

Gaya Hidup Sebagai Faktor Risiko Pre-Diabetes Melitus pada Penduduk Indonesia

Imaniar Sevtiyani

Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia; isevtiyani@gmail.com
(koresponden)

Mivtahurrahimah

Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia;
mivtahurrahimah@lecturer.undip.ac.id

ABSTRACT

Pre-diabetes mellitus is a condition of impaired glucose tolerance that carries a risk of developing type 2 diabetes mellitus and often goes undiagnosed. The purpose of this study was to analyze the significance of risk factors for pre-diabetes mellitus in the Indonesian population based on data from the Indonesian Health Survey. This cross-sectional study involved respondents aged at least 15 years. Risk factors included smoking behavior, food and beverage consumption patterns, physical activity, nutritional status, and health insurance coverage. Candidate risk factors were selected using the Chi-square test, followed by regression analysis. The analysis showed that soft drink consumption was associated with an increased risk of pre-DM, while energy drink consumption showed a negative association. Consumption of low-starch tubers was associated with an increased risk of pre-diabetes mellitus, while consumption of nuts was protective. This study concluded that food and beverage consumption patterns play a significant role in the incidence of pre-diabetes mellitus in the adult population in Indonesia. These findings emphasize the importance of promotive and preventive efforts related to healthy consumption patterns to reduce the risk of pre-diabetes mellitus.

Keywords: pre-diabetes mellitus; risk factors; consumption patterns

ABSTRAK

Pre-diabetes mellitus merupakan kondisi gangguan toleransi glukosa yang berisiko berkembang menjadi diabetes melitus tipe 2 dan sering tidak terdiagnosis. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis signifikansi faktor risiko kejadian pre-diabetes mellitus pada penduduk Indonesia berdasarkan data Survei Kesehatan Indonesia. Penelitian ini merupakan studi *cross-sectional* yang melibatkan responden berusia minimal 15 tahun. Faktor risiko meliputi perilaku merokok, pola konsumsi makanan dan minuman, aktivitas fisik, status gizi, dan kepemilikan jaminan kesehatan. Kandidat faktor risiko diseleksi dengan uji *Chi-square*, lalu dilanjutkan dengan uji regresi. Hasil analisis menunjukkan bahwa konsumsi *soft drink* berhubungan dengan peningkatan risiko pre-DM, sedangkan konsumsi minuman berenergi menunjukkan hubungan negatif. Konsumsi umbi berpati rendah berhubungan dengan peningkatan risiko pre-diabetes mellitus, sedangkan konsumsi kacang-kacangan justru bersifat protektif. Penelitian ini menyimpulkan bahwa pola konsumsi makanan dan minuman memiliki peran signifikan terhadap kejadian pre-diabetes mellitus pada populasi dewasa di Indonesia. Temuan ini menegaskan pentingnya upaya promotif dan preventif terkait pola konsumsi sehat untuk menurunkan risiko pre-diabetes mellitus.

Kata kunci: pre-diabetes mellitus; faktor risiko; pola konsumsi

PENDAHULUAN

Diabetes mellitus (DM) merupakan penyakit tidak menular yang menjadi salah satu penyebab utama morbiditas dan mortalitas. Prevalensi DM terus meningkat setiap tahunnya, menurut *International Diabetes Federation* (IDF), pada tahun 2021 terdapat sekitar 537 juta orang dewasa di dunia yang hidup dengan diabetes, dan angka ini diperkirakan akan meningkat menjadi 643 juta pada tahun 2030 dan 783 juta pada tahun 2045.⁽¹⁾ Salah satu fase penting yang sering terlewatkan dalam perjalanan penyakit ini adalah pre-diabetes mellitus (pre-DM), yaitu kondisi gangguan toleransi glukosa atau peningkatan glukosa darah puasa yang berada di atas normal namun belum mencapai kriteria diagnosis diabetes dimana ditandai dengan kadar glukosa darah puasa antara 100-125 mg/dL atau kadar glukosa 2 jam setelah beban glukosa (OGTT) antara 140-199 mg/dL.⁽²⁾

Pre-DM menjadi perhatian serius karena individu dengan kondisi ini memiliki risiko lebih tinggi untuk berkembang menjadi DM tipe 2 serta mengalami komplikasi kardiovaskular bahkan sebelum mencapai tahap diabetes klinis. Selain itu, pre-DM umumnya tidak bergejala sehingga sebagian besar kasus tidak terdiagnosis. Padahal, fase ini merupakan titik kritis untuk melakukan intervensi preventif yang dapat membalikkan kondisi menuju normoglikemia.⁽³⁾ Gaya hidup tidak sehat menjadi determinan utama prediabetes. Beberapa studi di Indonesia menunjukkan bahwa kurangnya aktivitas fisik, kebiasaan merokok, dan status gizi lebih (*overweight/obesitas*) merupakan faktor risiko signifikan.⁽⁴⁾ Bahkan, pada kelompok remaja, rendahnya aktivitas fisik dan peningkatan indeks massa tubuh (IMT) telah dikaitkan dengan insiden pre-DM.⁽⁵⁾ Kesadaran diri yang rendah terhadap gaya hidup sehat juga ditemukan berkontribusi terhadap status pre-DM, khususnya pada individu dengan berat badan berlebih.⁽⁶⁾

Global Burden of Disease melaporkan tren peningkatan prevalensi penyakit tidak menular, termasuk pre-DM yang merupakan salah satu tantangan utama dalam pembangunan kesehatan. Di Indonesia, prevalensi diabetes dan pre-DM mengalami peningkatan signifikan khususnya pada kelompok usia produktif. Prevalensi pre-DM pada penduduk usia ≥ 15 tahun mencapai sekitar 22,4%, sehingga menunjukkan proporsi yang sangat besar dari populasi dewasa Indonesia yang berada dalam kondisi berisiko tinggi. Prevalensi ini bahkan melebihi prevalensi diabetes terdiagnosis, dan belum menjadi fokus utama dalam layanan kesehatan primer di banyak daerah. Penelitian di Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta menunjukkan angka kejadian pre-DM

sebesar 29,6% pada pekerja kantoran, yang berhubungan signifikan dengan usia, IMT, lingkaran perut, dan kadar HDL rendah.⁽⁷⁾

Data Survei Kesehatan Indonesia (SKI) dapat digunakan untuk melakukan analisis yang lebih dalam terhadap faktor-faktor sosiodemografis, perilaku kesehatan, dan status metabolik yang berhubungan dan berpengaruh dengan kejadian pre-DM di Indonesia. Dengan memahami faktor-faktor tersebut, intervensi berbasis bukti dapat direncanakan dan diimplementasikan secara lebih efektif dan efisien untuk mencegah progresivitas penyakit serta mengurangi beban kesehatan masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi determinan pre-diabetes melitus pada populasi dewasa di Indonesia menggunakan data SKI. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan strategis dalam perumusan kebijakan pencegahan penyakit tidak menular di tingkat nasional.

METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret hingga Mei 2025. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan *cross-sectional* yang bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian pre-DM pada penduduk Indonesia berdasarkan data SKI tahun 2023. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh responden SKI 2023 yang telah menjalani pemeriksaan gula darah puasa dan memiliki data lengkap terkait variabel-variabel yang diteliti. Sampel dipilih menggunakan pendekatan total sampling dari populasi yang memenuhi kriteria inklusi, yaitu responden usia ≥ 15 tahun dengan data lengkap pada variabel pre-DM dan variabel independen lainnya.

Variabel dependen dalam penelitian ini adalah status pre-DM, yang ditentukan berdasarkan hasil pemeriksaan kadar gula darah puasa dengan nilai antara 100–125 mg/dL dan variabel independen pada penelitian ini adalah kebiasaan merokok, umur mulai merokok, pola konsumsi makanan dan minuman (manis, asin, gorengan, makanan olahan), konsumsi gizi seimbang (buah, sayur, sereal, protein hewani/nabati), aktivitas fisik, pemeriksaan kesehatan rutin, status gizi, serta kepemilikan jaminan kesehatan. Analisis data pada penelitian ini dilakukan secara bertahap, analisis deskriptif dilakukan untuk mendeskripsikan distribusi frekuensi dan persentase masing-masing variabel karena berjenis kategorik.⁽⁸⁻¹⁰⁾ Uji *Chi-square* untuk menyeleksi kandidat faktor risiko status pre-DM. Selanjutnya, faktor yang terseleksi dimasukkan ke dalam analisis multivariat menggunakan regresi linier untuk mengetahui faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap kejadian pre-DM. Seluruh proses analisis dilakukan dengan menggunakan software IBM SPSS Versi 25.

Penelitian ini menggunakan data sekunder sehingga tidak memerlukan sertifikat etik, namun prinsip etika tetap dijaga seperti mengamankan kerahasiaan informasi khusus, tidak menyalahgunakan data, menjaga integritas akademik dalam penelitian dan sebagainya.

HASIL

Prevalensi pre-DM di Indonesia pada kategori umur berdasarkan GDPT tertinggi terjadi pada kelompok umur 55-64 tahun (15,3%) sedangkan untuk TGT pada kelompok umur ≥ 75 tahun (21,1%), berdasarkan hal tersebut mayoritas kasus pre-DM meningkat seiring bertambahnya umur dan terjadi pada usia produktif dan usia lanjut. Berdasarkan jenis kelamin laki-laki lebih rentan untuk mengalami GDPT (15,7%) sedangkan perempuan rentan untuk mengalami TGT (22,2%). Berdasarkan tingkat pendidikan mayoritas TGT dialami oleh responden pada kelompok tidak/belum sekolah (20,3%). Pada variabel pekerjaan responden yang tidak bekerja (21,4%) mengalami TGT tertinggi dibandingkan dengan kelompok responden lainnya (Tabel 1).

Tabel 1. Prevalensi kejadian pre-DM berdasarkan karakteristik responden di Indonesia

Variabel	Kategori	Gula darah puasa terganggu (GDPT) (%)	Toleransi glukosa terganggu (TGT) (%)
Umur (tahun)	15-24	10,8	16,3
	25-34	12,5	20,0
	35-44	14,5	20,2
	45-54	14,8	17,4
	55-64	15,3	18,1
	65-74	13,8	20,0
	≥ 75	14,7	21,1
Jenis kelamin	Laki-laki	15,7	14,5
	Perempuan	11,5	22,2
Pendidikan	Tidak/belum sekolah	13,6	20,3
	SD/ sederajat	12,8	20,1
	SMP/ sederajat	12,1	19,3
	SMA/ sederajat	11,9	19,0
	Perguruan tinggi	12,4	17,0
Pekerjaan	Tidak bekerja	12,0	21,4
	Sekolah	11,7	14,8
	PNS/TNI/Polri/BUMN/BUMD	15,0	17,9

Mantan perokok memiliki risiko yang lebih tinggi untuk terkena pre-DM, sedangkan responden yang bukan perokok memiliki hubungan yang signifikan terhadap kejadian pre-DM, dimana responden bukan perokok memiliki risiko lebih rendah untuk mengalami pre-DM. Paparan rokok yang terjadi kadang-kadang berhubungan signifikan dengan kejadian pre-DM, dimana responden yang tidak selalu terpapar rokok berhubungan dengan risiko pre-DM. Namun, responden yang terpapar rokok setiap hari dan tidak pernah terpapar rokok tidak berhubungan dengan kejadian pre-DM. Penggunaan tembakau berhubungan signifikan dengan kejadian pre-DM dimana penggunaan tembakau setiap hari dan kadang-kadang memiliki hubungan negative yang kuat dan signifikan dimana penggunaan tembakau berhubungan dengan risiko penurunan risiko pre-DM, sedangkan

responden yang tidak pernah menggunakan tembakau justru berhubungan positif dengan risiko pre-DM. Hal ini menjadikan variabel penggunaan tembakau kontradiksi dengan kejadian pre-DM di Indonesia (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil analisis seleksi kandidat faktor risiko pre-DM di Indonesia

Variabel	Kategori	Nilai r	Nilai p
Perilaku merokok	Mantan perokok	0,686	0,000
	Bukan perokok	-0,384	0,017
Paparan rokok	Setiap hari	0,214	0,196
	Kadang-kadang	-0,482	0,002
	Tidak pernah	0,137	0,412
Penggunaan tembakau	Setiap hari	-0,622	0,000
	Kadang-kadang	-0,678	0,000
	Mantan	-0,399	0,013
	Tidak pernah	0,590	0,000
Makanan manis	1-6 kali perminggu	0,434	0,007
Minuman manis	>1 kali perhari	-0,402	0,012
Makanan berlemak/berkolesterol/gorengan	>1 kali perhari	0,459	0,004
	1-6 kali perminggu	-0,564	0,000
Konsumsi makanan yang dibakar	>1 kali perhari	-0,564	0,000
	<3 kali perbulan	0,371	0,022
Bumbu penyedap	>1 kali perhari	0,406	0,004
	1-6 kali perminggu	-0,281	0,008
	<3 kali perbulan	-0,433	0,007
Soft drink/minuman berkarbonasi	>1 kali perhari	-0,634	0,000
	1-6 kali perminggu	-0,319	0,051
	<3 kali perbulan	0,446	0,005
Minuman berenergi	>1 kali perhari	-0,609	0,000
	1-6 kali perminggu	-0,593	0,000
	<3 kali perbulan	0,619	0,000
Mie instan	>1 kali perhari	0,601	0,000
Buah dan sayur	1-2 porsi	0,424	0,008
Serelia	>1 kali perhari	-0,301	0,066
	1-6 kali perminggu	0,633	0,000
	<3 kali perbulan	-0,609	0,000
Umbi berpati dan olahannya	>1 kali perhari	-0,519	0,001
	1-6 kali perminggu	-0,243	0,141
	<3 kali perbulan	0,674	0,000
Kacang-kacang dan olahannya	>1 kali perhari	0,176	0,290
	1-6 kali perminggu	-0,056	0,737
	<3 kali perbulan	-0,489	0,002
Daging, unggas, dan olahannya	>1 kali perhari	0,166	0,318
	1-6 kali perminggu	0,495	0,002
	<3 kali perbulan	-0,529	0,001
Telur dan olahannya	>1 kali perhari	0,415	0,010
	1-6 kali perminggu	0,299	0,068
	<3 kali perbulan	-0,571	0,000
Konsumsi susu dan olahannya	>1 kali perhari	0,415	0,010
	1-6 kali perminggu	0,299	0,068
	<3 kali perbulan	-0,571	0,000
Kelompok lemak dan minyak	>1 kali perhari	0,477	0,002
	1-6 kali perminggu	-0,287	0,080
	<3 kali perbulan	-0,423	0,008
Aktivitas fisik	Cukup	-0,236	0,153
	Kurang	0,236	0,153
Tekanan darah	>1 kali perhari	0,306	0,062
	1-6 kali perminggu	0,141	0,399
	<3 kali perbulan	-0,314	0,058
	Minimal 1 tahun sekali	0,507	0,001
	Lebih dari 1 tahun	-0,016	0,922
	Tidak pernah	-0,376	0,022
Gula darah	Minimal 1 tahun sekali	0,141	0,397
	Lebih dari 1 tahun	0,337	0,039
	Tidak pernah	-0,227	0,170
Jaminan kesehatan	BPJS PBI	0,244	0,140
	BPJS non PBI	0,583	0,000
	Jamkesmas	-0,359	0,027
	Asuransi swasta	0,421	0,008
	Lainnya	-0,136	0,415
	BPJS non PBI & asuransi swasta	0,573	0,000
Penggunaan layanan kesehatan online	Tidak pakai	0,016	0,923
	Pernah	0,738	0,000
Gizi	Tidak pernah	-0,738	0,000
	Wasting	0,071	0,672
	Normal	-0,592	0,000
	Overweight	0,208	0,209
	Obesitas	0,519	0,001

Konsumsi makanan manis, minuman manis, makanan berlemak, makanan dibakar, makanan dengan bumbu penyedap, mie instan, *soft drink* dan minuman berenergi dengan kejadian Pre-DM. Pada variabel konsumsi minuman manis, *soft drink*, dan makanan yang dibakar ada hubungan negatif, sehingga diperlukan evaluasi terhadap kemungkinan bias/faktor lainnya seperti gaya hidup. Konsumsi makanan pokok seperti konsumsi sereal 1-6 kali per minggu, konsumsi umbi <3 kali per bulan serta konsumsi protein hewani (daging, susu, telur)

1-6 kali per minggu, konsumsi buah dan sayur 1-2 porsi setiap hari berhubungan positif dan signifikan terhadap kejadian pre-DM (Tabel 2).

Aktivitas fisik tidak berhubungan secara signifikan dengan kejadian pre-DM di Indonesia. Pemeriksaan tekanan darah minimal 1 tahun sekali memiliki hubungan yang positif signifikan sedangkan tidak pernah melakukan pemeriksaan tekanan darah memiliki hubungan negatif signifikan dengan kejadian pre-DM. Pemeriksaan gula darah lebih dari 1 tahun sekali berhubungan secara positif dan signifikan terhadap kejadian pre-DM sedangkan pemeriksaan gula darah minimal 1 tahun sekali dan tidak pernah periksa tidak memiliki hubungan yang signifikan terhadap kejadian pre-DM di Indonesia (Tabel 2).

Jaminan kesehatan khususnya BPJS non-PBI berhubungan secara signifikan dalam meningkatkan risiko kejadian pre-DM. Penggunaan layanan kesehatan secara *online* pada responden yang pernah menggunakan berhubungan dengan peningkatan risiko pre-DM di Indonesia. Status gizi obesitas memiliki hubungan signifikan dan positif dimana responden yang obesitas memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami pre-DM sedangkan status gizi normal memiliki hubungan yang signifikan dan negatif (Tabel 2).

Tabel 3. Hasil analisis multivariat mengenai signifikansi faktor risiko kejadian pre-DM di Indonesia

Variabel	Kategori	B	Nilai p
Konsumsi soft drink atau minuman berkalori	1-6 kali per minggu	1,135	0,027
Konsumsi minuman berenergi	1-6 kali per minggu	-1,190	0,048
Konsumsi umbi berpati dan olahannya	<3 kali per bulan	0,3868	0,003
Konsumsi kacang-kacangan dan olahannya	1-6 kali per minggu	-0,237	0,023
	<3 kali per bulan	-0,285	0,028
Gizi	Normal	-20,770	0,042
	Obesitas	-20,330	0,045

Hasil uji regresi menunjukkan bahwa terdapat beberapa variabel yang mempengaruhi kejadian pre-DM pada responden penelitian. Konsumsi *soft drink* 1-6 kali per minggu berpengaruh secara signifikan dalam meningkatkan risiko pre-DM sebesar 1,135 kali. Sedangkan hasil yang kontradiktif ditunjukkan pada variabel konsumsi minuman berenergi 1-6 kali per minggu menunjukkan hubungan yang negative, hal ini berarti responden yang mengonsumsi minuman berenergi memiliki risiko yang lebih rendah untuk mengalami pre-DM. Konsumsi umbi berpati <3 kali per bulan atau jarang memiliki risiko yang lebih tinggi untuk mengalami pre-DM. Konsumsi kacang-kacangan, baik yang jarang (<3 kali/bulan) maupun cukup sering (1-6 kali/minggu), berhubungan negatif dan signifikan dengan prediabetes (Tabel 3). Dengan demikian, semakin banyak konsumsi kacang-kacangan, semakin rendah risiko prediabetes.

PEMBAHASAN

Prevalensi pre-DM meningkat seiring bertambahnya usia, kelompok usia ≥ 55 tahun memiliki prevalensi tertinggi untuk mengalami GDPT dan TGT, hal ini dapat terjadi karena adanya proses fisiologis dimana pada usia lanjut mengalami penurunan regenerasi fungsi pankreas dan peningkatan resistensi insulin. Prevalensi laki-laki terkena GDPT dan perempuan terkena TGT dapat terjadi dikarenakan adanya perbedaan risiko antara laki-laki dan perempuan dalam hal gangguan metabolisme glukosa seperti perbedaan distribusi lemak, sensitivitas insulin dan perbedaan hormonal.⁽¹¹⁾ Lemak visceral pada laki-laki dapat meningkatkan resistensi insulin yang memicu GDPT, sementara fluktuasi hormonal pada perempuan (estrogen/progesteron) berkontribusi pada gangguan toleransi glukosa (TGT).⁽¹²⁾

TGT dialami oleh kelompok responden dengan tingkat pendidikan yang rendah terutama pada kelompok responden yang tidak/belum sekolah hal ini dapat terjadi karena rendahnya akses informasi yang didapat serta adanya gaya hidup yang tidak sehat. Sejalan dengan hal tersebut prevalensi pre-DM yang terjadi pada kelompok responden dengan status pekerjaan tidak bekerja, hal ini dapat terjadi karena rendahnya aktivitas fisik serta keterbatasan terhadap layanan kesehatan preventif. Orang dengan prediabetes secara signifikan kurang aktif fisik dibanding orang tanpa gangguan glukosa, dimana kurangnya aktivitas fisik menjadi faktor risiko utama penyebab pre-DM.⁽¹³⁾ Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan di Eropa dimana pengangguran berkepanjangan berkaitan dengan peningkatan risiko prediabetes dibandingkan pekerja aktif.^(14,15)

Perilaku merokok berhubungan dengan kejadian pre-DM. Mantan perokok memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami pre-DM, hal ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa berhenti merokok dalam jangka pendek dapat meningkatkan risiko pre-DM dan DM tipe II sebagai akibat dari adanya perubahan metabolisme tubuh dan karena adanya kenaikan berat badan setelah berhenti merokok. Kenaikan berat badan menjadi salah satu faktor risiko pre-DM.^(16,17) Selain itu, responden yang bukan perokok memiliki risiko lebih rendah untuk mengalami pre-DM dibandingkan dengan mantan perokok maupun perokok aktif. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa individu yang tidak pernah merokok memiliki profil metabolik yang lebih baik, termasuk sensitivitas insulin dan kadar glukosa darah yang lebih stabil.⁽¹⁸⁾

Paparan rokok secara pasif atau kadang-kadang ternyata berhubungan signifikan dengan kejadian pre-DM. Sebuah studi menemukan bahwa paparan asap rokok pasif dapat meningkatkan resistensi insulin, yang merupakan mekanisme dasar terjadinya pre-DM.⁽¹⁹⁾ Namun, pada kelompok yang selalu terpapar asap rokok atau yang tidak pernah terpapar sama sekali, hubungan ini tidak signifikan, kemungkinan disebabkan oleh variasi karakteristik sosiodemografi atau faktor gaya hidup lainnya yang mempengaruhi hasil tersebut.

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya hubungan negatif antara penggunaan tembakau (setiap hari atau kadang-kadang) dengan kejadian pre-DM. Artinya, responden yang menggunakan tembakau justru memiliki risiko lebih rendah mengalami pre-DM. Temuan ini bertolak belakang dengan berbagai studi sebelumnya yang menyebutkan bahwa penggunaan tembakau secara umum merupakan faktor risiko kuat terhadap gangguan

toleransi glukosa dan DM tipe II serta perokok aktif cenderung memiliki risiko lebih tinggi terhadap gangguan metabolik termasuk prediabetes.⁽²⁰⁾ Hal ini bisa terjadi karena adanya bias informasi atau faktor perancu yang tidak terkontrol dalam penelitian ini.

Penelitian terdahulu menyebutkan bahwa konsumsi makanan tinggi gula dan lemak jenuh dapat meningkatkan risiko resistensi insulin yang menjadi faktor utama dalam perkembangan pre-DM.⁽²¹⁾ Hal ini sejalan dengan penelitian lain bahwa konsumsi minuman manis secara rutin dapat meningkatkan risiko DM Tipe II hingga 18%.⁽²²⁾ Konsumsi makanan berlemak dan dibakar dapat menghasilkan senyawa *Advanced Glycation End Products* (AGEs), yang berperan dalam stres oksidatif dan inflamasi yang mempengaruhi metabolisme glukosa.⁽²³⁾ Selain menghasilkan senyawa AGEs konsumsi makanan berlemak, khususnya yang dimasak dengan cara dibakar, diketahui dapat memicu peningkatan stres oksidatif dalam tubuh. Proses pembakaran pada makanan, terutama daging, dapat menghasilkan senyawa karsinogenik seperti *heterocyclic amines* (HCAs) dan *polycyclic aromatic hydrocarbons* (PAHs) yang tidak hanya bersifat mutagenik tetapi juga meningkatkan resistensi insulin melalui proses inflamasi kronis.⁽²⁴⁾ AGEs dapat berinteraksi dengan reseptor RAGE (*Receptor for Advanced Glycation End-products*) yang memicu stres oksidatif dan inflamasi sistemik.⁽²³⁾

Makanan dengan tambahan bumbu penyedap dan mie instan umumnya tinggi natrium, lemak trans, dan kalori rendah serat yang memperburuk profil metabolik tubuh. Makanan rendah serat seperti mie instan akan memperlambat kerja sistem pencernaan dalam menjaga kadar glukosa darah tetap stabil.^(25,26) Natrium berlebih dalam tubuh dapat memengaruhi fungsi endotel pembuluh darah dan meningkatkan tekanan darah, yang pada akhirnya memperburuk resistensi insulin.⁽²⁷⁾ Lemak trans yang sering ditemukan pada makanan olahan juga berkontribusi terhadap peningkatan kadar kolesterol LDL dan penurunan HDL, yang berhubungan erat dengan sindrom metabolik dan gangguan toleransi glukosa.⁽²⁸⁾

Konsumsi kacang-kacangan, baik yang jarang maupun sering menunjukkan hubungan negatif dan signifikan terhadap kejadian pre-DM. Hal ini menunjukkan bahwa konsumsi kacang-kacangan secara rutin dapat menurunkan risiko gangguan metabolik, termasuk prediabetes. Kandungan serat, lemak sehat, magnesium, dan fitokimia dalam kacang-kacangan berkontribusi terhadap peningkatan sensitivitas insulin dan pengaturan kadar glukosa darah.⁽²⁹⁾ Konsumsi umbi berpati kurang dari 3 kali per bulan atau jarang dapat meningkatkan risiko pre-DM. Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa sumber karbohidrat kompleks seperti umbi-umbian memiliki indeks glikemik lebih rendah dibandingkan dengan makanan berbahan dasar tepung olahan, sehingga bermanfaat dalam mengontrol kadar gula darah. Oleh karena itu, rendahnya konsumsi umbi berpati dapat mengurangi asupan serat dan karbohidrat kompleks, yang berkontribusi terhadap peningkatan risiko prediabetes.⁽³⁰⁾

Variabel konsumsi minuman manis dan makanan yang dibakar dalam penelitian ini justru menunjukkan hubungan negatif terhadap kejadian pre-DM, yang bertolak belakang dengan sebagian besar literatur. Fenomena ini dapat disebabkan oleh beberapa kemungkinan. Salah satunya adalah adanya bias informasi atau kesalahan dalam *recall* responden terkait pola konsumsi mereka (*recall bias*), atau kemungkinan adanya *confounding factor* lain, seperti aktivitas fisik, status gizi, atau penggunaan obat-obatan yang tidak terkontrol.⁽³¹⁾ Selain itu, individu dengan faktor risiko prediabetes bisa jadi mulai melakukan perubahan gaya hidup, termasuk mengurangi konsumsi makanan/minuman tersebut setelah mengetahui kondisi kesehatan mereka, sehingga terjadi *inverse association* yang tidak sesuai ekspektasi awal.⁽³²⁾

Hasil regresi linier dalam penelitian ini menunjukkan bahwa konsumsi *soft drink* 1-6 kali per minggu berpengaruh secara signifikan dalam meningkatkan risiko pre-DM sebesar 1,135 kali. Temuan ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa konsumsi minuman manis, termasuk *soft drink*, berhubungan positif dengan peningkatan risiko DM Tipe II dan gangguan toleransi glukosa. Kandungan gula yang tinggi dalam *soft drink* dapat meningkatkan beban glikemik tubuh, memicu resistensi insulin, dan meningkatkan kadar glukosa darah.^(22,33) Konsumsi minuman manis secara rutin meningkatkan risiko gangguan metabolik, termasuk prediabetes.⁽³⁴⁾ Hasil yang kontradiktif ditunjukkan oleh variabel konsumsi minuman berenergi 1-6 kali per minggu, yang menunjukkan hubungan negatif dengan kejadian pre-DM. Beberapa penelitian mendukung bahwa konsumsi minuman berenergi secara moderat tidak selalu berkontribusi langsung terhadap risiko diabetes, terutama jika dikonsumsi dalam jumlah terbatas atau bersamaan dengan peningkatan aktivitas fisik.⁽³⁵⁾ Meski demikian, hasil ini perlu diinterpretasikan dengan hati-hati mengingat sebagian besar literatur menyebutkan bahwa konsumsi berlebihan minuman berenergi justru meningkatkan risiko gangguan metabolik.⁽³⁶⁾

Konsumsi sereal olahan, khususnya yang memiliki indeks glikemik tinggi, dapat meningkatkan risiko resistensi insulin dan gangguan toleransi glukosa.⁽³⁷⁾ Sebaliknya, konsumsi sereal utuh cenderung memberikan efek protektif, sehingga jenis sereal yang dikonsumsi menjadi faktor penting yang mempengaruhi risiko pre-DM. Asupan umbi-umbian yang rendah juga dapat berkontribusi terhadap ketidakseimbangan asupan serat dan mikronutrien yang mendukung metabolisme glukosa. Penelitian Damayanti menunjukkan bahwa rendahnya konsumsi sumber karbohidrat kompleks, seperti umbi-umbian, berhubungan dengan peningkatan risiko prediabetes.⁽³⁸⁾

Protein hewani, terutama dari daging merah dan olahan, bila dikonsumsi dalam jumlah sedang hingga tinggi dapat meningkatkan risiko resistensi insulin melalui proses inflamasi sistemik.⁽³⁹⁾ Selain itu, konsumsi protein hewani yang tidak diimbangi dengan asupan serat dari sayur dan buah cenderung memperburuk profil metabolik individu.

Studi *device-measured* menunjukkan orang dengan prediabetes secara signifikan kurang aktif secara fisik dibanding orang tanpa gangguan glukosa, dan aktivitas fisik rendah telah lama dikenal sebagai faktor risiko utama prediabetes dan diabetes. Namun, variabel aktivitas fisik tidak berhubungan secara signifikan dengan kejadian pre-DM di Indonesia. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian bahwa mayoritas responden yang melakukan aktivitas fisik dengan intensitas sedang tidak berhubungan dengan kejadian pre-DM di perkotaan.⁽⁴⁰⁾ Selain itu hal tersebut dapat terjadi karena adanya bias pengukuran pada saat wawancara dilakukan dengan responden sehingga hubungan pre-DM menjadi tidak konsisten.⁽⁴¹⁾

Pemeriksaan tekanan darah minimal satu tahun sekali memiliki hubungan positif signifikan dengan kejadian pre-DM, hal ini menunjukkan adanya kesadaran kesehatan pada individu yang berisiko. Orang yang rutin memeriksakan tekanan darah cenderung memiliki faktor risiko lainnya, seperti berat badan berlebih atau riwayat keluarga diabetes, sehingga pemeriksaan dilakukan sebagai upaya deteksi dini. Individu dengan hipertensi memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami gangguan metabolik, termasuk prediabetes. Sebaliknya, tidak pernah melakukan pemeriksaan tekanan darah berhubungan negatif secara signifikan dengan kejadian prediabetes, yang kemungkinan mencerminkan kelompok populasi yang merasa dirinya sehat atau belum terdiagnosis memiliki risiko metabolik.⁽⁴²⁾

Pemeriksaan gula darah lebih dari satu tahun sekali berhubungan positif dan signifikan terhadap kejadian prediabetes. Hal ini menunjukkan adanya upaya masyarakat dalam melakukan deteksi dini gangguan glukosa, terutama di kalangan individu yang memiliki faktor risiko atau riwayat keluarga diabetes. Temuan ini didukung oleh penelitian lain yang menyatakan bahwa pemeriksaan gula darah yang dilakukan pada individu dengan risiko metabolik cenderung lebih sering mendeteksi kondisi pre-DM atau DM Tipe II.⁽⁴³⁾ Namun, pemeriksaan gula darah minimal satu tahun sekali maupun tidak pernah periksa tidak menunjukkan hubungan yang signifikan dengan kejadian prediabetes, yang mungkin terjadi karena individu yang melakukan pemeriksaan rutin sudah mendapatkan penanganan atau intervensi gaya hidup, sehingga status glukosanya tidak meningkat secara signifikan ke arah prediabetes.⁽⁴⁴⁾

Individu yang memiliki jaminan kesehatan dalam hal ini khususnya adalah peserta mandiri cenderung lebih sering berinteraksi dengan layanan kesehatan sehingga status kesehatannya dapat diketahui dan terdiagnosa termasuk dalam hal ini adalah pre-DM. Peserta mandiri biasanya ada pada status ekonomi menengah keatas dengan gaya hidup urban dan sedentary dengan pola makan tinggi kalori. Hal ini sejalan dengan hasil lain bahwa kelompok dengan status ekonomi menengah memiliki risiko yang tinggi untuk terkena PTM dibandingkan dengan kelompok status ekonomi rendah.⁽⁴⁵⁾ Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kelompok dengan akses jaminan kesehatan yang lebih baik justru sering kali memiliki prevalensi diabetes yang lebih tinggi karena akses diagnosis dan layanan kesehatan yang lebih sering.⁽⁴⁶⁾

Penggunaan layanan kesehatan *online* terjadi karena pergeseran pola pelayanan kesehatan, di Indonesia pemanfaatan layanan *online* meningkat terutama di kalangan masyarakat urban dengan riwayat PTM.^(47,48) Layanan kesehatan *online* juga memungkinkan deteksi lebih dini terhadap prediabetes karena akses yang lebih cepat dan mudah terhadap konsultasi dokter serta pemeriksaan laboratorium.

Individu dengan obesitas memiliki risiko yang lebih tinggi untuk mengalami pre-DM. Hal ini terjadi karena akumulasi jaringan lemak berlebih, terutama lemak visceral yang dapat meningkatkan resistensi insulin serta gangguan metabolisme glukosa, dimana obesitas meningkatkan peradangan sistemik kronis (*low grade inflammation*) dan stress oksidatif sebagai mekanisme utama pre-DM.⁽⁴⁹⁾ Hal ini sejalan dengan penelitian Lestari pada tahun 2020 dimana pada kelompok usia dewasa muda hingga lanjut usia dapat memperparah risiko gangguan glukosa darah.⁽⁵⁰⁾ Sedangkan individu dengan status gizi normal memiliki sensitivitas insulin yang lebih baik sehingga risiko diabetes lebih rendah.⁽⁵¹⁾

KESIMPULAN

Terdapat beberapa faktor yang berkontribusi terhadap kejadian pre-DM pada populasi dewasa di Indonesia. Pola konsumsi makanan dan minuman memainkan peranan penting, dengan minuman berpemanis meningkatkan risiko pre-DM. Konsumsi kacang-kacangan protektif terhadap kejadian pre-DM. Asupan umbi berpati yang rendah meningkatkan risiko pre-DM. Penelitian ini menunjukkan perlunya edukasi kepada masyarakat terkait pentingnya konsumsi makanan bergizi seimbang dan mengurangi asupan minuman berpemanis. Selain itu, hasil penelitian ini mendorong perlunya kajian lebih lanjut terkait konsumsi minuman berenergi dan pengaruhnya terhadap metabolisme glukosa, serta perlunya pengendalian gaya hidup tidak sehat sebagai upaya pencegahan pre-DM secara lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

1. International Diabetes Federation. IDF diabetes atlas. 10th ed. Brussels: International Diabetes Federation; 2021.
2. American Diabetes Association. Classification and diagnosis of diabetes: Standards of care in diabetes 2024. Diabetes Care. 2024;47(Suppl 1):S20–S42.
3. Tabák AG, Herder C, Rathmann W, Brunner EJ, Kivimäki M. Prediabetes: a high-risk state for diabetes development. Lancet. 2012;379(9833):2279–2290. doi:10.1016/S0140-6736(12)60283-9.
4. Fitriana I, Widyawati IY, Nursalam, Pawanis Z, Qonaah A, Lee BO. Predictors of prediabetes among young adults in East Java of Indonesia: a cross-sectional study. Nurse Media Journal of Nursing. 2024;14(2):294–306.
5. Arianie CP, Suryaningsih T. Pedoman pengelolaan prediabetes untuk tenaga kesehatan di fasilitas pelayanan kesehatan tingkat pertama. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; 2021.
6. Martines KR, Prabawati D, Supardi S. Self-efficacy weight management and family support on risk factors of prediabetes patient. Jurnal Ilmu Keperawatan. 2023;11(2):167–175.
7. Mujiono M, Udijono A, Kusuma D. Faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian prediabetes. Media Kesehatan Masyarakat Indonesia. 2023;22(5):314–318.
8. Suparji S, Nugroho HSW, Martiningsih W. Tips for distinguishing nominal and ordinal scale data. Aloha International Journal of Multidisciplinary Advancement (AIJMU). 2019;1(6):133-135.

9. Polnok S, Auta TT, Nugroho HSW, Putra GD, Sudiantara K, Gama IK, Mustika IW, Suparji S, Onggang FS, Rusni W, Subrata T. Statistics Kingdom: A very helpful basic statistical analysis tool for health students. *Health Notions*. 2022 Oct 31;6(9):413-20.
10. Nugroho HSW. Biostatistik untuk mahasiswa d3 kebidanan. Ponorogo: FORIKES. 2013.
11. Sovia S, Damayantie N, Insani N. Determinan faktor prediabetes di Kota Jambi tahun 2019. *J Ilm Univ Batanghari Jambi*. 2020;20(3):983.
12. Adolph R. Prediabetes. *Report*. 2016;8(2):1-23.
13. Mortensen SR, Skou ST, Brønd JC, Ried-Larsen M, Petersen TL, Jørgensen LB, et al. Detailed descriptions of physical activity patterns among individuals with diabetes and prediabetes: The Lolland-Falster Health Study. *BMJ Open Diabetes Res Care*. 2023;11(5).
14. Rezavitawanti R, Helda H. Central obesity as a risk factor for prediabetes. *Asian J Soc Humanit*. 2024;2(9):2068-78.
15. Rautio N, Varanka-Ruuska T, Vaaramo E, Palaniswamy S, Nedelec R, Miettunen J, et al. Accumulated exposure to unemployment is related to impaired glucose metabolism in middle-aged men: A follow-up of the Northern Finland Birth Cohort 1966. *Prim Care Diabetes*. 2017;11(4):365-72.
16. Pan A, Wang Y, Talaei M, Hu FB, Wu T. Relation of active, passive, and quitting smoking with incident type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2015 Dec 1;3(12):958-67.
17. Wang Y, Ji J, Liu Y jian, Deng X, He Q qiang. Passive smoking and risk of type 2 diabetes: a meta-analysis of prospective cohort studies. *PLoS One*. 2013;8(7):1-6.
18. Wu L, Wang X, Dong JY, Zhao YT, Lou H. Smoking cessation, weight gain, and risk for type 2 diabetes: a prospective study. *Int J Public Health*. 2022;67(April):1-6.
19. Liu Y, Yang G, Li S, Chen Y, Song J. Secondhand smoke exposure and risk of type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 2020;10(5).
20. Nurhasanah R, Rahayu W, Sari AP. Hubungan merokok dengan kejadian prediabetes pada masyarakat perkotaan di Indonesia. *J Kesehat Masy Indones*. 2023;18(1):45-54.
21. Imam NF, Lubis L, Syahrial H. Hubungan pola konsumsi gula dengan kejadian prediabetes pada masyarakat. *J Kesehat Masy*. 2021;9(2):145-54.
22. Imamura F, O'Connor L, Ye Z, Mursu J, Hayashino Y, Bhupathiraju SN, et al. Consumption of sugar sweetened beverages, artificially sweetened beverages, and fruit juice and incidence of type 2 diabetes: Systematic review, meta-analysis, and estimation of population attributable fraction. *BMJ*. 2015;351:1-12.
23. Uribarri J, Woodruff S, Goodman S, Cai W, Chen X, Pyzik R, Vlassara H. Advanced glycation end products in foods and a practical guide to their reduction in the diet. *J Am Diet Assoc*. 2010;110(6):911-6.
24. Bastarrachea RA, González F, Nava G. Heterocyclic amines and polycyclic aromatic hydrocarbons in cooked meats: formation and biological significance. *Food Chem*. 2019;280:240-9.
25. Putri DM, Astuti A. Hubungan pola konsumsi mie instan dengan risiko diabetes mellitus. *J Gizi dan Diet Indones*. 2020;8(1):30-8.
26. Weickert MO, Pfeiffer AFH. Impact of dietary fiber consumption on insulin resistance and the prevention of type 2 diabetes. *J Nutr*. 2018;148(1):7-12.
27. Grillo A, Salvi L, Coruzzi P, Salvi P, Parati G. Sodium intake and hypertension. *Nutrients*. 2019;11(9):1-16.
28. Lichtenstein AH. Dietary fat and cardiovascular disease risk: quantity or quality? *J Am Coll Cardiol*. 2014;63(25):2670-2.
29. Khoirunnisa F, Darmawan E, Cahyani S. Hubungan konsumsi kacang-kacangan dengan kejadian prediabetes pada masyarakat perkotaan. *J Gizi dan Pangan*. 2022;17(2):135-42.
30. Atmaja IKP, Utami DS. Konsumsi umbi lokal sebagai sumber karbohidrat dalam upaya pencegahan diabetes mellitus. *J Kesehat Masy Andalas*. 2022;16(1):45-54.
31. Sartika RAD, Rosh BC, Andayani NW. Konsumsi makanan cepat saji dan minuman manis kemasan terhadap risiko diabetes melitus: analisis data Riskesdas 2018. *J Penelit Kesehat Indones*. 2022;5(2):91-100.
32. Hall KD, Ayuketah A, Brychta R, Cai H, Cassimatis T, Chen KY, et al. Ultra-processed diets cause excess calorie intake and weight gain: an inpatient randomized controlled trial of ad libitum food intake. *Cell Metab*. 2019;30(1):67-77.e3.
33. Fikawati S, Syafiq A, Purbaningrum R. Konsumsi minuman berpemanis berhubungan dengan obesitas dan prediabetes di Indonesia. *J Gizi Indones*. 2022;10(1):21-30.
34. Titaley CR, Ariawan I, Hapsari D, Soeharno N. Sweetened beverage consumption and metabolic syndrome risk in Indonesian adults: Analysis of the 2018 Basic Health Research. *Malays J Nutr*. 2022;28(2):265-78.
35. Al-Maweri SA, Halboub E, AlAghbari A. Energy drink consumption: A systematic review of adverse effects and meta-analysis. *BMC Public Health*. 2022;22(1215).
36. Higgins JP, Tuttle TD, Higgins CL. Energy beverages: Content and safety. *Mayo Clin Proc*. 2015;85(11):1033-41.
37. Wolever TMS, Chiasson JL, Josse RG. Relationship between dietary glycemic index and the risk of developing type 2 diabetes mellitus. *Nutrients*. 2020;12(9):2864.
38. Damayanti R, Indrawati L, Ernawati F. Hubungan pola konsumsi karbohidrat kompleks dengan kejadian prediabetes pada masyarakat perkotaan di Indonesia. *J Gizi dan Pangan*. 2021;16(2):91-100.
39. Mirmiran P, Yuzbashian E, Bahadoran Z. et al. Red and processed meat intake and risk of insulin resistance: a prospective study among adults. *Diabetol Metab Syndr*. 2022;14(1):51.
40. Setyowati R, Wulandari P, Dewi NPA. Hubungan aktivitas fisik dengan kejadian prediabetes pada masyarakat perkotaan di Indonesia. *urnal Kesehat Masy Indones*. 2022;17(2):112-20.
41. Muilwijk M, van der Ploeg HP, van der Schouw YT, Beulens JWJ, Boer JMA. Physical activity and prediabetes risk in different populations: A systematic review. *Diabetes Metab Syndr Clin Res Rev*. 2019;13(1):18-25.

42. Kim MJ, Lim NK, Park HY. The relationship between hypertension and risk of developing prediabetes: The Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES). *PLoS One*. 2020;15(4).
43. Wu A, Peng Y, Huang B, DX, Wang X, Niu P, Meng JZ, Z, Zhang Z, Wang JSJ, Quan L, Xia Z, Tan WC. Genome composition and divergence of the novel coronavirus (2019-nCoV) originating in China. *Cell Host Microbe*. 2020;27:325–328.
44. Zhang Y, Pan XF, Chen J, Xia L, Cao A, Zhang Y, Wang J, Li H, Pan A. Associations of frequency of blood glucose screening with prediabetes and diabetes detection in adults. *Diabetol Int*. 2021;12(4):459–67.
45. Rahmah A, Widyaningsih Y, Prabowo R. Hubungan status sosial ekonomi dengan risiko diabetes melitus di Indonesia: Analisis data Riskesdas. *J Kesehat Masy Nas*. 2021;15(3):115–22.
46. Wang L, Gao P, Zhang M, Huang Z, Zhang D, Deng Q, Li Y, Zhao Z, Qin X, Jin D, Zhou M, Tang X, Hu Y, Wang L, Xu Y, Yang W. Prevalence and ethnic pattern of diabetes and prediabetes in China in 2013. *JAMA*. 2020;317(24):2515–23.
47. Ramadhan R, Putri SE, Pratama F. Penggunaan telemedicine dan hubungannya dengan penyakit tidak menular di Indonesia: Analisis data Survei Sosial Ekonomi Nasional. *J Adm Kesehat Indones*. 2023;11(1):89–97.
48. Hong YA, Hossain MM, Chou WYS, Turner K. Digital health use among people with diabetes: systematic review of surveys on access and use of digital health. *J Med Internet Res*. 2021;23(4).
49. Weir GC, Bonner-Weir S. Obesity and type 2 diabetes: risk and management. *Diabetologia*. 2019;62(10):1755–60.
50. Lestari RP, Santoso LA, Prasetyo A. Hubungan obesitas dengan kejadian prediabetes pada orang dewasa di Indonesia. *J Gizi Klin Indones*. 2021;17(1):43–51.
51. Nanri A, Yamada Y, Kuwahara K, Kurotani K, Kondo K, Yamamoto M, Mizoue T. Body mass index and risk of diabetes in Japanese adults: Pooled analysis of eight cohort studies. *Eur J Clin Nutr*. 2021;75(9):1342–50.