

SKRIPSI

**HUBUNGAN FREKUENSI KONSUMSI PANGAN FERMENTASI DAN
ASUPAN ZAT GIZI DENGAN KADAR GULA DARAH PENDERITA
DIABETES MELITUS TIPE 2 DI PUSKESMAS SAWAH LEBAR
KOTA BENGKULU**



**OLEH:
FRANTISKA FEBRYANTI
NIM: P01730222020**

**KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
POLTEKKES KEMENKES BENGKULU
PRODI SARJANA TERAPAN
GIZI DAN DIETETIKA
TAHUN 2026**

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

HUBUNGAN FREKUENSI KONSUMSI PANGAN FERMENTASI DAN ASUPAN ZAT GIZI DENGAN KADAR GULA DARAH PENDERITA DIABETES MELITUS TIPE 2 DI PUSKESMAS SAWAH LEBAR KOTA BENGKULU

Yang dipersiapkan dan dipersentasikan Oleh:

FRANTISKA FEBRYANTI

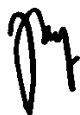
NIM: P01730222020

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui untuk
dipersentasikan di hadapan tim penguji Politeknik Kesehatan Bengkulu
Jurusan Gizi

Pada Tanggal: 17 Juni 2026

Mengetahui,
Pembimbing skripsi

Pembimbing I,



Desri Suryani, SKM., M.Kes
NIP.197312051996022001

Pembimbing II,



Ahmad Rizal, SKM, MM
NIP.196303221985031006

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI
HUBUNGAN FREKUENSI KONSUMSI PANGAN FERMENTASI DAN
ASUPAN ZAT GIZI DENGAN KADAR GULA DARAH PENDERITA
DIABETES MELITUS TIPE 2 DI PUSKESMAS SAWAH LEBAR
KOTA BENGKULU

Yang dipersiapkan dan dipresentasikan Oleh:

FRANTISKA FEBRYANTI
NIM: P01730222020

Skripsi Ini telah diuji dan dipertahankan di hadapan tim penguji
Politeknik Kesehatan Bengkulu Jurusan Gizi

Pada Tanggal: 17 Juni 2026

Oleh

Pembimbing skripsi

Ketua Dewan Penguji,

Penguji II,



Dr. Betty Yosephin S, SKM, MKM
NIP.197309261997022001



Okdi Natan, S.Gz. M. Biomed
NIP PPK.19911030202511038

Penguji III,

Penguji IV,



Ahmad Rizal, SKM, MM
NIP.196303221985031006



Desri Suryani, SKM, M.Kes
NIP.1973120519960222001

Mengesahkan,
Ketua Prodi Sarjana Terapan Gizi dan Dietetika
Poltekkes Kemenkes Bengkulu,



Tetes Wahyu W, SST., M.Biomed
NIP. 198106142006041004

BIODATA PENULIS



Nama : Frantiska Febryanti

Nim : P01730222020

Tempat Tanggal Lahir : Mela'o, 08 Februari 2004

Agama : Islam

Jenis Kelamin : Perempuan

Anak ke- : 1 dari 2 bersaudara

Alamat : Desa Mela'o Kec. Manna Kab. Bengkulu selatan

Sosial Media

Email : frantiskafebryanti@gmail.com

Instagram : frantiskaaafebryanti_

Riwayat Pendidikan :

1. TK Dharma Wanita Kayu Kunyit
2. SDN 25 Manna Bengkulu Selatan
3. SMPN 3 Bengkulu Selatan
4. SMAN 6 Bengkulu Selatan
5. Sarjana Terapan Gizi dan Dietetika Poltekkes
Kemenkes Bengkulu

MOTTO

(Inna ma'al-'usri yusrā)

"Sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan"

(QS Al-Insyirah: 6)

"Hatiku tenang karena mengetahui bahwa apa yang melewatkanmu tidak akan pernah menjadi takdirku, dan apa yang ditakdirkan untukku tidak akan pernah melewatkanmu"

(Umar Bin Khattab)



"Tumbuh lah jadi samudra, jadi raksasa terkuat di dunia,
walau tak mudah nantinya"

(Sambadha)

"Ku akui kelemahanku dan kuberjanji takkan habis puja-puji melangitkanmu"

(Ghea Indrawari)

"Setiap lembar yang tersusun dalam karya ini tersimpan jejak perjalanan dan harapan penulis serta ilmu yang tertulis akan hidup lebih lama dari usia penulisnya"

(Frantiska Febryanti)

PERSEMBAHAN

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa memberikan kemudahan, kelancaran, dan keberkahan bagi penulis untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini. Dengan segenap rasa cinta dan kasih, penulis persembahkan skripsi ini untuk:

1. Allah SWT., sang pemilik segala kehidupan, dengan kerendahan hati sebuah karya ini kupersembahkan. Terima kasih atas kasih sayang-MU yang tak pernah bertepi, atas setiap doa yang engkau dengar meski lisanku tak selalu mampu merangkainya dengan sempurna, dan setiap jalan yang engkau tunjukkan. Semoga setiap huruf dalam karya ini menjadi bernilai ibadah, membawa manfaat dan menjadi saksi syukur atas segala nikmat yang engkau anugerahkan.
2. Kedua orang tua tercinta, penulis sampaikan maaf dan terima kasih setulus-tulusnya kepada cinta pertama Bapak Yanto dan kepada pintu surga dan belahan jiwaku Ibu Tita terima kasih untuk pengorbanan, ketulusan, kesabaran, dan kasih sayang yang tak terhitung nilainya karena telah memberikan kesempatan penulis untuk mencapai kehidupan hingga bangku perkuliahan ini. Terima kasih atas setiap doa yang tak pernah jeda mengudara, mengetuk pintu-pintu langit dengan penuh harap, tak kenal lelah dalam memberikan dukungan baik secara moral maupun finansial, serta selalu memprioritaskan pendidikan dan kebahagiaan anak-anaknya. Penulis sangat beruntung dan bersyukur telah terlahir dalam keluarga ini. Perjalanan hidup kita sebagai satu keluarga memang tidak mudah, tetapi segala hal yang telah dilalui memberikan pelajaran berharga bagi penulis. Besar harapan penulis semoga bapak dan ibu sehat selalu, panjang umur, dan bisa menyaksikan keberhasilan lainnya yang akan penulis raih di masa yang akan datang. Jadilah rumah yang tak pernah menutup pintu, tempat penulis kembali menemukan ketenangan dalam segala musim kehidupan.
3. Diriku sendiri, terima kasih telah bertahan dan terus melangkah hingga sampai di titik ini. Terima kasih karena tidak memilih menyerah, meskipun perjalanan ini dipenuhi tantangan, kelelahan dan keraguan.

Untuk setiap malam yang diiringi doa, setiap air mata yang disembunyikan, serta setiap lelah yang dipendam dalam diam, semoga semuanya menjadi saksi bahwa setiap perjuangan yang dilakukan dengan tulus tidak akan pernah sia-sia. Semoga Allah senantiasa menuntun dalam kehidupan yang penuh berkah dan kesuksesan kedepannya. Jadilah wanita yang tangguh dan membawa kebaikan bagi siapapun dan dimanapun.

4. Saudara satu-satunya penulis, Dias yang membuat penulis termotivasi untuk bisa terus belajar menjadi seorang sosok kakak yang dapat memberikan pengaruh positif dalam menghadapi kehidupan, serta selalu berusaha menjadi panutan dimasa yang akan datang. Terima kasih telah tumbuh bersamaku dalam cerita yang sama. Tumbuhlah jadi pribadi yang rendah hati. Penulis selalu senantiasa membuka ruang untuk menjadi tempat berlabuh, menemani setiap langkah dalam mengarungi kisah kehidupan.
5. Seluruh keluarga besar terkhusus *Mahadi Family* dan *Jasar Family*, terimakasih atas dukungan dan doa dalam perjalanan hidup penulis.
6. Kepada dosen pembimbing dan dosen penguji skripsi, yaitu Bunda Desri Suryani, SKM., M.Kes., Bapak Ahmad Rizal, SKM., M.M., Bunda Dr. Betty Yosephin, SKM., MKM., serta Bapak Okdi Natan, S.Gz., M.Biomed., penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala bimbingan, arahan, masukan, serta motivasi yang telah diberikan selama proses penyusunan skripsi ini, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah ini dengan baik.
7. Kepada seluruh dosen Poltekkes Kemenkes Bengkulu khususnya dosen dan pengelola jurusan Gizi, terimakasih atas segala ilmu dan pengalaman yang telah kalian berikan kepada penulis.
8. Teman seperjuanganku, Antika, Dera dan Fenti terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan panjang selama perkuliahan ini. Terima kasih setiap tawa yang menghapus lelah, dukungan yang menguatkan serta setiap kenangan yang menjadi perjalanan ini lebih bermakna. Semoga Allah jaga

kita semua dan senantiasa ditaburi dengan bunga-bunga indah dalam kehidupan yang akan mendatang.

9. Fitri Hertipa S.Tr.Gz, terima kasih telah menjadi teman seperjuangan sejak langkah awal hingga akhirnya skripsi ini terselesaikan. Terima kasih telah melangkah dan menemani setiap proses, saling menguatkan di tengah lelah, saling mengingatkan dan berbagi cerita serta bertukar pikiran. Dia lah orang yang tau sejauh mana progres skripsi penulis hingga akhir. Semoga usaha kita lalui tidak menjadi sia-sia dan semoga senantiasa selalu diberikan kemudahan, kesehatan, kebahagiaan dan menjadi wanita yang kita impikan itu.
10. SIAP SALAMUN (Antika, Radhya, Sherly dan Viola), terima kasih untuk kisah baru yang diukir dalam balutan bulan yang tak begitu panjang, namun memberikan cerita yang begitu luas. Terima kasih untuk tawa, keluh dan kesah. Semoga selalu dipertemukan di *part-part* kehidupan manis selanjutnya.
11. Saudara tak sedaraku (Nurul Arda Viten, Leoni OktaVerina dan Resky Wahyuni) terima kasih telah kebersamai penulis sejak mulai SMP hingga saat ini, terima kasih telah menjadi rumah untuk pulang, terima kasih selalu mendengar keluh dan kesah penulis. Semoga selalu Allah swt jaga persahabatan ini baik di dunia dan akhirat serta sehat dan bahagia selalu saudaraku.
12. Sutoyo *gang* (Sholeha, Bella, Fazera, Icha, Angraini dan Calvin) terima kasih telah menjadi bagian perjalanan hidup ini. Semoga waktu tidak pernah menghapus ikatan yang telah terjalin dan semoga Allah selalu menjaga kalian dimanapun berada.
13. GALAXY ADHIBRATA 2022, mohon maaf dan terima kasih telah kebersamai dan sekaligus bagian perjalanan dalam menempuh S.Tr.Gz ini. Kita ditemukan oleh mimpi yang sama, ditempa oleh proses yang tidak mudah, lalu tumbuh bersama melalui setiap tantangan yang datang silih berganti. Terima kasih atas semua cerita yang telah kita ukir bersama.

Program Studi S.Tr Gizi, Jurusan Gizi Poltekkes Kemenkes Bengkulu

**HUBUNGAN FREKUENSI KONSUMSI PANGAN FERMENTASI DAN
ASUPAN ZAT GIZI DENGAN KADAR GULA DARAH PENDERITA
DIABETES MELITUS TIPE 2 DI PUSKESMAS SAWAH LEBAR
KOTA BENGKULU**

ABSTRAK

Latar Belakang: Diabetes melitus merupakan salah satu masalah kesehatan global dengan jumlah penyandang yang diperkirakan terus meningkat hingga mencapai 853 juta jiwa pada tahun 2050. Pengendalian kadar gula darah tidak hanya dipengaruhi oleh terapi farmakologis, tetapi juga dipengaruhi oleh pola konsumsi pangan, termasuk pangan fermentasi dan asupan zat gizi. Pangan fermentasi mengandung probiotik yang dapat membantu meningkatkan sensitivitas insulin, sedangkan zat gizi seperti karbohidrat, lemak, serat, dan zink berperan dalam pengaturan kadar gula darah.

Tujuan: Diketahui hubungan frekuensi konsumsi pangan fermentasi dan asupan zat gizi dengan kadar gula darah pada penderita diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu.

Metode: Penelitian observasional dengan desain *cross sectional*. Teknik pengambilan sampel dengan metode *total sampling* dengan jumlah sampel 94 responden. Data frekuensi konsumsi pangan fermentasi dikumpulkan menggunakan FFQ, asupan zat gizi diperoleh melalui *food recall* 3x24 jam, dan data gula darah diukur menggunakan glucometer. Analisis data menggunakan uji *Chi-square*.

Hasil: Hasil penelitian ini sebagian besar responden memiliki frekuensi konsumsi pangan fermentasi yang sering (50%), asupan karbohidrat cukup (62,8%), asupan lemak lebih (58,5%), asupan serat kurang (56,4%), asupan zink kurang (70,2%), dan gula darah sewaktu tidak terkontrol (45,7%). Terdapat hubungan antara frekuensi konsumsi pangan fermentasi dengan kadar gula darah sewaktu ($p=0,007$), asupan karbohidrat ($p=0,000$), asupan lemak ($p=0,000$), asupan serat ($p=0,000$) serta asupan zink ($p=0,000$) dengan kadar gula darah sewaktu.

Kesimpulan: Frekuensi konsumsi pangan fermentasi, asupan karbohidrat, asupan lemak, asupan serat dan asupan zink berhubungan dengan kadar gula darah sewaktu penderita diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Tahun 2026.

Kata kunci: Pangan Fermentasi, Asupan Zat Gizi, Diabetes Melitus tipe 2, Gula Darah Sewaktu

Bachelor of Nutrition Study Program, Nutrition Department, Health Polytechnic, Ministry of Health, Bengkulu

Relationship Between Fermented Food Consumption Frequency and Nutrient Intake with Blood Sugar Levels in Type 2 Diabetes Mellitus Patients at the Sawah Lebar Community Health Center in Bengkulu City

ABSTRACT

Background: *Diabetes mellitus is a global health problem, with the number of sufferers projected to continue increasing, reaching 853 million by 2050. Controlling blood sugar levels is influenced not only by pharmacological therapy but also by food consumption patterns, including fermented foods and nutrient intake. Fermented foods contain probiotics that can help improve insulin sensitivity, while nutrients such as carbohydrates, fat, fiber, and zinc play a role in regulating blood glucose levels.*

Objective: *To determine the relationship between the frequency of fermented food consumption and nutrient intake with blood sugar levels in patients with type 2 diabetes mellitus at the Sawah Lebar Community Health Center in Bengkulu City.*

Methods: *This was an observational study with a cross-sectional design. The sampling technique used total sampling, with a sample size of 94 respondents. Data on the frequency of fermented food consumption were collected using a FFQ, nutrient intake was obtained through a 3x24-hour food recall, and blood sugar data were measured using a glucometer. Data were analyzed using the Chi-square test.*

Results: *The results of this study showed that most respondents had frequent consumption of fermented foods (50%), sufficient carbohydrate intake (62.8%), excessive fat intake (58.5%), insufficient fiber intake (56.4%), insufficient zinc intake (70.2%), and uncontrolled random blood sugar (45.7%). There was a relationship between the frequency of fermented food consumption and random blood sugar levels ($p = 0.007$), carbohydrate intake ($p = 0.000$), fat intake ($p = 0.000$), fiber intake ($p = 0.000$) and zinc intake ($p = 0.000$) with random blood sugar levels*

Conclusion: *The frequency of fermented food consumption, carbohydrate intake, fat intake, fiber intake, and zinc intake were significantly associated with random blood sugar levels in patients with type 2 diabetes mellitus at the Sawah Lebar Community Health Center in 2026.*

Keywords: *Fermented Foods, Nutrient Intake, Type 2 Diabetes Mellitus, Random Blood Sugar*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kepada Allah SWT yang maha sempurna, dengan limpahan Rahmat dan Hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul **“Hubungan Frekuensi Konsumsi Pangan Fermentasi dan Asupan Zat Gizi dengan Kadar Gula Darah Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 Di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu”** sebagai syarat untuk menyelesaikan skripsi.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Gizi di Poltekkes Kemenkes Bengkulu. Penulis menyadari akan keterbatasan pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki, oleh karena itu saran dan kritik yang sifatnya membangun merupakan input dalam penyempurnaan selanjutnya. Semoga dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dimasa yang akan datang dan masyarakat pada umumnya. Penyelesaian Skripsi ini penyusun telah mendapat masukan dan bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Linda, SST, M.Kes sebagai Direktur Politeknik Kesehatan Kemenkes Bengkulu.
2. Bapak Anang Wahyudi, S.Gz., MPH sebagai Ketua Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan Kemenkes Bengkulu.
3. Bapak Tetes Wahyu Witradharma, SST., M.Biomed sebagai Ketua Prodi Sarjana Terapan Gizi dan Dietetika Politeknik Kesehatan Bengkulu.
4. Ibu Desri Suryani SKM., M,Kes sebagai Pembimbing I dalam penyusunan skripsi ini.

5. Bapak Ahmad Rizal SKM.,MM sebagai pembimbing II dalam penyusunan skripsi ini.
6. Ibu Dr. Betty Yosephin Simanjuntak, SKM.,MKM., sebagai penguji I dalam proses penyusunan skripsi ini.
7. Bapak Okdi Natan, S.Gz., M.Biomed sebagai penguji II dalam penyusunan skripsi ini.
8. Bapak dan Ibu, adek dan seluruh keluarga yang selalu mendoakan dan mendukung penulis dalam hal apapun.
9. Teman-teman seperjuangan Sarjana Terapan Gizi dan Dietetika 2022 yang memberikan semangat, membantu dan memberikan dorongan untuk menyelesaikan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini penyusun mengharapkan adanya kritik dan saran agar dapat membantu perbaikan selanjutnya.

Bengkulu, 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
BIODATA PENULIS.....	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR BAGAN.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	8
1.4 Manfaat Penelitian.....	9
1.5 Keaslian Penelitian	10
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 12
2.1 Diabetes Melitus	12
2.2 Pangan Fermentasi	21
2.3 Asupan Zat Gizi	28
2.4 Hubungan Konsumsi Pangan Fermentasi dengan Kadar Gula Darah Penderita Diabetes Melitus.....	46
2.5 Hubungan Asupan Karbohidrat dengan Kadar Gula Darah	48
2.6 Hubungan Asupan Lemak dengan Kadar Gula Darah.....	49
2.7 Hubungan Asupan Serat dengan Kadar Gula Darah	50
2.8 Hubungan Asupan Zink dengan Kadar Gula Darah	51
2.9 Kerangka Teori	55
2.10 Hipotesis Penelitian	56
 BAB III METODE PENELITIAN	 57
3.1 Desain Penelitian	57
3.2 Variabel Penelitian.....	57
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian	57
3.4 Populasi dan Sampel.....	57
3.5 Kerangka Konsep.....	59
3.6 Definisi Operasional	60
3.7 Teknik Pengumpulan, Pengolahan dan Analisis Data	61
3.8 Persetujuan Etik	64

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	65
4.1 Jalannya Penelitian	65
4.2 Hasil Penelitian	66
4.3 Pembahasan	73
4.4 Keterbatasan Penelitian.....	94
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	95
5.1 Kesimpulan	95
5.2 Saran	96
DAFTAR PUSTAKA	98



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Keaslian Penelitian	10
Table 2.1	Sumber Serat dalam Makanan.....	41
Table 2.2	Kebutuhan Asupan Zink.....	44
Table 2.3	Bahan Makanan Sumber Zink (mg/100g).....	45
Table 3.1	Definisi Operasional.....	60
Tabel 4.1	Karakteristik Responden Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di Kota Bengkulu Tahun 2026	67
Tabel 4.2	Frekuensi Konsumsi Pangan Fermentasi pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di Kota Bengkulu Tahun 2026.....	67
Tabel 4.3	Gambaran Asupan Zat Gizi pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di Kota Bengkulu Tahun 2026.....	68
Tabel 4.4	Gambaran Kadar Gula Darah Sewaktu pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di Kota Bengkulu Tahun 2026.....	69
Tabel 4.5	Hubungan Frekuensi Konsumsi Pangan Fermentasi dengan Kadar GDS pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di Kota Bengkulu Tahun 2026	69
Tabel 4.6	Hubungan Asupan Karbohidrat dengan Kadar Gula Darah Sewaktu pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di Kota Bengkulu Tahun 2026	70
Tabel 4.7	Hubungan Asupan Lemak dengan Kadar Gula Darah Sewaktu pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di Kota Bengkulu Tahun 2026.....	71
Tabel 4.8	Hubungan Asupan Serat dengan Kadar Gula Darah Sewaktu pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di Kota Bengkulu Tahun 2026.....	72
Tabel 4.9	Hubungan Asupan Zink dengan Kadar Gula Darah Sewaktu pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di Kota Bengkulu Tahun 2026.....	73

DAFTAR BAGAN

Bagan 2.1 Kerangka Teori	55
Bagan 3.1 Kerangka Konsep.....	59



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Form Informend Consent</i>	110
Lampiran 2 <i>Form Food Frequency Questionnaire (FFQ)</i>	111
Lampiran 3 <i>Form Food Recall</i>	112
Lampiran 4 Formulir Pemeriksaan GDS.....	113
Lampiran 5 <i>Ethical Clearance</i>	114
Lampiran 6 Surat Izin Penelitian Kesbangpol	115
Lampiran 7 Surat Izin Penelitian Dinas Kesehatan Kota Bengkulu	117
Lampiran 8 Surat Izin Penelitian Puskesmas Sawah Lebar	119
Lampiran 9 Surat Selesai Penelitian	121
Lampiran 10 Dokumentasi Penelitian.....	123
Lampiran 11 Master Data.....	125
Lampiran 12 Hasil Uji Statistik.....	127



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Diabetes melitus diklasifikasikan sebagai penyakit metabolik yang termasuk dalam sepuluh besar penyebab kematian global (WHO, 2024). Diabetes terjadi ketika kadar gula dalam darah seseorang mengalami peningkatan sehingga menginduksi kerusakan pada sistem kardiovaskular, ginjal, saraf serta kebutaan (IDF,2025;Perkeni,2024). Berdasarkan penyebabnya, diabetes melitus diklasifikan menjadi empat kelompok, yaitu diabetes melitus tipe 1, diabetes melitus tipe 2, diabetes melitus gestasional dan diabetes melitus tipe lain (Perkeni, 2024). Pada diabetes melitus tipe 2, penderita umumnya mengalami hiperinsulinemia, namun efektivitas insulin dalam memasukkan glukosa ke dalam sel menurun akibat terjadinya resistensi insulin. Kondisi ini menyebabkan kemampuan insulin dalam merangsang pengambilan glukosa oleh jaringan perifer berkurang serta menghambat regulasi produksi glukosa oleh hati (Suryanti *et al.*, 2025).

Adapun faktor risiko utama diabetes melitus tipe 2 sangat erat kaitannya dengan gaya hidup serta faktor genetik antara lain, kelebihan berat badan, rendahnya tingkat aktivitas fisik, riwayat keluarga, umur, etnis tertentu, riwayat diabetes melitus gestasional dan kondisi medis lainnya (Putri, 2025;Djannah *et al*, 2025). Efek yang dapat ditimbulkan dalam jangka waktu panjang yaitu berupa stroke dan serangan jantung, kebutaan, peredaran darah ke tungkai terganggu, luka sulit sembuh, kerusakan ginjal, serta gangguan fungsi seksual (Djannah *et al.*, 2025).

Manajemen diabetes melitus tipe 2 tidak semata-mata ditentukan oleh faktor farmakoterapi, melainkan juga sangat fundamental pada modifikasi gaya hidup, terutama intervensi diet dan nutrisi, termasuk jenis dan konsumsi pangan yang dikonsumsi dalam sehari-hari. Pendekatan nutrisi yang tepat bertujuan untuk mencapai pengendalian glikemik yang baik, menurunkan resiko komplikasi, serta meningkatkan kualitas hidup penderita (Marzal, 2020).

Makanan berbasis nabati yang melalui proses fermentasi berpotensi ramah dan memiliki manfaat kesehatan bagi penderita diabetes melitus tipe 2 salah satu diantaranya beberapa zat berbahaya dapat dihambat penyerapannya melalui fermentasi (Lian, 2022). Pangan fermentasi dapat menurunkan glukosa serum sekaligus meningkatkan akumulasi lipid dan kerusakan jaringan (Su *et al.*, 2023). Kandungan probiotik pada pangan fermentasi berperan dalam meningkatkan respon imun, memperbaiki keseimbangan mikrobiota usus, mengurangi peradangan serta membantu menurunkan kadar gula darah dengan peningkatan sensitivitas insulin dan profil lemak (Ramadhani *et al.*, 2024).

Pengaturan diet merupakan upaya intervensi nonfarmakologis yang berkontribusi terhadap keberhasilan pengelolaan diabetes melitus tipe 2. Pola makan yang lebih sehat berhubungan dengan pengendalian glikemik yang lebih baik pada penderita diabetes melitus tipe 2 (Qiang *et al.*, 2025). Karbohidrat memiliki manfaat bagi kesehatan yaitu sebagai sumber energi utama bagi tubuh, memberikan rasa manis pada makanan, pendukung metabolisme lemak, menghemat penggunaan protein sebagai sumber energi, serta menjadi sumber energi utama bagi otak dan susunan saraf pusat dan berperan dalam pengeluaran

feses (Simanjuntak *et al.*, 2022). Mekanisme penyerapan karbohidrat yang menyebabkan kenaikan kadar glukosa dalam darah akan dipecah menjadi monosakarida, terutama glukosa, yang kemudian diserap oleh tubuh. Proses ini menyebabkan lonjakan kadar gula darah serta menstimulasi sel β pankreas untuk mensekresikan insulin. Jika sekresi insulin tidak cukup, hal ini akan menyebabkan resistensi insulin, yang mengganggu dan menghambat aliran darah ke seluruh jaringan tubuh. Akibatnya, glukosa akan menumpuk di dalam darah (Murwindra *et al.*, 2024).

Lemak memainkan peran biologis yang sangat kompleks, diantaranya adalah sebagai penyusun struktur pada membran sel, sumber energi, dan pengaturan impuls saraf (Fauziah *et al.*, 2025). Penelitian yang dilakukan Chen (2023) menjelaskan bahwa konsumsi lemak tak jenuh (*unsaturated fats*) yang lebih tinggi berkaitan dengan penurunan kadar glukosa dan lipid serta berhubungan dengan peningkatan sensitivitas insulin, yang mengindikasikan mekanisme penting dalam regulasi gula darah. Jumlah lemak dalam makanan dan jenis asam lemak tertentu secara signifikan berkontribusi pada pencegahan dan pengobatan diabetes tipe 2. Dampak asam lemak dalam makanan meluas ke sensitivitas insulin jaringan dan organ, mempengaruhi fungsi membran sel, pelepasan hormon, keragaman dan komposisi mikrobiota usus, metabolisme glukosa dan penanda peradangan (Sivri *et al.*, 2024).

Serat juga memberikan manfaat terhadap kesehatan seperti kesehatan jantung dapat menurunkan kolesterol jahat (LDL), dapat membantu kontrol kadar glukosa darah dengan menghambat laju absorpsi glukosa ke dalam aliran dan

sebagai manajemen berat badan, hal ini dapat bermanfaat untuk pencegahan obesitas (Yusuf *et al.*, 2022). Asupan serat yang tinggi pada pasien diabetes melitus tipe 2 cenderung menjaga kontrol glikemik di bandingkan dengan yang asupan serat nya rendah (Fitriani dan Setiarini, 2024).

Zink pada individu dengan diabetes melitus tipe 2 dan penyakit jantung kronis memberikan efek menguntungkan terhadap kolesterol HDL, insulin, CRP dan nitrit total selama 12 minggu (Hamedifard *et al.*, 2020). Zink juga berperan penting dalam berbagai proses fisiologis tubuh, termasuk sebagai mediator pesan kimiawi, kofaktor yang meningkatkan aktivitas enzim, serta proses pembentukan, penyimpanan, dan sekresi insulin. Peran tersebut menunjukkan bahwa zink memiliki kontribusi signifikan dalam menjaga fungsi metabolisme, khususnya dalam regulasi kadar glukosa darah (Ahmad *et al.*, 2024).

Konsumsi pangan fermentasi secara teratur dapat membantu menurunkan kadar glukosa dalam darah dan memperbaiki kadar lipid penderita diabetes melitus tipe 2 (Rittiphairoj *et al.*, 2021). Kemudian Maulidiana (2024) juga menyatakan bahwa mendorong pola makan yang beragam, terutama yang mencakup makanan fermentasi, dapat menjadi strategi yang bermanfaat dengan meningkatkan kontrol glikemik dan hasil metabolik lainnya pada pasien diabetes. Sementara itu, pangan fermentasi tradisional Indonesia seperti tempe dan tape yang juga mengandung probiotik, peptida bioaktif, serta mikronutrien seperti zink belum banyak diteliti secara mendalam terkait perannya dalam pengendalian kadar glukosa dalam darah (Su *et al.*, 2023).

Penelitian yang telah ditemukan oleh Naswa (2024) menyatakan ada hubungan yang signifikan antara kadar glukosa dalam darah dengan asupan karbohidrat, indeks dan beban glikemik dengan kadar glukosa darah. Penelitian Afifah (2026) juga menunjukkan terdapat hubungan yang signifikan antara asupan karbohidrat dengan kadar glukosa darah. Dalam metabolisme karbohidrat, glukosa berperan sebagai sumber energi utama. Beberapa jaringan, misalnya eritrosit, sebagian besar otak, dan sistem saraf, bergantung pada glukosa untuk menjalankan fungsi fisiologinya secara optimal (Naswa *et al.*, 2024). Penelitian yang dilakukan oleh Tantri (2024) menyatakan bahwa ada hubungan yang bermakna antara asupan zat gizi makro (energi, protein dan lemak), indeks glikemik serta beban glikemik dengan kadar gula darah sewaktu pada pasien diabetes melitus tipe 2.

Hasil riset yang dilakukan Perdana (2023) menunjukkan ada korelasi yang kuat asupan serat dengan kadar gula darah sewaktu pada pasien diabetes melitus tipe 2. Gropper (2018) menyebutkan mengonsumsi makanan yang kaya akan serat biasanya terkait dengan kemampuan tubuh untuk lebih baik mengontrol kadar gula darah, terutama pada individu yang mengalami diabetes atau pra diabetes.

Penelitian yang dilakukan oleh Ridwanto (2020) melaporkan adanya hubungan kuat dan bermakna antara asupan zink dan kadar glukosa darah, sementara, Junia (2025) menegaskan bahwa konsumsi zink bersama magnesium juga berkontribusi signifikan terhadap kendali glukosa pada individu dewasa. Temuan tersebut secara keseluruhan mengindikasikan bahwa kecukupan

mikronutrien tertentu, khususnya zink, berpotensi berpengaruh terhadap profil glukosa darah.

International Diabetes Federation (IDF) Diabetes Atlas edisi ke-11, diperkirakan terdapat sekitar 589 juta orang dewasa berusia 20–79 tahun yang terdiagnosis diabetes pada tahun 2024. Pada tahun yang sama, lebih dari 9,5 juta individu mengalami diabetes tipe 1, termasuk sekitar 1,9 juta anak dan remaja berusia di bawah 20 tahun. Jumlah penyandang diabetes global diproyeksikan terus meningkat, dan diprediksi akan mencapai 853 juta jiwa pada tahun 2050 (IDF, 2025).

Hasil Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023 menyebutkan bahwa prevalensi diabetes melitus di Indonesia 1,7% atau sebesar 877.531 jiwa. Sedangkan di Provinsi Bengkulu prevalensi diabetes melitus sebesar 1,1% atau setara dengan 6.571 jiwa (Kemenkes, 2023). Puskesmas Sawah Lebar memiliki kasus diabetes melitus tertinggi (273 jiwa) dari 20 puskesmas yang ada di Kota Bengkulu (Dinkes Kota Bengkulu, 2024).

Survei pendahuluan yang dilaksanakan pada 10 responden penderita diabetes melitus tipe 2 di wilayah kerja Puskesmas Sawah Lebar menunjukkan bahwa frekuensi konsumsi pangan fermentasi masih bervariasi, dengan kecenderungan berada pada kategori jarang. Selain itu, asupan zat gizi yang diperoleh responden juga tergolong belum mencukupi. Kondisi ini mengindikasikan kemungkinan adanya ketidakseimbangan asupan mikronutrien dengan diabetes melitus tipe 2 yang dapat memengaruhi kontrol glikemik. Temuan awal ini menunjukkan adanya potensi hubungan antara konsumsi pangan

fermentasi dan asupan zat gizi terhadap kadar gula darah pada penderita wilayah tersebut.

Pangan fermentasi secara teori memiliki potensi dalam mengontrol kadar gula darah, namun hasil penelitian sebelumnya masih menunjukkan ketidakkonsistenan, sehingga hubungan tersebut belum dapat dipastikan secara ilmiah. Sampai saat ini, belum terdapat penelitian yang secara khusus menelaah hubungan frekuensi konsumsi pangan fermentasi serta asupan karbohidrat, lemak, serat, dan zink terhadap kadar gula darah, khususnya di Kota Bengkulu. Selain itu, belum ditemukan penelitian serupa yang dilakukan di wilayah kerja Puskesmas Sawah Lebar yang memiliki kasus diabetes melitus tertinggi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti tertarik melakukan kajian lebih mendalam untuk mengetahui hubungan frekuensi konsumsi pangan fermentasi, asupan karbohidrat, lemak, serta dan zink dengan kadar gula darah pada diabetes melitus tipe 2 di wilayah kerja Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, rumusan masalah diangkat pada penelitian ini adalah apakah ada hubungan frekuensi pangan fermentasi dan asupan zat gizi dengan kadar gula darah pada diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu.

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Diketahui hubungan frekuensi konsumsi pangan fermentasi dan asupan zat gizi dengan kadar gula darah penderita diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu.

1.3.2 Tujuan Khusus

- a. Diketahui karakteristik (umur, jenis kelamin) penderita diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu.
- b. Diketahui frekuensi konsumsi pangan fermentasi penderita diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu.
- c. Diketahui gambaran asupan karbohidrat, lemak, serat dan zink penderita diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu.
- d. Diketahui gambaran kadar gula darah sewaktu penderita diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu.
- e. Diketahui hubungan antara frekuensi konsumsi pangan fermentasi dengan kadar gula darah penderita diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu.
- f. Diketahui hubungan asupan karbohidrat dengan kadar gula darah penderita diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu.
- g. Diketahui hubungan asupan lemak dengan kadar gula darah penderita diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu.
- h. Diketahui hubungan asupan serat dengan kadar gula darah penderita diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu.

- i. Diketahui hubungan asupan zink dengan kadar gula darah penderita diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Bagi Peneliti

Menambah wawasan dan pengetahuan peneliti mengenai peran tentang hubungan frekuensi konsumsi pangan fermentasi dan asupan zat gizi dengan kadar gula darah penderita diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi pengalaman langsung dalam menerapkan teori gizi dan penelitian lapangan secara ilmiah.

1.4.2 Bagi Masyarakat

Memberikan informasi tentang hubungan frekuensi konsumsi pangan fermentasi dan asupan zat gizi dengan kadar gula darah sewaktu pada penderita diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu.

1.4.3 Bagi Akademik

Memberikan informasi dapat menjadi bahan referensi dan sumber data ilmiah bagi mahasiswa atau peneliti lain yang tertarik untuk mengkaji topik serupa, terutama terkait hubungan pangan fermentasi dan asupan zat gizi terhadap kadar gula darah sewaktu. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat memperkaya literatur ilmiah di bidang gizi masyarakat dan dietetik klinik.

1.5 Keaslian Penelitian

Tabel 1. 1 Keaslian Penelitian

No	Nama dan Tahun Penelitian	Judul Kajian	Persamaan	Perbedaan
1	Chan <i>et al.</i> , (2024)	<i>The impact of botanical fermented foods on metabolic syndrome and type 2 diabetes: a systematic review of randomizer controlled trials</i>	1.Variabel yang diteliti meliputi makanan fermentasi dan DM Tipe 2.	1.Variabel yang diteliti meliputi konsumsi pangan fermentasi, asupan karbohidrat, lemak, serat dan zink
2	Maulidiana <i>et al.</i> , (2024)	<i>Correlation Between Dietary Diversity, Fermented Food Intake, and Blood Glucose Control in Patients with Type2 Diabetes</i>	1.Variabel yang diteliti meliputi makanan fermentasi 2. Sampel penelitian adalah responden yang terdiagnosa DM Tipe 2	1.Variabel yang diteliti meliputi konsumsi pangan fermentasi, asupan karbohidrat, lemak, serat dan zink 2. Jumlah sempel yang digunakan
3	Naswa Dt <i>et al.</i> , (2024)	Hubungan Asupan Karbohidrat, Indeks dan Beban Glikemik dengan Kadar Glukosa Darah Penderita Diabetes Melitus tipe 2 di Wilayah Kerja Puskesmas Lubuk Buaya Kota Padang Tahun 2023	1.Variabel independen yang diteliti yaitu asupan karbohidrat dan variabel dependen yaitu kadar glukosa darah 2. Sampel penelitian merupakan responden pasien yang terdiagnosa DM Tipe 2	1.Variabel yang diteliti meliputi konsumsi pangan fermentasi, asupan karbohidrat, lemak, serat dan zink 2.Tempat penelitian Lubuk Buaya Kota Padang
4	Tantri <i>et al.</i> , (2024)	Hubungan Tingkat Asupan Zat Gizi Makro, Indeks Glikemik, Beban	1.Variabel yang diteliti meliputi asupan zat gizi makro (karbohidrat, lemak) 2.Sempel penelitian	1.Variabel yang diteliti adalah kons -umsi pangan fermentasi, asupan karbohidrat, lemak,

No	Nama dan Tahun Penelitian	Judul Kajian	Persamaan	Perbedaan
		Glikemik dengan Glukosa Darah Sewaktu pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2	yang digunakan adalah responden dengan diagnosa penderita DM Tipe 2	serat dan zink 2. Tempat penelitian di RSUD Az-Zahra Lampung Tengah
5	Hamama <i>et al.</i> , (2024)	Hubungan Asupan Serat dengan Kadar Glukosa Darah Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 Di Wilayah Kerja Puskesmas Lubuk Buaya Kota Padang Tahun 2023	1. Variabel yang diteliti meliputi asupan serat dan DM Tipe 2 2. Sampel penelitian menggunakan responden pasien yang terdiagnosa DM Tipe 2	1. Variabel yang diteliti adalah konsumsi pangan fermentasi, asupan karbohidrat, lemak, serat dan zink 2. Tempat penelitian Lubuk Buaya Kota Padang 3. Tahun penelitian 2023
6	Adinda dan Luthfiyah, (2023)	Tingkat konsumsi Zn, Se dan GDS pasien diabetes melitus tipe 2	1. Variabel independen yang diteliti yaitu konsumsi Zn dan variabel dependen yakni GDS 2. Sampel penelitian ini adalah pasien DM Tipe 2	1. Variabel yang diteliti meliputi konsumsi pangan fermentasi, asupan karbohidrat, lemak, serat dan zink
7	Ridwanto <i>et al.</i> , (2020)	Hubungan asupan zink dan stres psikologis dengan Kadar glukosa darah 2 jam pasca puasa pada pasien diabetes melitus tipe 2	1. Variabel independen yang diteliti yaitu konsumsi zink 2. Sampel penelitian ini adalah pasien DM Tipe 2	1. Variabel yang diteliti meliputi konsumsi pangan fermentasi, asupan karbohidrat, lemak, serat dan zink

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Diabetes Melitus

2.1.1 Pengertian Diabetes Melitus

Diabetes melitus adalah penyakit metabolisme yang berlangsung lama dan terjadi karena kadar gula dalam darah meningkat, serta tingkat HbA1c naik, karena tubuh tidak mampu mengeluarkan insulin dan tidak bekerja dengan baik (Perkeni, 2024). Diabetes melitus ialah kelompok penyakit metabolik yang bersifat heterogen dan ditandai dengan hiperglikemia kronis akibat gangguan metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein. Kondisi tersebut terjadi karena fungsi insulin yang tidak memadai, baik akibat gangguan sekresi insulin, penurunan sensitivitas jaringan terhadap insulin (resistensi insulin), maupun kombinasi dari keduanya (Schleicher *et al.*, 2022; Mardalena, 2021).

Diabetes melitus mengacu pada sekelompok penyakit heterogen, secara umum memiliki ciri khas berupa meningkatnya kadar gula darah melebihi ambang batas nilai normal (Harreiter dan Roden, 2023). Seseorang dikatakan menderita Diabetes Melitus apabila mengalami gangguan metabolik yang ditandai dengan kadar glukosa darah sewaktu melebihi 200 mg/dl dan kadar glukosa darah puasa melebihi 126 mg/dl (Ginanjar Abdurrahman, 2022). Diabetes melitus adalah penyakit kronis yang bersifat menetap dan hingga saat ini belum dapat disembuhkan, namun dapat dikendalikan melalui pengaturan pola makan, peningkatan aktivitas fisik, penggunaan obat sesuai anjuran, monitoring kadar glukosa darah, serta perawatan kaki secara rutin (Silalahi *et al.*, 2024).

Gejala yang sering dirasakan oleh penderita diabetes melitus meliputi: kerap buang air kecil (poliuria), dorongan untuk minum lebih banyak (polidipsi), dan nafsu makan meningkat (polifagia). Selain itu, ada juga keluhan seperti penglihatan menjadi kabur, kemampuan mengkoordinasikan gerakan anggota tubuh terganggu, terasa kesemutan di tangan atau kaki, gatal-gatal yang terasa sangat mengganggu, serta berat badan turun tanpa sebab yang jelas (Marselin *et al.*, 2021).

2.1.2 Klasifikasi Diabetes Melitus

Ada beberapa jenis dan klasifikasi diabetes melitus menurut Perkeni (2024) adalah sebagai berikut:

a. **Diabetes Melitus Tipe 1**

Diabetes melitus tipe 1 merupakan kondisi yang disebabkan oleh destruksi sel β pankreas sehingga produksi insulin mengalami defisiensi absolut. Proses destruksi tersebut umumnya dipengaruhi oleh mekanisme autoimun, meskipun pada sebagian kasus penyebabnya bersifat idiopatik atau belum dapat dijelaskan secara pasti.

b. **Diabetes Melitus Tipe 2**

DM tipe 2 terjadi karena resistensi insulin. Hal ini ditandai dengan adanya gangguan pada kerja dan produksi insulin, di mana pankreas tidak mampu memproduksi insulin dalam jumlah yang cukup untuk mengatur kadar glukosa darah secara normal.

c. **Diabetes Melitus Gestasional**

Diabetes gestasional biasanya muncul pada ibu hamil ketika memasuki usia TM II dan III, dimana sebelum kehamilan tidak terdapat diabetes.

d. Diabetes Melitus Tipe Lain

Diabetes melitus tipe lain dikaitkan dengan etiologi lain seperti diabetes neonatal, *maturity onset diabetes of young* (MODY).

2.1.3 Etiologi Diabetes Melitus

Penyebab penyakit diabetes melitus merupakan hasil interaksi kompleks antara faktor genetik dan faktor lingkungan. Selain itu, gangguan pada proses sekresi maupun kerja insulin juga berperan dalam timbulnya penyakit ini. Abnormalitas metabolik yang memengaruhi fungsi sekresi insulin, disfungsi pada mitokondria, serta berbagai kondisi lain yang menghambat toleransi glukosa turut berkontribusi terhadap terjadinya diabetes. Penyakit ini juga dapat berkembang akibat kerusakan jaringan pankreas eksokrin yang berdampak pada fungsi sel islet pankreas. Selain itu, peningkatan aktivitas hormon yang bersifat antagonis terhadap insulin dapat menjadi faktor penyebab tambahan dalam perkembangan diabetes melitus (Lestari *et al*, 2021).

Ada beberapa aspek resiko diabetes melitus menurut (Perkeni, 2024) yaitu sebagai berikut:

- a. Faktor risiko yang tidak bisa dimodifikasi
 1. Ras dan etnik
 2. Riwayat keluarga dengan DM Tipe 2

3. Umur: risiko untuk menderita intoleransi glukosa meningkat seiring dengan meningkatnya usia. Usia >40 tahun harus dilakukan skrining diabetes melitus tipe 2.
4. Riwayat melahirkan bayi dengan BB lahir > 4000 gram atau riwayat pernah menderita diabetes melitus gestasional (DMG). Riwayat lahir dengan berat badan rendah, kurang dari 2,5 kg. Bayi yang lahir dengan BB rendah mempunyai risiko yang lebih tinggi dibanding dengan bayi yang lahir dengan BB normal.

b. Faktor resiko yang bisa dimodifikasi

1. Berat badan lebih ($IMT \geq 23 \text{ kg/m}^2$)
2. Kurangnya aktivitas fisik
3. Hipertensi ($> 140/90 \text{ mmHg}$)
4. Dislipidemia ($HDL < 35 \text{ mg/dL}$ dan/atau trigliserida $> 250 \text{ mg/dL}$)
5. Diet tak sehat (*unhealthy diet*). Diet dengan tinggi glukosa dan rendah serat akan meningkatkan risiko menderita prediabetes/intoleransi glukosa dan diabetes melitus tipe 2.

c. Faktor lain yang terkait dengan risiko diabetes melitus tipe 2

1. Individu yang mengalami sindrom metabolic diertai riwayat toleransi glukosa terganggu (TGT) atau glukosa darah puasa terganggu (GDPT).
2. Pasien yang memiliki riwayat penyakit kardiovaskular, termasuk stroke, penyakit jantung koroner, atau penyakit arteri perifer.

Berdasarkan pendapat Tandra (2020) yang dikutip dari Hartono dan Ediyono (2024), terdapat beberapa kondisi yang dapat memicu terjadinya penyakit diabetes melitus, yakni sebagai berikut:

a. Usia

Pada usia lanjut, risiko terjadinya diabetes melitus meningkat apabila asupan makanan tinggi kalori atau kaya karbohidrat dikonsumsi secara berlebihan. Kondisi tersebut terjadi akibat penurunan kapasitas fungsi pankreas serta menurunnya sensitivitas dan efektivitas kerja insulin dalam mengatur kadar glukosa darah.

b. Ras atau etnis

Prevalensi diabetes melitus cenderung lebih tinggi pada individu dengan ras kulit hitam dibandingkan dengan individu berkulit putih. Selain itu, populasi Asia juga menunjukkan kerentanan yang lebih besar terhadap terjadinya penyakit diabetes melitus.

c. Gaya hidup

Kebiasaan gaya hidup yang tidak sehat, misalnya melewatkan sarapan, mengonsumsi makanan pada malam hari hingga larut malam, serta mengalami kesulitan untuk tidur setelah mengonsumsi makanan berat, merokok, kurang olahraga, serta peningkatan berat badan, dapat berkontribusi terhadap terjadinya resistensi insulin yang berujung pada diabetes melitus. Risiko terjadinya diabetes ditemukan pada lebih dari 80% individu yang mengalami obesitas. Selain itu, kondisi obesitas

juga meningkatkan kemungkinan terjadinya penyakit kardiovaskular, seperti penyakit jantung dan stroke, hingga 2 hingga 4 kali lipat. Penumpukan lemak, terutama di area abdominal, menyebabkan penurunan sensitivitas insulin, sehingga kadar glukosa darah lebih mudah meningkat.

d. Terapi obat

Penggunaan obat-obatan tertentu dapat memengaruhi metabolisme glukosa dalam tubuh. Penderita asma atau rematik yang secara rutin mengonsumsi obat golongan steroid berisiko mengalami peningkatan kadar glukosa darah akibat efek *counter-insulin* yang dimilikinya. Demikian pula, beberapa jenis obat lain seperti penyekat β (*beta-blocker*), diuretik, obat antituberkulosis seperti *isoniazid* (INH), obat asma seperti salbutamol dan terbutalin, obat antiretroviral untuk HIV seperti pentamidin dan *protease inhibitor*, serta obat penurun kolesterol seperti niasin, juga dapat meningkatkan kadar glukosa darah melalui mekanisme yang serupa.

e. Infeksi pada pankreas

Diabetes melitus dapat dipicu oleh adanya gangguan pada pankreas, seperti pankreatitis, maupun oleh penyakit yang memengaruhi fungsi kelenjar hipofisis, misalnya akromegali.

f. Kehamilan

Diabetes melitus terjadi sekitar 2–5% wanita selama masa kehamilan, kondisi ini dikenal sebagai diabetes melitus gestasional.

g. Keturunan

Riwayat diabetes melitus dalam keluarga merupakan salah satu faktor predisposisi terjadinya penyakit ini, di mana individu dengan anggota keluarga yang menderita diabetes memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami kondisi serupa.

h. Stres

Stress memicu peningkatan sekresi hormon kontraregulator insulin, seperti kortisol, glukagon, katekolamin, dan hormon pertumbuhan, yang menghambat kerja insulin sehingga menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah.

2.1.4 Patofisiologi Diabetes Melitus

Perkembangan diabetes melitus tipe 2 secara genetik, terutama dipengaruhi oleh dua mekanisme utama, yaitu resistensi insulin dan disfungsi sel beta pankreas. Resistensi insulin umumnya ditemukan pada penderita dengan obesitas, di mana hormon insulin tidak mampu bekerja secara efektif pada jaringan otot, lemak, maupun hati. Kondisi ini memicu pankreas meningkatkan produksi insulin sebagai kompensasi. Namun ketika sel beta tidak lagi mampu memproduksi insulin dalam jumlah yang lumayan banyak untuk mengatasi resistensi tersebut, kadar glukosa darah mulai meningkat dan pada akhirnya menyebabkan hiperglikemia kronis. Keadaan hiperglikemia yang berkelanjutan kemudian memperparah kerusakan sel beta sekaligus mempertinggi resistensi insulin, sehingga progresivitas diabetes melitus tipe 2 semakin meningkat (Decroli, 2019).

Resistensi insulin tercermin dari kebutuhan kadar insulin yang cenderung lebih meningkat daripada normal untuk mempertahankan kadar glukosa dalam darah tetap stabil. Pada tingkat sel, kondisi ini menunjukkan adanya gangguan pada proses pensinyalan insulin, baik sebelum reseptor, pada reseptor, maupun setelah reseptor. Dari aspek molekuler, beberapa faktor yang berperan dalam terjadinya resistensi insulin meliputi perubahan aktivitas protein kinase B, mutasi pada Insulin Receptor Substrate (IRS), peningkatan fosforilasi serin pada IRS, disfungsi Phosphatidylinositol 3-Kinase (PI3K), keterlibatan protein kinase C, serta mekanisme yang menghambat transkripsi gen reseptor insulin (Decroli, 2019).

2.15 Pencegahan Diabetes Melitus

Pencegahan diabetes melitus menurut Lu (2024) bisa melalui intervensi gaya hidup intensif, meliputi penerapan terapi diet dan peningkatan aktivitas fisik yang bertujuan menurunkan berat badan. Setiap penurunan berat badan sebesar satu kilogram dapat menurunkan risiko terjadinya diabetes melitus tipe 2 hingga 16%. Penggunaan obat-obatan tertentu juga berperan dalam mengatasi diabetes melitus tipe 2. Belum terdapat obat yang disetujui secara khusus oleh *Food and Drug Administration* (FDA) untuk indikasi pencegahannya, namun beberapa agen hipoglikemik seperti metformin, inhibitor α -glukosidase (AGIs), tiazolidindion (TZDs), serta inhibitor *sodium-glucose cotransporter* (SGLT) menunjukkan potensi dalam menurunkan risiko perkembangan penyakit tersebut.

Hasil analisis Ravindrarajah (2023) menunjukkan bahwa pemanfaatan catatan kesehatan elektronik dalam program pencegahan diabetes efektif dalam

mendukung pelaksanaan intervensi berskala luas, baik pada tingkat nasional maupun regional. Salah satu contohnya adalah *Finnish National Diabetes Prevention Program* (FIN-D2D), yang melibatkan kegiatan edukasi mengenai gizi dan aktivitas fisik selama periode 9 hingga 12 bulan.

Terdapat tiga jenis pencegahan menurut penjelasan Perkeni (2021):

a. Pencegahan primer

Upaya pencegahan ini pada kelompok dengan faktor resiko yaitu individu belum terpapar, namun memiliki potensi untuk menderita diabetes melitus tipe 2. Upaya yang dapat dilakukan yaitu terutama pada perubahan gaya hidup berupa pengaturan diet, meningkatkan kegiatan olahraga fisik, menghentikan kebiasaan merokok dan pada kelompok dengan resiko tinggi dapat dilakukan terapi farmakologi.

b. Pencegahan sekunder

Pencegahan sekunder merupakan upaya untuk mencegah atau menghambat timbulnya penyulit pada penderita yang telah terdiagnosis diabetes melitus tipe 2.

c. Pencegahan tersier

Pencegahan ini ditunjukkan kepada penyandang diabetes yang telah mengalami komplikasi dengan tujuan mencegah kecacatan lebih lanjut serta meningkatkan kualitas hidup.

2.2 Pangan Fermentasi

2.2.1 Pengertian Pangan Fermentasi

Pangan fermentasi merupakan bahan pangan yang dihasilkan dari proses fermentasi. Dimana proses fermentasi merupakan proses pengolahan pangan dengan memanfaatkan mikroba untuk menghasilkan produk olahan baru yang memiliki karakteristik aroma dan flavor yang khas. Pada proses fermentasi akan ada pemecahan substrat oleh mikroba menghasilkan alkohol, karbondioksida, ataupun asam organik (Azara dan Saidi, 2020).

Pangan fermentasi menurut Dimidi (2019) yang dikutip dari Mirdhayati, (2022) menyebutkan bahwa pangan fermentasi merupakan hasil dari proses biotransformasi bahan makanan atau minuman melalui pertumbuhan mikroorganisme yang dikendalikan, di mana mikroba tersebut berperan dalam menguraikan komponen pangan secara enzimatik untuk menghasilkan produk dengan karakteristik baru.

Makanan fermentasi merupakan bahan pangan yang mengalami pertumbuhan atau kolonisasi oleh mikroorganisme yang aman dikonsumsi. Mikroorganisme tersebut menghasilkan enzim seperti amilase, protease, dan lipase yang berperan dalam menguraikan polisakarida, protein, serta lipid menjadi senyawa yang tidak beracun, serta memiliki cita rasa, aroma, dan tekstur yang khas dan disukai oleh konsumen (Li *et al.*, 2022). Diketahui bahwa sekitar 5% hingga 40% dari seluruh makanan yang dikonsumsi manusia termasuk dalam kelompok makanan fermentasi yang berdampak positif terhadap kesehatan. Melalui proses fermentasi dapat dihasilkan senyawa-senyawa atau vitamin yang

tidak dijumpai pada bahan yang belum mengalami proses fermentasi. Maka, makanan fermentasi mempunyai nilai fungsional yang bermanfaat bagi kesehatan (Lindayani, *et al* 2025).

2.2.2 Jenis – Jenis Pangan Fermentasi

Ada beberapa jenis pangan lokal fermentasi menurut Apriyanto (2021) yaitu sebagai berikut:

a. Pangan berbasis buah

Salah satu pangan fermentasi berbasis buah yang ada di Bengkulu yaitu tempoyak merupakan makanan fermentasi berbahan dasar buah durian yang kaya akan vitamin, mineral, lemak, protein, serat serta memiliki aroma dan rasa yang khas. Tempoyak sebagai pangan fermentasi tradisional yang sangat terikat dengan peran mikroba terutama BAL (bakteri asam laktat) gram positif.

b. Pangan berbasis pati dan biji-bijian

Ada beberapa jenis makanan dan minuman yang dihasilkan dari proses fermentasi, yaitu sebagai berikut:

1. Tape umbi – umbian (ubi jalar, talas dan singkong)

Dalam pembuatan tape, terjadi perubahan karbohidrat menjadi etanol. Proses fermentasi tape dimulai dengan hidrolisis pati menggunakan enzim amilase yang berasal dari kapang, khamir, atau bakteri yang memiliki kemampuan memecah pati. Tape memiliki kelebihan yaitu dapat meningkatkan kadar vitamin B1 (tiamin) hingga tiga kali lipat. Vitamin ini dibutuhkan oleh sistem saraf, otot, dan pencernaan untuk

berfungsi dengan baik. Karena itu, tape dapat dikategorikan sebagai sumber probiotik yang bisa membantu proses pencernaan di dalam tubuh.

2. Tempe adalah pangan fermentasi berbahan baku kedelai. Mikroba yang berperan dalam pembuatan tempe adalah *Rhizopus oligosporus* (Azara dan Saidi, 2020).

3. *Nata de cassava*

Nata de Cassava adalah produk olahan singkong menggunakan isolate *Acetobacter xylinum*. Isolat ini mampu menghasilkan enzim yang dapat mengubah glukosa menjadi rantai serat atau selulosa. Dengan pertumbuhan banyak isolate di dalam medium, akan terbentuk lembaran-lembaran selulosa yang tampak padat dengan warna putih hingga transparan, yang dikenal sebagai nata.

- c. Pangan berbasis tumbuhan, salah satunya yang terkenal di Bengkulu ada *Lemea* atau lemah yang terbuat dari tunas bambu muda yang kemudian didiamkan atau diperam menggunakan air sehingga nanti setelah selesai proses fermentasi lemea/lemah akan mengeluarkan bau asam (Supandi, 2023).
- d. Pangan fermentasi berbasis ikan misalnya ada bekasam, bekasam yang merupakan produk hasil fermentasi ikan ini mempunyai rasa khas dengan paduan antara rasa asam dan asin yang dapat meningkatkan selera makan, namun saat ini bekasam sudah tidak banyak dikenal di masyarakat (Lestari, *et al*, 2022).

e. Pangan berbasis susu

Terdapat banyak produk berbasis susu diantaranya yoghurt, kefir, dangke, dadih dan keju *mozzarella* (Nabilah *et al.*, 2022).

1. Yakult

Yakult merupakan minuman probiotik hasil fermentasi yang memanfaatkan bakteri *Lactobacillus casei* strain Shirota. Produk ini dibuat dari susu skim yang dipadukan dengan air, sukrosa, dekstrosa, serta bahan perisa alami. Keberadaan probiotik di dalam Yakult mampu menghambat perkembangan bakteri patogen karena proses fermentasi menghasilkan asam laktat yang meningkatkan keasaman saluran pencernaan. Lingkungan yang lebih asam tersebut membatasi pertumbuhan mikroorganisme merugikan, termasuk *Salmonella typhi*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, dan *Staphylococcus aureus* (Arista *et al.*, 2021).

2. Yoghurt

Yoghurt merupakan produk fermentasi susu yang bersifat semi padat. Bahan utama yoghurt bisa berupa susu segar atau susu skim, yaitu susu tanpa lemak, yang dicampur dengan air dalam rasio tertentu untuk mendapatkan konsistensi yang diinginkan. Bakteri yang digunakan biasanya merupakan starter dengan kombinasi *Sterptococcus thermophillus* dan *Lactobacillus bulgaricus*, yang memiliki peran sinergis dalam pembentukan tekstur dan aroma. Selain itu, yoghurt juga memiliki manfaat seperti membantu pencernaan, mencegah diare,

mengurangi kadar kolesterol dalam darah yang tinggi, serta membantu melawan sel-sel kanker.

3. Keju *mozzarella*

Keju adalah produk pangan turunan susu yang diproduksi dengan cara mengkoagulasi protein kasein susu, sering kali melalui bantuan enzim rennet dan kultur bakteri asam laktat yang mengawali proses fermentasi. Keju *mozzarella* merupakan salah satu varietas keju lunak segar (*fresh soft cheese*) yang paling banyak dikonsumsi secara global. Berasal dari Italia, keju ini diklasifikasikan dalam kategori *pasta filata*, yang merujuk pada proses produksinya yang khas, yaitu pemanasan dan peregangannya (*curd*) dalam air panas untuk mencapai tekstur yang berserat dan elastis (Sulastri *et al.*, 2025).

2.2.3 Manfaat Pangan Fermentasi terhadap Kesehatan Metabolik

Makanan fermentasi tradisional dapat meningkatkan kesehatan melalui berbagai mekanisme, seperti produksi asam organik, perubahan komponen nutrisi, modulasi mikrobiota usus, serta aktivitas sistem imun. Mikroba hidup yang terkandung dalam makanan fermentasi berfungsi sebagai probiotik, yang mampu bertahan selama proses transit melalui lambung dan mencapai usus besar, tempat mereka menjalankan fungsinya (Xing *et al.*, 2023).

Mikrobiota usus mempunyai peran penting terhadap kesehatan, terutama dalam sistem imun dan penyerapan zat gizi. Mikrobiota ini merupakan kumpulan mikroorganisme di saluran gastrointestinal, termasuk bakteri dan bakteriofag. Ketidakseimbangan komposisi mikrobiota usus dapat meningkatkan resiko

berbagai penyakit, seperti penyakit radang usus, alergi, diabetes dan obesitas. Selain itu, mikrobiota usus berperan untuk menyerap energi dari karbohidrat yang tidak dicerna di usus halus, melalui fermentasi (Simanjuntak dkk.,2022).

Pangan fermentasi juga memberikan berbagai manfaat kesehatan, seperti efek antidiabetik, antioksidan, antiinflamasi serta peningkatan sistem imun. Selain itu, senyawa peptida hasil fermentasi, terutama dari susu memiliki manfaat lain seperti antihemolitik, antioksidan, anti mutagenik, menurunkan denyut jantung, mengurangi lemak hati dan kolesterol darah, serta berperan dalam modulasi mikroba usus dan aktivitas antimikroba (Purwandari *et al.*, 2024).

Pangan fermentasi memiliki potensi manfaat pada berbagai kondisi seperti penyakit radang usus, sindrom iritasi usus, serta penyakit celiac. Selain itu, pangan fermentasi juga berpengaruh pada gangguan ekstra intestinal seperti alergi, asma, obesitas, sindrom metabolik, dan penyakit kardiovaskular. Fermentasi juga berperan dalam menonaktifkan komponen pangan beracun dan menurunkan faktor antinutrisi (Li *et al.*, 2022).

Hasil kajian Ramadhani (2024) menegaskan pentingnya makanan fermentasi sebagai bagian dari strategi kesehatan masyarakat, mengingat kontribusinya dalam mendukung fungsi pencernaan, memperkuat imunitas, dan mencegah berbagai penyakit. Makanan fermentasi tradisional Indonesia tidak hanya bernilai budaya tetapi juga memiliki potensi besar sebagai pangan fungsional untuk meningkatkan kualitas hidup.

2.2.4 Peran Pangan Fermentasi terhadap Sensitivitas Insulin

Makanan fermentasi mengandung berbagai mikroorganisme probiotik serta komponen prebiotik yang tidak dapat dicerna. Fermentasi merupakan proses pemecahan gula oleh bakteri dan spesies ragi yang tidak hanya berperan dalam pengawetan makanan, tetapi juga berkontribusi dengan pertumbuhan bakteri penghasil asam lemak rantai pendek (short-chain fatty acids, SCFA) di kolon serta meningkatkan jumlah bakteri baik di usus. Konsumsi makanan fermentasi secara teratur telah dikaitkan dengan berbagai manfaat kesehatan, termasuk peningkatan fungsi pencernaan, peningkatan sistem imun, dan penurunan berat badan. Temuan ini menunjukkan bahwa makanan fermentasi berpotensi digunakan dalam merancang pendekatan terapi nutrisi yang efektif untuk kondisi obesitas (Jalili *et al.*, 2023).

Hubungan antara mikrobiota usus dan patogenesis diabetes melitus tipe 2 menunjukkan bahwa efek menguntungkan terhadap fenotipe metabolik inang sering dimediasi oleh SCFA, terutama asetat, butirat, dan propionat, yang merupakan metabolit kecil hasil fermentasi mikroba terhadap karbohidrat yang tidak dapat dicerna. SCFA berperan dalam mengatur homeostasis glukosa melalui beberapa mekanisme, antara lain menurunkan produksi glukosa, meningkatkan penyerapan glukosa dan sintesis glikogen di hati, meningkatkan massa sel β pankreas, serta mengatur sekresi insulin. Selain itu, SCFA berpotensi meningkatkan metabolisme lipid dengan meningkatkan kapasitas penyangga lipid jaringan adiposa, mengurangi peradangan jaringan adiposa, serta meningkatkan oksidasi asam lemak dan fungsi mitokondria di hati dan otot rangka (Tang *et al.*,

2021). Penelitian yang dilakukan oleh Pham (2023) juga mengatakan peningkatan kadar SCFA setelah intervensi dikaitkan dengan penurunan konsentrasi insulin puasa, sehingga memberikan efek menguntungkan terhadap sensitivitas insulin.

2.3 Asupan Zat Gizi

2.3.1 Karbohidrat

2.3.1.1 Pengertian Karbohidrat

Karbohidrat merupakan senyawa organik yang tersusun atas aldehida atau keton yang mengalami polihidroksilasi beserta turunannya. Istilah karbohidrat mencakup berbagai senyawa, termasuk polimer yang terbentuk dari aldehida dan keton terpolihidroksilasi. Kelompok senyawa ini juga dikenal sebagai sakarida, terutama untuk karbohidrat sederhana maupun seluruh golongan karbohidrat. Dalam makhluk hidup, karbohidrat memiliki berbagai fungsi penting, antara lain sebagai komponen struktural penyusun serat tumbuhan serta sebagai cadangan energi yang disimpan pada akar, biji, dan buah. Selain itu, karbohidrat juga terdapat pada jaringan hewan dan berperan dalam membentuk berbagai molekul yang memiliki fungsi struktural maupun fisiologis. Berdasarkan jumlah unit gula penyusunnya serta jenis ikatan kimia antarunit gula, karbohidrat dikelompokkan menjadi beberapa kategori, yaitu gula, pati, dan serat (Yunianto *et al.*, 2021).

2.3.1.2 Manfaat Karbohidrat

Manfaat karbohidrat menurut Simanjuntak (2022) sebagai berikut:

1. Karbohidrat sebagai sumber energi utama
2. Pemberi rasa manis
3. Pengatur metabolisme lemak
4. Menghemat fungsi protein

5. Sumber energi utama bagi otak dan susunan saraf pusat
6. Membantu pengeluaran feses

2.3.1.3 Kebutuhan Karbohidrat

Komposisi dan kebutuhan karbohidrat yang dianjurkan menurut perkeni (2021) yakni sebagai berikut:

- a. Karbohidrat yang dianjurkan berkisar antara 45-65% dari total kebutuhan energi harian, dengan mengutamakan sumber karbohidrat yang berserat tinggi.
- b. Pembatasan konsumsi karbohidrat hingga kurang dari 130 gram per hari tidak direkomendasikan bagi penyandang diabetes.
- c. Penggunaan glukosa dalam bumbu masakan masih diperbolehkan, sehingga penyandang diabetes melitus dapat mengonsumsi menu yang sama dengan anggota keluarga lainnya tanpa perlu menyiapkan makanan khusus.
- d. Asupan sukrosa sebaiknya dibatasi hingga tidak melebihi 5% dari total kebutuhan energi harian.
- e. Penderita diabetes melitus dianjurkan mengonsumsi makanan utama sebanyak tiga kali sehari. Apabila diperlukan, dapat ditambahkan makanan selingan, seperti buah atau jenis pangan lain, yang tetap diperhitungkan sebagai bagian dari total kebutuhan energi harian.

2.3.1.4 Sumber Karbohidrat

Beberapa jenis sumber karbohidrat menurut Yunianto (2021) yaitu sebagai berikut:

1. Beras

Beras merupakan bahan pangan pokok yang dikonsumsi oleh sebagian besar masyarakat Indonesia. Bahan pangan ini mengandung karbohidrat dalam jumlah tinggi sebagai sumber energi utama, namun memiliki kandungan protein yang relatif rendah. Di Indonesia terdapat beberapa jenis beras yang umum dikonsumsi, antara lain beras putih (*Oryza sativa* L.), beras merah (*Oryza nivara*), dan beras hitam (*Oryza sativa* L. *indica*).

2. Terigu

Terigu atau tepung terigu adalah tepung yang berasal dari bulir gandum. Tepung terigu biasa digunakan sebagai bahan dasar pembuatan kue, mie, dan roti. Tepung terigu berfungsi untuk membentuk adonan, mengikat bahan lain, membentuk struktur yang kuat dan membentuk cita rasa. Protein yang terkandung dalam tepung terigu antara lain gluten, gliadin, albumin, globulin dan protease.

3. Padi-padian

Ketan (*Oriza sativa glutinosa*) masuk ke dalam kelompok varietas padi dan merupakan tumbuhan semusim. Beras ketan memiliki daya lekat yang jauh lebih tinggi dibandingkan beras biasa karena beras ketan mengandung amilopektin. Kadar lemak dalam beras ketan cukup rendah, hanya sekitar 0,7%, begitu juga dengan kandungan vitamin dan mineralnya. Vitamin yang terkandung dalam beras ketan di antaranya thiamin, riboflavin dan niacin. Sementara mineral yang terkandung dalam beras ketan adalah besi dan kalsium.

4. Ubi

Umbi-umbian adalah bahan makanan yang diperoleh dari dalam tanah. Contoh dari umbi-umbian yang bisa dikonsumsi sebagai sumber karbohidrat pengganti beras diantaranya:

a. Ubi kayu

Ubi kayu sering juga disebut dengan singkong. Kandungan zat gizi paling banyak dari ubi kayu ialah

karbohidrat, air, sedikit protein, lemak dan mineral. Perbedaan komponen zat gizi dari ubi kayu dipengaruhi oleh jenis atau varietas ubi kayu tersebut.

b. Ubi jalar

Selain karbohidrat kompleks, zat gizi yang terkandung dalam ubi jalar adalah serat, pati sederhana (oligosakarida), beta karoten, vitamin C, dan vitamin B6. Varietas ubi jalar dengan daging oranye gelap memiliki kandungan beta karoten dan vitamin A lebih tinggi dibandingkan dengan varietas lain.

c. Kentang

Di dalam kentang, terkandung zat gizi karbohidrat, protein, lemak dalam jumlah sedikit, mineral seperti besi, fosfor, magnesium, natrium, kalsium, dan kalium, serta vitamin. Perbandingan protein terhadap karbohidrat kentang lebih tinggi dibandingkan dengan biji sereal dan umbi lain. Kandungan asam amino yang seimbang pada kentang sangat baik bagi kesehatan

d. Ganyong

Kandungan karbohidrat pada ganyong cukup tinggi, yaitu sebesar 85,2 gram dalam 100 gram ganyong segar. Kandungan karbohidrat yang tinggi ini menyebabkan ganyong sangat tepat digunakan untuk membuat aneka olahan makanan pengganti beras.

e. Talas

Talas merupakan salah satu sumber karbohidrat dengan kandungan yang cukup tinggi, yaitu sekitar 77,9%. Ubi ini memiliki kadar amilopektin yang relatif tinggi, sehingga menghasilkan tekstur yang lengket dan pulen menyerupai beras ketan. Selain itu, pati yang terkandung dalam talas mudah dicerna oleh tubuh, sehingga sesuai dijadikan sebagai makanan bagi lanjut usia maupun sebagai bagian dari menu diet pada masa pemulihan setelah sakit.

f. Sagu dapat dikonsumsi sebagai bahan makanan pokok, misalnya papeda, sinoli, dan tutupola. Sagu memiliki kandungan karbohidrat yang lebih tinggi dibandingkan dengan beras maupun kelompok umbi-umbian lainnya. Kandungan energi yang dihasilkan sagu relatif sebanding dengan beras dan jagung. Selain sebagai sumber karbohidrat, sagu juga mengandung serat pangan yang berperan dalam mendukung kesehatan sistem pencernaan.

5. Roti

Roti adalah makanan olahan yang terbuat dari tepung terigu yang difermentasi menggunakan ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) atau

bahan pengembang lainnya, untuk kemudian dipanggang. Beberapa jenis roti seperti roti gandum, baguette, croissant, bagel, roti tawar. Kandungan gizi dalam roti yang paling banyak adalah karbohidrat, namun demikian, komponen masing-masing zat gizi, seperti protein, lemak, dan mineral berbeda-beda, tergantung dari bahan baku pembuat roti.

6. Makanan jadi

Makanan jadi dalam kemasan seperti mie instan, dapat dilihat nilai gizinya yang tercetak di kemasannya.

2.3.2 Asupan Lemak

2.3.2.1 Pengertian Lemak

Lemak termasuk dalam kelompok zat gizi makro, dan merupakan salah satu senyawa organik yang memiliki sifat tidak dapat larut dalam air, namun dapat larut dalam pelarut organik non-polar contohnya eter, klorofom, dan benzena. Sifat tidak larut air ini disebut dengan hidrofobik (sukar larut dalam air). Lemak memainkan peran biologis yang sangat kompleks, diantaranya adalah sebagai penyusun struktur pada membran sel, sumber energi, dan pengaturan impuls saraf. Lemak menjadi salah satu unsur terpenting dalam kelompok zat gizi karena memiliki nilai energi yang tinggi untuk mendukung keberlangsungan makhluk hidup. 1 gram lemak dapat menghasilkan energi sebesar 9 kkal. Terdapat tiga komponen utama lemak yaitu trigliserida, fosfolipid, dan sterol. Trigliserida merupakan jenis lemak yang paling banyak ditemukan di dalam makanan. Lemak yang beredar dalam tubuh berasal dari makanan yang dikonsumsi dan juga dari hasil produksi organ hati (Fauziah *et al.*, 2025).

2.3.2.2 Manfaat Lemak

Lemak memainkan peranan penting dalam biologi sebagai sumber energi yang padat dan sebagai komponen struktural membran sel. Selain itu, lemak juga berfungsi sebagai pengantar beberapa vitamin yang larut dalam lemak dan sebagai isolator untuk menjaga suhu tubuh (Baharuddin *et al.*, 2024). Selain itu fungsi lemak yaitu sebagai cadangan energi, penyimpanan makanan dan transport, sebagai hormon mengatur yang komunikasi antar sel, sebagai vitamin yang membantu regulasi proses-proses biologi serta sebagai kulit pelindung komponen dinding sel (Mamuaja, 2017).

2.3.2.3 Kebutuhan Lemak

Kebutuhan asupan lemak yang dianjurkan menurut Perkeni (2021), yaitu sebagai berikut:

- a. Konsumsi lemak yang dianjurkan pada penderita diabetes melitus berkisar antara 20–25% dari total kebutuhan energi harian dan sebaiknya tidak melebihi 30% dari total asupan energi.
- b. Jenis lemak yang direkomendasikan terdiri atas lemak jenuh (SAFA) kurang dari 7% dari total kebutuhan energi, lemak tidak jenuh ganda (PUFA) kurang dari 10%, sedangkan kebutuhan lemak lainnya dapat dipenuhi dari lemak tidak jenuh tunggal (MUFA) sekitar 12–15%. Perbandingan komposisi lemak yang dianjurkan antara lemak jenuh, lemak tidak jenuh tunggal, dan lemak tidak jenuh ganda adalah 0,8 : 1,2 : 1.

- c. Jenis pangan yang perlu dibatasi adalah makanan dengan kandungan lemak jenuh dan lemak trans tinggi, seperti daging berlemak serta produk susu tinggi lemak (full cream).

2.3.2.4 Sumber Lemak

Lemak yang terdapat dalam makanan adalah campuran dari jenis lemak jenuh (SFA/*Saturated Fatty Acid*), lemak tak jenuh tunggal (MUFA/*Monounsaturated Fatty Acid*), dan lemak tak jenuh ganda (PUFA/*Polyunsaturated Fatty Acid*). Penggolongan makanan berdasarkan sumber lemak didasarkan pada kandungan dominan dari jenis asam lemak yang terdapat di dalam makanan tersebut.

- a. Asam lemak jenuh

Salah satu karakteristik sumber makanan yang mengandung tinggi asam lemak jenuh adalah padat di suhu ruang. Beberapa sumber pangan yang tinggi asam lemak jenuh diantaranya adalah minyak kelapa, daging merah, susu full krim, gorengan dan makanan lain yang digoreng terutama dengan teknik *deep frying*. Sebagian besar sumber pangan tinggi asam lemak jenuh berasal dari kelompok bahan pangan hewani (meskipun jenis unggas dan telur justru memiliki kandungan asam lemak tak jenuh lebih tinggi). Konsumsi berlebih pada makanan dengan kandungan lemak jenuh yang tinggi dapat meningkatkan kadar LDL (*Low Density Lipoprotein*) dan berisiko menyebabkan terjadinya penyakit jantung.

- b. Asam lemak tak jenuh

Asam lemak tak jenuh memiliki karakteristik yang cenderung berbentuk cair pada suhu ruang, hal tersebut dikarenakan adanya ikatan rangkap

struktur kimia pada asam lemak tak jenuh ($C=C$) yang dapat menciptakan lengkungan pada rangkai karbon sehingga asam lemak tidak saling menempel dengan rapat. Beberapa makanan yang mengandung asam lemak tak jenuh tunggal (MUFA) diantaranya adalah kacang almond, kacang mete, kacang tanah, minyak zaitun, alpukat, unggas, dan telur. Sumber pangan yang mengandung lemak tak jenuh ganda (PUFA) contohnya minyak jagung dan minyak kedelai yang mengandung asam lemak linoleat (LA) atau omega-6, sedangkan ikan salmon, ikan makarel, ikan tuna, biji-bijian utuh, polong-polongan, kacang-kacangan, sayuran berdaun hijau tua kaya akan asam lemak alfa-linolenat (ALA) atau omega-3 EPA dan DHA merupakan jenis asam lemak omega-3 yang banyak terdapat pada ikan atau sumber pangan laut.

2.3.3 Asupan Serat

2.3.3.1 Pengertian Serat

Serat atau dikenal juga dengan *fiber* merupakan bagian dari sel tumbuh-tumbuhan yang tidak dapat dicerna oleh enzim atau alat pencernaan lainnya. Definisi lain tentang serat makanan menurut (*The American Association of Cereal Chemist/AACC*, 2001) adalah bagian yang dapat dimakan dari tanaman atau karbohidrat analog yang resisten terhadap pencernaan dan absorpsi pada usus halus dengan fermentasi lengkap atau partial pada usus besar. Serat makanan yang dimaksud meliputi pati, polisakarida, oligosakarida, lignin, dan bagian tanaman lainnya (Maryoto, 2008).

Serat pangan adalah kumpulan zat yang bervariasi dengan efek biologis yang berbeda-beda. Sifatnya yang tidak dapat dicerna sepenuhnya serta tidak diserap di usus kecil manusia, namun dapat mengalami fermentasi sebagian atau sepenuhnya di usus besar (Fauziah *et al.*, 2025).

2.3.3.2 Struktur dan Klasifikasi Serat

Struktur serat pangan dalam Gropper (2018), *Advanced Nutrition and Human Metabolism, 7th Edition*:

1. Selulosa

Polimer linier yang panjang (zat dengan berat molekul tinggi yang terdiri dari rantai yang berulang) yang terdiri dari hingga 10.000 unit glukosa yang saling berikatan. Sebagai molekul besar, linier, dan bermuatan netral, selulosa tidak larut dalam air, meskipun dapat dimodifikasi secara kimiawi untuk digunakan sebagai bahan tambahan makanan dan bentuk yang dimodifikasi ini mungkin lebih mudah larut dalam air dan lebih mudah difermentasi oleh bakteri usus besar

2. Hemiselulosa

Terdiri dari kelompok polisakarida yang heterogen. Polisakarida ini bervariasi di antara tanaman dan di dalam tanaman tergantung pada lokasinya.

3. Pektin

Pektin, serat makanan dan fungsional, merupakan keluarga lain dari polisakarida heterogen yang ditemukan di dinding sel tanaman, daerah antar sel tanaman, dan di kulit luar serta kulit buah dan sayuran. Rantai

pentosa (xilosa dan arabinosa) dan heksosa (galaktosa, rhamnosa, dan fukosa) melekat pada tulang punggung pectin.

4. Phenol dalam Lignin

Lignin adalah polimer yang sangat bercabang dari unit-unit fenol (dibandingkan gula) dengan ikatan intramolekul yang kuat. Fenol utama yang menyusun lignin termasuk trans-koniferil, trans-sinapil, dan trans-p-koumaril. Lignin tidak larut dalam air, memiliki daya ikat hidrofobik, dan umumnya tidak difermentasi oleh bakteri kolon.

5. Gum

Gum mengandung tulang punggung galaktosa utama yang digabungkan dengan ikatan β (1-3) dan ikatan β (1-6) dengan rantai samping galaktosa, arabinosa, rhamnosa, asam glukuronat, atau asam metilglukuronat.

6. β -Glukan

β -Glukan merupakan homopolimer dari unit glukosa, tetapi ukurannya lebih kecil dan mengandung ikatan yang berbeda dari selulosa. β -glukan larut dalam air, dapat difermentasi dengan baik oleh bakteri kolon, dan membentuk gel kental di dalam saluran pencernaan.

Pengklasifikasian serat didasarkan pada kelarutan serat atau terfermentasi dengan baik dan ketidaklarutan serat/tidak terfermentasi, menurut Yusuf (2022) yaitu:

- a. Serat Larut, seperti β -Glukan, lendir, pektin, dan getah, adalah serat yang larut dalam air yang dihasilkan dari daging bagian dalam tanaman. Serat-serat ini menghasilkan gel lengket di dalam usus besar, di mana bakteri mencernanya menjadi gas dan produk sampingan seperti asam lemak

rantai pendek (SCFA). Gandum, selai, buah-buahan, kacang polong, kacang-kacangan, polong-polongan lainnya, dan sebagian besar sayuran akar mengandung serat larut yang tinggi. Serat larut mudah dicerna dan dapat meningkatkan volume feses dengan mendukung pertumbuhan mikrobioma usus dan produk sampingannya yaitu asam lemak rantai pendek (SCFA), yang menjaga integritas usus besar dan memulai serangkaian efek menguntungkan lainnya.

- b. Serat tidak larut berasal dari kulit luar tanaman, tidak mudah difermentasi, tidak larut dalam air, dan dalam banyak kasus, tidak dapat difermentasi oleh bakteri di usus besar. Sebagai efeknya, serat ini membentuk sebagian besar feses dan membantu dalam proses laksasi. Sumber serat tidak larut termasuk selulosa yang ditemukan dalam kentang, dedak jagung, kulit sebagian besar buah-buahan, banyak sayuran hijau, dan beberapa tanaman buah. Biji-bijian utuh mengandung hemiselulosa, sedangkan kacang-kacangan dan biji-bijian mengandung lignin. Serat tidak larut memiliki efek menggembungkan untuk meningkatkan massa feses, meredakan sembelit, dan meningkatkan keteraturan pencernaan.

2.3.3.3 Manfaat Serat

Beberapa manfaat serat pangan menurut Fauziah (2025) adalah sebagai berikut:

- a. Manfaat terhadap kesehatan jantung

Serat pangan, terutama serat larut, memiliki peran dalam menurunkan kolesterol jahat (LDL) yang merupakan faktor risiko utama penyakit

jantung. Studi menunjukkan bahwa konsumsi serat yang cukup membantu menjaga tekanan darah tetap normal dan meningkatkan kesehatan jantung.

b. Mengurangi resiko diabetes tipe 2

Konsumsi serat dapat membantu mengontrol kadar gula darah dengan memperlambat penyerapan glukosa ke dalam aliran darah. Hal ini mengurangi risiko terjadinya lonjakan gula darah dan menurunkan risiko diabetes melitus tipe 2

c. Manajemen berat badan

Serat memberikan rasa kenyang yang lebih lama, membantu mengontrol nafsu makan, dan mengurangi keinginan untuk makan berlebihan. Hal ini dapat bermanfaat untuk pencegahan obesitas.

2.3.3.4 Kebutuhan Serat

Kebutuhan asupan serat harian yang dianjurkan menurut Perkeni (2021) sebagai berikut:

- a. Penderita diabetes melitus dianjurkan mengonsumsi serat dari kacang-kacangan dan sayuran serta karbohidrat yang tinggi serat.
- b. Jumlah konsumsi serat yang disarankan adalah 35 gram perhari.

2.3.3.5 Sumber Serat

Tipe serat dalam makanan yakni terbagi menjadi dua kategori, sebagaimana disajikan pada tabel 2.1 dibawah ini:

Tabel 2.1 Sumber Serat dalam Makanan

Tipe serat	Sumber
Serat Tidak Larut Air	
Selulosa	Semua makanan nabati, terutama dedak gandum, polong-polongan, kacang - kacangan, kacang polong, umbi-umbian (seperti wortel), sayuran dari keluarga kubis, seledri, brokoli, biji-bijian, dan ape
Hemiselulosa	Biji-bijian utuh, terutama dedak, kacang-kacangan, dan polong-polongan
Lignin	Biji-bijian utuh, terutama dedak gandum, umbi-umbian matang (seperti wortel), buah-buahan berbiji yang bisa dimakan (seperti stroberi), dan brokoli (terutama batangnya)
Serat Larut Air	
Pektin	Buah jeruk, stroberi, apel, raspberry, polong-polongan, kacang-kacangan, beberapa sayuran (seperti wortel), dan oat
Gum	Oatmeal, barley, dan kacang-kacangan
B-Glucan	Oat dan barley
Pati Resisten	Biji-bijian dan biji-bijian yang digiling Sebagian, pisang mentah (hijau), polong-polongan, kentang mentah, dan jagung tinggi amilosa, nasi, pasta, kentang matang dingin, dan jagung tinggi amilosa
Fruktan	Chicory, asparagus, bawang merah, bawang putih, artichoke, tomat, pisang, gandum hitam, dan barley
Kitosan, kitin	Cangkang kepiting, udang, dan lobster

Sumber: Gropper (2018)

2.3.4 Asupan Zink

2.3.4.1 Pengertian Zink

Zink atau seng merupakan salah satu mineral mikro (*trace mineral*) yang esensial bagi seluruh makhluk hidup, termasuk tumbuhan, hewan, maupun mikroorganisme. Unsur ini memiliki simbol kimia Zn. Zink berfungsi dalam berbagai proses biologis penting, seperti mendukung pertumbuhan dan perkembangan, menjaga fungsi sistem saraf, memperkuat sistem imun, serta berperan dalam proses reproduksi (Azrimaidaliza *et al.*, 2020).

Zink merupakan unsur anorganik yang terdapat dalam jumlah kecil pada cairan serta jaringan tubuh, namun memiliki peran penting dalam proses pertumbuhan dan berbagai fungsi fisiologis. Sekitar 85% zink dalam tubuh tersimpan di jaringan otot dan tulang, 11% berada pada kulit dan hati, sedangkan sisanya tersebar di berbagai jaringan lainnya. Dalam plasma, sekitar 60% zink berikatan dengan albumin, 40% terikat pada makroglobulin, dan sekitar 3% berasosiasi dengan asam amino serta fraksi ultrafiltrasi ginjal (Zupo *et al.*, 2022).

Zink tidak dapat disintesis secara alami oleh tubuh manusia, sehingga asupan zink dari luar tubuh sangat diperlukan untuk mempertahankan kadar yang optimal. Unsur ini merupakan elemen jejak terbanyak kedua setelah zat besi. Selain itu, zink memiliki peran penting dalam sistem endokrin, khususnya dalam proses pembentukan serta menjaga stabilitas struktur hormon insulin (Stiles *et al.*, 2024).

Zink dikategorikan sebagai mineral mikro esensial karena kebutuhan hariannya dalam tubuh relatif kecil, yakni kurang dari 100 mg per hari, dengan total kandungan dalam tubuh manusia dewasa diperkirakan mencapai 2 hingga 2,5 gram. Meskipun jumlahnya sedikit, zink memiliki fungsi biologis yang sangat vital. Peran utamanya mencakup dukungan terhadap proses penyembuhan luka, bantuan dalam pencernaan dan metabolisme karbohidrat, serta partisipasi dalam berbagai proses metabolisme di dalam tubuh secara umum. Selain itu, zink sangat penting untuk meningkatkan fungsi normal kelenjar prostat, serta mendukung

pertumbuhan dan perkembangan organ reproduksi yang optimal (Simanjuntak dkk., 2022).

Zink terdapat di dalam hati, pankreas, spermatozoa, kulit, rambut dan kuku. Kekurangan zink dapat menimbulkan gangguan pertumbuhan, gangguan metabolisme dan penyembuhan luka lambat. Kelebihan zink dalam tubuh dapat mengganggu dan menurunkan absorpsi tembaga, gangguan metabolisme kolesterol, muntah, diare, demam, gangguan reproduksi (Mardalena, 2021).

2.3.4.2 Manfaat Zink

Berdasarkan Badan Pengawas Obat dan Makanan Bpom RI (2020), zink memiliki peran penting dalam berbagai proses metabolisme tubuh karena berfungsi sebagai:

- a. Kofaktor esensial bagi sejumlah enzim yang berperan dalam berbagai reaksi biokimia, termasuk proses sintesis protein dan komponen tubuh lainnya.
- b. Elemen yang berperan dalam regulasi genetik, khususnya dalam pembentukan DNA serta proses pertumbuhan dan perkembangan sel.
- c. Komponen penting kelenjar timus pada anak, yang berfungsi dalam pembentukan sel limfosit T, yaitu jenis sel darah putih yang berperan utama dalam menjaga dan meningkatkan sistem kekebalan tubuh.

Selain itu, zink berperan dalam menjaga keseimbangan fungsi berbagai jaringan tubuh serta memiliki peran penting dalam modulasi fungsi sistem pankreas. Zat gizi ini juga berkontribusi dalam pengendalian diabetes melalui

kemampuannya dalam membantu regulasi kadar glukosa darah. Zink merupakan mineral esensial yang berperan dalam homeostasis insulin melalui keterlibatannya pada proses sintesis, penyimpanan, dan sekresi insulin serta regulasi reseptor insulin pada jaringan target (Adinda dan Luthfiyah, 2023).

Zink juga berfungsi dalam sintesis dan degradasi kolagen, pembentukan kulit, metabolisme jaringan ikat dan penyembuhan luka, memiliki peran dalam pengembangan reproduksi laki-laki dan pembentukan sperma serta sebagai detoksifikasi alkohol dan metabolisme vitamin A (Almatsier, 2004).

2.3.4.3 Kebutuhan Zink

Kebutuhan asupan zink harian disajikan berikut ini:

Table 2.2 Kebutuhan Asupan Zink

Usia	Mg	Usia	Mg
		Perempuan	
0-5 bulan	1,1	10-12 tahun	8
6 bulan-3 tahun	3	13-18 tahun	9
4-9 tahun	5	19-80 tahun	8
Laki- Laki		Hamil (+an)	
10-12 tahun	8	Trimester 1	+2
13-80 tahun	11	Trimeser 2-3	+4

Sumber: AKG (2019)

2.3.4.4 Sumber Zink

Zink sebagai nutrisi esensial, dapat ditemukan melimpah dalam berbagai sumber protein hewani, seperti daging, hati, kerang-kerangan, dan telur. Sementara itu, sumber protein nabati, seperti legum atau kacang-kacangan dan sereal, juga mengandung kadar zink yang signifikan, namun bioavailabilitas mineral tersebut relatif rendah akibat adanya faktor antinutrisi seperti fitat yang menghambat penyerapannya (Ramadhan *et al.*, 2020).

Bahan makanan yang mengandung zink disajikan pada tabel 2.3.

Table 2.3 Bahan Makanan Sumber Zink (mg/100g)	
Bahan Makanan	Kandungan Zink
Tiram	80 mg / 100 g
Biji labu, daging sapi, kepiting	5,00 – 9,00 mg/ 100 g
Kacang panggang, kacang mete dan keju	4,00 – 5,00 mg/ 100 g
Lobster, daging babi dan almond	3,00 – 4,00 mg/ 100 g
Kacang merah, daging ayam dan kacang arab	1,50 – 3,00 mg/ 100 g
Oatmeal, susu, dan kacang polong hijau	1,00 – 1,50 mg/ 100 g
Ikan flounder dan yoghurt	0,25 – 1,00 mg/ 100 g

Sumber: Sangeetha (2022)

2.3.4.5 Peran Zink dalam Metabolisme Glukosa

Penelitian yang dilakukan oleh Genova (2024) menunjukkan bahwa status zink memiliki peran potensial dalam regulasi metabolik, terutama melalui hubungan yang signifikan dengan indeks sensitivitas dan resistensi insulin. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa biomarker baru terkait status zink dapat dimanfaatkan sebagai indikator laboratorium dalam menilai resistensi insulin, khususnya pada populasi wanita hamil.

Penelitian eksperimental secara konsisten menggambarkan manfaat zink dalam konteks diabetes melitus. Zink berperan penting dalam fungsi sel β pankreas, aktivitas insulin, serta pemeliharaan homeostasis glukosa. Kekurangan zink dapat mengganggu metabolisme glukosa melalui penurunan fungsi sel β dan peningkatan stres oksidatif serta inflamasi (Ahmad *et al.*, 2024).

Hasil penelitian klinis yang dilakukan oleh Daneshvar (2024) juga menunjukkan efek positif suplementasi zink terhadap pengendalian glikemik pada individu dengan diabetes melitus. Suplementasi zink terbukti mampu menurunkan

kadar glukosa darah puasa (FBS), HOMA-IR, insulin, serta HbA1c. Secara keseluruhan, temuan ini mengindikasikan bahwa zink berpotensi menjadi intervensi komplementer yang efektif dalam meningkatkan biomarker pengendalian diabetes tipe 2. Serta Kristiningrum (2021) menyatakan zink berperan dalam menurunkan penyerapan glukosa dan pembentukan glukosa, serta pemecahan glukosa meningkat.

2.4 Hubungan Konsumsi Pangan Fermentasi dengan Kadar Gula Darah Penderita Diabetes Melitus

Penelitian Zhang (2024) mengatakan bahwa konsumsi pangan fermentasi memiliki potensi untuk memperbaiki berbagai indikator metabolik pada individu dengan diabetes maupun pradiabetes. Perbaikan tersebut mencakup peningkatan homeostasis resistensi insulin, penurunan kadar kolesterol total, LDL, serta penurunan tekanan darah sistolik. Sejalan dengan temuan tersebut, penelitian Chan (2024) juga mengungkapkan bahwa hampir seluruh makanan fermentasi berbahan dasar nabati yang dievaluasi, jika dibandingkan dengan kelompok kontrol, memberikan peningkatan signifikan pada parameter lipid, glukosa, antropometri, serta beberapa indikator inflamasi pada penderita dengan diabetes melitus tipe 2 dan obesitas. Selain itu, konsumsi makanan fermentasi berbahan dasar nabati terbukti memicu perubahan komposisi mikrobiota usus yang selanjutnya berkorelasi dengan perbaikan indikator metabolik serta pola ekspresi gen.

Penelitian serupa juga dilakukan oleh Souza (2020) menegaskan bahwa makanan fermentasi tradisional berpotensi menjadi pendukung yang signifikan

dalam terapi komplementer dan alternatif untuk diabetes, karena mampu membantu meningkatkan pengendalian glukosa darah, mendukung pemulihan atau stabilitas berat badan, serta memperkuat kapasitas antioksidan tubuh. Namun demikian, beberapa penelitian yang menunjukkan hasil yang lebih bervariasi khususnya terkait konsumsi produk susu fermentasi. Penelitian yang dilakukan oleh Kui (2022) menunjukkan bahwa asupan makanan olahan susu fermentasi berkaitan dengan penurunan risiko diabetes, dan efeknya bergantung pada dosis.

Pangan fermentasi mengandung asam folat (vitamin B9) yang berperan dalam metabolisme homosistein dapat menurunkan kadar homosistein darah. Peningkatan kadar homosistein pada penderita diabetes melitus tipe 2 diketahui dapat menghambat fosforilasi insulin receptor substrate-2 (IRS-2) serta mengaktifkan jalur serin-treonin protein kinase, yang selanjutnya menyebabkan resistensi insulin dan peningkatan kadar gula darah (Romero *et al.*, 2021).

Proses fermentasi melibatkan mikroorganisme dan berpotensi memiliki probiotik (Lindayani *et al.*, 2025). Probiotik mengatur glukosa darah dengan menurunkan tingkat peradangan dan protein inflamasi. Probiotik dapat memperbaiki peradangan dengan memberikan efek positif pada disfungsi sel epitel dan sistem kekebalan mukosa yang membentuk dasar peradangan. Probiotik meringankan gejala tubuh pada pasien diabetes melitus tipe 2 dikaitkan dengan peningkatan kadar sitokin pro-inflamasi, kemokin, dan protein inflamasi. Oleh karena itu, peradangan sistemik tingkat rendah diyakini memainkan peran penting dalam perkembangan diabetes melitus tipe 2 serta komplikasi terkaitnya (Shen *et al.*, 2024).

Penderita diabetes juga ditandai dengan perubahan mikrobioma usus, yang dapat menyebabkan obesitas, endotoksemia metabolik, disfungsi sel B, peradangan sistemik, dan stres oksidatif yang berhubungan dengan penyakit (Suresh, 2018). Akibat ketidakseimbangan mikrobioma usus pada diabetes melitus tipe 2, produksi SCFA berkurang (Yoo and Kim, 2016). Modulasi mikrobiota usus yang lebih seimbang, yang kemudian meningkatkan hasil asam lemak rantai pendek (short-chain fatty acids/SCFAs) seperti butirat, asetat, dan propionate, produk metabolik dari bakteri fermentasi yang terbentuk ketika mikroba mencerna karbohidrat yang tidak tercerna. SCFA ini dapat memengaruhi sekresi hormon yang terlibat dalam pengaturan gula darah, meningkatkan sensitivitas insulin di sel-sel tubuh, serta menghambat enzim pencernaan tertentu yang memperlambat penyerapan glukosa usus, sehingga membantu mengurangi lonjakan gula darah setelah makan (Markowiak-kope and Slizewska, 2020).

2.5 Hubungan Asupan Karbohidrat dengan Kadar Gula Darah

Temuan Naswa (2024) menyatakan ada hubungan yang bermakna antara kadar glukosa darah dengan asupan karbohidrat, indeks dan beban glikemik dengan kadar glukosa darah. Asupan karbohidrat berlebih dapat menyebabkan peningkatan glukosa darah dalam tubuh, akibatnya pankreas perlu mengeluarkan hormon insulin untuk merangsang penyerapan glukosa ke dalam sel-sel tubuh. Kelebihan asupan energi dibandingkan kebutuhan tubuh dapat meningkatkan jumlah glukosa yang tersedia dalam sirkulasi darah. Pada diabetes melitus tipe 2, adanya resistensi insulin menyebabkan gangguan pemanfaatan glukosa oleh jaringan, sehingga kadar glukosa darah mengalami peningkatan. Karbohidrat

berperan sebagai sumber utama glukosa yang digunakan tubuh untuk menghasilkan energi. Glukosa memiliki peranan penting dalam metabolisme karbohidrat dan menjadi sumber energi utama bagi jaringan tertentu, termasuk sel darah merah, otak, serta sistem saraf.

Asupan karbohidrat yang terbatas dapat memberikan manfaat terapeutik yang signifikan untuk pengaturan glikemik pada penderita diabetes meleitus tipe 2. Seiring dengan perkembangan gangguan toleransi glukosa, fungsi sel β pancreas dapat menurun karena efek merusak dari toksisitas glukosa. Menurunkan konsentrasi glukosa dapat membantu mengurangi toksisitas glukosa, sehingga meningkatkan fungsi sel β (Lan *et al.*, 2025).

Penelitian Hasdipa dan Maigoda (2024) juga menyatakan bahwa ada hubungan antara kadar glukosa darah puasa dengan asupan karbohidrat, asupan serat, dan aktivitas fisik pada wanita obesitas aparatur sipil negara di Dinas Perpustakaan dan Kearsipan Daerah Provinsi Bengkulu.

2.6 Hubungan Asupan Lemak dengan Kadar Gula Darah

Penelitian yang dilakukan oleh Tantri (2024) melaporkan bahwa ada hubungan yang signifikan antara asupan zat gizi makro (energi, protein dan lemak), indeks glikemik dan beban glikemik dengan kadar gula darah sewaktu pada pasien diabetes melitus tipe 2. Hal ini menunjukkan ketika mengonsumsi makanan tinggi lemak, terutama lemak jenuh dan trans, maka insulin dalam darah menjadi kurang efektif dalam mengatur kadar glukosa darah, akibatnya terjadi resistensi insulin, akibatnya sel-sel tubuh tidak merespons insulin dengan baik,

sehingga glukosa tidak dapat dengan efisien dimasukkan ke dalam sel-sel tubuh untuk digunakan sebagai energi.

Studi yang dilakukan oleh Safitri (2024) juga mengatakan adanya hubungan antara asupan lemak dengan kadar trigliserid pada penderita diabetes melitus tipe 2. Pada diabetes melitus tipe 2 ada dua proses metabolisme yang tidak normal, yaitu produksi kolesterol jahat berlebih dan pemecahan lemak yang berlebihan sehingga mengakibatkan penumpukan lemak dalam jumlah yang besar dalam aliran darah (lipolisis), sehingga terjadinya resistensi insulin.

Kelebihan lemak di tubuh lebih mudah mengalami diabetes melitus yang tidak tergantung insulin. Saat lemak diubah menjadi energi, kadar asam lemak dalam darah akan meningkat. Kenaikan kadar asam lemak dalam darah dapat meningkatkan resistensi terhadap insulin (Wahyuni 2012 dalam Syahda, 2019).

2.7 Hubungan Asupan Serat dengan Kadar Gula Darah

Penelitian yang dilakukan oleh Hamama (2024) menyebutkan ada hubungan yang bermakna antara asupan serat dengan kadar glukosa darah pada penderita diabetes melitus. Makanan yang tinggi serat dapat meningkatkan rasa kenyang lebih lama sehingga dapat membantu dan menurunkan kadar glukosa darah, tidak hanya itu serat juga berfungsi sebagai pencegahan penyakit dan komponen penting dalam terapi gizi. Penelitian Zakiah (2023) juga mengatakan adanya korelasi yang signifikan antara asupan karbohidrat dan serat dengan kadar glukosa darah pada pasien rawat inap diabetes mellitus. Mekanisme serat yang berhubungan dengan glukosa terkait dengan fungsi dan karakteristik sifat serat dalam pencernaan. Asupan serat pangan berperan dalam pengaturan

kadar glukosa darah melalui kemampuannya memperlambat proses pencernaan dan penyerapan glukosa. Oleh karena itu, rendahnya konsumsi serat dapat menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah pada penderita diabetes melitus.

Gropper (2018) mengungkapkan secara khusus, mengonsumsi makanan yang kaya akan serat pembentuk gel kental membantu mengontrol kadar gula darah sebagian besar karena memperlambat laju penyerapan glukosa dan sekresi insulin. Penurunan sekresi insulin diperkirakan sebagian disebabkan oleh penyerapan glukosa yang lebih lambat ke dalam darah serta perubahan sekresi peptida pengatur saluran pencernaan seperti peptida mirip glukagon dan peptida insulinotropik yang bergantung pada glukosa, yang memengaruhi sekresi glukagon dan insulin serta motilitas saluran pencernaan. Perubahan dalam katabolisme glikogen dan pelepasan glukosa ke dalam darah juga dapat dipengaruhi oleh asam lemak rantai pendek yang diproduksi dengan fermentasi serat di usus besar.

2.8 Hubungan Asupan Zink dengan Kadar Gula Darah

Hasil penelitian Junia (2025) mengatakan bahwa peningkatan konsumsi zink berkaitan dengan penurunan kadar glukosa darah puasa. Zink ditemukan pada berbagai bahan pangan, kandungannya umumnya rendah dan hanya beberapa jenis makanan yang tergolong sebagai sumber zink utama, seperti daging sapi, daging ayam, kerang, susu, serta beberapa jenis kacang-kacangan termasuk kacang hijau, kacang merah, dan kacang tanah.

Penelitian yang dilakukan Aruan (2023) menyatakan bahwa tingkat asupan magnesium dan zink berhubungan dengan kadar gula darah puasa. Keduanya

tampak memiliki peran dalam pengaturan metabolisme glukosa, sehingga variasi dalam konsumsi kedua mineral tersebut dapat memengaruhi stabilitas kadar glukosa darah. Temuan ini menunjukkan bahwa kecukupan magnesium dan zink berpotensi menjadi salah satu faktor pendukung dalam menjaga keseimbangan glukosa dalam darah dengan populasi lanjut usia.

Penelitian Adinda dan Luthfiah (2023) bahwa defisit konsumsi mineral zink harian dapat mempengaruhi hasil kadar gula darah sewaktu semakin tinggi, sedangkan tingkat konsumsi selenium dan zink yang berlebih dapat menghasilkan kadar gula darah sewaktu mendekati nilai normal. Temuan penelitian oleh Wardani dan Sholihah (2025) juga menyebutkan ada hubungan status hiperglikemia pada diabetes melitus tipe 2 dengan asupan serat, asupan seng, dan aktivitas fisik.

Zink berperan penting dalam proses kristalisasi, pematangan, dan pensinyalan insulin. Zink juga berkontribusi dalam aktivasi jalur fosfatidilinositol-3-kinase/protein kinase B (PI3K/Akt) yang berperan utama dalam regulasi metabolisme glukosa dan sensitivitas insulin (Ferdowsi *et al.*, 2023). Sebagai kofaktor enzimatik, zink berfungsi dalam sistem antioksidan serta metabolisme karbohidrat, sekaligus mendukung fosforilasi sub unit β reseptor insulin dan translokasi glucose transporter-4 (GLUT4) ke membran sel, sehingga meningkatkan pengambilan glukosa oleh jaringan perifer. Selain itu, insulin secara fisiologis disimpan dalam bentuk struktur heksamerik yang terbentuk melalui ikatan dengan dua ion zink, suatu proses yang esensial untuk pematangan

dan stabilitas insulin di dalam granula sekretori sel β pancreas (Ahmad *et al.*, 2024).

Sel β pankreas mengekspresikan berbagai protein pengangkut zink spesifik yang berperan krusial dalam sekresi insulin. Salah satu protein utama adalah zink transporter 8 (ZnT8), yang memiliki peran penting dalam kristalisasi, pemrosesan, penyimpanan, dan pelepasan insulin, serta dalam pengaturan metabolisme glukosa secara keseluruhan. ZnT8 bertanggung jawab mengangkut zink ke dalam granula sekretori sel β pankreas, sehingga memungkinkan terbentuknya heksamer insulin-zink yang diperlukan untuk pematangan dan sekresi insulin. Kekurangan zink dapat menurunkan ekspresi ZnT8, yang pada akhirnya mengganggu proses sekresi insulin. Selain ZnT8, protein pengangkut zink lainnya, seperti ZnT5 dan ZnT6, juga terlibat dalam pengangkutan zink ke dalam vesikel sel β pankreas, tempat zink berperan dalam metabolisme proinsulin dan pembentukan insulin matang. Sementara itu, ZnT7 berfungsi mengangkut zink ke aparatus Golgi sel β pankreas, suatu tahap penting dalam proses pembentukan dan pemrosesan insulin yang optimal (Kambe *et al.*, 2014).

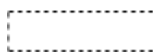
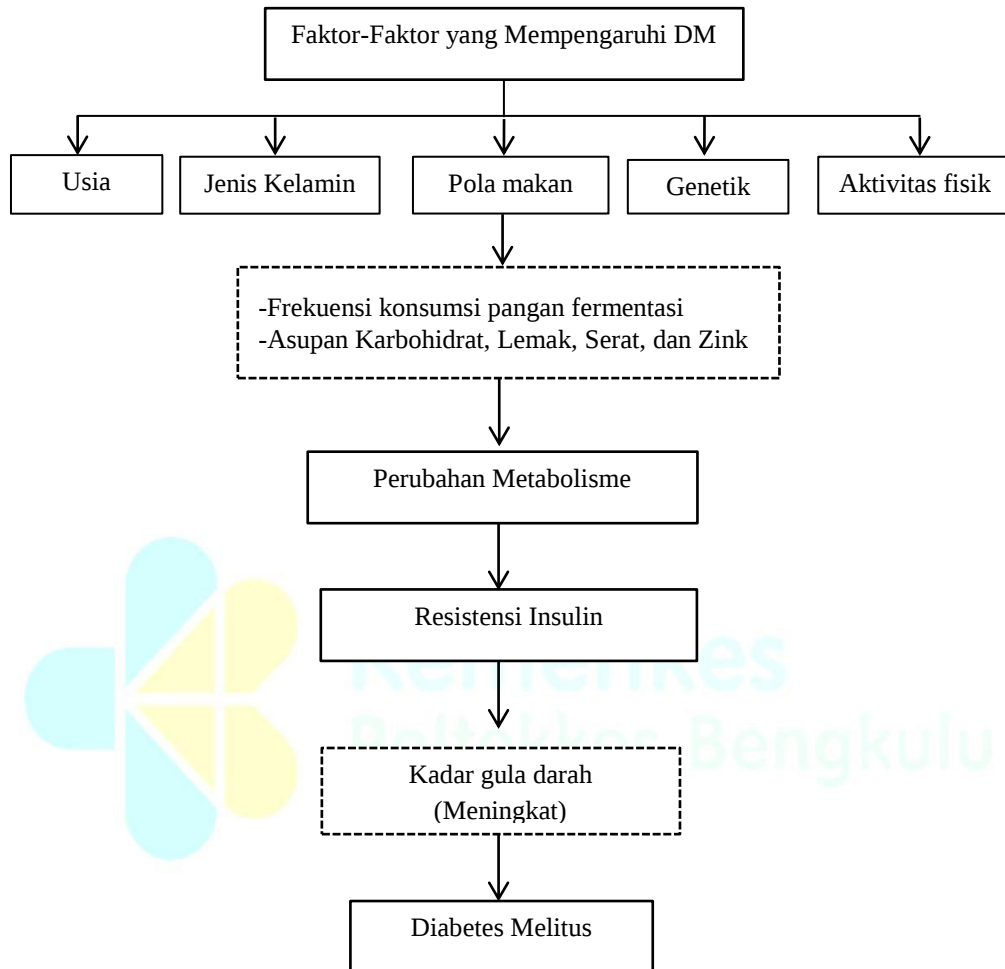
Zink juga berperan dalam meningkatkan penyerapan glukosa oleh sel dengan menginduksi ekspresi gen pengangkut glukosa, seperti GLUT1 dan GLUT4, serta mengatur aktivitas enzim-enzim glukoneogenik di hati, termasuk glukosa-6-fosfatase (G6Pase) dan fosfoenolpiruvat karboksikinase (PEPCK). Melalui mekanisme tersebut, zink berkontribusi dalam peningkatan metabolisme glukosa dan pengendalian kadar gula darah. Oleh karena itu, defisiensi zink dapat

menyebabkan gangguan metabolisme glukosa dan berpotensi berperan dalam perkembangan diabetes melitus (Ahmad *et al.*, 2024).

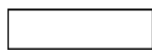


2.9 Kerangka Teori

Bagan 2.1 Kerangka Teori



Variabel yang diteliti



Variabel yang tidak diteliti

Sumber modifikasi: Adinda dan Luthfiyah,(2023);Daneshvar *et al.*,(2024) Jalili, Nazari dan Magkos,(2023); Purwandari *et al.*, (2024); Perkeni, (2024); Pham *et al* (2023); Tang and Li,(2021).

2.10 Hipotesis Penelitian

Ha : Ada hubungan frekuensi konsumsi pangan fermentasi dan asupan zat gizi dengan kadar gula darah penderita diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu.

H0 : Tidak ada hubungan frekuensi konsumsi pangan fermentasi dan asupan zat gizi dengan kadar gula darah penderita diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain observasional dengan pendekatan *cross sectional* (potong lintang) yaitu mengukur variabel independen dan dependen secara bersamaan dalam satu waktu.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini meliputi variable *independen* dan variabel *dependen*.

Variabel *independen* : Frekuensi konsumsi pangan fermentasi dan asupan zat gizi (karbohidrat, lemak, serat dan zink)

Variabel *dependen* : Kadar gula darah sewaktu

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah kerja Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu. Waktu penelitian pada 2 sampai dengan 20 April 2026.

3.4 Populasi dan Sampel

3.4.1 Populasi

Populasi adalah seluruh elemen yang ada dalam penelitian, baik objek maupun subjek, yang memiliki ciri dan karakteristik tertentu (Amin *et al.*, 2023). Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh penderita diabetes melitus tipe 2 yang terdapat pada rekam medis dari bulan Januari sampai dengan September 2025 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu yaitu sebanyak 94 orang.

3.4.2 Sampel

Sampel adalah bagian dari populasi yang digunakan sebagai sumber data dalam sebuah penelitian. Artinya, sampel merupakan sebagian dari populasi yang diambil untuk mewakili seluruh populasi tersebut (Amin *et al.*, 2023). Sampel pada penelitian ini adalah total populasi. Teknik yang digunakan dalam pengambilan sampel adalah *Total sampling*, yang artinya sampel diambil berdasarkan kriteria dari populasi yaitu sebanyak 94 sampel.

Kriteria yang telah ditetapkan yaitu :

Kriteria inklusi :

- a. Berdomisili di wilayah kerja Puskesmas Sawah Lebar
- b. Bersedia menjadi responden dan menandatangani *informed consent*
- c. Penderita diabetes melitus tipe 2
- d. Usia 19 tahun sampai dengan 64 tahun

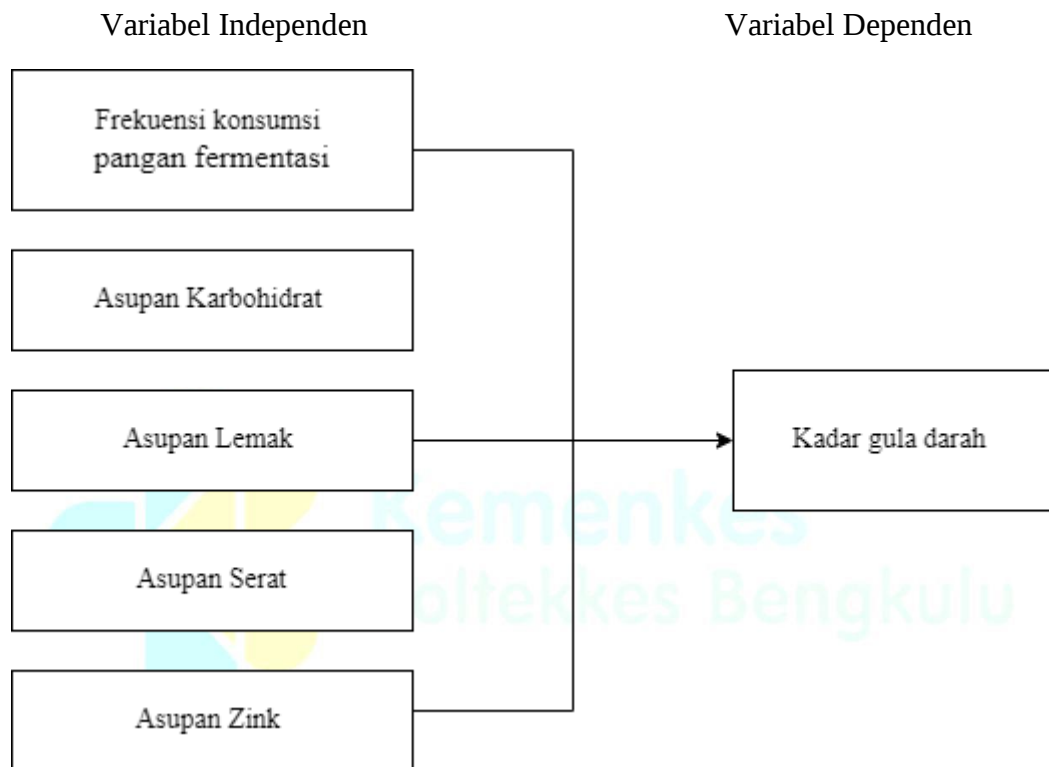
Kriteria eksklusi :

- a. Perempuan yang sedang hamil
- b. Responden yang mempunyai keterbatasan fisik dan mental seperti buta dan tuli.

3.5 Kerangka Konsep

Secara skematis kerangka konsep dalam penelitian ini dapat digambarkan sebagai berikut :

Bagan 3.1 Kerangka Konsep



3.6 Definisi Operasional

Tabel 3.1 Definisi Operasional

Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
Frekuensi Konsumsi Pangan Fermentasi	konsumsi pangan fermentasi (tempe, tape, yoghurt, tempoyak, lemea, rebung dll.) yang dikonsumsi responden dalam dua bulan terakhir	Wawancara	Form FFQ	1: Sering: $\geq$ median : 6 2: Jarang: $<$ median : 6 (Farhani <i>et al.</i> , 2024)	Ordinal
Asupan karbohidrat	Jumlah konsumsi karbohidrat harian responden berdasarkan makanan yang dikonsumsi 1x 24 jam selama 3 hari	Wawancara	Form Recall dan software nutrisurvey	1: Cukup: $\leq 55\%$ kebutuhan energi 2: Lebih $>55\%$ kebutuhan energi (Perkeni., 2021)	Ordinal
Asupan lemak	Jumlah konsumsi lemak harian responden berdasarkan makanan yang dikonsumsi 1x 24 jam selama 3 hari	Wawancara	Form Recall dan software nutrisurvey	1: Cukup: $\leq 25\%$ kebutuhan energi 2: Lebih: $>25\%$ kebutuhan energi (Perkeni,2021)	Ordinal
Asupan serat	Jumlah konsumsi serat harian responden berdasarkan makanan yang dikonsumsi 1x 24 jam selama 3 hari	Wawancara	Form Recall dan software nutrisurvey	1: Cukup: ≥ 35 gr/hr 2: Kurang: < 35 gr/hr (Perkeni, 2021)	Ordinal
Asupan Zink	Jumlah konsumsi zink harian responden	Wawancara	Form Recall dan software nutrisurvey	1: Cukup: ≥ 80 AKG	Ordinal

Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
	berdasarkan makanan yang dikonsumsi dalam 1×24 jam selama 3 hari			2: Kurang: <80% AKG (Kundarwati <i>et al.</i> , 2022)	
Kadar Gula Darah Sewaktu	Kadar glukosa dalam darah kapiler yang diperiksa tanpa memperhatikan waktu makan terakhir	Pemeriksaan darah kapiler melalui ujung jari	Glucometer merek Easy Touch GCU Kemenkes RI AKL NO: 201019022 14	1: Terkontrol: < 200 mg/dL 2: Tidak Terkontrol: ≥ 200 mg/dL (Perkeni, 2024)	Ordinal

3.7 Teknik Pengumpulan, Pengolahan dan Analisis Data

3.7.1 Teknik Pengumpulan

a. Data Primer

Data primer adalah informasi utama yang secara langsung dikumpulkan oleh peneliti selama proses penelitian. Informasi ini berasal dari sumber langsung, yaitu para responden atau informan yang berkaitan dengan variabel yang diteliti. Data primer bisa berupa hasil pengamatan, wawancara, atau pengisian kuesioner. Contohnya adalah melakukan wawancara langsung dengan subjek penelitian, mengamati secara langsung di lapangan, atau mendistribusikan kuesioner kepada responden (Sulung dan Muspawi, 2024). Data primer yang akan dikumpulkan pada penelitian ini meliputi identitas pasien, frekuensi konsumsi pangan fermentasi dan asupan karbohidrat, lemak, serat dan zink serta data kadar gula darah sewaktu.

b. Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini merupakan data yang diperoleh dari pihak lain seperti data yang berasal dari Dinas Kesehatan Kota Bengkulu dan Puskesmas Sawah Lebar mengenai jumlah penderita diabetes melitus.

3.7.2 Pengolahan Data

Pengolahan data adalah kegiatan atau langkah yang direncanakan demi mencapai tujuan tertentu Nur dan Saihu (2024). Pengolahan data dilakukan setelah pengumpulan data dengan tujuan agar data yang dikumpulkan memiliki sifat yang jelas, adapun langkah dalam pengolahan data yaitu:

a. *Editing*

Editing adalah kegiatan untuk memeriksa apakah data yang akan diproses sudah lengkap. Proses pengeditan dilakukan karena data yang masuk mungkin belum memenuhi persyaratan atau tidak sesuai dengan kebutuhan yang diharapkan.

b. *Coding*

Coding adalah proses mengubah data berupa huruf menjadi data berbentuk angka dengan memberi kode pada variabel penelitian, agar proses pengolahan data menjadi lebih mudah. Kadar gula darah sewaktu dikategorikan menjadi 2 yaitu kadar gula darah terkontrol kode 1 dan kadar gula darah tidak terkontrol diberikan kode 2. Frekuensi konsumsi pangan fermentasi yaitu kode 1 sering dan kode 2 jarang, asupan karbohidrat kode 1 cukup dan kode 2 lebih, asupan lemak kode 1 cukup

dan kode 2 lebih, asupan serat kode 1 cukup dan kode 2 kurang dan asupan zink kode 1 cukup dan kode 2 kurang.

c. *Entry*

Entry adalah proses pemasukan data dilakukan pada salah satu perangkat lunak komputer (SPSS Versi 22).

d. *Tabulating*

Tabulating adalah proses mengatur data ke dalam bentuk tabel yang menyajikan informasi yang sudah diberi kode sesuai dengan jenis analisis yang dibutuhkan

e. *Cleaning*

Cleaning adalah tahapan pengecekan ulang data yang telah diproses apakah terjadi kesalahan atau tidak dari masing masing variabel yang telah di proses, sehingga bisa diperbaiki dan dinilai.

3.7.3 Analisis Data

Analisis univariat dan bivariat dilakukan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak computer SPSS.

a. Analisis Univariat

Analisis univariat dilakukan untuk menggambarkan distribusi frekuensi dari setiap variabel penelitian. Analisis ini bertujuan memberikan gambaran umum mengenai variabel independen (frekuensi konsumsi pangan fermentasi, asupan karbohidrat, asupan lemak, asupan serat, dan asupan zink) serta variabel dependen (kadar gula darah sewaktu).

Interpretasi kategori data menurut Arikunto (2019) adalah sebagai berikut:

1. 0% = Tidak ada responden
2. 1–25% = Sangat sedikit responden
3. 26–49% = Sebagian kecil/hampir setengah responden
4. 50% = Setengah responden
5. 51–75% = Sebagian besar responden
6. 76–99% = Hampir seluruh responden
7. 100% = Seluruh responden

b. Analisis Bivariat

Analisis ini digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel independen (frekuensi konsumsi pangan fermentasi asupan karbohidrat, lemak, serat dan zink) dan variabel dependen (Kadar gula darah sewaktu). Uji yang digunakan yaitu menggunakan *Chi-Square*. Apabila $p\text{-value} < 0,05$ maka ada hubungan antar variabel tersebut dan apabila $p\text{-value} > 0,05$ maka tidak ada hubungan diantara dua variabel.

3.8 Persetujuan Etik

Responden yang terpilih akan diberikan penjelasan mengenai tujuan dan manfaat penelitian. Responden yang bersedia berpartisipasi diminta menandatangani *informed consent* sebelum wawancara dilakukan. Kerahasiaan identitas responden dijaga dengan menggunakan inisial. Penelitian ini telah memperoleh persetujuan etik dari Komisi Etik Poltekkes Kemenkes Bengkulu dengan Nomor KEPK.BKL/140/02/2026 yang diterbitkan pada 16 Februari 2026.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Jalannya Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Wilayah Kerja Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu yang terletak di Jalan Sepakat, RT 18 Kelurahan Sawah Lebar Baru, Kecamatan Ratu Agung, Kota Bengkulu. Penelitian ini dilakukan pada tanggal 2-20 April 2026. Penelitian ini bertujuan mengetahui hubungan frekuensi konsumsi pangan fermentasi dan asupan zat gizi pada diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu.

Pelaksanaan dibagi menjadi dua tahap, yaitu tahap persiapan dan tahap pelaksanaan. Tahap persiapan meliputi penetapan judul skripsi, *survey* awal yang dilakukan pada bulan November 2025. Peneliti mengajukan surat *ethical clearance* dan peneliti mengurus surat pengantar penelitian dari Poltekkes Kemenkes Bengkulu, selanjutnya pengurusan surat izin penelitian di Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Kota Bengkulu (Kesbangpol). Setelah mendapat rekomendasi dari Kesbangpol kemudian dilanjutkan ke Dinas Kesehatan Kota Bengkulu dan dilanjutkan ke Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu.

Pada tahap pelaksanaan penelitian ini diawali dengan pengambilan data mulai dari tanggal 2 sampai dengan 20 April 2026 data penelitian yang diambil berupa data primer yaitu identitas responden, frekuensi konsumsi pangan fermentasi, asupan zat gizi (karbohidrat, lemak, serat, dan zink) dan kadar gula darah sewaktu. Identitas responden meliputi data nama, umur, jenis kelamin, pekerjaan dan alamat yang dikumpulkan melalui proses

wawancara. Pengambilan data juga dilakukan dengan menggunakan form *Food Frequency Quesionare* (FFQ) dan form *Recall* 3x24 jam untuk mendapatkan data frekuensi konsumsi pangan fermentasi dan data asupan zat gizi berupa asupan karbohidrat, lemak, serat dan zink. Selanjutnya pengambilan data kadar gula darah sewaktu yang dilakukan dengan menggunakan alat glukometer. Setelah data asupan zat gizi terkumpul kemudian dianalisis dengan menggunakan *software nutrisurvey*, kemudian dicatat dalam tabel master data. Selanjutnya dilakukan pemberian kode berupa angka untuk mempermudah pengolahan data kemudian dimasukkan ke dalam tabel pengolahan dilanjutkan dengan menganalisis data menggunakan SPSS Versi 22. Hasil penelitian ini ditampilkan dalam bentuk tabel distribusi frekuensi dan dianalisis secara univariat dari setiap variabel, penyajian dilanjutkan dengan analisis bivariat sesuai dengan tujuan khusus.

4.2 Hasil Penelitian

4.2.1 Karakteristik Responden Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di Wilayah Kerja Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu Tahun 2026

Karakteristik responden penderita diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu berdasarkan usia dan jenis kelamin seperti dijelaskan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Karakteristik Responden Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di Sawah Lebar Kota Bengkulu Tahun 2026

Karakteristik	n	%
Usia		
19-44 tahun	19	20,2
45-59 tahun	51	54,3
>60 tahun	24	25,5
Total	94	100
Jenis Kelamin		
Perempuan	74	78,7
Laki-Laki	20	21,3
Total	94	100

Sumber: Data Hasil Penelitian

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa sebagian besar responden berada pada kelompok usia 45-59 tahun dan hampir seluruh responden berjenis kelamin perempuan.

4.2.2 Frekuensi Konsumsi Pangan Fermentasi pada Diabetes Melitus tipe 2 di Wilayah Kerja Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu Tahun 2026

Hasil analisis frekuensi konsumsi pangan fermentasi pada penderita diabetes melitus dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Frekuensi Konsumsi Pangan Fermentasi pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di Sawah Lebar Kota Bengkulu Tahun 2026

Kategori Konsumsi Pangan Fermentasi	n	%
Sering	47	50
Jarang	47	50
Total	94	100

Sumber: Data Hasil Penelitian

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa frekuensi konsumsi pangan fermentasi pada responden yaitu setengah responden termasuk dalam kategori sering mengonsumsi pangan fermentasi dan setengah responden termasuk dalam kategori jarang.

4.2.3 Gambaran Asupan Zat Gizi (Karbohidrat, Lemak, Serat dan Zink) pada Penderita Diabetes Melitus tipe 2 di Wilayah Kerja Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu Tahun 2026

Data mengenai gambaran asupan karbohidrat, lemak, serat, dan zink pada penderita diabetes melitus tipe 2 disajikan pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Gambaran Asupan Zat Gizi pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di Sawah Lebar Kota Bengkulu Tahun 2026

Variabel	n	%
Karbohidrat		
Cukup	59	62,8
Lebih	35	37,2
Total	94	100
Lemak		
Cukup	39	41,8
Lebih	55	58,5
Total	94	100
Serat		
Cukup	41	43,6
Kurang	53	56,4
Total	94	100
Zink		
Cukup	28	29,8
Kurang	66	70,2
Total	94	100

Sumber: Data Hasil Penelitian

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa dari 94 reponden, sebagian besar responden memiliki asupan karbohidrat dalam kategori cukup. Pada asupan lemak, sebagian besar responden termasuk kategori asupan lemak lebih. Sementara itu, sebagian besar responden dengan asupan serat kurang dan hampir seluruh responden memiliki asupan zink kurang.

4.2.4 Gambaran Kadar Gula Darah Sewaktu pada Penderita Diabetes Melitus tipe 2 di Wilayah Kerja Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu Tahun 2026

Data kadar gula darah penderita diabetes melitus tipe 2 diperiksa langsung menggunakan glukometer, dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Gambaran Kadar Gula Darah Sewaktu pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di Sawah Lebar Kota Bengkulu Tahun 2026

Gula Darah Sewaktu	n	%
Terkontrol	51	54,3
Tidak Terkontrol	43	45,7
Total	94	100

Sumber: Data Hasil Penelitian

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa dari 94 penderita diabetes melitus tipe 2, sebagian besar responden mempunyai kadar gula darah sewaktu terkontrol.

4.2.5 Hubungan Frekuensi Konsumsi Pangan Fermentasi dengan Kadar Gula Darah pada Diabetes Melitus tipe 2 pada Penderita Diabetes Melitus tipe 2 di Wilayah Kerja Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu Tahun 2026

Hubungan frekuensi konsumsi pangan fermentasi dengan kadar gula darah sewaktu pada penderita diabetes melitus tipe 2 dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hubungan Frekuensi Konsumsi Pangan Fermentasi dengan Kadar GDS pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di Kota Bengkulu Tahun 2026

Konsumsi Pangan Fermentasi	Kadar Gula Darah Sewaktu				Total		p-value	PR 95% CI
	Terkontrol		Tidak Terkontrol					
Kategori	n	%	n	%	n	%		
Sering	32	68,1	15	31,9	47	100	0,007	1,684
Jarang	19	40,4	28	59,6	47	100		
Total	51	54,3	43	45,7	94	100		

Sumber: Data Hasil Penelitian

Tabel 4.5 menunjukkan bahwa dari 47 responden yang sering mengonsumsi pangan fermentasi, sebanyak 32 responden (68,1%) memiliki kadar gula darah sewaktu terkontrol. Sementara itu, pada kelompok yang jarang mengonsumsi pangan fermentasi, dari total 47 responden terdapat ada 28 responden (59,6%)

yang gula darahnya tidak terkontrol. Hasil ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara frekuensi konsumsi pangan fermentasi dengan kadar gula darah sewaktu ($p=0,007$). Nilai *prevalence ratio* sebesar 1,684 menunjukkan bahwa responden yang sering mengonsumsi pangan fermentasi memiliki prevalensi kadar gula darah sewaktu terkontrol sebesar 1,6 kali lebih besar dibandingkan responden yang jarang mengonsumsi pangan fermentasi.

4.2.6 Hubungan Asupan Karbohidrat dengan Kadar Gula Darah Sewaktu pada Penderita Diabetes Melitus tipe 2 di Wilayah Kerja Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu Tahun 2026

Hasil analisis asupan karbohidrat dengan kadar gula darah sewaktu pada penderita diabetes melitus tipe 2 dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hubungan Asupan Karbohidrat dengan Kadar Gula Darah Sewaktu pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di Sawah Lebar Kota Bengkulu Tahun 2026

Asupan Karbohidrat	Kadar Gula Darah Sewaktu				Total		<i>p-value</i>	PR 95%CI
	Terkontrol		Tidak Terkontrol					
	n	%	n	%	n	%		
Cukup	44	74,6	15	25,4	59	100	0,000	3,729
Lebih	7	20,0	28	80	35	100		
Total	51	54,3	43	45,7	94	100		

Sumber: Data Hasil Penelitian

Tabel 4.6 menunjukkan bahwa dari 59 responden dengan asupan karbohidrat cukup, sebanyak 44 orang (74,6%) memiliki kadar gula darah terkontrol. Sementara itu, pada 35 responden dengan asupan karbohidrat lebih, terdapat 28 orang (80%) yang mengalami kadar gula darah tidak terkontrol. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan signifikan antara asupan karbohidrat dengan kadar gula darah sewaktu ($p=0,000$). Nilai *prevalence ratio* sebesar 3,729 menunjukkan bahwa responden dengan asupan karbohidrat cukup memiliki

prevalensi kadar gula darah sewaktu terkontrol sebesar 3,7 kali lebih besar dibandingkan dengan responden dengan asupan karbohidrat lebih.

4.2.7 Hubungan Asupan Lemak dengan Kadar Gula Darah Sewaktu pada Penderita Diabetes Melitus tipe 2 di Wilayah Kerja Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu Tahun 2026

Hasil analisis asupan lemak dengan kadar gula darah sewaktu pada penderita diabetes melitus tipe 2 dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hubungan Asupan Lemak dengan Kadar Gula Darah Sewaktu pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di Sawah Lebar Kota Bengkulu Tahun 2026

Asupan Lemak	Kadar Gula Darah Sewaktu				Total		p-value	PR 95% CI
	Terkontrol		Tidak Terkontrol					
	n	%	n	%	n	%		
Cukup	33	84,6	6	15,4	39	100	0,000	2,585
Lebih	18	32,7	37	67,3	55	100		
Total	51	54,3	43	45,7	94	100		

Sumber: Data Hasil Penelitian

Tabel 4.7 menunjukkan bahwa dari 39 responden dengan asupan lemak cukup, sebanyak 33 orang (84,6%) memiliki kadar gula darah sewaktu terkontrol. Sementara itu, dari 55 responden dengan asupan lemak lebih, terdapat 37 orang (67,3%) yang mengalami kadar gula darah sewaktu tidak terkontrol. Hasil ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara asupan lemak dengan kadar gula darah ($p = 0,000$). Nilai *prevalence ratio* sebesar 2,858 menunjukkan bahwa responden dengan asupan lemak cukup memiliki kadar gula darah sewaktu terkontrol sebesar 2,8 kali dibandingkan dengan responden dengan asupan lemak lebih.

4.2.8 Hubungan Asupan Serat dengan Kadar Gula Darah Sewaktu pada Penderita Diabetes Melitus tipe 2 di Wilayah Kerja Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu Tahun 2026

Hasil analisis asupan serat dengan kadar gula darah sewaktu pada penderita diabetes melitus tipe 2 dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hubungan Asupan Serat dengan Kadar Gula Darah Sewaktu pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di Sawah Lebar Kota Bengkulu Tahun 2026

Asupan Serat	Kadar Gula Darah Sewaktu				Total	<i>p-value</i>	PR 95% CI
	Terkontrol		Tidak Terkontrol				
	n	%	n	%	n	%	
Cukup	35	85,4	6	14,6	41	100	0,000 2,828
Kurang	16	30,2	37	69,8	53	100	
Total	51	54,3	43	45,7	94	100	

Sumber: Data Hasil Penelitian

Tabel 4.8 menunjukkan bahwa dari 41 responden dengan asupan serat cukup, terdapat 35 orang (85,4%) memiliki kadar gula darah sewaktu terkontrol. Sedangkan pada 53 responden dengan asupan serat kurang, terdapat 37 orang (69,8%) yang memiliki kadar gula darah sewaktu tidak terkontrol. Hasil ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara asupan serat dengan kadar gula darah sewaktu ($p=0,000$). Nilai *prevalence ratio* sebesar 2,828 menunjukkan bahwa responden dengan asupan serat cukup memiliki kadar gula darah sewaktu terkontrol sebesar 2,8 kali lebih dibandingkan responden dengan asupan kurang.

4.2.9 Hubungan Asupan Zink dengan Kadar Gula Darah Sewaktu pada Penderita Diabetes Melitus tipe 2 di Wilayah Kerja Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu Tahun 2026

Hasil analisis asupan zink dengan kadar gula darah sewaktu pada penderita diabetes melitus tipe 2 dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hubungan Asupan Zink dengan Kadar Gula Darah Sewaktu pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di Sawah Lebar Kota Bengkulu Tahun 2026

Asupan Zink	Kadar Gula Darah Sewaktu				Total		<i>p-value</i>	PR 95% CI
	Terkontrol		Tidak Terkontrol					
	n	%	n	%	n	%		
Cukup	25	89,3	3	10,7	28	100	0,000	2,266
Kurang	26	39,4	40	60,6	66	100		
Total	51	54,3	43	45,7	94	100		

Sumber: Data Hasil Penelitian

Tabel 4.9 menunjukkan bahwa dari 28 responden dengan asupan zink cukup, sebanyak 25 orang (89,3%) memiliki kadar gula darah sewaktu terkontrol. Sementara itu, dari 66 responden dengan asupan zink kurang, terdapat 40 orang (60,6%) yang mengalami kadar gula darah sewaktu tidak terkontrol. Hasil ini menunjukkan bahwa ada hubungan asupan zink dengan kadar gula darah sewaktu ($p= 0,000$). Nilai *prevalence ratio* sebesar 2,266 menunjukkan bahwa responden dengan asupan zink cukup memiliki kadar gula darah sewaktu terkontrol sebesar 2,2 kali lebih besar dibandingkan responden dengan asupan zink kurang.

4.3 Pembahasan

4.3.1 Karakteristik Responden Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu Tahun 2026

Hasil uji statistik menunjukkan sebagian besar responden berada pada kelompok usia 45–59 tahun. Temuan ini melaporkan bahwa diabetes melitus tipe 2 cenderung lebih banyak dialami oleh individu pada dewasa hingga pra lansia. Hal ini melaporkan bahwa faktor biologis seperti usia memiliki kontribusi dalam perkembangan gangguan metabolisme glukosa. Hasil ini sejalan dengan Rahmawati (2026) yang menyatakan bahwa karakteristik reponden sebagian besar berada pada kelompok usia 36-44 tahun.

Penelitian yang dilakukan oleh Xie (2022) juga melaporkan diabetes melitus tipe 2 pada usia muda (*early-onset type 2 diabetes*) mengalami peningkatan secara global selama periode 1990–2019 dan banyak ditemukan pada usia kurang dari 30 tahun. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa diabetes melitus tipe 2 tidak lagi hanya terjadi pada kelompok usia lanjut, tetapi semakin banyak ditemukan pada remaja dan dewasa muda akibat perubahan pola hidup, peningkatan prevalensi obesitas, status sosial ekonomi terutama pada negara dengan tingkat sosiodemografis rendah hingga menengah, kurangnya aktivitas fisik, serta tingginya paparan asap rokok.

Hasil penelitian ini melaporkan hampir seluruh responden dengan jenis kelamin perempuan. Jenis kelamin sebagai faktor protektif terhadap kejadian diabetes melitus tipe 2 pada penelitian ini, dikarenakan jumlah responden perempuan lebih banyak dibandingkan dengan yang memiliki jenis kelamin laki-laki. Perempuan diketahui memiliki kecenderungan yang lebih besar untuk mengalami diabetes melitus tipe 2. Kondisi ini diduga dipengaruhi oleh perbedaan komposisi tubuh, distribusi lemak, serta variasi kadar hormone seksual dibandingkan dengan laki-laki (Amalliah *et al.*, 2024).

Perempuan diketahui memiliki risiko lebih tinggi mengalami diabetes melitus tipe 2 dibandingkan laki-laki (Rosita *et al.*, 2022). Hal ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kadar kolesterol yang cenderung lebih tinggi pada perempuan serta perbedaan aktivitas dan kebiasaan hidup sehari-hari yang berkontribusi terhadap kejadian diabetes melitus. Selain itu, persentase lemak tubuh pada perempuan umumnya lebih besar dibandingkan laki-laki.

Secara fisiologis, perempuan memiliki persentase lemak tubuh yang lebih tinggi dibandingkan laki-laki. Pada laki-laki, lemak tubuh umumnya berkisar antara 15–20% dari berat badan, sedangkan pada perempuan mencapai sekitar 20–25%. Tingginya persentase lemak tubuh pada perempuan dapat meningkatkan risiko terjadinya resistensi insulin, sehingga risiko diabetes melitus pada perempuan lebih melonjak dibandingkan laki-laki (Imelda, 2019).

Pada penelitian Rohmatulloh (2024) juga menyatakan bahwa dari 87 responden terdapat 53 orang (60,9%) berjenis kelamin perempuan. Hal tersebut diduga berkaitan dengan kecenderungan perempuan memiliki pola konsumsi makanan yang berisiko, terutama asupan gula dan lemak dalam jumlah tinggi. Selain itu, tingkat aktivitas fisik yang rendah, faktor stress serta adanya perubahan hormonal, sehingga perempuan lebih cenderung terkena diabetes melitus tipe 2 pada usia lebih dini dan lebih muda.

4.3.2 Frekuensi Konsumsi Pangan Fermentasi pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu Tahun 2026

Temuan ini menunjukkan masih terdapat responden yang jarang mengonsumsi pangan fermentasi. Frekuensi konsumsi pangan fermentasi dikategorikan jarang apabila skor akhir dari *food frequency questionnaire* yang diperoleh responden kurang dari angka enam, sedangkan konsumsi dikategorikan sering apabila skor akhir dari *food frequency questionnaire* mencapai atau melebihi angka enam. Adapun jenis pangan fermentasi yang digunakan pada penelitian ini berupa bekasam atau kasam, kecap, keju, *lemea* rebung, nata *de coco*, tape singkong, tape ketan, tempe kedelai, tempoyak, terasi dan yakult.

Rendahnya konsumsi pangan fermentasi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kebiasaan makan masyarakat, keterbatasan variasi pangan fermentasi yang dikonsumsi, serta adanya kekhawatiran terhadap rasa asam atau kandungan gula pada beberapa produk fermentasi. Pangan fermentasi seperti yoghurt, tempe, kefir, tape, dan kombucha diketahui mengandung probiotik yang dapat membantu menjaga keseimbangan mikrobiota usus. Mikrobiota usus yang baik berperan dalam meningkatkan sensitivitas insulin, mengurangi inflamasi, serta membantu metabolisme glukosa pada penderita diabetes melitus tipe 2 (Jainata *et al.*, 2021).

Hal ini menunjukkan bahwa konsumsi pangan fermentasi memberikan asupan mikroorganisme probiotik yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh. Mikrobiota tersebut berperan dalam memperkuat integritas barier usus dan membentuk lapisan epitel usus, membantu penyerapan energi, melindungi tubuh dari mikroorganisme patogen, serta mengatur sistem imun. Selain itu, mikrobiota usus juga membantu fermentasi karbohidrat yang tidak tercerna di usus bagian atas menjadi asam lemak rantai pendek (SCFA) yang berperan dalam metabolisme energi dan pengendalian glukosa (Simanjuntak, Annisa dan Saputra, 2022).

Penelitian yang dilakukan oleh Kocsis (2020) mengungkapkan bahwa probiotik mempunyai efek positif terhadap kontrol glikemik, kadar HbA1c, serta sensitivitas insulin pada penderita diabetes melitus tipe 2. Penelitian Takahashi (2021) juga menunjukkan bahwa konsumsi miso (pasta kedelai fermentasi) secara teratur dapat memperbaiki parameter glikemik melalui penurunan akumulasi lemak

dan resistensi insulin, sehingga dapat membantu menurunkan kadar gula darah. Selain itu, miso mengandung protein dan senyawa isoflavon yang berperan dalam menghambat penumpukan lemak visceral serta membantu pengendalian glikemik. Hasil penelitian Chan (2024) menyatakan bahwa manfaat pangan fermentasi terhadap kadar gula darah dipengaruhi oleh jenis pangan fermentasi, jumlah konsumsi, durasi intervensi, serta kondisi individu yang mengonsumsinya.

4.3.3 Gambaran Asupan Zat Gizi (Karbohidrat, Lemak, Serat serta Zink) pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu Tahun 2026

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian responden masih memiliki asupan karbohidrat yang berlebih. Berdasarkan hasil wawancara, ditemukan bahwa sebagian besar responden menerapkan pola makan yang masih kurang teratur serta belum memperhatikan jenis dan porsi makanan yang dikonsumsi setiap hari. Sumber asupan karbohidrat yang paling banyak dikonsumsi oleh responden dalam penelitian ini adalah nasi, yang dikonsumsi oleh seluruh responden sebagai makanan pokok sehari-hari.

Asupan karbohidrat merupakan komponen utama yang memengaruhi kadar glukosa darah karena karbohidrat akan dipecah menjadi glukosa dan diserap ke dalam aliran darah. Pada penderita diabetes melitus tipe 2, konsumsi karbohidrat yang berlebihan dapat menyebabkan peningkatan kadar gula darah akibat gangguan kerja insulin. Namun, asupan karbohidrat yang terlalu rendah juga dapat menyebabkan ketidakseimbangan energi dan gangguan metabolisme tubuh (Atmadja *et al.*, 2025).

Penelitian ini sejalan dengan Zakiyah (2023) yang menyatakan responden dengan asupan karbohidrat yang tinggi juga memiliki kadar gula darah tidak terkontrol. Penelitian lain yang dilakukan oleh Naswa (2024) menunjukkan bahwa pola konsumsi karbohidrat pada penderita diabetes masih belum sesuai rekomendasi gizi seimbang sehingga dapat memengaruhi pengendalian glukosa darah.

Hasil penelitian ini menjelaskan bahwa sebagian besar responden masih mengalami kelebihan asupan lemak. Lemak memiliki fungsi sebagai sumber energi dan membantu metabolisme tubuh, namun konsumsi lemak jenuh yang berlebihan dapat meningkatkan resistensi insulin dan memperburuk kontrol glikemik. Jenis lemak yang dikonsumsi juga memengaruhi metabolisme glukosa, di mana lemak tak jenuh lebih baik dibandingkan lemak jenuh (Almatsier, 2004).

Penelitian Sivri and Akdevelioglu (2024) mengatakan bahwa kualitas asupan lemak berpengaruh terhadap sensitivitas insulin dan metabolisme glukosa pada penderita diabetes melitus tipe 2. Penelitian lain yang oleh Nuraini (2022) menyatakan bahwa komposisi lemak yang seimbang pada makanan dalam pencegahan resistensi insulin lebih mementingkan kualitas dari jenis lemak daripada asupan total lemak. Asupan yang tinggi lemak dapat menyebabkan penambahan berat badan, resistensi insulin dan penyakit metabolik.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa sebagian besar masih mengonsumsi serat dalam jumlah yang kurang dari kebutuhan yang dianjurkan. Serat pangan berperan dalam membantu pengaturan kadar glukosa darah melalui mekanisme memperlambat proses pencernaan dan penyerapan glukosa. Oleh

karena itu, konsumsi serat yang lebih tinggi dapat berkontribusi terhadap kadar glukosa darah yang lebih terkendali. Asupan serat yang direkomendasikan bagi penderita diabetes melitus mengacu pada kebutuhan serat harian, yaitu sekitar 25 gram per hari (Soviana dan Maenasari, 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh Fitriani dan Setiarini (2024) menyatakan bahwa sebagian besar penderita diabetes memiliki asupan serat yang rendah dan kondisi tersebut berkaitan dengan buruknya kontrol glikemik. Penelitian lain oleh Mardini (2019) menyatakan semakin rendah asupan serat yang dikonsumsi, maka semakin tinggi juga kadar glukosa darah seseorang.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa sebagian responden memiliki asupan zink kurang. Zink berperan dalam pembentukan, penyimpanan, dan sekresi insulin serta membantu meningkatkan sensitivitas insulin. Penderita diabetes melitus umumnya memiliki kadar zink lebih rendah dibandingkan dengan individu sehat, sehingga rendahnya kadar zink sering dikaitkan dengan kontrol glikemik yang buruk. Kondisi tersebut juga dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti usia, jenis kelamin dan lamanya menderita diabetes melitus (Farooq *et al.*, 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh Ridwanto (2020) menyatakan bahwa jika organ pankreas individu sehat memiliki mineral zink yang sangat tinggi, namun lain halnya dengan penderita diabetes melitus terjadi penurunan kadungan zink pada tubuh sehingga terjadinya peningkatan kadar glukosa darah. Pada temuan ini didapatkan sebagian besar responden mengalami asupan zink defisiensi berat, sedang dan ringan. Penelitian lain oleh Ahmad (2024) menyatakan bahwa asupan

zink yang cukup berperan dalam menjaga homeostasis glukosa darah dan membantu memperbaiki fungsi insulin pada penderita diabetes melitus tipe 2.

4.3.4 Gambaran Kadar Gula Darah Sewaktu pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu Tahun 2026

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hampir setengah responden memiliki kadar gula darah sewaktu tidak terkontrol. Tingginya kadar gula darah sewaktu pada responden dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pola makan yang belum sesuai dengan anjuran, ketidakpatuhan dalam konsumsi obat, kurang aktivitas fisik serta lamanya menderita diabetes melitus tipe 2 (Achmad *et al.*, 2023).

Penderita diabetes melitus tipe 2 terjadi resistensi insulin sehingga glukosa tidak dapat masuk ke dalam sel secara optimal dan menyebabkan penumpukan glukosa di dalam darah. Kadar gula darah tidak terkontrol pada penderita diabetes melitus tipe 2 memiliki pengaruh terhadap kemunculan komplikasi makrovaskular seperti penyakit kardiovaskular atau arteri coroner serta penyakit degeneratif lainnya. Durasi individu didiagnosis diabetes melitus tipe 2 juga dikaitkan dengan kadar gula darah tidak terkontrol sehingga meningkatkan insidensi yang tinggi terkait komplikasi makrovaskular (Suryanegara *et al.*, 2021).

Hasil penelitian ini sejalan dengan Astutisari (2022) yang menyatakan bahwa sebagian besar responden memiliki kadar gula darah tinggi merupakan ciri khas yang terjadi pada orang yang memiliki penyakit diabetes melitus tipe 2. Penelitian lain juga serupa yang dilakukan oleh Khairani (2025) di poliklinik RS Muhammadiyah Palembang menyatakan bahwa sebagian besar responden memiliki rata-rata kadar gula darah sewaktu tidak normal.

4.3.5 Hubungan Frekuensi Konsumsi Pangan Fermentasi dengan Kadar Gula Darah pada Penderita Diabetes Melitus tipe 2 di Kota Bengkulu Tahun 2026

Hasil penelitian ini melaporkan ada hubungan antara frekuensi konsumsi pangan fermentasi dengan kadar gula darah sewaktu pada penderita diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu. Sebagian responden yang sering mengonsumsi pangan fermentasi memiliki kadar gula darah sewaktu terkontrol.

Pangan fermentasi secara teoritis mengandung mikroorganisme probiotik yang terkandung didalamnya. Konsumsi pangan fermentasi dapat meningkatkan keberadaan bakteri menguntungkan seperti *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium* yang berperan dalam meningkatkan keragaman mikrobiota usus, memperkuat fungsi barier usus, memodulasi sistem imun, serta mendukung proses antiinflamasi. Perbaikan fungsi barier usus dapat mengurangi translokasi endotoksin bakteri ke dalam sirkulasi darah sehingga menurunkan inflamasi sistemik yang berkontribusi terhadap resistensi insulin. Kondisi tersebut pada akhirnya dapat membantu memperbaiki kontrol glikemik pada penderita diabetes melitus tipe 2 (Antoni ;Park 2025;Jian *et al.*, 2025).

Jenis pangan fermentasi yang paling banyak dikonsumsi responden adalah tempe, kemudian diikuti dengan tape. Tingginya konsumsi tempe menunjukkan bahwa tempe merupakan kontributor utama terhadap asupan pangan fermentasi pada penelitian ini. Tempe merupakan pangan fermentasi berbasis kedelai yang kaya protein, serat, isoflavon, dan peptida bioaktif. Proses fermentasi oleh *Rhizopus* spp, meningkatkan ketersediaan hayati isoflavon dalam bentuk aglikon

yang lebih mudah diserap serta menghasilkan senyawa bioaktif yang berpotensi meningkatkan sensitivitas insulin, menghambat enzim α -glukosidase dan α -amilase, serta mengurangi stres oksidatif (Ayustaningwarno *et al.*, 2026).

Efek pangan fermentasi terhadap kadar gula darah tidak hanya dipengaruhi oleh frekuensi konsumsi, tetapi juga oleh durasi intervensi dan jumlah produk fermentasi yang dikonsumsi (Ningtyas, 2025). Penurunan gula darah terjadi melalui peran metabolit hasil fermentasi, seperti asam organik dan peptida, yang efektivitasnya turut dipengaruhi oleh proses fermentasi serta komposisi bahan pangan (Mutlu *et al.*, 2022).

Hasil penelitian ini sejalan dengan berbagai penelitian sebelumnya yang menunjukkan manfaat pangan fermentasi terhadap pengendalian glikemik pada penderita diabetes melitus tipe 2. Maulidiana (2024) yang menunjukkan adanya hubungan yang bermakna antara makanan fermentasi dengan kontrol gula darah pada pasien tipe 2. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Takahashi (2021), menyebutkan bahwa ada hubungan kebiasaan konsumsi miso (pasta kedelai fermentasi) dan variabilitas glikemik dengan kadar gula darah pada wanita dengan diabetes melitus tipe 2.

Hubungan yang ditemukan pada penelitian ini juga didukung oleh berbagai penelitian eksperimental yang menunjukkan bahwa konsumsi pangan fermentasi mampu memperbaiki kontrol glikemik. Farid (2023) menunjukkan bahwa pemberian ekstrak tempe kedelai hitam selama 45 hari pada tikus model diabetes melitus tipe 2 mampu menurunkan rerata kadar gula darah puasa sebesar 230,4 mg/dL. Penurunan kadar glukosa darah dapat menghambat tingkat kerusakan

jaringan dan peradangan (inflamasi) pada penderita diabetes mellitus tipe 2 yang disebabkan oleh interleukin-6 (IL-6).

Temuan ini juga didukung oleh penelitian Eliza (2022) menyatakan bahwa sari tempe kurma memiliki pengaruh terhadap penurunan kadar glukosa darah penderita diabetes melitus tipe 2 di Desa Teluk Kijing. Efek tersebut diduga berkaitan dengan kandungan serat, isoflavon, asam amino esensial dan non-esensial, serta indeks glikemik rendah. Selain itu, kandungan arginin dan glisin pada protein tempe berperan dalam meningkatkan transport glukosa ke hati, otot, dan sel tubuh lainnya berimplikasi dengan membantu menjaga kadar glukosa darah tetap terkendali.

Bukti mengenai manfaat pangan fermentasi tidak hanya sebatas produk berbasis kedelai. Teo (2024) menunjukkan bahwa pangan fermentasi yang mengandung bakteri asam laktat memperbaiki profil lipid penderita diabetes melitus tipe 2. Mendelson (2023) juga menyatakan bahwa konsumsi kombucha selama empat minggu menurunkan kadar gula darah puasa, sedangkan Awwad (2022), menemukan bahwa konsumsi produk susu fermentasi berkaitan dengan penurunan risiko diabetes melitus tipe 2 serta perbaikan berbagai indikator kontrol glikemik. Temuan tersebut menunjukkan bahwa manfaat pangan fermentasi tampaknya konsisten pada berbagai jenis produk fermentasi.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa frekuensi konsumsi pangan fermentasi berhubungan dengan kadar gula darah sewaktu pada penderita diabetes melitus tipe 2. Konsumsi pangan fermentasi secara teratur dapat membantu memperbaiki keseimbangan mikrobiota usus, diduga meningkatkan sensitivitas

insulin, serta mengurangi peradangan sehingga berkontribusi terhadap pengendalian kadar glukosa darah. Namun, manfaat tersebut juga dipengaruhi oleh jenis pangan fermentasi, jumlah yang dikonsumsi, durasi konsumsi, serta pola makan dan gaya hidup secara keseluruhan.

4.3.6 Hubungan Asupan Karbohidrat dengan Kadar Gula Darah Penderita Diabetes Melitus tipe 2 di Kota Bengkulu Tahun 2026

Hasil uji statistik menunjukkan terdapat hubungan yang signifikan antara asupan karbohidrat dengan kadar gula darah sewaktu pada penderita diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar. Responden dengan asupan karbohidrat yang melebihi kebutuhan harian cenderung memiliki kadar gula darah sewaktu yang tidak terkontrol dibandingkan dengan responden dengan asupan karbohidrat adekuat.

Kondisi ini dapat dipengaruhi oleh adanya resistensi insulin yang menyebabkan penurunan sensitivitas jaringan terhadap insulin, peningkatan produksi glukosa di hati melalui proses glukoneogenesis, serta terganggunya transport glukosa ke dalam sel otot dan jaringan adiposa sehingga kadar glukosa dalam sirkulasi darah tetap tinggi (Melmed *et al.*, 2020).

Karbohidrat merupakan sumber utama glukosa dalam tubuh. Setelah dikonsumsi, karbohidrat akan dicerna menjadi glukosa yang kemudian diserap ke dalam aliran darah. Akibatnya, jika dikonsumsi berlebihan berpotensi meningkatkan kadar gula darah (Yunianto *et al.*, 2021; Putri dan ugiani, 2025). Penelitian Wayamah (2025) menunjukkan bahwa individu dengan konsumsi karbohidrat berlebih memiliki resiko 4,08 kali lipat lebih besar mengalami

hiperglikemia dibandingkan responden yang mengonsumsi karbohidrat yang lebih rendah.

Hasil wawancara terhadap responden menunjukkan bahwa sebagian besar responden lebih dominan mengonsumsi nasi sebagai sumber karbohidrat utama serta masih jarang mengonsumsi sumber karbohidrat lain seperti ubi jalar, singkong, jagung, talas, dan kentang. Selain itu, apabila mengonsumsi umbi-umbian, umumnya diolah dalam bentuk makanan selingan berbasis gorengan.

Penelitian ini sejalan dengan Zakiyah (2023) menyatakan ada hubungan yang bermakna antara konsumsi karbohidrat dengan kadar gula darah. Penelitian tersebut menjelaskan bahwa asupan karbohidrat yang tinggi berpotensi meningkatkan kadar glukosa darah, sehingga pencapaian control glikemik yang optimal menjadi lebih sulit.

Penelitian ini juga konsisten dengan hasil temuan Putri (2025) menunjukkan bahwa ada hubungan yang signifikan antara asupan karbohidrat dengan kadar gula darah pada pasien dengan diabetes mellitus tipe 2. Glukosa yang diserap dari asupan makanan memiliki kontribusi besar terhadap peningkatan kadar glukosa darah, sehingga pengaturan asupan karbohidrat baik dari segi jumlah maupun jenis merupakan bagian penting dari terapi gizi medis pada penderita diabetes melitus tipe 2 karena berperan dalam membantu pengendalian kadar glukosa darah.

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya hubungan asupan karbohidrat dengan kadar gula darah sewaktu pada penderita diabetes melitus tipe 2. Pengaturan jumlah asupan karbohidrat merupakan bagian fundamental dari tata

laksana diabetes melitus tipe 2, aspek tersebut menjadi sangat vital sebab konsumsi karbohidrat yang berlebihan dapat meningkatkan kadar glukosa darah dan memperburuk kontrol glikemik. Atas dasar tersebut, kontrol glikemik yang optimal sangat bergantung pada ketepatan penentuan jenis serta regulasi porsi karbohidrat yang dikonsumsi pasien.

4.3.7 Hubungan Asupan Lemak dengan Kadar Gula Darah pada Penderita Diabetes Melitus tipe 2 di Kota Bengkulu Tahun 2026

Hasil analisis statistik ditemukan adanya hubungan asupan lemak dengan kadar gula darah sewaktu pada penderita diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa responden dengan asupan lemak berlebih cenderung ditemukan pada kelompok yang kadar gula darah sewaktu tidak terkontrol. Akumulasi lemak berlebih dalam tubuh dapat menyebabkan obesitas yang berdampak pada gangguan metabolisme, termasuk metabolisme glukosa (Dewi dan Ayuningtyas, 2022).

Efektivitas regulasi glukosa darah dapat terganggu akibat induksi resistensi insulin yang disebabkan oleh konsumsi lipid tinggi jenuh dan trans. Ketika respons seluler terhadap insulin melemah, transportasi glukosa ke dalam sel untuk produksi energi menjadi tidak efisien, sehingga memicu hiperglikemia. Guna mengatasi lonjakan glukosa tersebut, pankreas akan terstimulasi untuk memproduksi insulin secara berlebihan (Tantri *et al.*, 2024).

Asupan lemak yang berlebih dalam jangka panjang dapat menyebabkan penurunan sensitivitas insulin dan meningkatkan timbunan glukosa darah, yang berimplikasi pada meningkatnya kadar gula darah. Kondisi ini mengakibatkan kemampuan sel tubuh dalam mengambil glukosa dari aliran darah menjadi

berkurang sehingga kadar glukosa darah meningkat. Selain itu, kelebihan asupan lemak dapat meningkatkan penumpukan lemak pada jaringan adiposa dan hati. Melalui proses lipogenesis, kelebihan energi akan disimpan sebagai lemak, sedangkan gliserol yang dihasilkan dapat digunakan dalam proses glukoneogenesis untuk membentuk glukosa. Akumulasi lipid dan peningkatan produksi glukosa endogen tersebut pada akhirnya memperparah kondisi resistensi insulin, yang kemudian memicu lonjakan kadar glukosa darah secara berkelanjutan (Aulia *et al.*, 2022).

Hasil penelitian ini, sebagian responden memiliki asupan lemak melebihi kebutuhan. Hal ini dipengaruhi oleh kebiasaan mengonsumsi makanan yang digoreng, disantan serta lauk hewani berlemak yang umum dikonsumsi masyarakat. Pola konsumsi tersebut berpotensi meningkatkan asupan lemak harian sehingga dapat memengaruhi pengendalian kadar gula darah pada penderita diabetes melitus tipe 2.

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Harna (2022) menyatakan adanya hubungan yang signifikan antara konsumsi lemak dengan kadar gula darah dengan arah hubungan positif, yang mengindikasikan bahwa semakin tinggi konsumsi lemak, semakin tinggi pula kadar glukosa darah. Konsumsi makanan yang tinggi lemak, dapat mengganggu keseimbangan energi dan meningkatkan resistensi insulin, bahkan sebelum terjadi kenaikan berat badan. Penelitian ini juga konsisten dengan temuan Al-mssallem (2024) menyebutkan bahwa terdapat hubungan yang positif antara asupan lemak yang berlebih dengan kadar gula darah penderita diabetes melitus tipe 2.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa adanya hubungan asupan lemak dengan kadar gula darah sewaktu. Pengendalian kadar glukosa darah pada penderita diabetes melitus tipe 2 dapat dioptimalkan melalui pemenuhan asupan lemak yang disesuaikan secara tepat dengan kebutuhan individu. Sebaliknya, konsumsi lemak yang berlebihan berpotensi meningkatkan resistensi insulin dan mengganggu metabolisme glukosa, sehingga menyebabkan kadar gula darah menjadi lebih sulit terkontrol.

4.3.8 Hubungan Asupan Serat dengan Kadar Gula Darah pada Penderita Diabetes Melitus tipe 2 di Kota Bengkulu Tahun 2026

Hasil uji statistik menunjukkan terdapat hubungan antara asupan serat dengan kadar gula darah sewaktu pada penderita diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu. Peningkatan prevalensi kadar gula darah sewaktu yang tidak terkontrol teridentifikasi secara signifikan pada responden dengan konsumsi serat yang kurang dari kebutuhan. Kondisi ini diduga berkaitan dengan rendahnya konsumsi sayur, buah, kacang-kacangan, dan sumber serat lainnya dalam pola makan sehari-hari. Serat berperan dalam membantu mengontrol kadar gula darah melalui mekanisme memperlambat penyerapan glukosa di dalam usus. Konsumsi serat yang cukup juga dapat membantu meningkatkan sensitivitas insulin dan menjaga kestabilan kadar gula darah (Maryoto, 2008).

Gropper (2018) mengungkapkan konsumsi makanan yang kaya akan serat pembentuk gel kental dapat membantu mengontrol kadar gula darah dengan cara menghambat laju penyerapan glukosa dan sekresi insulin. Melalui proses ini, stabilitas kebutuhan sekresi insulin dapat dipertahankan seiring dengan lebih lambatnya fluktuasi peningkatan kadar glukosa dalam sirkulasi darah. Selain itu,

serat juga dapat memengaruhi sekresi hormon saluran pencernaan seperti peptida mirip glukagon (GLP-1) dan glucose-dependent insulintropic peptide (GIP) yang berperan dalam regulasi insulin dan glukagon. Proses fermentasi serat oleh mikrobiota usus menghasilkan asam lemak rantai pendek (SCFA) seperti asetat, propionat, dan butirat yang berperan dalam meningkatkan sensitivitas insulin, mengurangi inflamasi, serta membantu regulasi metabolisme glukosa.

Hasil sistematik review dan meta analisis menunjukkan serat pangan larut kental (*viscous soluble dietary fiber*) seperti psyllium, guar gum, β -glucan, dan glucomannan dapat membantu memperbaiki kontrol glikemik dan profil lipid pada penderita diabetes melitus tipe 2 (DM tipe 2). Penelitian ini menemukan adanya penurunan signifikan pada kadar HbA1c, gula darah puasa, dan kolesterol total setelah pemberian serat larut. Penurunan kadar gula darah menunjukkan adanya perbaikan kontrol gula darah jangka panjang yang penting untuk menurunkan risiko komplikasi diabetes seperti penyakit kardiovaskular dan komplikasi mikrovaskular. Selain itu, serat juga dapat mengikat asam empedu dan menghasilkan short chain fatty acids (SCFA) hasil fermentasi mikrobiota usus yang berperan dalam menurunkan kadar kolesterol darah. Hasil analisis subkelompok menunjukkan bahwa efek penurunan kadar gula darah lebih optimal pada intervensi lebih dari 6 minggu, sedangkan penurunan gula darah puasa lebih efektif pada dosis serat lebih dari 8,3 g/hari (Lu *et al.*, 2023).

Temuan penelitian ini konsisten dengan penelitian Wardani dan Sholihah (2025) yang menunjukkan adanya hubungan antara asupan serat dan status hiperglikemia pada penderita diabetes melitus tipe 2. Temuan tersebut

mengindikasikan bahwa asupan serat berperan dalam pengelolaan kadar glukosa darah pada pasien diabetes melitus. Selain itu, temuan ini didukung oleh Soviana dan Maenasari (2020) yang menemukan bahwa asupan serat berhubungan dengan kadar glukosa darah pada penderita diabetes melitus tipe 2.

Hasil temuan ini juga konsisten dengan penelitian Kaho and Gonzalez (2026) yang menyatakan bahwa adanya hubungan signifikan antara asupan serat dan kadar gula darah puasa. Penelitian tersebut juga menemukan bahwa individu dengan konsumsi serat yang cukup cenderung memiliki kadar gula darah puasa yang lebih rendah. Hal ini mengindikasikan bahwa serat pangan berperan penting dalam menstabilkan fluktuasi glukosa setelah makan, karena kemampuannya memperlambat pengosongan lambung serta memengaruhi respons hormon di saluran pencernaan.

Temuan penelitian ini mengindikasikan secara jelas adanya kolerasi yang signifikan antara asupan serat harian dan regulasi kadar gula darah sewaktu pada penderita diabetes melitus tipe 2. Asupan serat yang cukup berperan penting dalam pengendalian glikemik, karena serat dapat memperlambat penyerapan glukosa, meningkatkan sensitivitas insulin, serta membantu menjaga kestabilan kadar gula darah.

4.3.9 Hubungan Asupan Zink dengan Kadar Gula Darah pada Penderita Diabetes Melitus tipe 2 di Kota Bengkulu Tahun 2026

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ada hubungan asupan zink dengan kadar gula darah sewaktu pada penderita diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu. Responden dengan asupan zink yang rendah cenderung memiliki kadar gula darah yang tidak terkontrol. Hal tersebut sejalan

dengan penelitian Farooq (2020) yang menyatakan bahwa penderita diabetes melitus lebih umumnya mengalami defisiensi zink dibandingkan individu sehat, serta kontrol glikemik yang buruk berhubungan dengan rendahnya kadar zink dalam tubuh. Penelitian tersebut juga menjelaskan bahwa kadar zink yang rendah dapat dipengaruhi oleh interaksi dengan mineral lain, terutama tembaga, serta asupan zat besi yang dapat menghambat penyerapan zink di usus.

Zink memiliki berbagai fungsi penting dalam tubuh, antara lain berperan dalam menjaga fungsi sistem imun, terlibat dalam proses penyembuhan luka, serta berkaitan dengan fungsi hormon insulin yang diproduksi di pankreas (Almatsier, 2004). Zink juga memiliki peran penting dalam mekanisme insulin dan pengaturan gula darah. Zink dapat meningkatkan efektivitas kerja insulin aktivasi jalur sinyal intraseluler seperti PI3K/Akt yang berperan dalam meningkatkan pengambilan glukosa oleh sel. Selain itu, zink berperan sebagai kofaktor berbagai enzim yang terlibat dalam metabolisme karbohidrat serta memiliki aktivitas antioksidan yang membantu melindungi sel dari kerusakan oksidatif (Ahmad *et al.*, 2024).

Optimalnya fungsi reseptor insulin akan meningkatkan pengambilan *glucose uptake* oleh sel, sehingga membantu mempertahankan kadar glukosa darah tetap terkendali melalui bantuan protein disebut GLUT4 (Myers, 2015). Selain itu, zink juga penting dalam pembentukan dan penyimpanan insulin. Insulin di dalam pankreas disimpan dalam bentuk tertentu (*heksamer*) yang terbentuk dengan bantuan ion zink, sehingga insulin bisa matang dengan baik dan siap dilepaskan saat dibutuhkan untuk mengontrol kadar gula darah. Jika terjadi kekurangan zink,

dapat mengganggu metabolisme glukosa melalui fungsi sel beta, serta induksi stress oksidatif dan peradangan. Sebaliknya, pada kondisi kadar gula darah tinggi, tubuh dapat kehilangan lebih banyak zink melalui urin, sehingga dapat memperburuk kondisi (Ahmad *et al.*, 2024).

Zink berperan penting dalam metabolisme glukosa. Mineral ini diketahui dapat menekan produksi glukosa di hati (*hepatic glucose production*), sekaligus meningkatkan proses metabolisme dan penyimpanan glukosa di dalam tubuh. Mekanisme tersebut terjadi melalui peningkatan aktivitas beberapa enzim metabolik, seperti α -glukosidase, fosfofruktokinase (PFK), piruvat kinase, dan glikogen sintase. Selain itu, zink juga memiliki efek insulinomimetik yang diduga dimediasi oleh Zinc- α 2-glycoprotein, mekanisme tersebut meningkatkan ekspresi transporter glukosa tipe 4 pada otot rangka dan jaringan adiposa, sehingga ambilan glukosa oleh sel menjadi lebih efisien dan berkontribusi terhadap pengendalian kadar glukosa darah (Ranasinghe *et al.*, 2015).

Penelitian yang dilakukan oleh Ridwanto (2020) melaporkan adanya hubungan yang signifikan antara asupan zink dengan kadar glukosa darah pada penderita diabetes melitus tipe 2. Hasil tersebut menunjukkan bahwa rendahnya asupan zink pada pasien berkolerasi dengan peningkatan kadar gula darah. Temuan ini juga mengungkapkan bahwa sebagian besar responden mengalami defisiensi asupan zink dengan tingkat keparahan yang bervariasi, mulai dari ringan hingga berat.

Penelitian meta-analisis oleh Fernandez-Cao (2019) juga menunjukkan bahwa asupan zink yang lebih tinggi memiliki efek protektif terhadap kejadian diabetes

melitus tipe 2, terutama populasi dengan prevalensi diabetes rendah hingga sedang. Selain itu, beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa kadar zink pada penderita diabetes melitus tipe 2 cenderung lebih rendah jika dibandingkan dengan kelompok non-diabetes. Kondisi tersebut berkaitan dengan gangguan metabolisme glukosa dan peningkatan resistensi insulin sehingga dapat memengaruhi kontrol kadar gula darah.

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan Wardani dan Sholihah (2025) menyatakan bahwa ada hubungan asupan zink dengan status hiperglikemia pada diabetes melitus tipe 2. Konsumsi makanan yang kaya akan zink berperan dalam mempertahankan homeostatis gula darah serta memodulasi respons inflamasi pada individu dengan diabetes melitus tipe 2. Selain itu, hasil penelitian ini juga didukung oleh penelitian Pompano (2021) yang menunjukkan bahwa suplementasi zink mampu memperbaiki faktor risiko diabetes melitus tipe 2, seperti menurunkan kadar glukosa darah dan HbA1c, terutama jika diberikan kurun waktu lebih lama.

Hasil penelitian ini disimpulkan bahwa asupan zink berkorelasi dengan kadar gula darah sewaktu pada penderita diabetes melitus tipe 2. Temuan ini juga menunjukkan bahwa kecukupan asupan zink berperan penting dalam pengendalian glikemik melalui keterlibatannya dalam sintesis, penyimpanan, dan kerja insulin, serta kemampuannya meningkatkan metabolisme glukosa dan mengurangi stres oksidatif.

4.4 Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pengukuran asupan zat gizi menggunakan metode *food recall* 24 jam yang sangat bergantung pada kemampuan responden dalam mengingat jenis, frekuensi, serta riwayat konsumsi makanan dan minuman dalam 24 jam terakhir. Kondisi ini berpotensi menimbulkan *recall bias* yang dapat memengaruhi ketepatan data asupan yang diperoleh. Kemudian, variasi bahan makanan yang termasuk dalam kategori pangan fermentasi masih terbatas, sehingga belum sepenuhnya menggambarkan pola konsumsi pangan fermentasi yang beragam di masyarakat. Selain itu, sampel penelitian hanya mencakup responden yang terdaftar pada periode Januari hingga September 2025. Data responden pada periode setelah September 2025 belum diikutsertakan dalam penelitian ini, akibatnya hasil penelitian belum dapat merepresentasikan seluruh populasi penderita diabetes melitus tipe 2 yang tercatat di wilayah setempat.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- a. Karakteristik responden sebagian besar berada pada rentang usia 45–59 tahun (54,3%) dengan jenis kelamin perempuan (78,7%).
- b. Frekuensi konsumsi pangan fermentasi, sebanyak 47 (50%) responden kategori sering mengonsumsi pangan fermentasi dan 47 (50%) responden termasuk dalam kategori jarang.
- c. Asupan karbohidrat cukup (62,8%) dan asupan karbohidrat lebih (37,2%). Asupan lemak cukup (41,8%) dan asupan lemak lebih (58,5%). Asupan serat cukup (43,6%) dan asupan serat kurang (56,4%). Asupan zink cukup (29,8%) dan asupan zink kurang (70,2%).
- d. Kadar gula darah sewaktu yang terkontrol (54,3%) dan kadar gula darah sewaktu yang tidak terkontrol (45,7%).
- e. Ada hubungan frekuensi konsumsi pangan fermentasi dengan kadar gula darah sewaktu pada penderita diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu.
- f. Ada hubungan asupan karbohidrat dengan kadar gula darah sewaktu pada penderita diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu.
- g. Ada hubungan asupan lemak dengan kadar gula darah sewaktu pada penderita diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu.

- h. Ada hubungan asupan serat dengan kadar gula darah sewaktu pada penderita diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu.
- i. Ada hubungan asupan zink dengan kadar gula darah sewaktu pada penderita diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu.

5.2 Saran

5.2.1 Bagi Peneliti Selanjutnya

Bagi peneliti selanjutnya, diharapkan tidak hanya melihat hubungan asupan frekuensi konsumsi pangan fermentasi dan asupan zat gizi (karbohidrat, lemak, serat, dan zink) tetapi juga diharapkan untuk menganalisis zat gizi lainnya, jenis mikrobiota pada pangan fermentasi serta memberikan intervensi peningkatan asupan zat gizi tersebut dan pengaruhnya terhadap kadar gula darah pada penderita diabetes melitus tipe 2.

5.2.2 Bagi Penderita Diabetes Melitus

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, yaitu kepada penderita diabetes melitus tipe 2 disarankan mengonsumsi sumber makanan pangan fermentasi, karbohidrat, lemak, serat dan zink dalam jumlah yang cukup. Zat gizi tersebut dapat ditemukan pada beberapa bahan makanan seperti nasi, umbi-umbian, protein hewani, protein nabati, sayuran, buah-buahan dan olahannya agar dapat membantu mengontrol kadar gula darah.

5.2.3 Bagi Akademik

Skripsi ini dapat dijadikan referensi tambahan bagi perpustakaan untuk meningkatkan keilmuan bagi mahasiswa/i Poltekkes Kemenkes Bengkulu terutama jurusan Gizi mengenai hubungan frekuensi konsumsi pangan fermentasi dan asupan zat gizi pada penderita diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu.



DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, V. G. N., Yufria, L. N., Rahem, A., & Pristianty, L. (2023). Factors that contribute to blood sugar control in type 2 diabetes mellitus. *Pharmacy Education*, 23(4), 48–52. <https://doi.org/10.46542/pe.2023.234.4852>
- Adinda, S. P., & Luthfiyah, F. (2023). Tingkat Konsumsi Zn,Se, dan GDS Pasien Diabetes Melitus Tipe 2. *Nutriture Journal*, 2(3), 139–144. <https://doi.org/10.31290/nj.v2i3.4170>
- Afifah, M. (2026). *Hubungan Asupan Karbohidrat dengan Kadar Glukosa Darah pada Penderita Diabetes Melitus tipe 2 di Wilayah Kerja Puskesmas*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Ahmad, R., Shaju, R., Atfi, A., & Razzaque, M. S. (2024). Zinc and Diabetes: A Connection between Micronutrient and Metabolism. *Cells*, 13(1359), 1–15. <https://doi.org/10.3390/cells13161359>
- AKG. (2019). *Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan Untuk Masyarakat Indonesia*. Peraturan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2019.
- Al-mssallem, M. Q., Alarifi, S. N., & Al-mssallem, N. I. (2024). The association between different types of dietary fat intake and blood lipids in Type 2 diabetes patients : sex differences. *Arab Gulf Journal of Scientific Research*, 42(3), 871–883. <https://doi.org/10.1108/AGJSR-02-2023-0046>
- Almatsier, S. (2004). *Prinsip Dasar Ilmu Gizi* (Izul (ed.); 4th ed.). PT Gramedia Pustaka Utama.
- Amalliah, N., Muchtar, F., & Afa, J. R. (2024). Faktor Risiko Kejadian Diabetes Mellitus Tipe 2 pada Pasien Rawat Jalan di RSUD Kabupaten Buton Tahun 2023. *Koloni: Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 3(1), 72–86.
- Amin, N. F., Garancang, S., & Abunawas, K. (2023). Konsep Umum Populasi dan Sampel dalam Penelitian. *Jurnal Kajian Islam Kontemporer*, 14(1), 15–31.
- Antoni, M., & Dharmawan, A. (2025). Mikrobiota Usus dan Diabetes Melitus Tipe 2 : *Jurnal Ners*, 9(1), 1088–1094.
- Apriyanto, M., Fanghohoi, L., & Aprilia, V. (2021). *Pangan Berbasis Fermentasi* (A. A. Kiti (ed.)). Nuta Media.
- Arista, A., Alim, E. G., Hartono, H. V., & Hendrata, M. A. (2021). *Fermentasi Asam Laktat dalam Proses Produksi Minuman Probiotik pada PT. Yakult Indonesia Persada*.
- Aruan, A., Lestari, A., & Pamungkasari, E. P. (2023). Hubungan Asupan Magnesium dan Asupan Zink dengan Kadar Glukosa Darah pada Lanjut Usia di Kecamatan Jumiring Kabupaten Klaten. *Gizi Indonesia: Journal of The Indonesian Nutrition Association*, 46(2), 143–150. <https://doi.org/10.36457/gizindo.v46i2.734>
- Astutisari, I. D. A. E. C., Darmini, Y., & Wulandari, I. A. P. (2022). Hubungan Pola Makan dan Aktivitas Fisik dengan Kadar gula Darah pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Puskesmas Manggis 1. *Jurnal Riset Kesehatan Nasional*, 6(2), 79–87. <https://doi.org/10.3777294>
- Atmadja, T. F. A., Marwah, S. F., & Husnul, N. (2025). Asupan Karbohidrat dan Aktivitas Fisik dengan Kadar Glukosa Darah Puasa Penderita Diabetes

- Melitus Tipe 2. *Juournal of Dietetics Science*, 1(2), 61–67.
- Aulia, R., Wahyuningsih, M. S. H., & Huriyati, E. (2022). Asupan zat gizi makro dan kepatuhan minum obat antidiabetik terhadap kadar HbA1c pada penyandang diabetes melitus tipe 2. *Junal Gizi Klinik Indonesia*, 19(2), 79–87. <https://doi.org/10.22146/ijcn.70259>
- Awwad, S. F., Abdalla, A., Howarth, F. C., Stojanovska, L., Kamal-eldin, A., & Ayyash, M. M. (2022). Invited review : Potential effects of short and long term intake of fermented dairy products on prevention and control of type 2 diabetes mellitus. *Journal of Dairy Science*, 105(6), 4722–4733. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21484>
- Ayustaningwarno, F., Jusman, T. N. G., Afifah, D. N., Asikin, Y., Astawan, M., & Elda, F. (2026). A Critical Review of Antidiabetic Properties of Tempeh From Various Substrates. *Journal of Food Science*, 91(e71014), 1–28. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.71014>
- Azara, R., & Saidi, I. A. (2020). *Buku Ajar Mikrobiologi Pangan* (A. E. Prihatiningrum & Sutarman (eds.); 1st ed.). Umsida Press. <https://press.umsida.ac.id/index.php/umsidapress/article/download/978-623-6833-64-3/750/5217>
- Azrimaidaliza, Resmiati, Famelia, W., Purnakarya, I., Firdaus, & Khairany, Y. (2020). *Buku Ajar Dasar Ilmu Gizi Kesehatan Masyarakat*. LPPM Universitas Andalas.
- Baharuddin, Prawitasari, D. S., Ikawaty, R., & Marzuki, J. E. (2024). *Buku Ajar Biomedik* (satu). Universitas Surabaya Indonesia. https://repository.ubaya.ac.id/45835/1/Baharuddin_Buku_Ajar_Biokimia_Makromolekul_Plus_ISBN_dan_QRCBN.pdf
- Bpom RI. (2020). *Buku Saku Suplemen Kesehatan untuk Memelihara Daya Tahan Tubuh dalam Menghadapi Covid-19 Zink* (Isnaeni, Y. Marpaung, & D. Kurniasari (eds.); 1st ed.). Bpom RI.
- Chan, M., Larsen, N., Howell, K., Baxter, H., Jespersen, L., & Ekinci, E. I. (2024). The impact of botanical fermented foods on metabolic syndrome and type 2 diabetes: a systematic review of randomised controlled trials. *Nutrition Research Reviews*, 37(0), 396–415. <https://doi.org/10.1017/S0954422423000252>
- Chen, X., Gu, J., & Huang, Y. (2023). High dietary intake of unsaturated fatty acids is associated with improved insulin resistance – a cross-sectional study based on the NHANES database. *Lipids in Health and Disease*, 22(216), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12944-023-01982-1>
- Daneshvar, M., Ghaheri, M., Safarzadeh, D., Karimi, F., Hajbagheri, P. A., Ahmadzade, M., & Haedi, A. (2024). Effect of zinc supplementation on glycemic biomarkers: an umbrella of interventional meta - analyses. *Diabetology & Metabolic Syndrome*, 16(124), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s13098-024-01366-0>
- Decroli, E. (2019). *Diabetes Melitus Tipe 2* (A. Kam, Y. P. Efendi, G. P. Decroli, & A. Rahmadi (eds.); 1st ed.). Pusat Penerbitan Bagian Ilmu Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Universitas Andalas.
- Dewi, L., & Ayuningtyas, A. (2022). *A-Z Tentang Obesitas*. UGM PRESS.

- Dinkes Kota Bengkulu. (2024). *Profil Dinas Kesehatan Kota Bengkulu 2024*.
- Djannah, R. S. N., Suprasetya, E., & Sutrisno. (2025). *Buku Saku Diabetes melitus* (satu). CV Mine.
- Eliza, Kasturi, Muzakar, & Sumarman. (2022). Pengaruh Pemberian Sari Tempe Kurma dan Konseling Terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah. *Jurnal Kesehatan Manarang*, 8(3), 212–222.
- Farhani, A. T., Hidayati, L., & Puspitasari, D. I. (2024). The Relationship Between Fast Food Consumption and Nutritional Status in Adolescent Girls in Surakarta Ciyt. *Jurnal Gizi Kerja Dan Produktivitas*, 5(2), 278–285. <https://doi.org/10.62870/jgkp.v5i2.28986>
- Farid, U. M., Romdhani, A. M., & Khalil, M. (2023). Efektivitas Ekstrak Tempe Kedelai Hitam terhadap Kadar Interleukin 6 pada Tikus Wistar Diabetes Mellitus Tipe 2. *Jurnal Jeumpa*, 10(2), 195–203. <https://doi.org/10.33059/jj.v10i2.8118>
- Farooq, D., Alamri, A., Alwhahabi, B., Metwally, A., & Kareem, K. (2020). The Status of Zinc in type 2 Diabetic Patients and its Association with Glycemic Control. *Journal of Family and Community Medicine*, 27(1), 29–36. https://doi.org/10.4103/jfcm.JFCM_113_19
- Fauziah, L. F., Rahmawati, Aisya, R. W., Chodijah, S., Nazar, A. D., Chaerunimah, MUlyani, N. S., & Purbowati. (2025). *Buku Ilmu Gizi* (7th ed.). PT Nuansa Fajar Cemerlang.
- Ferdowsi, P. V., Ahuja, K. D. K., Beckett, J. M., & Myers, S. (2023). Capsaicin and Zinc Signalling Pathways as Promising Targets for Managing Insulin Resistance and Type 2 Diabetes. *Molecules*, 28(2861), 1–16. <https://doi.org/10.3390/molecules28062861>
- Fernandez-Cao, J. C., Warthon-medina, M., Moran, V. H., Arija, V., Doepping, C., Serra-majem, L., & Lowe, N. M. (2019). Zinc Intake and Status and Risk of Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, 11(1027), 1–26. <https://doi.org/10.3390/nu11051027>
- Fitriani, S. D., & Setiarni, A. (2024). Manfaat Serat Larut Air untuk Kontrol Glikemik pada Diabetes Mellitus Tipe 2: Systematic Review. *Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia*, 7(3), 569–577. <https://doi.org/10.56338/mppki.v7i3.4776>
- Genova, M. P., Ivanova, I., Naseva, E., & Atanasova, B. (2024). Association Between Zinc Status and Insulin Resistance/ Sensitivity Check Indexes in Gestational Diabetes Mellitus. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(12193), 1–14. <https://doi.org/10.3390/ijms252212193>
- Ginanjari Abdurrahman. (2022). Klasifikasi Penyakit Diabetes Melitus Menggunakan Adaboost Classifier. *JUSTINDO (Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 7(1), 59–66. <http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/JUSTINDO>
- Gropper, S. S., Smith, J. L., & Car, T. P. (2018). *Advanced Nutrition and Human Metabolism*. Cengage Learning.
- Hamama, F., Kasmiyetti, Sartika, W., Hasneli, & Yuniritha, E. (2024). Hubungan Asupan Serat dengan Kadar Glukosa Darah Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 Di Wilayah Kerja Puskesmas Lubuk Buaya Kota Padang Tahun 2023.

- Jurnal Gizi Mandiri*, 01(02), 40–48.
- Hamedifard, Z., Farrokhian, A., Reiner, Ž., Bahmani, F., Asemi, Z., & Ghotbi, M. (2020). The effects of combined magnesium and zinc supplementation on metabolic status in patients with type 2 diabetes mellitus and coronary heart disease. *Biochemistry and Nutrition in Metabolic Diseases*, 19(112), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s12944-020-01298-4>
- Harna, Efriyanurika, L., Novianti, A., Sa'pang, M., Asrul, A. M., & Irawan. (2022). Status Gizi , Asupan Zat Gizi Makro dan Kaitannya dengan Kadar HbA1c PADA Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 Nutritional Status , Macronutrients Intake and its associated with HbA1c Levels in Type 2 Diabetes Mellitus Patients. *Jurnal Ilmu Kesehatan*, 15(4), 365–372.
- Harreiter, J., & Roden, M. (2023). Diabetes mellitus: definition, classification, diagnosis, screening and prevention (Update 2023). *Wiener Klinische Wochenschrift*, 135(1), 7–17. <https://doi.org/10.1007/s00508-022-02122-y>
- Hartono, & Ediyono, S. (2024). Hubungan tingkat pendidikan dan lama menderita sakit dengan tingkat pengetahuan lima pilar penatalaksanaan diabetes mellitus di wilayah kerja Puskesmas Sungai Durian, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. *Journal of TSCS1 Kep*, 9(1), 49–58. <http://ejournal.annurpurwodadi.ac.id/index.php/TSCS1Kep>
- Hasdipa, M., & Maigoda, T. C. (2024). Hubungan asupan karbohidrat , serat dan aktifitas fisik dengan kadar glukosa darah puasa pada wanita dewasa dengan obesitas. *Nutrition and Health Insights*, 1(2), 98–104.
- IDF. (2025). *IDF Diabetes Atlas* (D. J. Magliano, E. J. Boyko, I. Genitsarid, L. Piemonte, P. Riley, & P. Salpea (eds.); 11th ed.). International Diabetes Federation.
- Imelda, S. (2019). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Terjadinya diabetes Melitus di Puskesmas Harapan Raya Tahun 2018. *Scientia Journal*, 8(1), 28–39.
- Jainata, D., Utama, B. I., & Desmawati. (2021). Pengaruh Probiotik Dalam Menurunkan Kadar Gula Darah Pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 : Sebuah Tinjauan Sistematis. *Jurnal Ilmu Kesehatan Indonesia*, 2(4), 312–320. <https://doi.org/10.25077/jikesi.v2i4.487>
- Jalili, M., Nazari, M., & Magkos, F. (2023). Fermented Foods in the Management of Obesity : Mechanisms of Action and Future Challenges. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(2665), 1–23. <https://doi.org/10.3390/ijms24032665>
- Jian, E., Wang, M., Zhang, Z., Heng, Y., Zhang, C., Chen, Q., Yu, X., Zhu, Y., & Cai, P. (2025). The metabolic endotoxemia and gut microbiota : research trajectories and hot trends across the centuries (1999 – 2024). *Frointier in Microbiology*, 16(1634), 1–22. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2025.1634803>
- Junia, S. P., Rizal, A., & Kusdalina. (2025). Konsumsi Zink dan Magnesium Berhubungan dengan Kadar Gula Darah pada Pasien Usia Dewasa. *Jurnal Sains Kesehatan*, 32(1), 85–92.
- Kaho, Y. L., & Gonzalez, M. (2026). Media of Health Researc h The Effect of Dietary Fiber Intake on Blood Glucose Levels Among Patients with Diabetes Mellitus at Jagir Primary Health Center, Surabaya, Indonesia. *Media of*

- Health Research*, 4(1), 18–24. <https://doi.org/10.70716/mohr.v4i1.401>
- Kambe, T., Hashimoto, A., & Fujimoto, S. (2014). Current understanding of ZIP and ZnT zinc transporters in human health and diseases. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 71, 3281–3295. <https://doi.org/10.1007/s00018-014-1617-0>
- Kemenkes. (2023). Survei Kesehatan Indonesia (SKI). In *Kemenkes RI*.
- Khairani, L., Permana, A., Fadilah, Y., & Saraawati, N. A. (2025). Hubungan Kadar Glukosa Darah Sewaktu Dengan Kadar Trigliserida Penderita Diabetes Mellitus Tipe 2 di Poliklinik RS Muhammadiyah Palembang. *Mesina*, 5(2), 10–18.
- Kocsis, T., Molnár, B., Németh, D., Hegyi, P., & Szakács, Z. (2020). Probiotics have beneficial metabolic effects in patients with type 2 diabetes mellitus : a meta - analysis of randomized clinical trials. *Scientific Reports*, 10(11787), 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-68440-1>
- Kristiningrum, E. (2021). *Manfaat Zinc pada Kondisi Pre-Diabetes, Memperbaiki Parameter Glikemik dan Lemak*. KalbeMed. <https://kalbemed.com/article/manfaat-zinc-pada-kondisi-pre-diabetes-memperbaiki-parameter-glikemik-dan-lemak-1>
- Kui, Z., Bai, P., & Zhenhua, D. (2022). Dose- Dependent Effect of Intake of Fermented Dairy Foods on the Risk of Diabetes: Results Form a Meta-analysis. *Pubmed*, 46(3), 307–312. <https://doi.org/10.1016/j.jcjd.2021.09.003>
- Kundarwati, R. A., Dewi, A. P., & Wati, D. A. (2022). Hubungan Asupan Protein , Vitamin A , Zink , dan Fe dengan Kejadian Stunting Usia 1-3 Tahun. *Jurnal Gizi*, 11(1), 9–15.
- Lan, J., Chen, M., Zhang, X., & Yang, J. (2025). Effect of dietary carbohydrate intake on glycaemic control and insulin resistance in type 2 diabetes : A systematic review and meta-analysis. *Asia Pac J Clin Nutr*, 34(3), 282–297. <https://doi.org/10.6133/apjcn.202506>
- Lestari, Y. N., Fauzi, N., & Amin, N. (2022). Bab v. bekasam: pangan tradisional yang bermanfaat bagi pasien hipertensi. In *Universitas Negeri Semarang*. Universitas Semarang. <https://doi.org/10.15294./km.v1i2.77>
- Lestari, Zulkarnain, & Sijid, A. (2021). Diabetes Mellitus: Review Etiologi, Patofisiologi , Gejala, Cara Pemeriksaan, Cara Pengobatan dan Cara Pencegahan. *Prosiding Biologi Achieving the Sustainable Development Goals with Biodiversity in Confronting Climate Change*, 0(0), 237–241.
- Li, K. J., Pimentel, K. J. B., Vergères, G., Feskens, E. J. M., & Brouwer-brolsma, E. M. (2022). Fermented foods and cardiometabolic health : Definitions , current evidence , and future perspectives. *Frontiers: Frontriers in Nutrition*, 1–14. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.976020>
- Lian, J. (2022). Health Benefit of Plant-base Fermented Food and Beverage on Type 2 Diabetes Mellitus. *Highlights in Science, Engineering and Technology*, 11, 229–238. <https://doi.org/10.54097/hset.v11i.1380>
- Lindayani, Hartajanie, L., & Wulandaru, D. (2025). *Buku Ajar Makanan Fermentasi Tradisional Indonesia*. Universitas Katolik Soegijapranata.
- Lu, K., Yu, T., Cao, X., Xia, H., Wang, S., Sun, G., Chen, L., & Liao, W. (2023). Effect of viscous soluble dietary fiber on glucose and lipid metabolism in

- patients with type diabetes mellitus : a systematic review and meta-analysis on randomized clinical trials. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1–15. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1253312>
- Lu, X., Xie, Q., Pan, X., Zhang, R., Zhang, X., Peng, G., Zhang, Y., Shen, S., & Tong, N. (2024). Type 2 diabetes mellitus in adults: pathogenesis, prevention and therapy. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 9(1), 1–25. <https://doi.org/10.1038/s41392-024-01951-9>
- Mamuaja, C. F. (2017). *Lipida*. Unsrat Press.
- Mardalena, I. (2021). *Dasar-dasar ilmu Gizi dalam Keperawatan*. Pustaka Baru Press.
- Mardini, I. O. (2019). *Hubungan Asupan Serat dengan kadar Glukosa Darah pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Puskesmas Alai Padang Tahun 2019*. Politeknik Kesehatan Kemenkes Padang.
- Markowiak-kope, P., & Slizewska, K. (2020). nutrients The Effect of Probiotics on the Production of Short-Chain Fatty Acids by Human Intestinal Microbiome. *Nutrients*, 12(1107), 1–23. <https://doi.org/10.3390/nu12041107>
- Marselin, A., Hartanto, F. A. D., & Utami, M. P. S. (2021). *Buku Panduan Sehat bagi Keluarga dengan Pasien Diabetes Mellitus*. Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Notokusumo. [http://eprints.stikes-notokusumo.ac.id/121/1/Buku Panduan Sehat bagi Keluarga Dengan Pasien Diabetes Mellitus_SET_PDF%281%29.pdf](http://eprints.stikes-notokusumo.ac.id/121/1/Buku_Panduan_Sehat_bagi_Keluarga_Dengan_Pasien_Diabetes_Mellitus_SET_PDF%281%29.pdf)
- Maryoto, A. (2008). *Manfaat Serat Bagi Tubuh* (Sulistiono (ed.)). CV. Pamularsih.
- Marzal, L. (2020). *Diet Bagi Penderita Diabetes Melitus*.
- Maulidiana, A. R., Wahyuni, A., Soliha, A. M., Anggraeny, O., & Wilujeng, C. S. (2024). Correlation Between Dietary Diversity , Fermented Food Intake , and Blood Glucose Control in Patients with Type 2 Diabetes. *Nutrition In Fostering Health and Wel Being*, 2–3. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10997.08165>
- Melmed, S., Koenig, R. J., Auchus, R. J., Rosen, C. J., & Goldfine, A. B. (2020). *Williams Textbook of Endocrinology* (14th ed.). Elsevier.
- Mendelson, C., Sparkes, S., Merenstein, D. J., Kok, C. R., Hallen-adams, H. E., & Hutkins, R. (2023). Kombucha tea as an anti-hyperglycemic agent in humans with diabetes – a randomized controlled pilot investigation. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1–10. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1190248>
- Mirdhayati, I. (2022). Karakterisasi Kimia, Mikrobiologik, dan Sensoris Daging Sapi Fermentasi Asal Kabupaten Kuantan Singingi Provinsi Riau. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 10(1), 1–17. <https://doi.org/10.23960/jipt.v10i1.p1-17>
- Murwindra, R., Afrilia, R., Saputri, D. A., Saninta, R. P., & Maretha, P. Y. (2024). Pengaruh Asupan Karbohidrat terhadap Penderita Diabetes Mellitus (DM). *JEDCHEM (Journal Education and Chemistery)*, 6(2), 52–56.
- Mutlu, C., Uslu, C. C., Ozhanli, H., & Tontul, S. A. (2022). Modulating of Food Glycemic Response by Lactic Acid Bacteria. *Food Bioscience*, 47(101685). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101685>
- Myers, S. A. (2015). Zinc Transporters and Zinc Signaling : New Insights into

- Their Role in Type 2 Diabetes. *Hindawi Publishing Corporation International Journal of Endocrinology*, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2015/167503>
- Nabilah, F. N., Listiyowati, S., & Astuti, R. I. (2022). Diversitas Pangan Fermentasi Berbasis-Susu di Indonesia dan Kandungan Gizinya. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(4), 552–561. <https://doi.org/10.18343/jipi.27.4.552>
- Naswa, I., Sartika, W., Nurman, Z., & Yuniritha, E. (2024). Hubungan Asupan Karbohidrat, Indeks dan Beban Glikemik dengan Kadar Glukosa Darah Penderita Diabetes Melitus tipe 2 di Wilayah Kerja Puskesmas Lubuk Buaya Kota Padang Tahun 2023. *Jurnal Gizi Mandiri*, 01(02), 26–39.
- Ningtyas, R. (2025). Tinjauan Sistematis tentang Mekanisme Antidiabetik Kombucha dalam Regulasi Kendali Glikemik. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 1(6), 4582–4598. <https://doi.org/10.63822/b3cez170>
- Nur, M. A., & Saihu, M. (2024). Pengolahan Data. *Scientica: Jurnal Ilmiah Sain Dan Teknologi*, 2(11), 163–175.
- Nuraini, P., Witjaksono, F. I., & Lestari, W. (2022). Analisis Asupan Makronutrien Terhadap resistensi Insulin. *Prepotif: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(2), 1878–1883.
- Park, I., & Manna, M. (2025). Fermented Foods as Functional Systems : Microbial Communities and Metabolites Influencing Gut Health and Systemic Outcomes. *Foods*, 14(2295), 1–15. <https://doi.org/10.3390/foods14132292>
- Perdana, H., Nurhayati, A., Pratiwi, A. R., & Wati, D. A. (2023). Hubungan Asupan Serat dengan Kadar Gula Darah Sewaktu (GDS) Pasien Diabetes Melitus Tipe II di Pos Binaan Terpadu UPTD Puskesmas Rawat Inap Ketapang Kabupaten Lampung Selatan Tahun 2022. *Jurnal Gizi Asyiah*, 6(2), 91–99.
- Perkeni. (2021). *Pedoman Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 Di Indonesia 2021* (T. P. 2021 (ed.); 2021st ed.). PB Perkeni.
- Perkeni. (2024). *Pedoman Pengelolaan dan pencegahan diabetes melitus tipe 2 di indonesia 2024*. PB Perkeni.
- Pham, N. H. T., Joglekar, M. V, Wong, W. K. M., Nassif, N. T., Simpson, A. M., & Hardikar, A. A. (2023). Short-chain fatty acids and insulin sensitivity : a systematic review and meta-analysis. *Oxford University Press on Behalf of the International Life Sciences Institute*, 00(0), 1–17. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuad042>
- Pompano, L. M., & Boy, E. (2021). Effects of Dose and Duration of Zinc Interventions on Risk Factors for Type 2 Diabetes and Cardiovascular Disease : A Systematic Review and Meta-Analysis. *Adv Nutr*, 12, 141–160. <https://doi.org/10.1093/advances/nmaa087>.
- Purwandari, U., Hidayati, D., Rahman, A., & Pujimulyani, D. (2024). *Pangan Fermentasi Nabati: Proses dan Manfaatnya Bagi Kesehatan* (L. N. W. Winas (ed.)). Azzia Karya Bersama.
- Putri, N. K. A. A., & Sugiani, P. P. S. (2025). The Relationship between Carbohydrate Consumption , Nutritional Status , and Blood Sugar Level In Outpatient Patients with Type II Diabetes Mellitus In The Hospital.

- Internasional Conference on Multidisciplinary Approaches in Health Science*, 3(1), 1–12. <https://ejournal.poltekkes-denpasar.ac.id/index.php/icmahs>
- Putri, S. A. (2025). *Diabetes* (Abdullah (ed.)). Afdan Rojabi Publisher.
- Qiang, Y., Lu, X., & Zhang, Y. (2025). Association between dietary patterns and glycemic control in type II diabetes mellitus patients. *Atención Primaria*, 57(2), 103075. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2024.103075>
- Rahmawati, Y., Syukri, M., Sitanggang, H. D., Halim, R., Ramadhan, K., & Islam, F. (2026). Faktor Risiko Diabetes Melitus Tipe 2 pada Kelompok Umur ≥ 15 Tahun di Provinsi DKI Jakarta : Analisis Data SKI 2023. *Jurnal Penelitian Sains Dan Kesehatan Avicenna*, 5(2), 257–267. <https://jurnal.itk-avicenna.ac.id/index.php/jkma/>
- Ramadhan, M. H., Salawati, L., & Yusuf, S. (2020). Hubungan Tinggi Badan Ibu, Sosial Ekonomi dan Asupan Sumber Zink dengan Kejadian Stunting pada Anak Usia 3-5 Tahun di Puskesmas Kopelma Darussalam. *Jurnal Averrous*, 6(1), 55–65.
- Ramadhani, O. S., Chotimah, L., Susanti, S. L. W., Huda, R. N., Salim, R. N., & Arini, L. D. D. (2024). Literatur Review Manfaat Makanan Mengandung Probiotik Bagi Kesehatan. *Quantum Wellness : Jurnal Ilmu Kesehatan*, 1(4), 34–43. <https://doi.org/10.62383/quwell.v1i3.928>
- Ranasinghe, P., Pigera, S., Galappaththy, P., Katulanda, P., & Constantine, G. R. (2015). Zinc and diabetes mellitus : understanding molecular mechanisms and clinical implications. *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*, 23(44), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s40199-015-0127-4>
- Ravindrarajah, R., Sutton, M., Reeves, D., Cotterill, S., McManus, E., Meacock, R., Whittaker, W., Soiland-Reyes, C., Heller, S., Bower, P., & Kontopantelis, E. (2023). Referral to the NHS Diabetes Prevention Programme and conversion from nondiabetic hyperglycaemia to type 2 diabetes mellitus in England: A matched cohort analysis Rathi. *PLoS Medicine*, 20(2), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1004177>
- Ridwanto, M., Kusumawati, D., & Sari, F. Y. K. (2020). Hubungan Asupan Zinc dan Stres Psikologis dengan Kadar Glukosa Darah 2 Jam Pasca Puasa Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2. *Jurnal Medika Indonesia Volume*, 1(0), 10–16.
- Rittiphairoj, T., Pongpirul, K., Janchot, K., Mueller, N. T., & Li, T. (2021). Probiotics Contribute to Glycemic Control in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus : A Systematic Review and Meta-Analysis. *American Society for Nutrition*, 12, 722–734. <https://doi.org/10.1093/advances/nmaa133>
- Rohmatulloh, V. R., Pardjianto, B., & Kinasih, L. S. (2024). Hubungan Usia dan Jenis Kelamin Terhadap Angka Kejadian Diabetes Melitus Tipe 2 Berdasarkan 4 Kriteria Diagnosis di Poliklinik Penyakit dalam RSUD Karsa Husada Kota Batu. *Prepotif : Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(April), 2528–2543.
- Romero, B. N., Olivares, C. V., Baños-dossetti, G. A., Beatriz, P., & Cardoso-ugarte, G. A. (2021). Nutritional Contributions and Health Associations of Traditional Fermented Foods. *MDPI*, 7(289), 1–23. <https://doi.org/10.3390/>

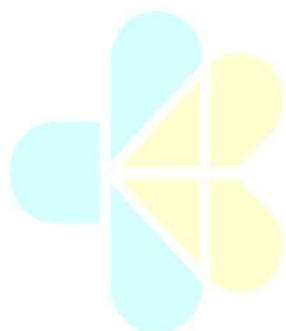
fermentation7040289 Academic

- Rosita, R., Kusumaningtiar, D. A., Irfandi, A., & Ayu, I. M. (2022). Aktivitas Fisik Lansia dengan Diabetes Melitus Tipe 2 Di Puskesmas Balaraja Kabupaten Tangerang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 10(3), 364–371. <https://doi.org/10.14710/jkm.v10i3.33186>
- Safitri, A. N., Kusumawati, D., Muhlishoh, A., & Avianty, S. (2024). Hubungan Asupan Lemak , Asupan Serat dan Aktivitas Fisik dengan Kadar Trigliserida pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di Puskesmas Grogol , Sukoharjo Association between Fat Intake , Dietary Fiber Intake , Physical Activity with Triglyceride Levels am. *Amerta Nutrition*, 8(1), 55–60. <https://doi.org/10.20473/amnt.v8i1SP.2024.55-60>
- Sangeetha, V. J., Dutta, S., Moses, J. A., & Anandharamakrishnan, C. (2022). Zinc nutrition and human health : Overview and implications. *EFood Wiley*, 3(17), 1–34. <https://doi.org/10.1002/efd2.17>
- Sari, R., Probandari, A., & Hanim, D. (2017). Haubungan Asupan Energi, Protein,Vitamin B6, Natrium dan Kalium terhadap Status Gizi pada Pasien Gagal Ginjal Kronik dengan Hemodialisis. *Jurnal Akademika Baiturrahim*, 6(2), 34–43.
- Schleicher, E., Gerdes, C., Petersmann, A., Müller-Wieland, D., Müller, U. A., Freckmann, G., Heinemann, L., Nauck, M., & Landgraf, R. (2022). Definition, Klassifikation und Diagnostik des Diabetes mellitus. *German Diabetes Association: Clinical Practice Guideslines*, 130(0), 1–8. <https://doi.org/10.1055/a-1515-8638>
- Shen, X., Ma, C., Yang, Y., Liu, X., Wang, B., Wang, Y., Zhang, G., Bian, X., & Zhang, N. (2024). The Role and Mechanism of Probiotics Supplementation in Blood Glucose Regulation: A Review. *Foods*, 13(2719), 1–21. <https://doi.org/10.3390/foods13172719>
- Silalahi, L. E., Tobroni HR, H., & Astuti, N. L. S. (2024). *Diabetes Mellitus* (R. Arifin & A. Ma'mun (eds.)). PT Nuansa Fajar Cemerlang.
- Simanjuntak, B. Y., Annisa, R., & Saputra, A. I. (2022). *Mikrobiota vs Stunting pada Anak* (Clara Mitak (ed.)). Rapha Publishing.
- Simanjuntak, B. Y., Suryani, D., & Yuliantini, E. (2022). *Buku Praktikum Ilmu Gizi*. Penerbit Deepublish.
- Sivri, D., & Akdevelioglu, Y. (2024). Effect of Fatty Acids on Glucose Metabolism and Type 2. *Nutrition Reviews*, 83(5), 897–907. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuae165>
- Souza, C. de A., Oliveira, I. A. C., Rolim, V. A., & Bogsan, C. S. B. (2020). Traditional Fermented Food as an Adjuvant Treatment to Diabetes. *Spinger Nature*, 9, 242–250. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13670-020-00337-3>
- Soviana, E., & Maenasari, D. (2020). Asupan Serat, Beban Glikemik dan Kadar Glukosa Darah pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2. *Jurnal Kesehatan*, 12(1), 19–29.
- Stiles, L. I., Ferrao, K., & Mehta, K. J. (2024). Role of zinc in health and disease. *Clinical and Experimental Medicine*, 24(38), 1–19. <https://doi.org/10.1007/s10238-024-01302-6>

- Su, H.-K., Jian-, C. C., How-, H. L., Liang, Y.-F., Haruka, S., Hsu, L., Ming-, L. W., & Tsai, H. (2023). The effects of using Tempeh as a supplement for type 2 diabetes. *Food Science and Nutrition*, 11(0), 3339–3347. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3319>
- Sulastrri, P., Claudia, S., Sitepu, B., & Suseno, R. (2025). Peningkatan Umur Simpan pada Keju Mozarella Menggunakan Teknologi Pelapis Aktif: Tinjauan. *Journal of Food Safety and Processing Technology (JFSPT)*, 3(1), 190–197.
- Sulung, U., & Muspawi, M. (2024). Memahami Sumber Data Penelitian: Primer, Sekunder, dan Tersier. *Jurnal Edu Research Indonesian Institute For Corporate Learning And Studies (IICLS)*, 5(3), 110–116.
- Supandi, A. (2023). *Lemea, Kuliner Khas Bengkulu Berbahan Rebung*. Mongabay. <https://mongabay.co.id/2023/01/20/lemea-kuliner-khas-bengkulu-berbahan-rebung/>
- Suresh, A. (2018). *Probiotics and Its Relationship with the Cardiovascular System*. Probiotics - Current Knowledge and Future Prospect. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.75077>
- Suryanegara, N. M., Suryani, Y. D., & Acang, N. (2021). Scoping Review : Pengaruh Kadar Gula Darah tidak Terkontrol terhadap Komplikasi Makrovaskular pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2. *Jurnal Integritas Kesehatan Dan Sains*, 3(22), 245–250. <https://doi.org/10.29313/JIKS.V3I2.7289>
- Suryanti, Sumara, R., Manalu, T. A., Azhar, B., Asmanidar, & Fadli. (2025). *Diabetes Melitus dan Pencegahan Komplikasi* (I. Zumarano & A. Faisal (eds.)). Nuansa Fajar Cemerlang.
- Syahda, Y. O. (2019). *Hubungan Pola Konsumsi Lemak dengan Kadar Glukosa Darah pada Pasien Diabetes Melitus Tipe II di Wilayah Kerja Puskesmas Alai Padang Tahun 2019*. Politeknik Kesehatan Kemenkes RI Padang.
- Takahashi, F., Hashimoto, Y., Kaji, A., Sakai, R., Miki, A., Okamura, T., Ushigome, E., Hamaguchi, M., Asano, M., Yamazaki, M., & Fukui, M. (2021). Habitual Miso (Fermented Soybean Paste) Consumption Is Associated with Glycemic Variability in Patients with Type 2. *Nutrients*, 13(1488), 1–11. <https://doi.org/10.3390/nu13051488>
- Tang, R., & Li, L. (2021). Modulation of Short-Chain Fatty Acids as Potential Therapy Method for Type 2 Diabetes Mellitus. *Hindawi: Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology*, 1–13. <https://doi.org/10.1155/2021/6632266>
- Tantri, A. A., Wati, D. A., Junita, D. E., & Nurhayati, A. (2024). Hubungan Tingkat Asupan Zat Gizi Makro, Indeks Glikemik, Beban Glikemik dengan Glukosa Darah Sewaktu pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2. *Jurnal Riset Gizi*, 12(2), 240–249.
- Teo, W. Z., See, J. Y., & Ramazanu, S. (2024). Effect of lactic acid fermented foods on glycemic control in diabetic adults: a systemic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Pubmed*, 64(10), 2863–2878. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2128032>
- Wardani, N. F. D., & Sholihah, L. A. (2025). Hubungan Asupan Serat, Seng dan

- Aktivitas Fisik dengan Status Hiperglikemia Pasien Diabetes Melitus Tipe 2. *Journal Health and Nutritions*, 11(1), 7–17. <https://jurnal.poltekkesgorontalo.ac.id/index.php/JHN/article/download/1346/pdf>
- Wayamah, C., Sulistyowati, Y., Agustina, S., Hayati, D., & Sutilah, S. (2025). Analysis Of Factors Associated With Blood Glucose Levels Among Type 2 Diabetes Mellitus Patients At Jatinegara Public Health Center In 2025. *International Journal of Health and Pharmaceutical*, 535–540.
- WHO. (2024). *The Top 10 Causes of Death*. Word Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>
- Xie, J., Wang, M., Long, Z., Ning, H., Li, J., Cao, Y., Liao, Y., Liu, G., Wang, F., & Pan, A. (2022). Global burden of type 2 diabetes in adolescents and young adults , 1990-2019 : systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2019. *The Bmj*, 379(072385), 1–13. <https://doi.org/10.1136/bmj-2022-072385>
- Xing, Y., Huang, M., Olovo, C. V, Mgbechidinma, C. L., Yang, Y., Liu, J., Li, B., Zhu, M., Yu, K., Zhu, H., Yao, X., Bo, L., & Akan, O. D. (2023). Traditional Fermented Foods : Challenges , Sources , and Health Benefits of Fatty Acids. *Fermentation*, 9(110), 1–19. <https://doi.org/10.3390/fermentation9020110>
- Yoo, J. Y., & Kim, S. S. (2016). Probiotics and Prebiotics : Present Status and Future. *Nutrients*, 8(173), 1–20. <https://doi.org/10.3390/nu8030173>
- Yunianto, A. E., Lusiana, S. A., Triatmaja, N. T., Utami, S. N., Yunieswati, W., Ningsih, W. I. F., Fitriani, R. J., Argaheni, N. B., Febry, F., Puspa, A. R., Atmaka, D. R., & Lubis, A. (2021). *Ilmu Gizi Dasar* (A. Riki & J. Simarmata (eds.); 1st ed.). Yayasan Kita Menulis.
- Yusuf, K., Saha, S., & Umar, S. (2022). Health Benefits of Dietary Fiber for the Management of Inflammatory Bowel Disease. *Biomedicines*, 10(1242), 1–16. <https://doi.org/10.3390/biomedicines10061242>
- Zakiyah, F. F., Indrawati, V., Sulandjari, S., & Pratama, S. A. (2023). Asupan karbohidrat , serat , dan vitamin D dengan kadar glukosa darah pada pasien rawat inap diabetes mellitus. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*, 20(1), 21–28. <https://doi.org/10.22146/ijcn.83275>
- Zhang, X. F., Zhang, Y. P., Deng, J. L., Chen, X. L., & Li, R. N. (2024). Fermented Foods and Metabolic Outcomes in diabetes and prediabetes: A systematic review and meta analysis of randomized controlled trials. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 64(26), 9514–9531. <https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2213770>
- Zupo, R., Sila, A., Castellana, F., Bringiotti, R., Curlo, M., De Pergola, G., De Nucci, S., Giannelli, G., Mastronardi, M., & Sardone, R. (2022). Prevalence of Zinc Deficiency in Inflammatory Bowel Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, 14(4052), 1–10. <https://doi.org/10.3390/nu14194052>

L A M P I R A N



Kemenkes
Poltekkes Bengkulu

Lampiran 1 *Form Informend Consent*

LEMBAR PERSETUJUAN MENJADI RESPONDEN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ranagiat.....

Umur : 50 th.....

No.HP: 0913 4895 5660...

Alamat: U. Sawah.....

Dengan ini menyatakan bersedia dan tidak keberatan menjadi responden dalam penelitian yang dilakukan oleh Mahasiswi Program Studi Sarjana Terapan Gizi Dan Dietetika Poltekkes Kemenkes Bengkulu atas nama Frantiska Febryanti Nim P01730222020 dengan judul penelitian "Hubungan frekuensi konsumsi pangan fermentasi dan asupan zat gizi dengan kadar gula darah pada diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu".

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sukarela dengan penuh kesadaran dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun dan kiranya dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bengkulu,2026

Responden



(Ranagiat)

Lampiran 2 Form Food Frequency Questionnaire (FFQ)

Kemenkes
Poltekkes Bengkulu

JURUSAN GIZI POLTEKKES KEMENKES BENGKULU

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN GIZI DAN DIETETIKA

KODE DOKUMEN
S.TR GIZI/F.SKP/GZ.4112

IDENTITAS DOKUMEN

FORM FOOD FREQUENCY QUESTIONNAIRE

TANGGAL BERLAKU

IDENTITAS PENGUMPUL DATA/PEWAWANCARA/MAHASISWA

Nama Mahasiswa : Frantiska Febryanti

Tingkat : IV A (Isi dengan Angka Romawi dan Huruf Kapital, misalnya II.A)

NIM: P01730222020

IDENTITAS LOKASI SURVEI HIDANGAN/MENU/MAKANAN

Nama Responden : Hori

Umur Responden : 50 th

Jenis Kelamin : ☒ Laki-laki ☐ Perempuan

Tanggal : 3 / 4 / 2026

Alamat : Jl. Meranti

Catatan : Beri tanda (✓) pada salah satu pilihan yang sesuai

Bahan Makanan	Frekuensi Konsumsi (Skor Konsumsi Pangan)						Skoring	Keterangan
	>3 kali/hari	1 kali/hari	3-6 kali/minggu	1-2 kali/minggu	2 kali sebulan	tidak pernah		
Jenis Pangan Fermentasi	50	25	15	10	5	0		
Kasam/Bekasam						✓	0	
Kecap					✓		5	
Keju					✓		5	
Lemah rebung				✓			10	
Nata de coco				✓			5	
Tape singkong				✓			10	
Tape ketan					✓		5	
Tempe kedelai				✓			10	
Tempoyak				✓			5	
Terasi				✓			10	
Yakult					✓		5	
Jumlah :							70	
Rata-rata Skor :								

Catatan :
Diisi Peneliti

Bengkulu, 3 April 2026

Pengumpul Data

(.....)

Lampiran 3 Form Food Recall

FORM FOOD RECALL 24 JAM

Nama : Sri hanyani
 Hari/Tanggal : Jumat, 03 apr 2026.

Waktu Makan	Menu	Bahan Makanan	URT	Barat (Gram)
Makan pagi	Teh Manis goreng pisang	gula pasir Teh. pisang kepok Tepung terigu minyak goreng	2 sdm 1 sdm 2 bh. 1 sdm 2 sdm	200 5 200 40 20
Selingan	nanas masak gado-gado	Nanas Kangkung kacang panjang kac. tanah kac.	2 bh sdg 1/2 mangkuk 3 sdm	60 50 20 30 50
Makan siang	Nasi putih Ikan goreng sambal+ Tahu rebus daun singkong	Beras putih. Ikan nila Tahu putih. minyak daun singkong	3 ctg 1 Ekr ket 1 bh 1 sdm 1 piring	75 40 55 10 100
Selingan	-	-	-	-
Makan malam	Nasi putih Ikan goreng sambal+ tahu Labu siam + kac panjang rebus	Beras Ikan nila Tahu minyak goreng Labu siam kacang panjang	3 ctg 1 Ekr ket 1 bh 1 sdm 1 bh 1 helai	75 40 55 10 50 50

Lampiran 4 Formulir Pemeriksaan GDS

FORM PEMERIKSAAN KADAR GULA DARAH
"Hubungan Hubungan Frekuensi Konsumsi Pangan Fermentasi dan Asupan
Zat Gizi dengan Kadar Gula Darah pada Diabetes Melitus Tipe 2
di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu"

Identitas Responden

Nama : Fehrurbi
Umur : 35 thn.
Jenis Kelamin : laki-laki
Pekerjaan : Honor
Tanggal Pemeriksaan : 4/4/2016
Hasil Pemeriksaan : 230 mg/dl

Petugas Pemeriksaan

Pulera C. And-ker

Lampiran 5 *Ethical Clearance*



Kementerian Kesehatan
Poltekkes Bengkulu

Jalan Indragiri No. 3 Padang Harapan
Bengkulu 38225
(0736) 341212
<https://poltekkesbengkulu.ac.id>

KETERANGAN LAYAK ETIK
DESCRIPTION OF ETHICAL EXEMPTION
"ETHICAL EXEMPTION"

No.KEPK.BKL/140/02/2026

Protokol penelitian versi 1 yang diusulkan oleh :
The research protocol proposed by

Peneliti utama : Frantiska Febryanti_Poltekkes Bengkulu
Principal In Investigator

Nama Institusi : Poltekkes Kemenkes Bengkulu
Name of the Institution

Dengan judul:
Title

"HUBUNGAN FREKUENSI KONSUMSI PANGAN FERMENTASI DAN ASUPAN ZAT GIZI DENGAN KADAR GULA DARAH PADA DIABETES MELITUS TIPE 2 DI PUSKESMAS SAWAH LEBAR KOTA BUNGKULU TAHUN 2026"

"RELATIONSHIP BETWEEN THE FREQUENCY OF FERMENTED FOOD CONSUMPTION AND NUTRITIONAL INTAKE WITH BLOOD SUGAR LEVELS IN TYPE 2 DIABETES MELLITUS AT THE SAWAH LEBAR PUBLIC HEALTH CENTER, BUNGKULU CITY"

Dinyatakan layak etik sesuai 7 (tujuh) Standar WHO 2011, yaitu 1) Nilai Sosial, 2) Nilai Ilmiah, 3) Pemerataan Beban dan Manfaat, 4) Risiko, 5) Bujukan/Eksploitasi, 6) Kerahasiaan dan Privacy, dan 7) Persetujuan Setelah Penjelasan, yang merujuk pada Pedoman CIOMS 2016. Hal ini seperti yang ditunjukkan oleh terpenuhinya indikator setiap standar.

Declared to be ethically appropriate in accordance to 7 (seven) WHO 2011 Standards, 1) Social Values, 2) Scientific Values, 3) Equitable Assessment and Benefits, 4) Risks, 5) Persuasion/Exploitation, 6) Confidentiality and Privacy, and 7) Informed Consent, referring to the 2016 CIOMS Guidelines. This is as indicated by the fulfillment of the indicators of each standard.

Pernyataan Laik Etik ini berlaku selama kurun waktu tanggal 16 Februari 2026 sampai dengan tanggal 16 Februari 2027.

This declaration of ethics applies during the period February 16, 2026 until February 16, 2027.



February 16, 2026
Chairperson,

apt. Zamharira Muslim, M.Farm

Lampiran 6 Surat Izin Penelitian Kesbangpol

	Kementerian Kesehatan Direktorat Jenderal Sumber Daya Manusia Kesehatan Politeknik Kesehatan Bengkulu Jalan Indragiri No.3 Padang Harapan Bengkulu 38225 ☎ (0736) 341212 🌐 https://www.poltekkesbengkulu.ac.id	30 Maret 2026
Nomor :	: PP. 01.01/F.XXIII.1/ 2462 /2026	
Perihal :	: Izin Penelitian	
Yth, Kepala Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Kota Bengkulu di Tempat		
Sehubungan penyusunan tugas akhir mahasiswa dalam bentuk Skripsi Progam Studi Gizi dan Dietetika Program Sarjana Terapan Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan Kemenkes Bengkulu Tahun Akademik 2025/2026 , dengan ini kami mohon Bapak/Ibu dapat memberikan izin pengambilan data untuk penelitian kepada:		
Nama	: Frantiska Febryanti	
NIM	: P01730222020	
Tempat Penelitian	: Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu	
Waktu Penelitian	: 2 April sampai 20 April 2026	
Judul	: Hubungan Frekuensi Konsumsi Pangan Fermentasi dan Asupan Zat Gizi dengan Kadar Gula Darah pada Diabetes Melitus Tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu	
No Handphone	: 081369613801	
Demikianlah, atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu diucapkan terimakasih.		
a.n. Direktur Poltekkes Kemenkes Bengkulu		
7 Wakil Direktur I Bidang Akademik		
		
Septiyanti, S.Kep, Ners, M.Pd		
		



PEMERINTAH KOTA BENGKULU
BADAN KESATUAN BANGSA DAN POLITIK

Alamat : Jl. Melur No.1 Kelurahan Nusa Indah
Email : bkesbangpolkotabengkulu@gmail.com

REKOMENDASI PENELITIAN

Nomor : 000.9.2/663/KESBANGPOL-REK/2026

- Dasar : Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2014 tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 64 Tahun 2011 tentang Pedoman Penerbitan Rekomendasi Penelitian
- Memperhatikan : Surat dari Wakil Direktur I Bidang Akademik Poltekkes Kemenkes Bengkulu Nomor : PP.01.01/F.XXIII.1/2462/2026 tanggal 30 Maret 2026 perihal Izin Penelitian

DENGAN INI MENYATAKAN BAHWA

Nama : Frantiska Febryanti
NPM : P01730222020
Pekerjaan : Mahasiswa
Prodi/ Fakultas : Gizi dan Dietetika Program Sarjana Terapan
Judul Penelitian : Hubungan Frekuensi Konsumsi Pangan Fermentasi dan Asupan Zat Gizi dengan Kadar Gula Darah pada Diabetes Melitus Tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu

Tempat Penelitian : Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu
Waktu Penelitian : 2 s.d 20 April 2026
Penanggung Jawab : Wakil Direktur I Bidang Akademik Poltekkes Kemenkes Bengkulu

- Dengan Ketentuan :
- 1 Tidak dibenarkan mengadakan kegiatan yang tidak sesuai dengan penelitian yang dimaksud.
 - 2 Harus mentaati peraturan perundang-undangan yang berlaku serta mengindahkan adat istiadat setempat.
 - 3 Apabila masa berlaku Rekomendasi Penelitian ini sudah berakhir, sedangkan pelaksanaan belum selesai maka yang bersangkutan harus mengajukan surat perpanjangan Rekomendasi Penelitian.
 - 4 Surat Rekomendasi Penelitian ini akan dicabut kembali dan dinyatakan tidak berlaku apabila ternyata pemegang surat ini tidak mentaati ketentuan seperti tersebut diatas.

Demikianlah Rekomendasi Penelitian ini dikeluarkan untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bengkulu, 31 Maret 2026

a.n. WALI KOTA BENGKULU

Kepala Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Kota Bengkulu,



Saipul, S.Sos
Pembina Utama Muda, IV/c
NIP. 197207091992021001

Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan oleh Balai Besar Sertifikasi Elektronik (BSrE), Badan Siber dan Sandi Negara (BSSN).

Lampiran 7 Surat Izin Penelitian Dinas Kesehatan Kota Bengkulu

	Kemenkes Poltekkes Bengkulu	Kementerian Kesehatan Direktorat Jenderal Sumber Daya Manusia Kesehatan Politeknik Kesehatan Bengkulu Jalan Indragiri No.3 Padang Harapan Bengkulu 36225 (0736) 341212 https://www.poltekkesbengkulu.ac.id	30 Maret 2026
Nomor :	: PP. 01.01/F.XXIII.1/ 2460/2026		
Perihal :	: Izin Penelitian		
Yth,			
Kepala Dinas Kesehatan Kota Bengkulu			
di			
Tempat			
Sehubungan penyusunan tugas akhir mahasiswa dalam bentuk Skripsi Progam Studi Gizi dan Dietetika Program Sarjana Terapan Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan Kemenkes Bengkulu Tahun Akademik 2025/2026 , dengan ini kami mohon Bapak/Ibu dapat memberikan izin pengambilan data untuk penelitian kepada:			
Nama	: Frantiska Febryanti		
NIM	: P01730222020		
Tempat Penelitian	: Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu		
Waktu Penelitian	: 2 April sampai 20 April 2026		
Judul	: Hubungan Frekuensi Konsumsi Pangan Fermentasi dan Asupan Zat Gizi dengan Kadar Gula Darah pada Diabetes Melitus Tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu		
No Handphone	: 081369613801		
Demikianlah, atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu diucapkan terimakasih.			
a.n. Direktur Poltekkes Kemenkes Bengkulu			
1 Wakil Direktur I Bidang Akademik			
			
Septiyanti, S.Kep, Ners, M.Pd			
			



PEMERINTAH KOTA BENGKULU
DINAS KESEHATAN

Jl. Letjen Basuki Rahmat No. 8 Kel. Belakang Pondok Kec. Ratu Samban Kota Bengkulu Email
dinkeskotabengkulu1@gmail.com / www.dinkes.bengkulukota.go.id Kode Pos 34223

REKOMENDASI

Nomor : 000.9.2 / 128 / D.Kes / 2026

Dasar Surat

1. Wakil Direktur I Bidang Akademik Poltekkes Kemenkes Bengkulu Nomor : PP.01.01/F.XXIII.1/2460/2026 Tanggal 30 Maret 2026
2. Kepala Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Bengkulu Nomor : 000.9.2/663/KESBANGPOL-REK/2026 Tanggal 31 Maret 2026, Perihal : Penelitian untuk penyusunan tugas akhir mahasiswa Atas nama :

Nama : Frantiska Febryanti
NIM : P01730222020
Program Studi : Sarjana Terapan Gizi
Judul : Hubungan frekuensi konsumsi pangan fermentasi dan asupan zat gizi dengan kadar gula darah pada diabetes melitus tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu
Lokasi Penelitian : Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu
Lama Kegiatan : 02 April 2026 S.d 30 April 2026
No Hp / Email : 081369613801

Pada prinsipnya Dinas Kesehatan Kota Bengkulu tidak berkeberatan diadakan penelitian/kegiatan yang dimaksud dengan catatan ketentuan :

- a. Tidak dibenarkan mengadakan kegiatan yang tidak sesuai dengan penelitian yang dimaksud.
- b. Harap mentaati semua ketentuan yang berlaku serta mengindahkan adat istiadat setempat.
- c. Apabila masa berlaku Rekomendasi Penelitian ini sudah berakhir, sedangkan pelaksanaan belum selesai maka yang bersangkutan harus mengajukan surat perpanjangan Rekomendasi Penelitian.
- d. Setelah selesai mengadakan kegiatan diatas agar melapor kepada Kepala Dinas Kesehatan Kota Bengkulu (tembusan).
- e. Surat Rekomendasi Penelitian ini akan dicabut kembali dan dinyatakan tidak berlaku apabila ternyata pemegang surat ini tidak mentaati ketentuan seperti tersebut diatas.

Demikianlah Rekomendasi ini dikeluarkan untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bengkulu, April 2026
Plt. Kepala Dinas Kesehatan
Kota Bengkulu

Nelli Hartati SKM,MM
Pembina IV/a
Nip. 197204191991012001

Tembusan :

1. Yth.Sdr. ka. UPTD Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu
2. Yang Bersangkutan

Lampiran 8 Surat Izin Penelitian Puskesmas Sawah Lebar

 Kemenkes Poltekkes Bengkulu	Kementerian Kesehatan Direktorat Jenderal Sumber Daya Manusia Kesehatan Politeknik Kesehatan Bengkulu Jalan Indragiri No.3 Padang Harapan Bengkulu 38225 (0736) 341212 https://www.poltekkesbengkulu.ac.id	30 Maret 2026
Nomor :	: PP. 01.01/F.XXIII.1/ 246/2026	
Perihal	: Izin Penelitian	
Yth, Kepala Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu di Tempat		
Sehubungan penyusunan tugas akhir mahasiswa dalam bentuk Skripsi Progam Studi Gizi dan Dietetika Program Sarjana Terapan Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan Kemenkes Bengkulu Tahun Akademik 2025/2026 , dengan ini kami mohon Bapak/Ibu dapat memberikan izin pengambilan data untuk penelitian kepada:		
Nama	: Frantiska Febryanti	
NIM	: P01730222020	
Tempat Penelitian	: Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu	
Waktu Penelitian	: 2 April sampai 20 April 2026	
Judul	: Hubungan Frekuensi Konsumsi Pangan Fermentasi dan Asupan Zat Gizi dengan Kadar Gula Darah pada Diabetes Melitus Tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu	
No Handphone	: 081369613801	
Demikianlah, atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu diucapkan terimakasih.		
a.n. Direktur Poltekkes Kemenkes Bengkulu		
Wakil Direktur I Bidang Akademik		
		
Septiyanti, S.Kep, Ners, M.Pd		
		



PEMERINTAH KOTA BENGKULU
DINAS KESEHATAN
UPTD PUSKESMAS SAWAH LEBAR
{Badan Layanan Umum Daerah}

Jl. Sepakat RT 18 Kelurahan Sawah Lebar Baru Telp. (0736) 28360
Email : pkmsawahlebar@gmail.com



LEMBAR DISPOSISI

Surat dari : Dinkes Kota Bengkulu
No. Surat : 0009.2/1128/D.Kes/2026
Tgl. Surat : April 2026

Diterima Tgl : 2 April 2026

No. Agenda : 91

Sifat :

☐ Sangat segera ☐ Segera ☐ Rahasia

Perihal : Rekomendasi izin Penelitian mhs. Poltekkes Bengkulu
an. Frantiska Tebryanti

Diteruskan kepada sdr :

☒ dr. Rizky Valenda
☐
☐

Dan seterusnya

Dengan hormat harap :

☐ Tanggapan dan saran
☐ Proses lebih lanjut
☐ Koordinasi / Konfirmasi
☐

Catatan :

Telak dibentarkan izin penelitian

And sdr

dr. Rizky Valenda

Kepala UPTD Puskesmas Sawah Lebar
Kota Bengkulu

dr. Fatimah, ST

Nip.197309162008032001

Lampiran 9 Surat Selesai Penelitian



PEMERINTAH KOTA BENGKULU DINAS KESEHATAN

Jl. Letjen Basuki Rahmat No. 8 Kel. Belakang Pondok Kec. Ratu Samban Kota Bengkulu
Email dinkeskotabengkulu1@gmail.com / www.dinkes.bengkulukota.go.id Kode Pos 34223

SURAT KETERANGAN SELASAI PENELITIAN

Nomor: 000.9.2 / 1510 / D.Kes/2026

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nelli Hartati, SKM, MM
Nip : 19720419 199101 2 001
Pangkat/Golongan : Pembina - IV/a
Jabatan : Kepala Dinas Kesehatan Kota Bengkulu

Dengan ini menjelaskan dengan sesungguhnya bahwa:

Nama : Frantiska Febryanti
Npm/Nim : P01730222020
Prodi : Sarjana Terapan - GIZI
Tempat Pendidikan : Poltekkes Kemenkes Bengkulu

Bahwa Yang namanya tersebut diatas benar telah selesai melaksanakan penelitian dengan **BAIK** di Wilayah Kerja Dinas Kesehatan Kota Bengkulu Terhitung Mulai Tanggal/Bulan 02 April s/d 30 April 2026, Sesuai Dengan Surat Izin Penelitian Nomor : 000.9.2/1128/D.Kes/2026 Tanggal 01 April 2026, Dengan Judul Penelitian: **"Hubungan Frekuensi Konsumsi Pangan Fermentasi dan Asupan Zat Gizi dengan Kadar Gula darah pada Diabetes Melitus Tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu."**

Demikian Surat Keterangan selesai penelitian ini dibuat dengan sebenarnya, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bengkulu, April 2026

Kepala Dinas Kesehatan
Kota Bengkulu

Nelli Hartati, SKM, MM

Pembina - IV/a

NIP.19720419 199101 2 001

Tembusan :

- 1.Yth.Sdr.Dir. Poltekkes Kemenkes Bengkulu
- 2.Yang Bersangkutan



PEMERINTAH KOTA BENGKULU
DINAS KESEHATAN
UPTD PUSKESMAS SAWAH LEBAR
{Badan Layanan Umum Daerah}

Jl. Sepakat RT. 18 Kelurahan Sawah Lebar Baru TELP. (0736) 28360
Email: pkmsawahlebar@gmail.com



SURAT KETERANGAN

Nomor : 445/106 /PKM-SL/V/2026

Berdasarkan surat rekomendasi dari Dinas Kesehatan Kota Bengkulu Nomor : 000.9.2/1228/D.Kes/2026 tanggal April 2026 tentang: Rekomendasi izin penelitian

Yang bertanda tangan dibawah ini Plt. Kepala UPTD Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu :

Nama : Erna Yulista, S.Tr.Keb
N I P : 198802152011012001
Pangkat/Gol. : Penata – III/c
Jabatan : Plt. Kepala UPTD Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu

Dengan ini menerangkan :

Nama : Frantiska Febryanti
NPM/ NIM : P01730222020
Program Studi : Sarjana Terapan Gizi dan Dietetika Poltekkes Bengkulu

Benar telah melaksanakan penelitian di UPTD Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu dari tanggal 2 April 2026 s/d 30 April 2026 dengan judul “**Hubungan Frekuensi Konsumsi Pangan Fermentasi dan Asupan Zat Gizi Dengan Kadar Gula Darah Pada Diabetes Militus Tipe 2 di Puskesmas Sawah Lebar Kota Bengkulu**”

Demikianlah keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagai mana mestinya..

Dikeluarkan di : Bengkulu

Pada Tanggal : 12 Mei 2026

Plt. Kepala UPTD Puskesmas Sawah Lebar
Kota Bengkulu



Erna Yulista, S.Tr.Keb

NIP. 198802152011012001

Tembusan :

1. Dinas Kesehatan Kota Bengkulu
2. Arsip

Lampiran 10 Dokumentasi Penelitian





Lampiran 11 Master Data

Master Data Pangan Fermentasi																	
NO	NAMA	JK	USIA	Bekasam	Kecap	Keju	Lemea	Nata de coco	Tape singkong	Tape ketan	Tempe	Tempoyak	Terasi	Yakult	SKORING	Rata-rata	KODE
1	SH	P	47	0	5	5	5	0	10	10	10	5	5	5	60	7	1
2	HI	L	50	0	5	5	10	5	10	5	10	5	10	5	70	7	1
3	HA	P	52	0	10	0	5	0	10	5	10	5	10	0	55	8	1
4	MI	P	46	5	5	5	0	10	5	10	5	5	5	5	65	7	1
5	TI	P	53	5	5	0	5	0	5	5	15	5	15	5	65	7	1
6	AL	L	57	0	10	5	5	5	10	5	10	5	5	5	65	7	1
7	HH	P	56	0	5	5	10	0	10	5	15	5	5	5	65	7	1
8	SG	P	44	5	5	5	0	0	10	5	15	5	10	5	65	7	1
9	SA	P	50	0	10	5	5	0	5	5	15	5	5	5	60	7	1
10	SI	P	38	5	5	5	5	5	10	5	15	5	10	5	75	7	1
11	KR	L	41	0	10	5	5	0	5	5	15	5	5	5	60	7	1
12	MA	P	40	5	10	5	5	5	5	10	15	5	5	5	75	7	1
13	DI	P	54	0	15	5	5	5	10	5	15	10	10	10	90	9	1
14	CK	L	47	0	15	5	5	0	10	5	10	5	5	5	65	7	1
15	LS	P	40	5	10	5	5	0	5	5	15	5	5	5	65	7	1
16	MA	P	53	0	10	5	5	5	10	5	10	5	10	5	70	7	1
17	ES	P	45	0	10	5	0	5	5	5	15	5	10	5	65	7	1
18	DI	P	43	0	10	0	0	5	5	5	15	5	5	5	55	7	1
19	HO	L	49	0	5	0	5	0	5	5	10	5	5	0	40	6	2
20	RI	L	50	0	5	0	5	0	10	5	10	5	5	5	50	7	1
21	MA	P	45	0	5	5	0	5	10	5	10	5	5	5	55	7	1
22	CY	P	38	0	10	5	0	5	5	5	10	5	5	5	55	6	2
23	AA	P	51	0	5	0	5	0	5	5	10	0	5	10	45	8	1
24	DI	P	39	0	5	5	5	0	10	5	15	5	5	5	60	7	1
25	TI	P	44	0	10	0	5	0	10	5	10	0	0	5	45	8	1
26	HA	L	40	0	5	0	0	0	5	5	10	5	5	5	40	8	1
27	NI	P	37	0	5	5	0	5	5	5	10	0	5	10	50	6	2
28	RF	L	57	0	15	0	5	0	5	5	10	0	5	5	50	7	1
29	LA	P	53	0	5	5	0	5	5	0	15	0	5	10	50	7	1
30	MI	P	45	0	5	5	5	0	10	5	15	5	5	5	60	7	1
31	LH	P	55	0	10	5	5	5	10	0	10	5	5	0	55	6	2
32	SN	P	54	0	5	5	0	5	10	5	15	5	5	10	65	7	1
33	YO	P	33	0	5	5	0	5	5	0	15	5	5	5	50	6	2
34	MA	L	34	0	10	5	5	5	10	5	15	5	5	10	75	8	1
35	FI	L	32	0	10	5	5	5	10	5	15	0	5	10	70	8	1
36	AS	L	35	0	5	5	0	0	10	5	15	5	5	5	55	7	1
37	JH	P	53	0	10	5	5	5	5	5	15	5	0	5	60	6	2
38	EN	L	46	0	10	0	5	0	5	5	15	0	5	0	45	6	2
39	HI	P	45	0	10	5	5	0	5	5	15	5	5	0	55	6	2
40	LR	P	52	0	5	5	0	5	10	5	10	5	5	5	55	6	2
41	GI	L	58	0	10	5	5	5	5	5	15	5	5	5	65	7	1
42	AI	P	51	0	10	5	5	0	5	5	10	5	5	5	55	6	2
43	BI	P	50	0	10	5	5	0	10	5	15	5	10	10	75	8	1
44	EO	P	34	0	10	5	5	5	5	5	15	5	5	5	65	7	1
45	KI	P	47	5	10	5	10	5	5	5	10	5	5	5	70	6	2
46	ES	P	46	0	10	5	5	5	5	5	10	5	5	5	60	6	2
47	EM	P	42	5	10	5	5	0	10	5	15	5	5	5	70	7	1
48	SY	P	45	0	10	5	5	5	5	5	10	5	5	5	60	6	2
49	SI	P	53	0	10	5	5	0	5	5	10	5	5	0	50	6	2
50	ES	P	45	0	10	0	5	0	5	5	10	5	5	5	50	6	2
51	HO	L	43	0	10	5	5	0	5	5	10	5	5	5	55	6	2
52	SI	P	50	0	10	5	5	0	5	5	15	5	5	0	55	6	2
53	LI	P	51	0	10	5	5	0	5	5	15	5	10	5	65	7	1
54	WI	P	43	0	10	5	5	0	5	5	10	5	5	10	60	7	1
55	ES	P	30	0	10	5	5	5	5	5	15	5	5	5	65	7	1
56	ML	P	40	0	10	5	5	5	5	5	15	5	5	5	65	7	1
57	LA	P	35	0	10	5	5	0	5	5	10	5	5	5	55	6	2
58	GS	P	40	0	10	0	5	0	5	5	10	5	5	5	50	6	2
59	FH	L	48	0	5	5	5	0	5	5	15	5	10	5	60	7	1
60	SN	L	40	0	10	5	5	0	5	5	15	5	5	5	60	7	1
61	SI	P	47	0	5	0	0	0	10	5	15	5	5	5	50	7	1
62	FI	P	45	0	10	5	0	5	10	5	15	5	5	5	65	7	1
63	NA	P	48	0	10	5	0	5	10	5	15	5	5	10	70	8	1
64	TN	P	38	0	10	0	5	0	5	0	10	5	5	5	45	6	2
65	IW	P	39	0	5	0	0	5	10	5	15	5	5	0	50	6	2
66	DA	P	50	0	5	0	5	5	5	5	10	5	5	5	50	6	2
67	EA	P	45	0	5	5	5	5	10	5	10	5	5	5	60	6	2
68	RA	P	46	5	5	5	0	5	5	5	15	5	5	0	55	6	2
69	EL	P	40	0	5	5	5	0	5	5	15	5	5	5	55	6	2
70	IW	P	38	0	5	0	5	5	10	5	15	5	5	10	65	7	1
71	NN	P	50	0	5	5	5	0	10	5	10	5	5	5	55	6	2
72	SW	P	49	0	5	0	5	0	10	10	15	5	5	5	60	8	1
73	LM	P	40	0	5	0	5	5	10	5	15	5	5	5	60	7	1
74	OL	L	48	5	5	0	5	5	5	5	15	5	5	5	60	6	2
75	AI	P	54	0	5	5	0	0	10	5	15	5	5	5	55	6	2
76	YI	P	62	5	5	0	0	0	10	5	10	5	5	0	45	6	2
77	SI	P	40	0	5	0	5	0	5	5	10	5	0	5	40	6	2
78	YI	P	45	0	10	5	5	5	10	5	10	5	5	0	60	6	2
79	SR	P	51	0	10	0	5	0	10	5	10	5	5	5	55	6	2
80	MI	P	43	0	10	5	5	5	5	5	10	5	5	5	60	6	2
81	DA	P	40	0	5	0	5	0	10	5	15	5	5	5	55	6	2
82	JI	P	53	0	10	5	5	5	10	5	10	5	5	0	60	6	2
83	SI	P	46	5	5	0	5	0	5	10	10	5	5	0	50	6	2
84	TO	L	40	0	10	0	5	0	5	5	10	5	5	5	50	6	2
85	PI	P	43	0	10	5	5	5	5	5	10	5	0	5	55	6	2
86	MN	L	50	0	10	0	5	0	5	5	10	5	5	5	50	6	2
87	DS	P	50	0	15	5	0	0	5	5	10	5	5	5	55	6	2
88	MI	P	30	0	5	5	5	5	5	5	15	5	5	0	55	6	2
89	MI	P	47	0	10	5	10	5	5	5	10	5	0	0	55	6	2
90	SD	P	55	5	10	0	5	0	5	5	10	5	5	5	55	6	2
91	MK	L	51	0	5	0	5	0	5	5	15	5	5	5	50	6	2
92	NN	P	53	5	10	0	5	0	5	5	10	5	5	5	55	6	2
93	RA	P	38	0	10	0	5	0	5	5	10	5	5	5	50	6	2
94	MI	P	46	0	10	0	5	0	5	5	10	5	5	5	50	6	2
NILA TENGAH															55	6	

126

Lampiran 12 Hasil Uji Statistik

Kategori umur

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	19-44 tahun	19	20.2	20.2	20.2
	45-59 tahun	51	54.3	54.3	74.5
	>60 tahun	24	25.5	25.5	100.0
	Total	94	100.0	100.0	

Jenis Kelamin

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Perempuan	74	78.7	78.7	78.7
	Laki-laki	20	21.3	21.3	100.0
	Total	94	100.0	100.0	

Kategori Gula darah Sewaktu

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Terkontrol	51	54.3	54.3	54.3
	Tidak Terkontrol	43	45.7	45.7	100.0
	Total	94	100.0	100.0	

Kategori Fermentasi

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Sering	47	50.0	50.0	50.0
	Jarang	47	50.0	50.0	100.0
	Total	94	100.0	100.0	

Kategori Karbohidrat

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Cukup	59	62.8	62.8	62.8
	Lebih	35	37.2	37.2	100.0
	Total	94	100.0	100.0	

Kategori Lemak

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Cukup	39	41.5	41.5	41.5
	Lebih	55	58.5	58.5	100.0
	Total	94	100.0	100.0	

Kategori serat

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Cukup	41	43.6	43.6	43.6
	Kurang	53	56.4	56.4	100.0
	Total	94	100.0	100.0	

Kategori Zink

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Cukup	28	29.8	29.8	29.8
	Kurang	66	70.2	70.2	100.0
	Total	94	100.0	100.0	

Crosstab

			Kategori Gula darah Sewaktu		Total
			Terkontrol	Tidak Terkontrol	
Kategori Fermentasi	Sering	Count	32	15	47
		Expected Count	25.5	21.5	47.0
		% within Kategori Fermentasi	68.1%	31.9%	100.0%
	Jarang	Count	19	28	47
		Expected Count	25.5	21.5	47.0
		% within Kategori Fermentasi	40.4%	59.6%	100.0%
Total		Count	51	43	94
		Expected Count	51.0	43.0	94.0
		% within Kategori Fermentasi	54.3%	45.7%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	7.244 ^a	1	.007		
Continuity Correction ^b	6.172	1	.013		
Likelihood Ratio	7.343	1	.007		
Fisher's Exact Test				.013	.006
Linear-by-Linear Association	7.167	1	.007		
N of Valid Cases	94				

a. 0 cells (0.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 21.50.

b. Computed only for a 2x2 table

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Kategori Fermentasi (Sering / Jarang)	3.144	1.349	7.325
For cohort Kategori Gula darah Sewaktu = Terkontrol	1.684	1.131	2.509
For cohort Kategori Gula darah Sewaktu = Tidak Terkontrol	.536	.332	.865
N of Valid Cases	94		

Crosstab

			Kategori Gula darah Sewaktu		Total
			Terkontrol	Tidak Terkontrol	
Kategori Karbohidrat	Cukup	Count	44	15	59
		Expected Count	32.0	27.0	59.0
		% within Kategori Karbohidrat	74.6%	25.4%	100.0%
	Lebih	Count	7	28	35
		Expected Count	19.0	16.0	35.0
		% within Kategori Karbohidrat	20.0%	80.0%	100.0%
Total		Count	51	43	94
		Expected Count	51.0	43.0	94.0
		% within Kategori Karbohidrat	54.3%	45.7%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	26.364 ^a	1	.000	.000	.000
Continuity Correction ^b	24.211	1	.000		
Likelihood Ratio	27.703	1	.000		
Fisher's Exact Test					
Linear-by-Linear Association	26.084	1	.000		
N of Valid Cases	94				

a. 0 cells (0.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 16.01.

b. Computed only for a 2x2 table

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Kategori Karbohidrat (Cukup / Lebih)	11.733	4.254	32.363
For cohort Kategori Gula darah Sewaktu = Terkontrol	3.729	1.891	7.354
For cohort Kategori Gula darah Sewaktu = Tidak Terkontrol	.318	.199	.507
N of Valid Cases	94		

Crosstab

			Kategori Gula darah Sewaktu		Total
			Terkontrol	Tidak Terkontrol	
Kategori Lemak	Cukup	Count	33	6	39
		Expected Count	21.2	17.8	39.0
		% within Kategori Lemak	84.6%	15.4%	100.0%
	Lebih	Count	18	37	55
		Expected Count	29.8	25.2	55.0
		% within Kategori Lemak	32.7%	67.3%	100.0%
Total		Count	51	43	94
		Expected Count	51.0	43.0	94.0
		% within Kategori Lemak	54.3%	45.7%	100.0%

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	24.754 ^a	1	.000	.000	.000
Continuity Correction ^b	22.708	1	.000		
Likelihood Ratio	26.597	1	.000		
Fisher's Exact Test					
Linear-by-Linear Association	24.491	1	.000		
N of Valid Cases	94				

a. 0 cells (0.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 17.84.

b. Computed only for a 2x2 table

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Kategori Lemak (Cukup / Lebih)	11.306	4.011	31.867
For cohort Kategori Gula darah Sewaktu = Terkontrol	2.585	1.730	3.864
For cohort Kategori Gula darah Sewaktu = Tidak Terkontrol	.229	.107	.488
N of Valid Cases	94		

Crosstab

			Kategori Gula darah Sewaktu		Total
			Terkontrol	Tidak Terkontrol	
Kategori serat	Cukup	Count	35	6	41
		Expected Count	22.2	18.8	41.0
		% within Kategori serat	85.4%	14.6%	100.0%
	Kurang	Count	16	37	53
		Expected Count	28.8	24.2	53.0
		% within Kategori serat	30.2%	69.8%	100.0%
Total	Count	51	43	94	
	Expected Count	51.0	43.0	94.0	
	% within Kategori serat	54.3%	45.7%	100.0%	

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	28.357 ^a	1	.000	.000	.000
Continuity Correction ^b	26.178	1	.000		
Likelihood Ratio	30.572	1	.000		
Fisher's Exact Test					
Linear-by-Linear Association	28.056	1	.000		
N of Valid Cases	94				

a. 0 cells (0.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 18.76.

b. Computed only for a 2x2 table

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Kategori serat (Cukup / Kurang)	13.490	4.740	38.391
For cohort Kategori Gula darah Sewaktu = Terkontrol	2.828	1.842	4.341
For cohort Kategori Gula darah Sewaktu = Tidak Terkontrol	.210	.098	.448
N of Valid Cases	94		

Crosstab

			Kategori Gula darah Sewaktu		Total
			Terkontrol	Tidak Terkontrol	
Kategori Zink	Cukup	Count	25	3	28
		Expected Count	15.2	12.8	28.0
		% within Kategori Zink	89.3%	10.7%	100.0%
	Kurang	Count	26	40	66
		Expected Count	35.8	30.2	66.0
		% within Kategori Zink	39.4%	60.6%	100.0%
Total	Count	51	43	94	
	Expected Count	51.0	43.0	94.0	
	% within Kategori Zink	54.3%	45.7%	100.0%	

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	19.717 ^a	1	.000	.000	.000
Continuity Correction ^b	17.758	1	.000		
Likelihood Ratio	22.059	1	.000		
Fisher's Exact Test					
Linear-by-Linear Association	19.508	1	.000		
N of Valid Cases	94				

a. 0 cells (0.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 12.81.

b. Computed only for a 2x2 table

Risk Estimate

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Kategori Zink (Cukup / Kurang)	12.821	3.510	46.824
For cohort Kategori Gula darah Sewaktu = Terkontrol	2.266	1.637	3.139
For cohort Kategori Gula darah Sewaktu = Tidak Terkontrol	.177	.060	.524
N of Valid Cases	94		