QUICKI subjek prediabetes. Hasil ini sejalan

dengan penelitian intervensi pemberian 100 mg *Sclerocarya birrea* selama 90 hari, yang menunjukkan perbedaan signifikan dalam penanda terkait insulin, dengan perbedaan yang signifikan secara statistik antara kelompok perlakuan dan kontrol untuk kadar insulin serum puasa ($p < 0,027$) dan indeks QUICKI ($p < 0,034$) (Victoria-Montesinos *et al.* 2021).

Tabel 12 Pengaruh pemberian intervensi terhadap produksi dan sensitivitas insulin wanita prediabetes

Variabel	Kelompok Intervensi		P ²	Batas normal (a)
	Kontrol	Perlakuan		
Insulin plasma			0,020*	2 - 20
(mg/dl)				
Baseline	9,5684 ± 9,10	5,7551 ± 5,55		
Endline (week 8)	9,1811 ± 9,37	6,8800 ± 7,06		
P ¹	0,255	0,017*		
Δ	-0,3873 ± 1,76	1,1249 ± 1,67		
HOMA-IR			0,097	< 2,86
Baseline	2,3703 ± 2,29	1,7629 ± 1,71		
Endline (week 8)	2,3705 ± 2,30	1,6831 ± 1,65		
P ¹	0,334	0,001*		
Δ	0,0002 ± 0,09	-0,0798 ± 0,11		
HOMA-β			0,001*	> 87,12
Baseline	87,6908 ± 98,85	63,8799 ± 79,64		
Endline (week 8)	85,6200 ± 96,58	72,9593 ± 91,19		
P ¹	0,215	0,08*		
Δ	-2,0708 ± 12,61	9,0794 ± 14,55		
Quicki			0,011*	> 0,32
Baseline	0,3535 ± 0,03	0,3706 ± 0,03		
Endline (week 8)	0,3538 ± 0,03	0,3735 ± 0,03		
P ¹	0,501	0,001*		
Δ	0,0003 ± 0,00	0,0029 ± 0,01		

Data disajikan dalam mean ± SD; P¹ = Paired t-test; P² = ANCOVA; * = Signifikan P < 0,05; a : (Endukuru *et al.* 2021).

Efek anti-hiperglikemik minuman jeli GUALAM (penurunan glukosa darah dan HbA1c) dapat dikaitkan dengan kemampuannya untuk meningkatkan sekresi insulin dan sensitivitas insulin. Penjelasan ini didukung oleh nilai QUICKI (sebagai penanda sensitivitas insulin) dan fungsi sel HOMA-β (penanda sekresi insulin) yang meningkat secara signifikan, serta penurunan nilai HOMA-IR (sebagai indeks resistensi insulin) yang berbeda signifikan setelah diberikan intervensi dengan minuman jeli GUALAM. Efek positif minuman jeli GUALAM terhadap perbaikan insulin dapat disebabkan oleh komponen aktif yang terdapat dalam minuman ini. Komponen bioaktif yang terkandung dalam minuman jeli GUALAM meliputi polifenol, vitamin C, dan serat pangan, yang semuanya membantu memperbaiki kondisi hiperglikemik.

Polifenol dapat menghambat penyerapan glukosa oleh transporter glukosa usus, sehingga mengurangi penyerapan glukosa. Mengonsumsi minuman jeli GUALAM

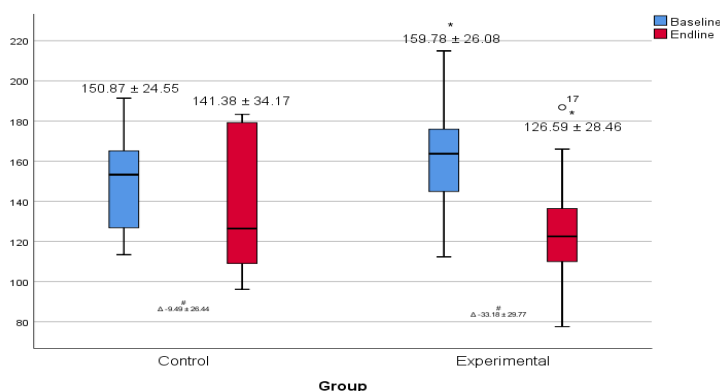
rendah kalori yang memasok 474 mg polifenol per hari selama 8 minggu (170 mL) dapat mengurangi kadar glukosa plasma puasa dan resistensi insulin dengan meningkatkan sensitivitas dan sekresi insulin. Hal ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa konsumsi minuman cranberry rendah kalori yang mengandung 346 mg polifenol per hari selama 8 minggu (480 mL) juga dapat mengurangi kadar glukosa dan resistensi insulin (Medina-Larqué *et al.* 2020). Selain itu, konsumsi harian campuran polifenol dari stroberi dan cranberry (SCP) sebanyak 333 mg telah terbukti meningkatkan sensitivitas insulin pada subjek non-diabetes yang resisten terhadap insulin selama 6 minggu. Dosis polifenol (333 mg SCP/hari) ini jauh lebih rendah daripada dosis yang digunakan oleh Stull *et al.*, yaitu 22,5 g bioaktif blueberry (Paquette *et al.* 2017). Uji pre-klinis dan intervensi manusia telah menetapkan hubungan antara konsumsi polifenol cranberry dengan peningkatan metabolisme glukosa dan penurunan risiko mengembangkan diabetes mellitus tipe 2 (DMT2) (Medina-Larqué *et al.* 2020).

Efek anti-hiperglikemik minuman jeli GUALAM dikaitkan dengan aktivitas antioksidan yang signifikan dari kombinasi bahan baku pembuatan yaitu ekstrak air daun salam dan jus jambu biji. Daun salam memiliki efek anti-hiperglikemik melalui aktivitas senyawa fenol-flavonoid yang dapat menurunkan kadar gula darah. Hal ini telah dibuktikan dalam beberapa penelitian baik yang dilakukan secara *in vivo* menggunakan hewan percobaan maupun penelitian langsung pada manusia, di mana setelah diberikan ekstrak daun salam terjadi penurunan kadar gula darah secara signifikan. Jambu biji adalah salah satu buah yang kaya akan antioksidan alami dan memberikan efek anti-hiperglikemik dengan mekanisme yang berbeda. Senyawa fenolik polisakarida dalam jambu biji menghambat aktivitas α -glukosidase, yang berperan dalam menurunkan kadar gula darah postprandial dan mencegah DMT2 (Sun *et al.* 2021).

Buah jambu biji dapat menekan kerusakan oksidatif dan inflamasi akibat hiperglikemia yang berhubungan dengan komplikasi diabetes kronis (Sun *et al.* 2021). Asupan vitamin C pada buah jambu biji dapat memperbaiki stres oksidatif dan sensitivitas insulin di otot rangka serta meningkatkan pembuangan glukosa yang dimediasi insulin (Sun *et al.* 2021). Ekstrak tumbuhan berperan sebagai anti-hiperglikemik selama Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO) dan dapat meningkatkan indeks sensitivitas insulin secara signifikan. Efek anti-hiperglikemik minuman jeli GUALAM dengan kontrol sekresi insulin yang lebih baik dan sensitivitas insulin yang lebih tinggi masih perlu dipahami lebih lanjut. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak tumbuhan dapat bertindak pada tingkat perifer melalui beberapa mekanisme. Efek minuman jeli GUALAM yang mirip dengan metformin dapat dijelaskan dengan adanya polifenol dalam komposisi tanaman.

4.3.4 Pengaruh Pemberian Intervensi Minuman Jeli terhadap LDL teroksidasi

Rata-rata LDL teroksidasi pada tahap *baseline* berbeda antar kelompok intervensi, dengan rata-rata tertinggi pada kelompok perlakuan 159,78 U/L dan kelompok kontrol 150,87 U/L. Ox-LDL subjek intervensi termasuk dalam kategori resiko tinggi, dengan batas ≥ 70 U/L untuk diagnosis resiko tinggi (Saarinen *et al.* 2024).



Gambar 5 Hasil perubahan LDL teroksidasi setelah delapan minggu pemberian minuman jeli atau plasebo pada subjek perempuan dengan prediabetes. Data disajikan sebagai rata-rata ± SD; * paired t-test; # = ANCOVA; ** = signifikan P < 0,05; Cut off <60 U/L untuk risiko rendah, ≥ 60 dan <70 U/L untuk risiko sedang dan ≥ 70 U/L untuk risiko tinggi.

Dalam penelitian kami, terjadi penurunan signifikan kadar oksidasi LDL pada kelompok perlakuan setelah konsumsi selama 8 minggu. Hasil penelitian kami menunjukkan efek yang lebih tinggi dibandingkan penelitian intervensi pemberian 20 g teh hijau/air suling 1 L selama 1 bulan menghasilkan penurunan LDL teroksidasi sebesar 15,2% (Abdulaali Azeez *et al.* 2021). Penurunan LDL teroksidasi pada subjek prediabetes berkaitan dengan bahan aktif alami yang disajikan dalam minuman jeli GUALAM, yang memberikan efek anti-inflamasi melalui tindakan multitarget di jalur inflamasi (Khongrum *et al.* 2022). Polifenol cepat diserap kedalam partikel LDL dan berperan dalam mengurangi oksidasi LDL (Abdulaali Azeez *et al.* 2021). Selain itu, adanya efek anti-inflamasi ekstrak likopen dari jambu biji merah (*Psidium guajava* L.) juga berkontribusi pada penurunan LDL teroksidasi (Vasconcelos *et al.* 2017). Ekstrak air daun salam yang mengandung senyawa polifenol dapat menghambat oksidasi LDL, sehingga meningkatkan aktivitas reseptor LDL dan berkontribusi pada penurunan trigliserida karena afinitas VLDL (very low-density lipoprotein) terhadap apo B-100 yang terkandung dalam transporter VLDL-TG (Chbili *et al.* 2020). Penurunan konsentrasi LDL teroksidasi juga dipengaruhi oleh efek antioksidan senyawa fenolik dan aktivitas radikal bebas. Kemampuan antioksidatif jus jambu biji terbukti efisien dalam mengais H_2O_2 dan HOCl, menunjukkan potensi dalam mengurangi stres oksidatif (Lin *et al.* 2016). Dengan demikian, minuman jeli GUALAM dapat memberikan manfaat signifikan dalam mengurangi kadar LDL teroksidasi dan meningkatkan kesehatan metabolik pada subjek prediabetes.

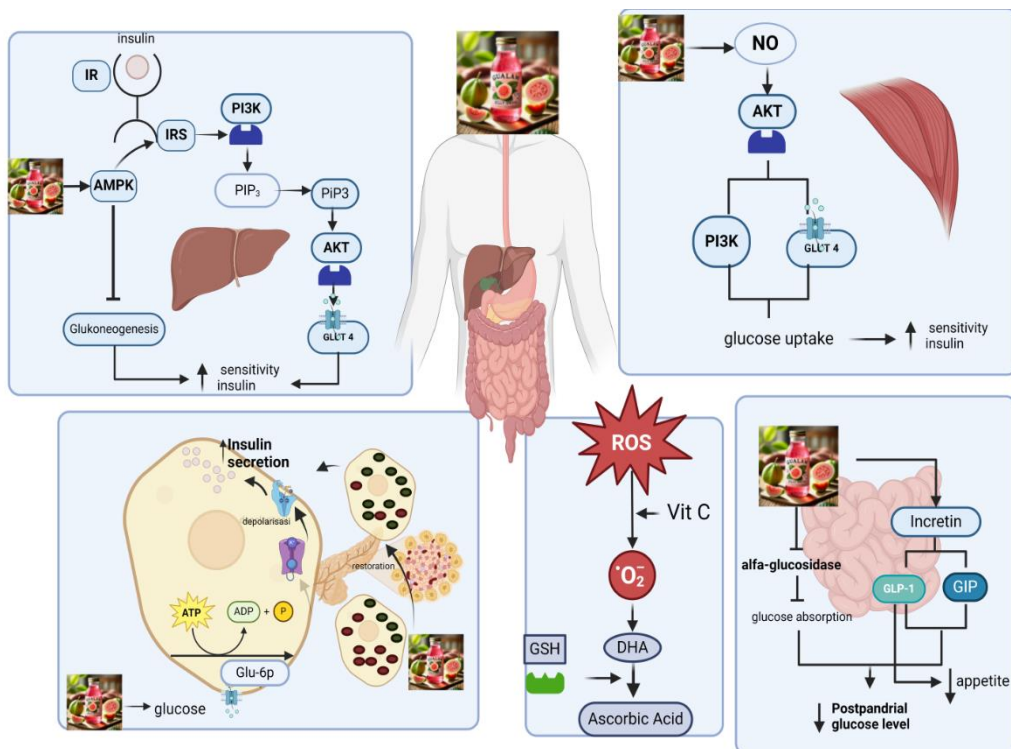
4.3.5 Mekanisme yang diusulkan pada Minuman Jeli GUALAM yang Berpotensi sebagai Anti-Hiperglikemik

Minuman jeli GUALAM dengan volume 170 mL mengandung tinggi serat pangan, sumber vitamin C, dan 474 mg polifenol. Setelah mengonsumsi minuman ini

selama 8 minggu, empat organ yang berperan dalam meningkatkan sekresi dan sensitivitas insulin adalah hati, pankreas, otot, dan usus halus. Mekanisme anti-hiperglikemik minuman jeli GUALAM dapat dilihat pada Gambar 36, yang mengilustrasikan bagaimana komponen aktif dalam minuman ini bekerja pada berbagai organ untuk menurunkan glukosa darah dengan meningkatkan sekresi serta sensitivitas insulin. Mekanisme ini melibatkan jalur pensinyalan insulin, pengaturan sekresi insulin, peningkatan penyerapan glukosa oleh sel, serta penurunan produksi glukosa oleh hati. Target utama spesies reaktif terjadinya hiperglikemik adalah metabolisme sel dan saluran K^+ yang peka terhadap ATP (Papuc *et al.* 2022). Polifenol meningkatkan sekresi insulin oleh sel beta pankreas dengan mengaktivasi Tyr/decrease Ser phosphorylation of IRS yang mengubah glukosa yang masuk melalui GLUT 2 menjadi glukosa-6-fosfatase (G6Pase). Glukosa di dalam sel beta dimetabolisme menjadi ATP melalui glikolisis. Minuman jeli GUALAM yang memiliki aktivitas antioksidan yang kuat, mempengaruhi peningkatan rasio ATP/ADP di dalam sel memicu aktivasi penutupan saluran kalium yang tergantung ATP. Polifenol mengaktivasi peningkatan penutupan saluran kalium (K^+) sehingga menyebabkan depolarisasi membran yang optimal dan terjadi peningkatan kadar kalsium (Ca^{2+}) intraseluler dalam sel- β di islet langerhans. Masuknya ion kalsium ke dalam sel beta memicu peningkatan sekresi insulin melalui eksositosis.

Polifenol dengan sifat antioksidan dalam minuman jeli GUALAM dapat meningkatkan aktivitas enzim antioksidan seperti superoxide dismutase (SOD) dan katalase, yang dapat mengurangi stres oksidatif di pankreas, melindungi sel beta dari kerusakan, dan memperbaiki fungsi insulin. Polifenol membantu menjaga homeostasis glukosa dan mendukung fungsi pankreas. Kandungan serat pangan pada minuman jeli GUALAM juga dapat meningkatkan aktivitas enzim antioksidan seperti glutathion peroksidase dan superoksida dismutase di usus halus. Aktivitas enzim ini membantu mengurangi stres oksidatif yang dapat mengganggu fungsi insulin. Secara detail pada organ hati, enzim PI3K/AKT yang teraktivasi memediasi beberapa proses untuk meningkatkan sensitivitas insulin (Kim *et al.* 2016). PI3K/AKT dan AMPK menghambat produksi glukosa dari sumber non-karbohidrat (glukoneogenesis) dengan menurunkan ekspresi enzim glukoneogenik seperti fosfoenolpiruvat karboksikinase (PEPCK) dan glukosa-6-fosfatase (G6Pase). Aktivasi jalur PI3K/AKT menurunkan produksi glukosa oleh hati melalui penghambatan glukoneogenesis (proses pembentukan glukosa dari non-karbohidrat). Ini terjadi dengan meningkatkan sensitivitas insulin yang mengurangi pelepasan glukosa oleh hati, sehingga membantu menurunkan kadar gula darah. Pengurangan glukoneogenesis membantu menurunkan kadar glukosa darah dan meningkatkan sensitivitas insulin. AMPK meningkatkan glikolisis (pemecahan glukosa untuk energi) dengan mengaktifkan enzim seperti fosfofruktokinase-2 (PFK-2), yang meningkatkan produksi fruktosa-2,6-bisfosfat, aktivator kuat glikolisis. Polifenol juga berperan penting dalam meningkatkan aktivitas enzim glukokinase dan hexokinase, yang meningkatkan fosforilasi glukosa dalam sel. Enzim glukokinase

dan hexokinase berperan dalam membantu dalam regulasi glukosa darah dan sensitivitas insulin.



Gambar 6 Mekanisme pengusulan minuman jeli GUALAM berpotensi sebagai anti-hiperglikemik.

■ : berdasarkan literatur (David L. Nelson 2008; Kim *et al.* 2016; Avila *et al.* 2017; Kaźmierczak-Barańska *et al.* 2020; Giuntini *et al.* 2022; Serreli dan Deiana 2023).

Polifenol juga mempengaruhi insulin *signaling pathway*, dimana insulin berikatan dengan reseptor insulin (IR) di permukaan sel hati. Polifenol mengaktivasi AMPK untuk mempertahankan fungsi IRS (*Insulin Receptor Substrate*) secara optimal, sehingga IRS mengaktifkan jalur PI3K (*Phosphoinositide 3-Kinase*). Aktivasi PI3K mengkonversi PIP2 (*Phosphatidylinositol (4,5)-biphosphate*) menjadi PIP3 (*Phosphatidylinositol (3,4,5)-trisphosphate*) yang bertindak sebagai molekul pensinyalan untuk mengaktifkan AKT (Protein Kinase B). AKT berperan penting dalam mempromosikan translokasi GLUT4 (*Glucose Transporter 4*) ke membran sel. GLUT4 memungkinkan penyerapan glukosa ke dalam sel hati (David L. Nelson 2008).

Mekanisme di otot, minuman jeli GUALAM meningkatkan aktivasi *Nitric Oxide (NO) Pathway*, dimana NO mengaktifkan AKT, yang mirip dengan di hati, mempengaruhi jalur pensinyalan PI3K/AKT (Serreli dan Deiana 2023). Aktivasi

AKT pada sel otot meningkatkan ekspresi GLUT4, yang memungkinkan lebih banyak glukosa diambil oleh sel otot dari aliran darah. Hal ini meningkatkan *glucose uptake* dan sensitivitas insulin di jaringan otot, yang penting untuk mengurangi kadar glukosa darah. Dengan meningkatnya penyerapan glukosa ke dalam otot melalui GLUT4, tubuh dapat mengelola glukosa lebih efisien, mengurangi konsentrasi glukosa dalam darah, serta meningkatkan sensitivitas insulin pada jaringan otot.

Mekanisme di usus halus dengan melalui penghambatan enzim α -glukosidase (Ćorković et al. 2022) dan mengaktivasi *Incretin Pathway* (Avila et al. 2017). Konsumsi minuman jeli GUALAM memiliki efek menghambat enzim α -glukosidase di usus halus. Enzim ini bertanggung jawab untuk memecah karbohidrat kompleks menjadi glukosa yang dapat diserap usus halus. Dengan menghambat α -glukosidase, penyerapan glukosa di usus halus berkurang, yang mengarah pada penurunan kadar glukosa postprandial (setelah makan). Serat pangan juga membuat *chyme* menjadi lebih kental sehingga memperlambat proses pencernaan dan penyerapan glukosa, menyebabkan nutrisi yang biasanya diserap di awal usus halus dapat mencapai ileum distal. Kehadiran nutrisi di ileum distal dapat merangsang sel L- mukosa untuk melepaskan *glukagon-like peptide-1* (GLP-1) ke dalam aliran darah. Hormon-hormon incretin, seperti GLP-1 (*Glucagon-like Peptide-1*) dan GIP (*Gastric Inhibitory Polypeptide*), dilepaskan sebagai respons terhadap konsumsi makanan. Incretin memiliki dua fungsi utama untuk merangsang sekresi insulin: GLP-1 dan GIP bekerja pada sel beta pankreas berhubungan dengan penurunan nafsu makan, meningkatkan sekresi insulin seiring dengan peningkatan kadar glukosa darah setelah makan (Giuntini et al. 2022). Secara keseluruhan minuman jeli GUALAM dapat membantu meningkatkan sensitivitas insulin di hati dan otot, sehingga memperbaiki penyerapan glukosa dan menurunkan produksi glukosa oleh hati. Minuman jeli GUALAM juga berperan dalam menurunkan kadar glukosa setelah makan. Membantu menurunkan kadar glukosa postprandial, dengan menghambat enzim α -glukosidase dan meningkatkan sekresi inkretin, Minuman jeli GUALAM berpotensi memulihkan sel β -pankreas dengan meningkatkan sekresi pankreas, yang berarti peningkatan kapasitas pankreas untuk memproduksi insulin, terutama di kondisi hiperglikemik.

Vitamin C dalam minuman jeli GUALAM berperan penting dalam mengatasi Reactive Oxygen Species (ROS) melalui mekanisme siklus redoks (Kaźmierczak-Barańska et al. 2020). Proses ini melibatkan beberapa langkah, dimana vitamin C menyumbangkan elektron untuk menetralkan ROS, menghasilkan radikal askorbil. Radikal askorbil dioksidasi lebih lanjut menjadi dehidroaskorbat (DHA). DHA kemudian direduksi kembali menjadi asam askorbat oleh glutathion (GSH), menghasilkan glutathion teroksidasi (GSSG). Proses ini menciptakan siklus redoks vitamin C yang berkelanjutan, di mana vitamin C secara efektif melindungi sel dari stres oksidatif dengan terus-menerus menetralkan ROS dan memperbaiki dirinya sendiri melalui interaksi dengan glutathion. Dengan cara ini, vitamin C dalam minuman jeli GUALAM dapat membantu menjaga keseimbangan redoks seluler dan melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan oksidatif.

Minuman jeli GUALAM mengandung antioksidan kuat dan tinggi polifenol, yang berperan dalam meningkatkan ekspresi dan aktivitas enzim antioksidan

endogen untuk melindungi LDL dari oksidasi (Kiokias *et al.* 2018). Polifenol meningkatkan ekspresi Superoksida Dismutase (SOD), yang mengubah superoksida menjadi hidrogen peroksida dan oksigen. Hidrogen peroksida ini kemudian dikonversi menjadi air oleh katalase atau glutathion peroksidase (GPx), sehingga mengurangi ROS yang dapat mengoksidasi LDL. Selain itu, polifenol juga meningkatkan aktivitas GPx, yang menggunakan glutathion untuk mereduksi hidroperoksida lipid menjadi alkohol tidak berbahaya, mengurangi peroksidasi lipid dalam LDL. Dengan mengurangi oksidasi LDL, minuman jeli GUALAM dapat membantu mengurangi respon inflamasi, memperbaiki fungsi endotel sehingga mencegah pembentukan plak yang dapat mengurangi risiko penyempitan arteri (aterosklerosis) dan meningkatkan aliran darah ke jaringan perifer, termasuk otot. Hal ini pada akhirnya membantu meningkatkan pengambilan glukosa oleh sel otot dan mengurangi resistensi insulin.

4.4 Simpulan

Konsumsi minuman jeli GUALAM selama 8 minggu tidak memberikan perubahan yang signifikan pada variabel antropometri, termasuk berat badan, Indeks Massa Tubuh (IMT), lingkaran pinggang, dan rasio lingkaran pinggang-panggul (RLPP) pada subjek wanita prediabetes. Pengaruh minuman jeli GUALAM terhadap perubahan antropometri tidak cukup kuat dalam durasi studi ini. Konsumsi minuman jeli GUALAM secara signifikan dapat menurunkan berbagai indikator glikemik pada subjek wanita prediabetes. Setelah 8 minggu intervensi, terdapat penurunan yang signifikan pada kadar glukosa darah puasa, HbA1c, kadar insulin, rasio insulin/glukosa (HOMA-IR), dan peningkatan insulin plasma, HOMA- β , serta indeks sensitivitas insulin (QUICKI). Hasil ini mengindikasikan bahwa minuman jeli GUALAM mampu meningkatkan sensitivitas insulin dan mengurangi resistensi insulin pada individu dengan prediabetes. Dengan demikian, minuman ini memiliki potensi sebagai agen anti-hiperglikemik yang efektif untuk membantu mencegah perkembangan DM2. Konsumsi minuman jeli GUALAM secara signifikan dapat menurunkan kadar LDL teroksidasi pada subjek wanita prediabetes. Penurunan kadar LDL teroksidasi ini menunjukkan bahwa minuman jeli GUALAM memiliki potensi sebagai agen antioksidan yang kuat, yang mampu mengurangi stres oksidatif dalam tubuh. Hal ini penting karena LDL teroksidasi berperan dalam perkembangan aterosklerosis dan penyakit kardiovaskular. Dengan demikian, minuman jeli GUALAM tidak hanya berpotensi membantu dalam pengelolaan glikemik, tetapi juga dalam mengurangi risiko komplikasi kardiovaskular pada individu dengan prediabetes.

4.5 Ucapan Terima Kasih

Bupati pesawaran beserta jajarannya yang telah memfasilitasi dan memberikan izin penelitian ini serta Beasiswa Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, No. HK. 01.07/V/18753/2021.

V PEMBAHASAN UMUM

5.1 Pembahasan Umum

Penggabungan ekstrak air daun salam yang memiliki potensi modulasi fungsi insulin, glukosa, dengan buah jambu biji yang memiliki aktivitas antioksidan signifikan, minuman jeli GUALAM menawarkan solusi inovatif dan potensial dalam pengelolaan prediabetes. Penelitian ini juga mengevaluasi bagaimana kombinasi bahan aktif dalam minuman ini dapat mempengaruhi metabolisme glukosa dan insulin, serta menawarkan pendekatan baru dalam pencegahan dan pengelolaan prediabetes. Semakin tinggi perbandingan kombinasi jus jambu biji, makin menarik warna minuman jeli GUALAM dan semakin disukai panelis. Kombinasi jus jambu biji efektif menutupi rasa tajam dan pahit dari daun salam, serta meningkatkan cita rasa minuman jeli GUALAM. Semakin tinggi perbandingan jus jambu biji, aroma minuman jeli juga semakin disukai.

Minuman jeli GUALAM memiliki aktivitas antioksidan dan penghambatan enzim α -glukosidase yang kuat. Takaran saji minuman jeli dalam sekali konsumsi adalah 170 mL, sesuai dengan BPOM ((BPOM RI 2021). Minuman jeli GUALAM dapat dikategorikan sebagai tinggi serat pangan dan sumber vitamin C (BPOM 2022). Minuman jeli GUALAM memiliki potensi sebagai antioksidan yang kuat karena kemampuannya untuk menyerahkan proton untuk menetralkan senyawa radikal, yang dapat berdampak pada efek anti-hiperglikemik. Efek anti-hiperglikemik minuman jeli GUALAM dikaitkan dengan aktivitas antioksidannya, dimana minuman jeli GUALAM menunjukkan aktivitas penghambatan α -glukosidase. Studi kami memberikan bukti kuat bahwa minuman jeli GUALAM mengandung tinggi polifenol sehingga menunjukkan efek antioksidan yang tegas. Dengan aktivitas antioksidan yang signifikan dan kemampuan menghambat enzim α -glukosidase, minuman jeli GUALAM berpotensi untuk memperbaiki kondisi hiperglikemik dan resistensi insulin pada individu prediabetes. Kombinasi bahan aktif dalam minuman ini, seperti polifenol, vitamin C, dan serat pangan, mendukung manfaat kesehatan secara keseluruhan. Minuman jeli GUALAM formula 2 dengan rasio perbandingan ekstrak air daun salam : jus jambu biji = 50 : 50. Formula 2 memberikan kontribusi sebagai minuman tinggi serat pangan, serta sumber vitamin C.

Dari segi indikator keamanan mikroba, minuman jeli GUALAM yang disimpan pada suhu 4°C selama 8 hari masih dapat diminum dan tidak lebih dari 4 hari pada suhu kamar (25°C). Estimasi biaya produksi per takaran saji minuman jeli GUALAM adalah Rp. 4000,00. Harga minuman jeli komersil yang beredar di pasaran berkisar antara Rp. 5.000,00 hingga Rp. 22.000,00 sehingga harga minuman jeli GUALAM lebih rendah dari harga minuman jeli yang beredar di pasaran.

Total subjek dalam penelitian ini berjumlah 24 orang, masing-masing perlakuan terdiri dari 12 orang (kelompok kontrol dan kelompok perlakuan pemberian minuman jeli GUALAM). Data kami menunjukkan bahwa minuman jeli GUALAM dapat menurunkan kadar glukosa darah puasa (GDP), toleransi glukosa oral (TGO) dan HbA1C; yang mungkin merupakan hasil dari efek sinergis dari masing-masing bahan baku yang digunakan (Bumrungpert *et al.* 2020). Bahan

tambahan yang berupa glukomanan juga ikut berperan dalam menunda pengosongan lambung dan penyesuaian laju penyerapan gula dari makanan oleh usus halus, dan dapat dikaitkan dengan tindakan sensitivitas insulin. Studi ini juga menyoroti penurunan yang signifikan dalam gula darah puasa dan HbA1c, mengkonfirmasi peran positif produk makanan dan komponennya pada parameter glikometabolik (Citarrella *et al.* 2024). Hasil ini merupakan studi pertama yang mengevaluasi efek minuman jeli GUALAM pada sensitivitas insulin wanita prediabetes. Keunikan penelitian ini berkaitan dengan desain, yaitu acak, *double blinded*, dan *placebo controlled*. Kekuatan lain dari penelitian ini adalah penggunaan teknik metabolisme yang paling tepat untuk menilai sensitivitas insulin yaitu pada wanita hiperglikemia. Temuan utama adalah bahwa konsumsi harian 170 mL minuman jeli GUALAM selama 8 minggu meningkatkan sensitivitas insulin pada populasi yang berisiko tinggi terkena DMT2.

Minuman jeli GUALAM dapat meningkatkan produksi insulin puasa pada subjek prediabetes selama 8 minggu intervensi. Efek anti-hiperglikemik dari minuman jeli GUALAM (penurunan glukosa darah dan HbA1c) dapat dikaitkan dengan kemampuannya untuk meningkatkan sensitivitas insulin. Penjelasan ini didukung dengan nilai QUICKI (sebagai penanda sensitivitas insulin) yang meningkat secara signifikan, dan penurunan nilai HOMA-IR (sebagai indeks resistensi insulin) berbeda signifikan setelah diberikan intervensi dengan minuman jeli GUALAM. Efek minuman jeli GUALAM terhadap perbaikan insulin dapat disebabkan oleh komponen aktif yang terdapat dalam minuman jeli GUALAM. Komponen bioaktif yang terdapat dalam minuman jeli GUALAM diantaranya polifenol, vitamin C dan serat pangan yang membantu perbaikan kondisi hiperglikemik. Polifenol memiliki beberapa efek potensial pada jalur di mana sel-sel mengambil glukosa sebagai respons terhadap insulin (Williamson dan Sheedy 2020).

Polifenol dapat menghambat penyerapan glukosa oleh transporter glukosa usus sehingga mengurangi penyerapan glukosa. Mengonsumsi minuman jeli GUALAM rendah kalori yang memasok 474 mg polifenol per hari selama 8 minggu (170 mL) dapat mengurangi kadar glukosa plasma puasa dan resistensi insulin, yang diukur dengan HOMA-IR. Efek anti-hiperglikemik minuman jeli GUALAM dikaitkan dengan aktivitas antioksidan yang signifikan dari kombinasi bahan baku pembuatan yaitu ekstrak air daun salam dan jus jambu biji. Daun salam memiliki efek anti-hiperglikemik melalui aktivitas senyawa fenol-flavonoid yang dapat menurunkan kadar gula darah. Jambu biji adalah salah satu buah-buahan sumber antioksidan alami yang memberikan efek anti-hiperglikemik dengan mekanisme yang berbeda. Senyawa fenolik polisakarida menghambat aktivitas α -glukosidase yang berperan dalam penekanan kadar gula darah postprandial dan pencegahan DMT2 (Lin 2019; Sun *et al.* 2021).

Polisakarida jambu biji dilaporkan sebagai komponen fungsional dengan aktivitas penghambatan α -glukosidase yang signifikan secara *in vitro* dan juga secara efisien mengurangi kadar glukosa puasa, meningkatkan sensitivitas insulin dan meningkatkan toleransi glukosa oral pada model tikus DMT2. Perlakuan buah jambu biji dapat melindungi sel- β islet langerhans terhadap peroksidasi lipid dan kerusakan DNA yang disebabkan oleh Streptozotocin (STZ). Selain itu, buah jambu biji dapat

menekan kerusakan oksidatif dan inflamasi akibat hiperglikemia yang berhubungan dengan komplikasi diabetes kronis (Sun *et al.* 2021). Asupan vitamin C pada buah jambu biji dapat memperbaiki stres oksidatif dan sensitivitas insulin di otot rangka dan meningkatkan pembuangan glukosa yang dimediasi insulin (Sun *et al.* 2021). Ekstrak tumbuhan berperan sebagai anti-hiperglikemik selama TTGO dan peningkatan yang signifikan dalam indeks sensitivitas insulin. Hasil penelitian ini dapat menunjukkan bahwa ekstrak tumbuhan dapat bertindak pada tingkat perifer dengan beberapa mekanisme pada organ tubuh.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa minuman jeli GUALAM dapat menurunkan kadar LDL teroksidasi subjek prediabetes. Efisiensi dan kinerja LDL teroksidasi yang beredar masih belum pasti (Abdulaali Azeez *et al.* 2021). Beberapa penelitian telah dilakukan tentang dampak antioksidan pada tingkat LDL teroksidasi yang bersirkulasi. Antioksidan membantu meminimalkan stres oksidatif dan mempengaruhi radikal bebas untuk mencegah perkembangan reaksi oksidasi (Paquette *et al.* 2017). Kemampuan antioksidatif jus jambu biji efisien dalam mengais H_2O_2 dan HOCl (Lin *et al.* 2016).

5.2 Kekuatan dan Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa kekuatan. Pertama, desain penelitian yang digunakan adalah acak, *double-blinded*, dan *placebo-controlled*, yang secara efektif meningkatkan validitas internal dan eksternal hasil penelitian. Selain itu, evaluasi menyeluruh dilakukan dengan pengukuran berbagai parameter glikemik, termasuk glukosa darah puasa (GDP), toleransi glukosa oral (TGO), HbA1c, sensitivitas insulin (QUICKI), dan LDL teroksidasi, memberikan gambaran komprehensif tentang efek minuman jeli GUALAM pada metabolisme glukosa dan stres oksidatif. Penggunaan teknik metabolisme modern, seperti ANCOVA dan analisis HOMA-IR, memberikan data yang akurat dan dapat diandalkan terkait sensitivitas insulin dan resistensi insulin. Penelitian ini juga menyoroti manfaat dari bahan alami seperti daun salam dan jambu biji, yang mengandung polifenol, vitamin C, dan serat pangan, memberikan wawasan penting tentang potensi efek kesehatan dari bahan-bahan tersebut. Temuan yang signifikan, termasuk penurunan parameter glikemik dan stres oksidatif, mendukung klaim tentang manfaat kesehatan minuman jeli GUALAM.

Penelitian ini juga tidak terlepas dari beberapa keterbatasan. Pertama, standarisasi produk belum diterapkan secara optimal, karena kandungan polifenol minuman jeli GUALAM belum dianalisis secara menyeluruh pada setiap tahap penelitian. Ukuran sampel yang kecil, hanya 24 subjek, dapat membatasi generalisasi hasil ke populasi yang lebih luas. Selain itu, durasi intervensi yang terbatas pada 8 minggu mungkin tidak cukup panjang untuk menilai efek jangka panjang dari minuman jeli GUALAM pada parameter kesehatan. Variabilitas individu dalam respons terhadap intervensi juga dapat mempengaruhi hasil, dengan efek yang mungkin berbeda antara individu dengan berbagai tingkat keparahan prediabetes. Ketergantungan pada pelaporan diri subjek mengenai kepatuhan dan konsumsi produk dapat mempengaruhi akurasi data. Meskipun banyak parameter yang diukur, terdapat kemungkinan bahwa parameter penting lainnya, seperti kualitas hidup atau dampak pada parameter metabolik lain, belum diperiksa. Selain itu, pengaruh kondisi

lingkungan, seperti kebiasaan diet dan aktivitas fisik yang tidak sepenuhnya terkontrol, dapat mempengaruhi hasil penelitian.

5.3 Implikasi Hasil Penelitian

Implikasi dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut. Minuman jeli GUALAM menunjukkan potensi besar sebagai tambahan diet untuk mengelola glikemia pada individu dengan prediabetes, dengan kemampuannya menurunkan kadar GDP, TGO, dan HbA1c, yang menggarisbawahi kemampuannya dalam mencegah perkembangan diabetes tipe 2 (DMT2). Kandungan bahan alami seperti polifenol, vitamin C, dan serat pangan dalam jeli GUALAM mendukung manfaat kesehatan dari bahan makanan alami, yang dapat digunakan dalam pengembangan produk kesehatan dan pencegahan penyakit. Efek positif pada sensitivitas insulin dan penurunan HOMA-IR menunjukkan potensi produk ini dalam memperbaiki fungsi metabolik dan mengurangi resiko resistensi insulin. Penurunan kadar LDL teroksidasi mengindikasikan bahwa minuman jeli GUALAM dapat membantu mengurangi stres oksidatif dan risiko kardiovaskular yang sering menyertai DMT2, mendukung manfaat kesehatan jangka panjang dari produk ini. Hasil penelitian ini mendukung integrasi minuman jeli GUALAM dalam strategi pencegahan DMT2, dan menunjukkan bahwa produk ini dapat berfungsi sebagai alternatif atau tambahan untuk terapi konvensional dalam mengelola glikemia. Minuman jeli GUALAM menawarkan potensi komersial besar berkat efisiensinya dan biaya produksi yang lebih rendah dibandingkan produk serupa, sehingga dapat menjangkau pasar yang lebih luas.

VI SIMPULAN DAN SARAN

6.1 Simpulan

Formula minuman jeli GUALAM berbasis ekstrak air daun salam dan jus jambu biji berhasil dikembangkan, menghasilkan produk yang memiliki cita rasa, tekstur, dan warna menarik. Minuman jeli GUALAM memiliki efek anti-hiperglikemik yang signifikan, dengan aktivitas antioksidan yang kuat dan kandungan total fenol yang tinggi. Produk ini juga efektif dalam menghambat enzim α -glukosidase, menunjukkan potensinya sebagai minuman fungsional yang dapat berpotensi mencegah resiko diabetes mellitus. Minuman jeli GUALAM menunjukkan tingkat penerimaan organoleptik yang baik, terutama dalam hal warna, aroma, rasa, kekentalan, dan aftertaste. Peningkatan proporsi jus jambu biji meningkatkan penerimaan panelis terhadap produk. Analisa proksimat seperti air, abu, protein, lemak, karbohidrat, dan serat, serta sifat fisik seperti viskositas, warna, dan total padatan terlarut, menunjukkan kualitas yang sesuai dengan standar minuman jeli.

Minuman jeli GUALAM yang dianalisa menggunakan metode *Quantitative Descriptive Analysis* (QDA) menunjukkan profil sensori yang detail dan terperinci. Formula terpilih (rasio 50:50 ekstrak air daun salam dan jus jambu biji) menunjukkan keseimbangan terbaik dalam atribut sensori, seperti aroma, rasa, tekstur, dan mouthfeel, dibandingkan dengan formula lainnya. Kandungan vitamin C dan serat pangan menjadikannya sebagai minuman fungsional yang baik untuk kesehatan, terutama dalam mendukung sistem kekebalan tubuh dan pencernaan. Minuman jeli GUALAM memiliki umur simpan maksimum 8 hari pada suhu refrigerator (4°C) dan tidak boleh melebihi 4 hari pada suhu ruang (25°C). Penyimpanan di suhu rendah lebih efektif dalam menjaga kualitas sensori dan mencegah pertumbuhan mikroba, sementara penyimpanan pada suhu ruang mempercepat penurunan kualitas produk. Estimasi biaya produksi per takaran saji minuman jeli GUALAM adalah Rp. 4000,-. Minuman jeli GUALAM dapat dikategorikan sebagai tinggi serat pangan dan sumber vitamin C.

Konsumsi minuman jeli GUALAM selama 8 minggu tidak menunjukkan perubahan signifikan pada variabel antropometri, seperti berat badan, indeks massa tubuh (IMT), dan rasio lingkaran pinggang-panggul (RLPP) pada subjek wanita prediabetes. Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun minuman ini memiliki potensi manfaat kesehatan lainnya, pengaruhnya terhadap parameter antropometri mungkin memerlukan intervensi jangka panjang atau kombinasi dengan perubahan gaya hidup lainnya untuk mencapai hasil yang signifikan. Minuman jeli GUALAM selama 8 minggu dapat menurunkan GDP subjek prediabetes, walaupun secara statistik tidak terdapat perbedaan signifikan GDP antara kelompok perlakuan dengan kelompok kontrol. Minuman jeli GUALAM secara signifikan menurunkan toleransi glukosa oral, HbA1c, rasio insulin/glukosa (HOMA-IR), serta meningkatkan kadar insulin plasma, HOMA- β , dan QUICKI pada subjek wanita prediabetes. Penurunan kadar glukosa darah menunjukkan bahwa minuman ini dapat membantu meningkatkan sensitivitas insulin dan mengurangi resistensi insulin, yang merupakan kondisi utama

pada prediabetes dan diabetes tipe 2. Konsumsi minuman jeli GUALAM juga terbukti secara signifikan menurunkan kadar LDL teroksidasi (ox-LDL) pada subjek wanita prediabetes. Penurunan kadar ox-LDL ini mengindikasikan potensi antioksidan dari minuman ini, yang dapat membantu mengurangi stres oksidatif dan risiko penyakit kardiovaskular yang sering terkait dengan prediabetes. Polifenol dalam jus jambu biji dan daun salam membantu menghambat penyerapan glukosa, mengurangi stres oksidatif, dan melindungi sel β -pankreas. Penelitian ini menggunakan desain acak, *double-blinded* dan *placebo-controlled* yang memberikan validitas tinggi terhadap temuan. Minuman jeli GUALAM aman dikonsumsi dan efektif dalam meningkatkan kesehatan metabolik pada subjek prediabetes. Temuan utama adalah konsumsi harian 170 mL minuman jeli GUALAM yang memasok 474 mg polifenol per hari selama 8 minggu meningkatkan sensitivitas dan sekresi insulin pada populasi yang berisiko tinggi terkena DMT2.

6.2 Saran

Untuk memperluas pemahaman tentang efek minuman jeli GUALAM, disarankan untuk melakukan penelitian pada populasi yang berbeda serta gender berbeda, termasuk individu dengan diabetes tipe 2 serta berbagai kelompok usia dan etnis, guna mengevaluasi bagaimana efeknya bervariasi di antara berbagai kelompok. Penelitian lebih mendalam tentang mekanisme biologis yang mendasari efek antihiperglikemik dan antioksidan minuman jeli GUALAM juga penting, terutama terkait pengaruh polifenol, vitamin C, dan serat pangan terhadap metabolisme glukosa dan stres oksidatif. Studi jangka panjang diperlukan untuk menilai efek konsumsi minuman jeli GUALAM dalam periode waktu yang lebih lama, guna memahami dampaknya terhadap glikemik, sensitivitas dan sekresi insulin. Berdasarkan hasil positif penelitian ini, pengembangan produk minuman jeli GUALAM secara komersial harus dipertimbangkan, dengan fokus pada pemasaran untuk individu dengan risiko prediabetes dan diabetes tipe 2, serta memastikan produk memenuhi standar kualitas dan keamanan pangan. Selain itu, penting untuk mengembangkan materi pendidikan guna meningkatkan kesadaran tentang manfaat minuman jeli GUALAM dan pentingnya manajemen glukosa darah serta pola makan sehat bagi individu dengan risiko prediabetes.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulaali Azeez A, Mohammed Mustafa E, Mahrouf Ali Shoshin O. 2021. Effect of camellia sinensis on fat peroxidation and Ox-LDL in rats. *Arch Razi Inst.* 76(4):847–853. doi:10.22092/ARI.2021.355927.1737.
- Akdemir Evrendilek G, Bakay S, Uzuner S. 2021. High pressure processing of licorice drink with respect to quality characteristics, microbial inactivation, and shelf-life extension. *J Food Process Preserv.* 45(5):1–17. doi:10.1111/jfpp.15465.
- Akesowan A. 2021. Impact of sucrose replacement on gel texture and sensory perception of konjac jellies. *Pakistan J Agric Sci.* 58(3):763–769. doi:10.21162/PAKJAS/21.6819.
- Amin A, Akhundzada K, K R V, Ugalat J, Jayappa S. 2018. Development of blended RTS from pomegranate and grapes. 6 November:3337–3341.
- Ansarullah A, Hardinsyah H, Marliyati SA, Astawan M. 2017. Efek Intervensi Minuman Tempe Terhadap Tekanan Darah Pada Penderita Hipertensi Dan Hiperkolesterolemia. *J Gizi dan Pangan.* 12(2):101–108. doi:10.25182/jgp.2017.12.2.101-108.
- Araki R, Fujie K, Yuine N, Watabe Y, Nakata Y. 2019. ScienceDirect Olive leaf tea is beneficial for lipid metabolism in adults with prediabetes : an exploratory randomized controlled trial. *Nutr Res.* 67:60–66. doi:10.1016/j.nutres.2019.05.003.
- Asadi A, Shidfar F, Safari M, Hosseini AF, Fallah Huseini H, Heidari I, Rajab A. 2019. Efficacy of Melissa officinalis L. (lemon balm) extract on glycemic control and cardiovascular risk factors in individuals with type 2 diabetes: A randomized, double-blind, clinical trial. *Phyther Res.* 33(3):651–659. doi:10.1002/ptr.6254.
- Avila JAD, García JR, Aguilar GAG, De La Rosa LA. 2017. The antidiabetic mechanisms of polyphenols related to increased glucagon-like peptide-1 (GLP1) and insulin signaling. *Molecules.* 22(6):1–16. doi:10.3390/molecules22060903.
- Bahar A, Monica Sianita Basukiwardojo M, Kusumawati N, Muslim S, Sella Auliya A. 2021. Effect of Milk on Physico-Chemical and Functional of Herbal Jelly Drink. *Atlantis-PressCom.* 209 Ijcs:34–39. <https://www.atlantispress.com/article/125966530.pdf>.
- Benton D, Young HA. 2019. Role of fruit juice in achieving the 5-a-day recommendation for fruit and vegetable intake. *Nutr Rev.* 77(11):829–843. doi:10.1093/nutrit/nuz031.
- Bhowmik B, Siddiquee T, Mujumder A, Afsana F, Ahmed T, Mdala IA, Nayla NC, Khan AKA, Hussain A, Holmboe-Ottesen G, et al. 2018. Serum lipid profile

and its association with diabetes and prediabetes in a rural Bangladeshi population. *Int J Environ Res Public Health*. 15(9):1–12. doi:10.3390/ijerph15091944.

- BPOM. 2022. Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 1 Tahun 2022. *Menteri Kesehatan Republik Indones Peratur Menteri Kesehatan Republik Indones*. 69(555):1–53.
- BPOM RI. 2016. Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2016 Tentang Acuan Label Gizi. 11:1–172.
- BPOM RI. 2021. Badan Pengawas Obat dan Makanan tentang Informasi Nilai Gizi Pada Label Pangan Olahan. *Kepala BPOM RI*. 11:1–16.
- Bumrungpert A, Pavadhgul P, Chongsuwat R, Komindr S. 2020. Nutraceutical Improves Glycemic Control, Insulin Sensitivity, and Oxidative Stress in Hyperglycemic Subjects: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Clinical Trial. *Nat Prod Commun*. 15(4). doi:10.1177/1934578X20918687.
- Chbili C, Maoua M, Selmi M, Mrad S, Khairi H, Limem K, Mrizek N, Saguem S, Ben Fredj M. 2020. Evaluation of Daily *Laurus nobilis* Tea Consumption on Lipid Profile Biomarkers in Healthy Volunteers. *J Am Coll Nutr*. 39(8):733–738. doi:10.1080/07315724.2020.1727787.
- Chen X, Xu Y, Wu J, Yu Y, Zou B, Li L. 2023. Effects of Pectinase Pre-Treatment on the Physicochemical Properties, Bioactive Compounds, and Volatile Components of Juices from Different Cultivars of Guava. *Foods*. 12(2). doi:10.3390/foods12020330.
- Citarrella R, Chianetta R, Amodeo S, Mirarchi L, Licata A, Soresi M, Veronese N, Barbagallo M, Giannitrapani L. 2024. Effectiveness of a Food Supplement Based on Glucomannan, D-Chiro-Inositol, Cinnamomum zeylanicum Blume and Inulin in Patients with Metabolic Syndrome. *Nutrients*. 16(2). doi:10.3390/nu16020249.
- Ćorković I, Gašo-Sokač D, Pichler A, Šimunović J, Kopjar M. 2022. Dietary Polyphenols as Natural Inhibitors of α -Amylase and α -Glucosidase. *Life*. 12(11). doi:10.3390/life12111692.
- David L. Nelson MMC. 2008. *Lehninger Principles of Biochemistry 5th Edition*.
- Dobrosłavić E, Elez Garofulić I, Ilich JZ. 2023. Potential of Laurel (*Laurus nobilis* L.) Leaf Polyphenols for Modulation of Body Composition. *Appl Sci*. 13(4). doi:10.3390/app13042275.
- Dong Y, Zhang B, Sun W, Xing Y. 2019. *Intervention of Prediabetes by Flavonoids From *Oroxylum indicum**. Ed ke-2. Elsevier Inc.
- Echouffo-Tcheugui JB, Selvin E. 2020. Prediabetes and What It Means: The Epidemiological Evidence. *Annu Rev Public Health*. 42:59–77. doi:10.1146/annurev-publhealth-090419-102644.

- El-Saadony MT, Saad AM, Elakkad HA, El-Tahan AM, Alshahrani OA, Alshilawi MS, El-Sayed H, Amin SA, Ahmed AI. 2022. Flavoring and extending the shelf life of cucumber juice with aroma compounds-rich herbal extracts at 4 °C through controlling chemical and microbial fluctuations. *Saudi J Biol Sci.* 29(1):346–354. doi:10.1016/j.sjbs.2021.08.092.
- Endukuru CK, Gaur GS, Yerrabelli D, Sahoo J, Vairappan B. 2021. Cut-off values and clinical utility of surrogate markers for insulin resistance and beta-cell function to identify metabolic syndrome and its components among southern indian adults. *J Obes Metab Syndr.* 29(4):281–291. doi:10.7570/JOMES20071.
- Fereidoon S, Cesarettin A. 2016. *Handbook of Functional Beverages and Human Health.*
- Frediansyah A, Nurhayati R, Romadhoni F. 2017. Enhancement of antioxidant activity, α -glucosidase and α -amylase inhibitory activities by spontaneous and bacterial monoculture fermentation of Indonesian black grape juices. *AIP Conf Proc.* 1803. doi:10.1063/1.4973149.
- Galvão LMV, Sousa MDM, Nascimento AMDCB, De Souza BVC, Nunes LCC. 2022. Evaluation of shelf life of isotonic beverage enriched with cajuína. *Food Sci Technol.* 42:1–6. doi:10.1590/fst.25520.
- Giuntini EB, Sardá FAH, de Menezes EW. 2022. The Effects of Soluble Dietary Fibers on Glycemic Response: An Overview and Futures Perspectives. *Foods.* 11(23):1–26. doi:10.3390/foods11233934.
- Gravesteyn E, Mensink RP, Plat J. 2023. The effects of long-term almond consumption on whole-body insulin sensitivity, postprandial glucose responses, and 48 h continuous glucose concentrations in males and females with prediabetes: a randomized controlled trial. *Eur J Nutr.* 62(6):2661–2672. doi:10.1007/s00394-023-03178-w.
- Handayani I. 2021. The effect of hydrocolloid on stability of Papaya-Pineapple jelly drink during storage. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci.* 653(1). doi:10.1088/1755-1315/653/1/012056.
- Hanif MA, Nawaz H, Khan MM, Byrne HJ. 2020. *Medicinal Plants of South Asia.* Volume ke-11.
- Hashim MS, Ismail FA. 2023. Innovation And Influence Of Storage Temperature On Viscosity , Colour , Emulsion And Vitamin E Stability Of Pink. 5(13):65–79. doi:10.35631/IJIREV.513007.
- Herawati H, Kamsiati E. 2022. The Characteristics of Low Sugar Jelly Made From Porang Flour and Agar. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci.* 1024(1). doi:10.1088/1755-1315/1024/1/012019.
- Hsia DS, Zhang DJ, Beyl RS, Greenway FL, Khoo C. 2020. Effect of daily consumption of cranberry beverage on insulin sensitivity and modification of cardiovascular risk factors in adults with obesity: A pilot, randomised, placebo-

- controlled study. *Br J Nutr.* 124(6):577–585. doi:10.1017/S0007114520001336.
- Jariyah, Rosida, Defri I, Wardani PEK. 2022. The Physicochemical Properties of the Jelly Drink Produced by Mixing Pedada (*Sonneratia caseolaris*) and Young Coconut Juices with Carrageenan. *MATEC Web Conf.* 372:02006. doi:10.1051/mateconf/202237202006.
- Javeed N, Matveyenko A V. 2018. Circadian etiology of type 2 diabetes mellitus. *Physiology.* 33(2):138–150. doi:10.1152/physiol.00003.2018.
- Jiao Y, Hua D, Huang D, Zhang Q, Yan C. 2018. Characterization of a new heteropolysaccharide from green guava and its application as an α -glucosidase inhibitor for the treatment of type II diabetes. *Food Funct.* 9(7):3997–4007. doi:10.1039/c8fo00790j.
- Kaya AOW, Suryani A, Santoso J, Syahbana Rusli M. 2015. The Effect of Gelling Agent Concentration on the Characteristic of Gel Produced From the Mixture of Semi-refined Carrageenan and Glukomannan. *Int J Sci Basic Appl Res Int J Sci Basic Appl Res.* 20(1):313–324. <http://gssrr.org/index.php?journal=JournalOfBasicAndApplied>.
- Kaźmierczak-Barańska J, Boguszewska K, Adamus-Grabicka A, Karwowski BT. 2020. Two faces of vitamin c—antioxidative and pro-oxidative agent. *Nutrients.* 12(5). doi:10.3390/nu12051501.
- Kemp SE, Hort J, Hollowood T. 2018. *Descriptive Analysis in Sensory Evaluation.* Volume ke-4. Wiley Blackwell.
- Khongrum J, Yingthongchai P, Boonyapranai K, Wongtanarasarin W, Donrung N, Sukketsiri W, Prachansuwan A, Chonpathompikunlert P. 2022. Antidyslipidemic, Antioxidant, and Anti-inflammatory Effects of Jelly Drink Containing Polyphenol-Rich Roselle Calyces Extract and Passion Fruit Juice with Pulp in Adults with Dyslipidemia: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial. *Oxid Med Cell Longev.* 2022. doi:10.1155/2022/4631983.
- Kim Joungmok, Yang G, Kim Y, Kim Jin, Ha J. 2016. AMPK activators: Mechanisms of action and physiological activities. *Exp Mol Med.* 48(4):1–12. doi:10.1038/emm.2016.16.
- Kiokias S, Proestos C, Oreopoulou V. 2018. Effect of natural food antioxidants against ldl and dna oxidative changes. *Antioxidants.* 7(10):1–20. doi:10.3390/antiox7100133.
- Kiranawati TM, Mariana RR, Efrinasari N. 2022. the Effect of Carrageenan and Lemon Ratio on Antioxidant Activity and Physical Properties of Jelly Butterfly Pea. *J Agroindustri.* 12(1):29–38. doi:10.31186/j.agroindustri.12.1.29-38.
- Kraak VI, Englund T, Misyak S, Serrano EL. 2017. A novel marketing mix and choice architecture framework to nudge restaurant customers toward healthy food environments to reduce obesity in the United States. *Obes Rev.* 18(8):852–868. doi:10.1111/obr.12553.

- Kumari P, Mankar A, Karuna K, Homa F, Meiramkulova K, Siddiqui MW. 2020. Mineral composition, pigments, and postharvest quality of guava cultivars commercially grown in India. *J Agric Food Res.* 2 July:100061. doi:10.1016/j.jafr.2020.100061.
- Lafarga T, Viñas I, Bobo G, Simó J, Aguiló-Aguayo I. 2018. Effect of steaming and sous vide processing on the total phenolic content, vitamin C and antioxidant potential of the genus Brassica. *Innov Food Sci Emerg Technol.* 47 February:412–420. doi:10.1016/j.ifset.2018.04.008.
- Lan T, Bao S, Wang J, Ge Q, Zhang H, Yang W, Sun X, Ma T. 2021. Shelf life of non-industrial fresh mango juice: Microbial safety, nutritional and sensory characteristics. *Food Biosci.* 42 February 2020:101060. doi:10.1016/j.fbio.2021.101060.
- Lin CF, Kuo YT, Chen TY, Chien CT. 2016. Quercetin-rich guava (*Psidium guajava*) juice in combination with trehalose reduces autophagy, apoptosis and pyroptosis formation in the kidney and pancreas of type II diabetic rats. *Molecules.* 21(3). doi:10.3390/molecules21030334.
- Lin X. 2019. Research progress in the mechanism of polysaccharide in relieving type 2 diabetes. *AIP Conf Proc.* 2058 January. doi:10.1063/1.5085523.
- Mastuti TS, Setiawanto AF. 2022. Characteristic of Red Ginger Jelly Stick with Variation Type of Gelling Agent. *Proc 6th Int Conf Food, Agric Nat Resour (IC-FANRES 2021).* 16:199–207. doi:10.2991/absr.k.220101.026.
- Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF, Turner RC. 1985. Homeostasis model assessment: insulin resistance and β -cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia.* 28(7):412–419. doi:10.1007/BF00280883.
- Medina-Larqu e AS, Desjardins Y, Jacques H. 2020. Cranberry, oxidative stress, inflammatory markers, and insulin sensitivity: a focus on intestinal microbiota. *Diabetes Oxidative Stress Diet Antioxidants.*, siap terbit.
- Meilgaard M, Civille G, Carr B. 2007. *Sensory Evaluation Techniques.* fourth Edi. London, Newyork: CRC Press.
- N as T, Tomic O, Endrizzi I, Varela P. 2021. Principal components analysis of descriptive sensory data: Reflections, challenges, and suggestions. *J Sens Stud.* 36(5). doi:10.1111/joss.12692.
- Ninga KA, Desobgo ZSC, De S, Nso EJ. 2021. Pectinase hydrolysis of guava pulp: effect on the physicochemical characteristics of its juice. *Heliyon.* 7(10):e08141. doi:10.1016/j.heliyon.2021.e08141.
- Nyanchoka AM, Van Stuijvenberg ME, Tambe AB, Mbhenyane XG. 2021. Fruit and vegetables consumption patterns and risk of chronic disease of lifestyle among university students in Kenya. *Proc Nutr Soc.* 80(OCE1). doi:10.1017/s0029665121000021.

- Papuc C, Goran G V, Predescu CN, Tudoreanu L, Papuc C, Goran G V, Predescu CN, Tudoreanu L. 2022. Plant polyphenols mechanisms of action on insulin resistance and against the loss of pancreatic beta cells. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 62(2):325–352. doi:10.1080/10408398.2020.1815644.
- Paquette M, Medina Larqué AS, Weisnagel SJ, Desjardins Y, Marois J, Pilon G, Dudonné S, Marette A, Jacques H. 2017. Strawberry and cranberry polyphenols improve insulin sensitivity in insulin-resistant, non-diabetic adults: A parallel, double-blind, controlled and randomised clinical trial. *Br J Nutr.* 117(4):519–531. doi:10.1017/S0007114517000393.
- PDI dan PERKENI. 2020. *Pedoman Pengelolaan dan Pencegahan Prediabetes DiIndonesia 2019*. Surabaya: Airlangga University Press.
- PERKENI. 2021. *Pedoman Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 Dewasa di Indonesia 2021*. PB. PERKENI. www.ginasthma.org.
- Pisoschi AM, Pop A, Iordache F, Stanca L, Geicu OI, Bilteanu L, Serban AI. 2022. Antioxidant, anti-inflammatory and immunomodulatory roles of vitamins in COVID-19 therapy. *Eur J Med Chem.* 232:114175. doi:10.1016/j.ejmech.2022.114175.
- Pochhi ML. 2019. An antioxidant activity of Cinnamomum tamala improves histopathological alterations and biochemical parameters in alloxan induced diabetic rats. *Asian J Med Sci.* 10(6):50–56. doi:10.3126/ajms.v10i6.25609.
- Rahim NSM, Ahmad IF, Tan TYC. 2021. Potential of syzygium polyanthum (Daun salam) in lowering blood glucose level: A review. *Pertanika J Sci Technol.* 29(4):2261–2277. doi:10.47836/PJST.29.4.02.
- Rashid R, Ahmad H, Ahmed Z, Rashid F, Khalid N. 2019. Clinical investigation to modulate the effect of fenugreek polysaccharides on type-2 diabetes. *Bioact Carbohydrates Diet Fibre.* 19 March:100194. doi:10.1016/j.bcdf.2019.100194.
- Rios-Corripio G, Guerrero-Beltrán JÁ. 2019. Antioxidant and physicochemical characteristics of unfermented and fermented pomegranate (*Punica granatum* L.) beverages. *J Food Sci Technol.* 56(1):132–139. doi:10.1007/s13197-018-3466-6.
- Rocha DMUP, Caldas APS, da Silva BP, Hermsdorff HHM, Alfenas R de CG. 2019. Effects of blueberry and cranberry consumption on type 2 diabetes glycemic control: A systematic review. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 59(11):1816–1828. doi:10.1080/10408398.2018.1430019.
- Saarinen HJ, Lahtela J, Mähönen P, Palomäki A. 2024. The association between inflammation, arterial stiffness, oxidized LDL and cardiovascular disease in Finnish men with metabolic syndrome – a 15-year follow-up study. *BMC Cardiovasc Disord.* 24(1):1–11. doi:10.1186/s12872-024-03818-x.
- Serreli G, Deiana M. 2023. Role of Dietary Polyphenols in the Activity and Expression of Nitric Oxide Synthases: A Review. *Antioxidants.* 12(1).

doi:10.3390/antiox12010147.

- Šertović E, Sarić Z, Barać M, Božanić R, Omanović-Miklićanin E, Alibabić V. 2022. The Effect of Cow's Milk and Soy Beverage Ratio, Probiotic Culture and Fruit Concentrates on the Qualitative Aspects of Fermented Beverages BT - 10th Central European Congress on Food. Di dalam: Brka M, Sarić Z, Oručević Žuljević S, Omanović-Miklićanin E, Taljić I, Biber L, Mujčinović A, editor. Cham: Springer International Publishing. hlm 146–156.
- Simamora A, Paramita L, Hamid NABM, Santoso AW, Timotius KH. 2018. In vitro antidiabetic and antioxidant activities of aqueous extract from the leaf and fruit of *Psidium guajava* L. *Indones Biomed J.* 10(2):156–164. doi:10.18585/inabj.v10i2.402.
- Simamora A, Santoso AW, Timotius KH. 2019. A-Glucosidase Inhibitory Effect of Fermented Fruit Juice of *Morinda Citrifolia* L and Combination Effect With Acarbose. *Curr Res Nutr Food Sci.* 7(1):218–226. doi:10.12944/CRNFSJ.7.1.21.
- Stull AJ, Cash KC, Johnson WD, Champagne CM, Cefalu WT. 2010. Bioactives in blueberries improve insulin sensitivity in obese, insulin-resistant men and women. *J Nutr.* 140(10):1764–1768. doi:10.3945/jn.110.125336.
- Sun C, Liu Y, Zhan L, Rayat GR, Xiao J, Jiang H, Li X, Chen K. 2021. Anti-diabetic effects of natural antioxidants from fruits. *Trends Food Sci Technol.* 117 April 2020:3–14. doi:10.1016/j.tifs.2020.07.024.
- Suresh K, Chandrashekara S. 2012. Sample size estimation and power analysis for clinical research studies. *J Hum Reprod Sci.* 5(1):7–13. doi:10.4103/0974-1208.97779.
- Suryana EA, Kamsiati E, Usmiati S, Herawati H. 2022. Effect of Porang Flour and Low-Calorie Sugar Concentration on the Physico-Chemical Characteristics of Jelly Drinks. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci.* 985(1). doi:10.1088/1755-1315/985/1/012042.
- Suryaningsih S, Muslim B, Djali M. 2021. The antioxidant activity of roselle and dragon fruit peel functional drink in free radical inhibition. *J Phys Conf Ser.* 1836(1). doi:10.1088/1742-6596/1836/1/012069.
- Syabana MA, Yuliana ND, Batubara I, Fardiaz D. 2021. Antidiabetic activity screening and nmr profile of vegetable and spices commonly consumed in Indonesia. *Food Sci Technol.* 41 June:254–264. doi:10.1590/fst.14120.
- Taghian L, Mosilhey S, Abdel-Samie M, Haridy L. 2023. Prolonging the Shelf life of Orange Juice Via Lemongrass Extracts. *Egypt J Nutr Heal.* 18(2):57–78. doi:10.21608/ejnh.2023.317759.
- Tiencheu B, Nji DN, Achidi AU, Egbe AC, Tenyang N, Tjepma Ngongang EF, Djikeng FT, Fossi BT. 2021. Nutritional, sensory, physico-chemical, phytochemical, microbiological and shelf-life studies of natural fruit juice

formulated from orange (*Citrus sinensis*), lemon (*Citrus limon*), Honey and Ginger (*Zingiber officinale*). *Heliyon*. 7(6):e07177. doi:10.1016/j.heliyon.2021.e07177.

- Vasconcelos AG, Amorim A das GN, dos Santos RC, Souza JMT, de Souza LKM, Araújo T de SL, Nicolau LAD, de Lima Carvalho L, de Aquino PEA, da Silva Martins C, *et al.* 2017. Lycopene rich extract from red guava (*Psidium guajava* L.) displays anti-inflammatory and antioxidant profile by reducing suggestive hallmarks of acute inflammatory response in mice. *Food Res Int*. 99:959–968. doi:10.1016/j.foodres.2017.01.017.
- Vatcheva KP, Fisher-Hoch SP, Reiningger BM, McCormick JB. 2020. Sex and age differences in prevalence and risk factors for prediabetes in Mexican-Americans. *Diabetes Res Clin Pract*. 159:107950. doi:10.1016/j.diabres.2019.107950.
- Victoria-Montesinos D, Sánchez-Macarro M, Gabaldón-Hernández JA, Abellán-Ruiz MS, Querol-Calderón M, Luque-Rubia AJ, Bernal-Morell E, Ávila-Gandía V, López-Román FJ. 2021. Effect of dietary supplementation with a natural extract of *Sclerocarya birrea* on glycemic metabolism in subjects with prediabetes: A randomized double-blind placebo-controlled study. *Nutrients*. 13(6). doi:10.3390/nu13061948.
- Villaño D, Masoodi H, Marhuenda J, García-Viguera C, Zafrilla P. 2021. Stevia, sucralose and sucrose added to a maqui-Citrus beverage and their effects on glycemic response in overweight subjects: A randomized clinical trial. *Lwt*. 144 February. doi:10.1016/j.lwt.2021.111173.
- Williamson G, Sheedy K. 2020. Effects of polyphenols on insulin resistance. *Nutrients*. 12(10):1–19. doi:10.3390/nu12103135.
- Wirjatdmadi B, Adriani M. 2016. Effect Red Guava Juice (*Psidium guajava* L.) on Blood Glucose Levels Fasting Wistar Rats Induced Pre-diabetes Dexamethasone. *Int J Prev Public Heal Sci*. 2(4):28–31. doi:10.17354/ijpphs/2016/43.
- World Health Organization. 2006. Definition and Diagnosis of Diabetes Mellitus and Intermediate Hyperglycemia. *New Compr Biochem*. 1 C:161–214. doi:10.1016/S0167-7306(09)60009-0.
- Yadav P, Garg N, Kumar S. 2014. Improved shelf stability of mulberry juice by combination of preservatives. *Indian J Nat Prod Resour*. 5(1):62–66.
- Zitha EZM, Machado P da S, Junqueira LA, João ECB, de Resende JV, Carvalho EEN, Vilas Boas EV de B. 2020. Impact of processing, packages, and storage on quality of mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) jelly. *J Food Process Preserv*. 44(10):1–13. doi:10.1111/jfpp.14814.

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di kota Bandar Lampung, 20 September 1986 sebagai anak kelima dari pasangan bapak Zainal Abidin Daya dan ibu Siti Saodah (Almh). Meraih gelar sarjana Teknologi Pertanian Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Universitas Lampung Tahun 2008. Pada Tahun 2009 melanjutkan Magister Teknologi Agroindustri dengan fokus ilmu dibidang Teknologi Pangan dan lulus pada tahun 2011. Kesempatan untuk melanjutkan ke program doktor pada program studi Ilmu Gizi Sekolah Pascasarjana IPB dilakukan pada tahun 2021 dengan beasiswa Kementerian Kesehatan RI. Penulis bekerja sebagai tenaga pengajar disalah satu universitas swasta di Provinsi Lampung pada tahun 2011. Pada tahun 2012 penulis diterima sebagai dosen Pegawai Negeri Sipil Poltekkes Tanjungkarang Kemenkes RI dengan penempatan di Jurusan Gizi.

Karya ilmiah berjudul *“The physical characteristics of jelly drink bay leaf water extract with guava juice combination”* telah disajikan sebagai oral presenter pada 2nd *International Conference on Food and Agricultural Sciences 2023* pada tahun 2023 di Yogyakarta yang diterbitkan pada IOP Earth and Environmental Science 1377 (2024)-012042. Karya ilmiah berjudul *Development of Jelly Drink Bay Leaf Water Extract with Guava Juice Combination* telah dipublikasikan di *International Journal of Chemical and Biochemical Sciences*, (24)5, 2023 (ISSN 2226-9614). Karya ilmiah berjudul *Sensory Profiling of Jelly Drink Made from a Combination of Bay Leaf Water Extract and Guava Juice Using a Quantitative Descriptive Analysis* telah dipublikasikan di *Amerta Nutrition* (ISSN International Centre; p-ISSN:2580-1163; e-ISSN: 2580-9776) 8 (3) September 2024. Karya ilmiah berjudul *Shelf Life Evaluation Jelly Drink Combining Bay Leaf Water Extract with Guava Juice* telah disajikan pada *Proceedings of the The 3rd IPB International Conference on Nutrition and Food* pada tahun 2024 dan telah diterima untuk dipublikasikan di *Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences*, dan juga karya ilmiah *“Relationship between Nutritional Status, Physical Activity, Macronutrient Intake and Glycemic Profile of Prediabetic Women in Rural Areas of Indonesia”* telah diterima untuk dipublikasikan di *Jurnal Nutricion Clinica y Dietetica Hospitalaria*.

Karya ilmiah yang sedang dalam tahap under review berjudul *“Novel Functional Jelly Drink as An Anti-Hyperglycemic Effect* pada *Research Journal of Pharmacy and Technology”* serta karya ilmiah yang berjudul *Effect of a Novel Jelly Drink Combining Bay Leaf Water Extract with Guava Juice on Prediabetic Female Subjects: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Study* masih dalam bentuk draft. Karya-karya ilmiah tersebut merupakan bagian dari program S-3 penulis.