

SKRIPSI

***MACHINE LEARNING* MODEL *ARTIFICIAL NEURAL*
NETWORK UNTUK PREDIKSI RISIKO OBESITAS
DAN PREDIABETES PADA DEWASA**



VIVI SUGIHARTO

04011382126208

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER

FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

SKRIPSI

***MACHINE LEARNING* MODEL *ARTIFICIAL NEURAL*
NETWORK UNTUK PREDIKSI RISIKO OBESITAS
DAN PREDIABETES PADA DEWASA**

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana
Kedokteran (S.Ked)**



VIVI SUGIHARTO
04011382126208

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024

HALAMAN PENGESAHAN

MACHINE LEARNING MODEL ARTIFICIAL NEURAL NETWORK UNTUK PREDIKSI RISIKO OBESITAS DAN PREDIABETES PADA DEWASA

LAPORAN AKHIR SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Kedokteran di Universitas Sriwijaya

Oleh :
VIVI SUGIHARTO
04011382126208

Palembang, 28 November 2024
Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya

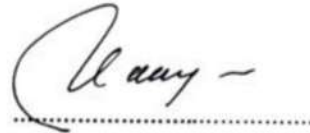
Pembimbing I

Dr. Iche Andriyani Liberty, SKM., M.Kes
NIP. 199002072015104201



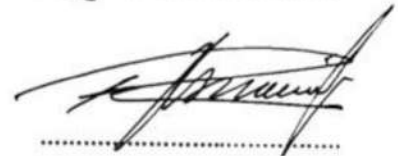
Pembimbing II

Drs. H. Eddy Roflin., M.Si
NIP. 19590418198503102



Penguji I

dr. Rouly Pola Pasaribu, Sp.PD-KP, FINASIM
NIP. 197811072006041017



Penguji II

Pariyana, S.KM, M.Kes
NIP. 198709072015012201



Koordinator Program Studi
Pendidikan Dokter



Dr. dr. Susilawati, M.Kes
NIP. 197802272010122001



Mengetahui
Wakil Dekan I



Prof. Dr. dr. Irfanuddin, Sp.KO, M.Pd.Ked
NIP. 197306131999031001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa laporan akhir skripsi dengan judul "*Machine Learning Model Artificial Neural Network* untuk Prediksi Risiko Obesitas dan Prediabetes pada Dewasa" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya pada tanggal 28 November 2024.

Palembang, 28 November 2024

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Laporan Akhir Skripsi

Pembimbing I

Dr. Iche Andrivani Liberty, SKM., M.Kes

NIP. 199002072015104201

Pembimbing II

Drs. H. Eddy Roflin., M.Si

NIP. 19590418198503102

Penguji I

dr. Rouly Pola Pasaribu, Sp.PD-KP, FINASIM

NIP. 197811072006041017

Penguji II

Pariyana, S.KM, M.Kes

NIP. 198709072015012201

Koordinator Program Studi
Pendidikan Dokter



Dr. dr. Susilawati, M.Kes

NIP. 197802272010122001

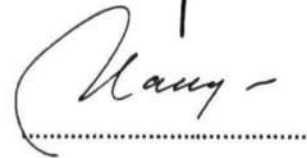
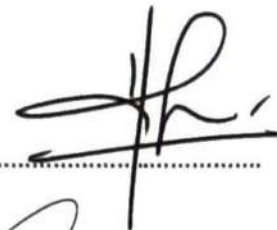
Mengetahui

Wakil Dekan I



Prof. Dr. dr. Irfanuddin, Sp.KO, M.Pd.Ked

NIP. 197306131999031001



HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Vivi Sugiharto
NIM : 04011382126208
Judul : *Machine Learning Model Artificial Neural Network* untuk
Prediksi Risiko Obesitas dan Prediabetes pada Dewasa

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, 28 November 2024



Vivi Sugiharto
04011382126208

ABSTRAK

***MACHINE LEARNING MODEL ARTIFICIAL NEURAL NETWORK* UNTUK PREDIKSI RISIKO OBESITAS DAN PREDIABETES PADA DEWASA**

(Vivi Sugiharto, 28 November 2024, 120 halaman)

Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya

Latar Belakang: Obesitas adalah kondisi klinis yang ditandai oleh akumulasi lemak tubuh secara abnormal dan telah mengalami peningkatan prevalensi secara signifikan sejak tahun 1980. Obesitas dan prediabetes mempunyai hubungan kompleks dengan berbagai faktor, seperti usia, jenis kelamin, dan gaya hidup. Obesitas juga berperan dalam mekanisme resistensi insulin, disglukemia dan penurunan fungsi sel beta pankreas yang berkembang menjadi diabetes melitus tipe 2 (DMT2) sehingga kedua keadaan ini dapat terjadi secara *concomitant*. Analisis prediktor kejadian obesitas dan prediabetes seringkali melibatkan proses statistik yang kompleks sehingga pemanfaatan *Artificial Neural Network* dipertimbangkan untuk melengkapi analisis data dengan meningkatkan akurasi prediksi risiko. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis akurasi model ANN dalam memprediksi risiko obesitas dan prediabetes pada populasi dewasa.

Metode: Penelitian observasional analitik dengan desain studi *cross-sectional* menggunakan data sekunder. Sampel adalah masyarakat dewasa berusia 19–65 tahun yang berkunjung ke puskesmas Kota Palembang. Teknik sampling menggunakan *purposive sampling* dan data diolah dengan regresi logistik multinomial serta model ANN *Orange Data Mining*.

Hasil: Jumlah sampel 1212 orang, dengan 63 (5,2%) responden obesitas dan prediabetes, 182 (15%) obesitas, 125 (10,3%) prediabetes, dan 842 (69,5%) normal. Prediksi ANN menunjukkan akurasi sebesar 91,7% untuk obesitas dan prediabetes, 89,2% untuk obesitas, dan 81,3% untuk prediabetes dengan prediktor utama usia, jenis kelamin, riwayat orangtua dengan obesitas, tingkat pendapatan, makanan manis, buah, dan aktivitas fisik.

Kesimpulan: *Artificial Neural Network* akurat dalam memprediksi obesitas dan atau prediabetes pada dewasa.

Kata Kunci: Obesitas, Prediabetes, Resistensi Insulin, *Concomitant*, *Machine Learning*, *Artificial Neural Network*

ABSTRACT

MACHINE LEARNING MODEL OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORK FOR PREDICTING THE RISK OF OBESITY AND PREDIABETES IN ADULTS

(Vivi Sugiharto, 28 November 2024, 120 pages)

Faculty of Medicine, Sriwijaya University

Background: Obesity is a clinical condition characterized by abnormal fat accumulation and has significantly increased in prevalence since 1980. Obesity and prediabetes are complexly related to factors such as age, gender, and lifestyle. Obesity contributes to insulin resistance, dyslipidemia, and beta-cell dysfunction, which progresses to type 2 diabetes mellitus. These conditions may occur concomitantly. Predictive analysis of obesity and prediabetes often involves complex statistical processes, making machine learning, particularly Artificial Neural Networks (ANN), a valuable tool to enhance predictive accuracy. This study aims to evaluate the accuracy of the ANN model in predicting obesity and prediabetes in adult populations.

Methods: This observational analytic study used a cross-sectional design and secondary data. The sample consisted of adults aged 19–65 years living in Palembang, who visited primary healthcare services. Data were collected using purposive sampling and analyzed with multinomial logistic regression and ANN model from Orange Data Mining software.

Results: Of the 1212 respondents, 63 (5.2%) had both obesity and prediabetes, 182 (15%) were obese, 125 (10.3%) had prediabetes, and 842 (69.5%) were normal. The ANN model demonstrated an accuracy of 91.7% in predicting obesity and prediabetes, 89.2% for obesity, and 81.3% for prediabetes. Key predictors included age, gender, family history of obesity, income level, consumption of sugary foods, fruits, and physical activity.

Conclusion: Artificial Neural Network is accurate in predicting obesity and or prediabetes in adults.

Keywords: Obesity, Prediabetes, Insulin Resistance, Concomitant, Machine Learning, Artificial Neural Network

RINGKASAN

MACHINE LEARNING MODEL *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK* UNTUK PREDIKSI RISIKO OBESITAS DAN PREDIABETES PADA DEWASA

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, 28 November 2024 Vivi Sugiharto; Dibimbing oleh Dr. Iche Andriyani Liberty, SKM., M.Kes dan Drs. H. Eddy Roflin.,M.Si Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya 120 halaman, 14 tabel, 7 gambar, dan 7 lampiran

Penelitian ini berfokus pada penggunaan model *machine learning Artificial Neural Network* (ANN) untuk memprediksi risiko obesitas dan prediabetes pada populasi dewasa. Obesitas merupakan kondisi klinis yang ditandai oleh akumulasi lemak tubuh yang abnormal dan telah meningkat secara signifikan sejak tahun 1980. Kondisi ini sering berkaitan dengan faktor-faktor seperti usia, jenis kelamin, dan gaya hidup, serta dapat memicu resistensi insulin, disglukemia, hingga kerusakan fungsi sel beta pankreas, yang akhirnya berkembang menjadi diabetes melitus tipe 2. Keadaan ini sering terjadi secara bersamaan (*concomitant*), sehingga membutuhkan pendekatan prediktif yang akurat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis akurasi ANN sebagai alat prediksi risiko obesitas dan prediabetes.

Desain penelitian menggunakan studi observasional analitik dengan metode *cross-sectional* dan data sekunder. Sampel terdiri dari 1212 responden dewasa berusia 19–65 tahun yang berdomisili di Kota Palembang, yang diperoleh melalui metode *purposive sampling*. Data yang dikumpulkan dianalisis dengan regresi logistik multinomial dan *Orange Data Mining*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa 63 (5,2%) responden termasuk dalam kategori obesitas dan prediabetes, 182 (15%) obesitas, 125 (10,3%) prediabetes, dan 842 (69,5%) normal. Model ANN menunjukkan akurasi prediksi sebesar 91,7% untuk obesitas dan prediabetes, 89,2% untuk obesitas, dan 81,3% untuk prediabetes. Prediktor utama meliputi usia, jenis kelamin, riwayat orangtua dengan obesitas, tingkat pendapatan, konsumsi makanan manis, buah, dan aktivitas fisik.

Kata Kunci: Obesitas, Prediabetes, *Concomitant*, *Machine Learning*, *Artificial Neural Network*

SUMMARY

MACHINE LEARNING MODEL OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORK FOR PREDICTING THE RISK OF OBESITY AND PREDIABETES IN ADULTS

Scientific paper in the form of a thesis, 28 November 2024

Vivi Sugiharto guided by Dr. Iche Andriyani Liberty, SKM., M.Kes and Drs. H. Eddy Roflin., M.Si Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Medical Education Study Program, Faculty of Medicine, Sriwijaya University 120 pages, 14 table, 7 figure, dan 7 appendices

This study focuses on utilizing a machine learning model, Artificial Neural Network (ANN), to predict the risk of obesity and prediabetes in the adult population. Obesity is a clinical condition characterized by abnormal body fat accumulation, which has significantly increased since 1980. It is often associated with factors such as age, gender, and lifestyle, and contributes to insulin resistance, dysglycemia, and pancreatic beta-cell dysfunction, which may progress to type 2 diabetes mellitus. These conditions frequently occur concomitantly, requiring precise predictive approaches. This research aims to analyze the accuracy of the ANN model in predicting the risk of obesity and prediabetes.

The study employed an observational analytic design with a cross-sectional approach, using secondary data. The sample consisted of 1212 adult respondents aged 19-65 years residing in Palembang, selected through purposive sampling. The collected data were analyzed with multinomial logistic regression and Orange Data Mining software.

The results indicated that 63 (5.2%) respondents were categorized as having both obesity and prediabetes, 182 (15%) as obese, 125 (10.3%) as having prediabetes, and 842 (69.5%) as normal. The ANN model demonstrated prediction accuracy of 91.7% for obesity and prediabetes, 89.2% for obesity, and 81.3% for prediabetes. Key predictors included age, gender, family history of obesity, income level, sweet food consumption, fruits, and physical activity.

Keywords: Obesity, Prediabetes, Concomitant, Machine Learning, Artificial Neural Network

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Machine Learning Model Artificial Neural Network* untuk Prediksi Risiko Obesitas dan Prediabetes pada Dewasa” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kedokteran (S.Ked) pada Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi tiak lepas dari dukungan berbagai pihak. Maka, penulis hendak mengucapkan terima kasih kepada:

1. Yang terhormat Dr. Iche Andriyani Liberty, S.KM, M.Kes dan Drs. Eddy Roflin, M.Si sebagai pembimbing I dan II yang telah memberikan waktu, tenaga, pikiran, serta ilmu yang bermanfaat selama penyusunan skripsi.
2. Yang terhormat dr. Rouly Pola Pasaribu, Sp.PD-KP, FINASIM dan Pariyana, S.KM, M.Kes sebagai penguji I dan II yang telah memberi masukan dan arahan agar penyusunan skripsi ini menjadi lebih baik.
3. Tsabitah Ramadhani Inayah yang telah menjadi teman seperjuangan selama mengerjakan penelitian ini.
4. Kedua orang tua, saudari perempuan, dan teman-teman penulis yang selalu memberikan kasih sayang, nasehat, dan motivasi, sehingga penulis mampu menyelesaikan perkuliahan dan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi yang telah disusun masih jauh dari kesempurnaan. Penulis memohon kritik dan saran atas kekurangan dari penelitian ini. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak.

Palembang, 28 November 2024



Vivi Sugiharto

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Vivi Sugiharto

NIM : 04011382126208

Judul : *Machine Learning Model Artificial Neural Network* untuk
Prediksi Risiko Obesitas dan Prediabetes pada Dewasa

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 20 November 2024



Vivi Sugiharto

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
KATA PENGANTAR	xi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR SINGKATAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.3.1 Tujuan Umum	3
1.3.2 Tujuan Khusus	3
1.4 Hipotesis Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.5.1 Manfaat Teoritis	3
1.5.2 Manfaat Kebijakan	3
1.5.3 Manfaat Masyarakat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Obesitas	4
2.1.1 Definisi	4

2.1.2 Epidemiologi.....	6
2.1.3 Faktor Risiko	7
2.1.4 Patofisiologi.....	10
2.1.5 Komplikasi.....	12
2.1.6 Pencegahan	13
2.1.7 Tatalaksana	13
2.2 Prediabetes.....	14
2.2.1 Definisi.....	14
2.2.2 Kriteria Diagnosis.....	15
2.2.3 Epidemiologi.....	17
2.2.4 Fakto Risiko.....	18
2.2.5 Patofisiologi	20
2.2.6 Komplikasi.....	22
2.2.7 Pencegahan	22
2.3 Obesitas dan prediabetes.....	23
2.4 Machine Learning	23
2.4.1 Jenis Machine Learning.....	24
2.4.2 Artificial Neural Network.....	25
2.4.3 Evaluasi Performa ANN	27
2.5 Kerangka Teori.....	29
2.6 Kerangka Konsep	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Jenis Penelitian	31
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	31
3.3 Populasi dan Sampel	31
3.3.1 Populasi.....	31
3.3.2 Sampel.....	32
3.4 Variabel Penelitian	33
3.5 Definisi Operasional	34
3.6 Cara Pengumpulan Data	38
3.7 Cara Pengolahan dan Analisis Data	39

3.7.1 Analisis Deskriptif.....	39
3.7.2 Analisis Inferensial.....	39
3.8 Alur Kerja Penelitian	41
3.9 Jadwal Kegiatan	42
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	 43
4.1 Hasil Penelitian.....	43
4.1.1 Gambaran Subjek Penelitian Berdasarkan Sosiodemografi, Pola Makan, Dan Perilaku.....	43
4.1.2 Hasil Hubungan Faktor Risiko dengan Concomitant Obesitas dan Prediabetes	46
4.1.3 Hasil Akurasi <i>Artificial Neural Network</i>	56
4.2 Pembahasan	57
4.2.1 Analisis Sosiodemografi, Pola Makan, dan Perilaku Responden	57
4.2.2 Analisis Hubungan Faktor Risiko	57
4.2.3 Analisis Akurasi <i>Artificial Neural Network</i>	63
4.3 Keterbatasan Penelitian.....	67
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	 66
5.1 Kesimpulan.....	66
5.2 Saran.....	66
 DAFTAR PUSTAKA	 68
LAMPIRAN	79
BIODATA	103

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi obesitas menurut WHO	5
Tabel 2.2 Klasifikasi obesitas menurut WHO pada Masyarakat Asia	5
Tabel 2.3 Diagnosis Diabetes dan Prediabetes	15
Tabel 2.4 Kriteria prediabetes menurut ADA	15
Tabel 3.1 Definisi Operasional.....	34
Tabel 3.2 Kegiatan Operasional	42
Tabel 4. 1 Gambaran sosiodemografi responden.....	44
Tabel 4. 2 Gambaran pola makan responden	45
Tabel 4. 3 Gambaran perilaku responden	45
Tabel 4. 4 Analisis bivariat variabel sosiodemografi usia, jenis kelamin, dan riwayat orangtua dengan obesitas	46
Tabel 4. 5 analisis bivariat variabel sosiodemografi tingkat pendidikan, tingkat pendapatan, dan pekerjaan.....	47
Tabel 4. 6 Analisis bivariat variabel pola makan dan perilaku	50
Tabel 4. 7 Analisis multivariat sosiodemografi, pola makan, dan perilaku terhadap concomitant obesitas dan prediabetes	53
Tabel 4. 8 Akurasi Model ANN	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perbandingan ekspresi sitokin jaringan adiposa normal dengan jaringan adiposa obesitas	11
Gambar 2.2 Jalur yang menghubungkan peradangan lokal yang diinduksi oleh obesitas dengan resistensi insulin sistemik	21
Gambar 2.3 Grafik representasi algoritma ANN dan DNN	26
Gambar 4. 1 Alur Pembagian Responden Penelitian.....	43
Gambar 4. 2 Pemilihan dataset.....	64
Gambar 4. 3 Data sampler	64
Gambar 4. 4 Data sampler dihubungkan dengan ANN	65
Gambar 4. 5 Penggunaan ANN pada dataset.....	66

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Variabel bebas dan terikat dalam analisis bivariat dan multivariat ..	79
Lampiran 2. Kuisisioner IPAQ-SF.....	80
Lampiran 3 Analisis Data	82
Lampiran 4 Sertifikat Kelayakan Etik	98
Lampiran 5 Surat Izin Penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya	99
Lampiran 6 Lembar Konsultasi	101
Lampiran 7 Hasil Pemeriksaan Turnitin	102

DAFTAR SINGKATAN

DMT2	: Diabetes Melitus Tipe 2
GDPT	: Glukosa Darah Puasa Terganggu
TGT	: Toleransi Glukosa Terganggu
TTGO	: Tes Toleransi Glukosa Oral
HBA1c	: Hemoglobin A1C
ROS	: <i>Reactive Oxygen Species</i>
NADFL	: <i>Non alcoholic fatty liver disease</i>
AI	: Artificial Inteligence
MLP	: <i>Multi Layer Perceptron</i>
IL	: Interleukin
TNF	: <i>Tumor Necrosis Factor</i>
MCP – 1	: <i>Monocyte Chemoattractant Protein-1</i>
NF-κB	: <i>Nuclear Factor-Kappa B</i>
FFA	: <i>Free Fatty Acid</i>
PTM	: Penyakit Tidak Menular
AGEs	: <i>Advanced Glycation End Products</i>
GLUT	: <i>Glucose Transporter</i>
NHANES	: <i>National Health and Nutrition Examination Survey</i>
JNK	: <i>c-Jun N-terminal kinase</i>
IRS-1	: <i>insulin receptor substrate-1</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Obesitas merupakan kondisi klinis yang bermanifestasi sebagai akumulasi abnormal dari massa lemak subkutan atau *visceral* dengan peningkatan prevalensi yang signifikan sejak tahun 1980.¹⁻³ Obesitas di dunia meningkat secara seragam hingga lebih dari sepertiga populasi dunia dikategorikan obesitas meskipun terdapat variabilitas tergantung negara dan wilayah.⁴ Data Riskesdas menunjukkan bahwa prevalensi obesitas pada penduduk dewasa Indonesia > 18 tahun mengalami peningkatan dari 14,8% menjadi 21,8% dari tahun 2013-2018.⁵

Obesitas merupakan faktor risiko dari resistensi insulin dimana kedua keadaan ini ditemukan bersamaan pada diabetes melitus tipe 2 (DMT2), penyakit kardiovaskular, dan *nonalcoholic fatty liver disease*.^{6,7} Resistensi insulin terbentuk melalui peningkatan inflamasi secara kronis yang mengubah homeostatis gula darah.^{8,9} Mekanisme obesitas dalam menyebabkan resistensi insulin berhubungan dengan hormon-hormon adiposit yang mengatur asupan makanan dan pengeluaran energi melalui adipo-insulin *axis*, serta mengontrol jalur glukosa dan sensitivitas insulin.¹⁰

Prediabetes merupakan fase prodromal dari DMT2 di mana telah terjadi resistensi insulin yang mengakibatkan disglukemia dan penurunan fungsi sel beta pankreas.¹¹ Setiap tahunnya, 4-9% individu dengan prediabetes berkembang menjadi DMT2.¹² Prevalensi GDPT tahun 2018 penduduk Indonesia usia \geq 15 tahun sebesar 26,3%.⁵

Prevalensi obesitas dan prediabetes secara kompleks berkorelasi dengan jenis kelamin, usia, perubahan pola makan, aktivitas fisik, kebiasaan merokok, sosial ekonomi, lingkungan, dan faktor genetik.^{1,4,13} Faktor utama progresivitas dan pencegahan obesitas dan prediabetes adalah pola makan dan aktivitas fisik.¹⁴ Penting untuk memberikan perhatian terhadap porsi makanan, frekuensi konsumsi minuman manis, dan makanan tinggi lemak dan gula, serta aktivitas fisik pada

waktu luang dan perilaku sedentari karena berdampak pada IMT dan glukosa darah puasa.^{13,14}

Penelitian mengenai prediktor obesitas dan prediabetes telah sering dilakukan, tetapi analisis statistik konvensional untuk menemukan karakteristik terhadap kejadian *concomitant* melibatkan proses yang kompleks sehingga dipertimbangkan pemanfaatan kecerdasan buatan yaitu *machine learning* untuk mempermudah analisis data. *Machine learning* adalah bentuk kecerdasan buatan yang memungkinkan sistem meningkatkan kinerja dalam melakukan tugas menggunakan algoritma tanpa memerlukan pemrograman eksplisit.¹⁵

Sebuah *systematic literature review* mengenai model *machine learning* yang efektif digunakan untuk deteksi dini obesitas adalah *Artificial Neural Network*, *Random Forest*, *Decision Tree*, dan *Deep Learning* di mana pendekatan *Artificial Neural Network* paling sering digunakan dalam mengaplikasikan *machine learning*.¹⁶ *Artificial Neural Network* pernah digunakan di Iran sebagai model prediksi faktor demografi DMT2 dengan nilai akurasi 92.8% setelah melewati 7 tahap dalam *Multi Layer Perceptron* (MLP).¹⁷

Prediksi risiko obesitas dan prediabetes diharapkan dapat membantu menentukan tindakan pencegahan yang sesuai agar terhindar dari penyakit kardiometabolik. Prediksi risiko kejadian *concomitant* ini memungkinkan dengan model prediksi berdasarkan data individu sebagai variabel input dalam proses *machine learning*. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, mengaplikasikan dan mengevaluasi model *machine learning*, yaitu *Artificial Neural Network* dalam memprediksi obesitas dan prediabetes pada dewasa.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa nilai akurasi *artificial neural network* dalam prediksi risiko obesitas dan prediabetes pada dewasa?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Menganalisis akurasi *machine learning* model *artificial neural network* dalam memprediksi risiko obesitas dan prediabetes pada dewasa.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui gambaran subjek penelitian berdasarkan variabel penelitian, yaitu sosiodemografi, pola makan, dan perilaku sebagai prediktor obesitas dan prediabetes pada dewasa di Kota Palembang.
2. Mengetahui faktor risiko utama yang mempunyai hubungan dengan kejadian obesitas dan prediabetes.
3. Mengetahui akurasi model *artificial neural network* dalam memprediksi obesitas dan prediabetes pada dewasa.

1.4 Hipotesis Penelitian

Machine learning model *artificial neural network* akurat dalam memprediksi risiko obesitas dan prediabetes pada dewasa.

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat Teoritis

Hasil penelitian akan memberi bukti tambahan untuk penelitian lanjutan tentang penggunaan *artificial neural network* dalam memprediksi risiko obesitas dan prediabetes.

1.5.2 Manfaat Kebijakan

Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan mengenai risiko obesitas dan prediabetes serta penggunaan *machine learning* sehingga membantu intervensi dini sebagai langkah preventif terhadap bahaya penyakit.

1.5.3 Manfaat Masyarakat

Penelitian ini memberikan informasi tentang akurasi dan penerapan Artificial Neural Network dalam memprediksi obesitas dan prediabetes pada dewasa.

DAFTAR PUSTAKA

1. Lorenzo A De, Romano L, Di Renzo L, Di Lorenzo N, Cennamo G, Gualtieri P. Obesity: A Preventable, Treatable, but Relapsing Disease. *Nutrition*. 1 Maret 2020;71.
2. Chu DT, Minh Nguyet NT, Dinh TC, Thai Lien NV, Nguyen KH, Nhu Ngoc VT, dkk. An Update on Physical Health and Economic Consequences of Overweight and Obesity. *Diabetes and Metabolic Syndrome: Clinical Research and Reviews*. 1 November 2018;12(6):1095–100.
3. Afshin A, Forouzanfar MH, Reitsma MB, Sur P, Estep K, Lee A, dkk. Health Effects of Overweight and Obesity in 195 Countries over 25 Years. *New England Journal of Medicine* [Internet]. 6 Juli 2017;377(1):13–27.
4. Chooi YC, Ding C, Magkos F. The Epidemiology of Obesity. *Metabolism*. 1 Maret 2019;92:6–10.
5. Kemenkes. Laporan Riskesdas 2018 Nasional [Internet]. 2018 [dikutip 24 Maret 2024].
6. Ruiz-Ojeda FJ, Olza J, Gil Á, Aguilera CM. Oxidative stress and inflammation in obesity and metabolic syndrome. Dalam: *Obesity: Oxidative Stress and Dietary Antioxidants*. Elsevier; 2018. hlm. 1–15.
7. Boutari C, DeMarsilis A, Mantzoros CS. Obesity and diabetes. *Diabetes Res Clin Pract*. 1 Agustus 2023;202.
8. Lee YS, Wollam J, Olefsky JM. An Integrated View of Immunometabolism. Vol. 172, Cell. *Cell Press*; 2018. hlm. 22–40.
9. Kotas ME, Medzhitov R. Homeostasis, Inflammation, and Disease Susceptibility. Vol. 160, Cell. *Cell Press*; 2015. hlm. 816–27.
10. Moini J, Ahangari R, Miller C, Samsam M. Global Health Complications of Obesity [Internet]. *Global Health Complications of Obesity*. Elsevier; 2020 [dikutip 18 Maret 2024]. 81–108 hlm.
11. Troisi J, Cavallo P, Colucci A, Pierri L, Scala G, Symes S, dkk. Metabolomics in genetic testing. Dalam: *Advances in Clinical Chemistry*. Academic Press Inc.; 2020. hlm. 85–153.
12. Liberty IA, Ananigsih ES, Utami AM. *Prediabetes: Update and Overview*. 1 ed. Pariyana, Nasrudin Moh, editor. Vol. 1. Pekalongan: NEM; 2023. 35–118 hlm.

13. Seburg EM, Crane MM, Sherwood NE. Behavioral risk factors for overweight and obesity: Diet and physical activity. Dalam: *Nutrition in the Prevention and Treatment of Disease*. Elsevier; 2017. hlm. 515–37.
14. Antwi J. Precision Nutrition to Improve Risk Factors of Obesity and Type 2 Diabetes. *Curr Nutr Rep* [Internet]. 1 Desember 2023 [dikutip 23 April 2024];12(4):679–94.
15. Wazid M, Das AK, Chamola V, Park Y. Uniting cyber security and machine learning: Advantages, challenges and future research. Vol. 8, *ICT Express*. Korean Institute of Communication Sciences; 2022. hlm. 313–21.
16. Safaei M, Sundararajan EA, Driss M, Boulila W, Shapi'i A. A systematic literature review on obesity: Understanding the causes & consequences of obesity and reviewing various machine learning approaches used to predict obesity. Vol. 136, *Computers in Biology and Medicine*. Elsevier Ltd; 2021.
17. Borzouei S, Soltanian AR. Application of an artificial neural network model for diagnosing type 2 diabetes mellitus and determining the relative importance of risk factors. *Epidemiol Health*. 2018;(40).
18. Kim D. Predictors of obesity. Dalam: *Obesity: Global Impact and Epidemiology*. Elsevier; 2020. hlm. 191–4.
19. WHO. The Asia–Pacific perspective : redefining obesity and its treatment [Internet]. *International Obesity Task Force*. 2000 [dikutip 30 April 2024]. hlm. 1–56.
20. Pemerintah RI. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2014 [Internet]. 2014 [dikutip 24 Mei 2024]. hlm. 1–96.
21. Weir CB, Jan A. BMI Classification Percentile And Cut Off Points. *StatPearls* [Internet]. 26 Juni 2023 [dikutip 23 April 2024]
22. Purnell JQ. Definitions, Classification, and Epidemiology of Obesity. *Endotext* [Internet]. 4 Mei 2023 [dikutip 23 April 2024]
23. Dwyer JT, Melanson KJ, Sriprachy-anunt U, Cross P, Wilson M. Dietary Treatment of Obesity. *Endotext* [Internet]. 28 Februari 2015 [dikutip 20 Mei 2024]
24. Topaloglu US, Erol K. Comparison of “burden of disease” in elderly and non–elderly patients with pre–diabetes: A cross–sectional study. *North Clin Istanb* [Internet]. 2021 [dikutip 27 April 2024];8(2):160.
25. WHO. *WHO STEPS Surveillance Manual*. 2017.
26. World Obesity Federation. *Global Obesity Observatory Prevalence of adult overweight & obesity (%)* [Internet]. 2022 [dikutip 8 Juni 2024].

27. Helble M, Francisco K. *ADB Working Paper Series The Imminent Obesity Crisis In Asia and The Pacific: First Cost Estimates Asian Development Bank Institute* [Internet]. 2017.
28. Lin X, Li H. Obesity: Epidemiology, Pathophysiology, and Therapeutics. *Front Endocrinol (Lausanne)* [Internet]. 6 September 2021 [dikutip 4 Mei 2024];12.
29. Emmerich S, Fryar C, Stierman B, Ogden C. *Obesity and Severe Obesity Prevalence in Adults: United States, August 2021–August 2023*. 24 September 2024 [dikutip 19 Oktober 2024]
30. Kementerian Kesehatan RI. *Pedoman Umum Pengendalian Obesitas*. Vol. 1. 2015. 1–60 hlm.
31. Wang L, Southerland J, Wang K, Bailey BA, Alamian A, Stevens MA, dkk. Ethnic Differences in Risk Factors for Obesity among Adults in California, the United States. *J Obes*. 2017;2017.
32. Endalifer ML, Diress G. Epidemiology, Predisposing Factors, Biomarkers, and Prevention Mechanism of Obesity: A Systematic Review. *J Obes* [Internet]. 2020 [dikutip 4 Mei 2024];2020.
33. Horwitz A, Birk R. Adipose Tissue Hyperplasia and Hypertrophy in Common and Syndromic Obesity–The Case of BBS Obesity. *Nutrients* [Internet]. 1 Agustus 2023 [dikutip 9 Mei 2024];15(15).
34. Caballero B. *Humans against Obesity: Who Will Win? Adv Nutr* [Internet]. 1 Januari 2019 [dikutip 9 Mei 2024];10(suppl_1):S4–9.
35. CDC. *Adult Obesity Facts* [Internet]. 2022 [dikutip 11 Mei 2024].
36. Devitt M. Social Determinants Grab Spotlight in New Obesity Report. *AAFP* [Internet]. 2021 [dikutip 27 Mei 2024].
37. Mayfield Gibson S, Fleming D, Harris RT, Spencer T, Harris CM, Director D, dkk. *The State of Obesity: Better Policies for A healthier America* [Internet]. 2023.
38. Kyrou I, Tsigos C, Mavrogianni C, Cardon G, Van Stappen V, Latomme J, dkk. Sociodemographic and lifestyle–related risk factors for identifying vulnerable groups for type 2 diabetes: A narrative review with emphasis on data from Europe. *BMC* [Internet]. 12 Maret 2020 [dikutip 27 Mei 2024];20(1):1–13.
39. Genovesi S, Giussani M, Orlando A, Orgiu F, Parati G. Salt and sugar: Two enemies of healthy blood pressure in children. *Nutrients*. 1 Februari 2021;13(2):1–15.

40. Malik VS, Hu FB. The role of sugar-sweetened beverages in the global epidemics of obesity and chronic diseases. *Nature Reviews Endocrinology* 2022 18:4 [Internet]. 21 Januari 2022 [dikutip 27 April 2024];18(4):205–18.
41. Malik VS, Pan A, Willett WC, Hu FB. *Sugar-sweetened beverages and weight gain in children and adults: a systematic review and meta-analysis*. [Internet]. 1 Oktober 2013 [dikutip 27 April 2024];98(4):1084–102.
42. Arnotti K, Bamber M. Fruit and Vegetable Consumption in Overweight or Obese Individuals: A Meta-Analysis. *West J Nurs Res* [Internet]. 1 April 2020 [dikutip 20 Mei 2024];42(4):306–14.
43. Pem D, Jeewon R. Fruit and Vegetable Intake: Benefits and Progress of Nutrition Education Interventions– Narrative Review Article. *Iran J Public Health* [Internet]. 1 Oktober 2015 [dikutip 20 Mei 2024];44(10):1309.
44. Nowell A, Torres SJ, Hall SJ, Keske MA, Torpy DJ, Parker L, dkk. Is high salt intake inducing obesity via production of cortisol? A novel working hypothesis and pilot study. *Eur J Nutr* [Internet]. 2024 [dikutip 30 April 2024]
45. Barbosa SS, Sousa LCM, de Oliveira Silva DF, Pimentel JB, Evangelista KCM de S, Lyra C de O, dkk. A Systematic Review on Processed/Ultra-Processed Foods and Arterial Hypertension in Adults and Older People. *Nutrients* [Internet]. 1 Maret 2022 [dikutip 20 Mei 2024];14(6):1215.
46. Chu JJ, Mehrzad R. Pathophysiology of Obesity. *Inflammation and Obesity: A New and Novel Approach to Manage Obesity and its Consequences* [Internet]. 20 Oktober 2022 [dikutip 26 April 2024];31–47.
47. Kerns J, Fisher M. Epidemiology, pathophysiology and etiology of obesity in children and adolescents. *Pediatric Adolescence Health Care* [Internet]. 1 September 2020 [dikutip 4 Mei 2024];50(9).
48. Jin X, Qiu T, Li L, Yu R, Chen X, Li C, dkk. Pathophysiology of obesity and its associated diseases. Vol. 13, *Acta Pharmaceutica Sinica B*. Chinese Academy of Medical Sciences; 2023. hlm. 2403–24.
49. Kawai T, Autieri M V., Scalia R. Adipose tissue inflammation and metabolic dysfunction in obesity. *Cell Physiol* [Internet]. 1 Maret 2021 [dikutip 4 Mei 2024];320(3):C375–91.
50. Longo M, Zatterale F, Naderi J, Parrillo L, Formisano P, Raciti GA, dkk. *Adipose Tissue Dysfunction as Determinant of Obesity-Associated Metabolic Complications*. [Internet]. 1 Mei 2019 [dikutip 4 Mei 2024];20(9).

51. Ansari S, Haboubi H, Haboubi N. Adult obesity complications: challenges and clinical impact. *Ther Adv Endocrinol Metab* [Internet]. 2020 [dikutip 4 Mei 2024];11.
52. Zatterale F, Longo M, Naderi J, Raciti GA, Desiderio A, Miele C, dkk. Chronic Adipose Tissue Inflammation Linking Obesity to Insulin Resistance and Type 2 Diabetes. *Front Physiol* [Internet]. 29 Januari 2020 [dikutip 4 Mei 2024];10.
53. Horwitz A, Birk R. Adipose Tissue Hyperplasia and Hypertrophy in Common and Syndromic Obesity The Case of BBS Obesity. *Nutrients* [Internet]. 1 Agustus 2023 [dikutip 4 Mei 2024];15(15).
54. Rani V, Deep G, Singh RK, Palle K, Yadav UCS. *Oxidative stress and metabolic disorders: Pathogenesis and therapeutic strategies*. [Internet]. 1 Maret 2016 [dikutip 20 Mei 2024];148:183–93.
55. Panuganti KK, Nguyen M, Kshirsagar RK. Obesity. *StatPearls* [Internet]. 8 Agustus 2023 [dikutip 26 April 2024]
56. Lee SH, Jung JM, Park MH. Obesity paradox and stroke outcomes according to stroke subtype: a propensity score–matched analysis. *International Journal of Obesity* 2023 47:8 [Internet]. 3 Mei 2023 [dikutip 9 Mei 2024];47(8):669–76.
57. Orringer KA, Harrison R Van, Nichani SS, Riley MA, Rothberg AE, Trudeau LE, dkk. Obesity Prevention and Management. *Obesity Prevention and Management* [Internet]. 2020 [dikutip 27 Mei 2024]
58. Caklili OT, Cesur M, Mikhailidis DP, Rizzo M. Novel Anti–obesity Therapies and their Different Effects and Safety Profiles: A Critical Overview. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity* [Internet]. 2023 [dikutip 20 Juni 2024];16:1767.
59. Sulistia Gan Gunawan. *Farmakologi dan Terapi*. 6 ed. Jakarta: Badan Penerbit FKUI; 2016. 1–932 hlm.
60. IDF. *IDF Diabetes Atlas 10th edition* [Internet]. 2021. 1–141 hlm. Tersedia pada: www.diabetesatlas.org
61. Suastika K. The challenges of metabolic disorders in Indonesia: focus on metabolic syndrome, prediabetes, and diabetes. *Medical Journal of Indonesia* [Internet]. 29 Desember 2020 [dikutip 20 Mei 2024];29(4):350–3.
62. Perkeni. *Pedoman Pengelolaan Prediabetes untuk Tenaga Kesehatan (2021)* [Internet]. 2021 [dikutip 11 Mei 2024]. 1–87 hlm.

63. Nabila S, Kim JE, Choi J, Park JY, Shin A, Lee SA, dkk. Associations Between Modifiable Risk Factors and Changes in Glycemic Status Among Individuals With Prediabetes. *Diabetes Care* [Internet]. 1 Maret 2023 [dikutip 20 Mei 2024];46(3):535–43.
64. Liu T, Li H, Conley YP, Primack BA, Wang J, Lo WJ, dkk. A Genome-Wide Association Study of Prediabetes Status Change. *Front Endocrinol (Lausanne)* [Internet]. 13 Juni 2022 [dikutip 11 Mei 2024];13:0–10.
65. Alvarez S, Coffey R, Mathias PM, Algotar AM. Prediabetes. *Treasure Island (FL): StatPearls Publishing* [Internet]. 17 Juli 2023 [dikutip 20 Mei 2024]
66. Perkeni. *Pedoman Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 Dewasa di Indonesia 2021* [Internet]. PB. Perkeni; 2021 [dikutip 11 Mei 2024]. 1–119 hlm.
67. ADA. Diagnosis and Classification of Diabetes: Standards of Care in Diabetes 2024. *Diabetes Care*. 1 Januari 2024;47:S20–42.
68. Bergman M, Manco M, Satman I, Chan J, Inês Schmidt M, Sesti G, dkk. International Diabetes Federation Position Statement on the 1-hour post-load plasma glucose for the diagnosis of intermediate hyperglycaemia and type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract* [Internet]. 1 Maret 2024 [dikutip 20 Juni 2024];209:111589.
69. Jenkusky LM, Gawlik KS. *Glucose Tolerance Test. Laboratory Screening and Diagnostic Evaluation: An Evidence-Based Approach* [Internet]. 23 April 2023 [dikutip 20 Juni 2024];373–6.
70. Kemenkes. *Bagaimana cara untuk mengetahui penyakit Diabetes Melitus secara dini?* [Internet]. 2022 [dikutip 20 Juni 2024].
71. Cleveland Clinic. *Blood Glucose (Sugar) Test: Levels & What They Mean* [Internet]. 2022 [dikutip 20 Juni 2024].
72. Narayan KMV, Kanaya AM. Why are South Asians prone to type 2 diabetes? A hypothesis based on underexplored pathways. *Diabetologia* [Internet]. 1 Juni 2020 [dikutip 5 Mei 2024];63(6):1103–9.
73. IDF. *IDF Diabetes Atlas 9th edition* [Internet]. 2019 [dikutip 20 Mei 2024]. 1–176 hlm.
74. Khetan AK, Rajagopalan S. Prediabetes. *Canadian Journal of Cardiology*. 1 Mei 2018;34(5):615–23.
75. Mayo Clinic. *Prediabetes* [Internet]. 2023 [dikutip 11 Mei 2024].

76. Westman EC. Type 2 Diabetes Mellitus: A Pathophysiologic Perspective. *Front Nutr*. 10 Agustus 2021;8:707371.
77. Barouti AA, Tynelius P, Lager A, Björklund A. Fruit and vegetable intake and risk of prediabetes and type 2 diabetes: results from a 20-year long prospective cohort study in Swedish men and women. *Eur J Nutr* [Internet]. 1 September 2022 [dikutip 20 Mei 2024];61(6):3175.
78. PAPDI. *Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam. 6 ed.* Vol. 1. Jakarta: Interna Publishing; 2014. 1–4293 hlm.
79. Decroli E. *Prediabetes*. Andalas University Press; 2022. 1–84 hlm.
80. Colloza D, Astrid CP. *Analisis Lanskap Kelebihan Berat Badan dan Obesitas di Indonesia* [Internet]. 2021 [dikutip 24 Maret 2024].
81. Williams ED, Magliano DJ, Tapp RJ, Oldenburg BF, Shaw JE. Psychosocial stress predicts abnormal glucose metabolism: The Australian diabetes, obesity and lifestyle (ausdiab) study. *Annals of Behavioral Medicine*. Agustus 2013;46(1):62–72.
82. Kemenkes. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor HK.01.07/MENKES/393/2019 tentang Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tata Laksana Malnutrisi pada Dewasa. 2019.
83. Calderon–Diaz M, Serey–Castillo LJ, Vallejos–Cuevas EA, Espinoza A, Salas R, Macias–Jimenez MA. Detection of variables for the diagnosis of overweight and obesity in young Chileans using machine learning techniques. *Procedia Comput Sci*. 1 Januari 2023;220:978–83.
84. Babajide O, Hissam T, Anna P, Anatoliy G, Astrup A, Alfredo Martinez J, dkk. A Machine Learning Approach to Short–Term Body Weight Prediction in a Dietary Intervention Program. *Computational Science* [Internet]. 2020 [dikutip 4 Mei 2024];12140:441.
85. Pereira FC, Borysov SS. *Machine Learning Fundamentals. Mobility Patterns, Big Data and Transport Analytics: Tools and Applications for Modeling*. 1 Januari 2019;9–29.
86. Bzdok D, Altman N, Krzywinski M. *Statistics versus machine learning*. *Nat Methods* [Internet]. 3 April 2018 [dikutip 20 Mei 2024];15(4):233–4.
87. Al–Zaiti SS, Alghwiri AA, Hu X, Clermont G, Peace A, Macfarlane P, dkk. A clinician’s guide to understanding and critically appraising machine learning studies: a checklist for Ruling Out Bias Using Standard Tools in Machine Learning (ROBUST–ML). *European Heart Journal Digital Health* [Internet]. 1 Juni 2022 [dikutip 19 Mei 2024];3(2):125.

88. Bellini V, Valente M, Turetti M, Del Rio P, Saturno F, Maffezzoni M, dkk. Current Applications of Artificial Intelligence in Bariatric Surgery [Internet]. Vol. 32, *Obesity Surgery*. Springer; 2022 [dikutip 20 Mei 2024]. hlm. 2717–33.
89. Kufel J, Bargiel–Łączek K, Kocot S, Koźlik M, Bartnikowska W, Janik M, dkk. What Is Machine Learning, Artificial Neural Networks and Deep Learning? Examples of Practical Applications in Medicine. Vol. 13, Diagnostics. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute* (MDPI); 2023.
90. Shahid N, Rappon T, Berta W. Applications of artificial neural networks in health care organizational decision–making: A scoping review. *PLoS One* [Internet]. 1 Februari 2019 [dikutip 27 Mei 2024];14(2):e0212356.
91. Ferdowsy F, Rahi KSA, Jabiullah MI, Habib MT. A machine learning approach for obesity risk prediction. *Current Research in Behavioral Sciences*. 1 November 2021;2.
92. Statology. *What is a “Good” Accuracy for Machine Learning Models?* [Internet]. [dikutip 24 Juni 2024].
93. Pedregosa, dkk. *Accuracy Score Scikit–learn 1.5.0 Documentation* [Internet]. 2022 [dikutip 24 Juni 2024].
94. Badan Pusat Statistik. *Konsep Pendidikan* [Internet]. [dikutip 22 Mei 2024].
95. Pemerintah RI. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 36 Tahun 2021 tentang Pengupahan [Internet]. 2021 [dikutip 22 Mei 2024].
96. Pemerintah RI. Keputusan Gubernur Sumatera Selatan No 853/KPTS/DISNAKERTRANS/2021 tentang Upah Minimum Kota Palembang Tahun 2022 [Internet]. 2021 [dikutip 22 Mei 2024].
97. Dharmansyah D, Budiana D. *Indonesian Adaptation of The International Physical Activity Questionnaire (IPAQ): Psychometric Properties*. [Internet]. 29 Desember 2021 [dikutip 22 Mei 2024];7(2):159–63.
98. Tim Promkes RSST. *Bahaya dan Efek Paparan Rokok pada Anak dan Remaja* [Internet]. 2022 [dikutip 18 Mei 2024].
99. Boutari C, Mantzoros CS. A 2022 update on the epidemiology of obesity and a call to action: as its twin COVID–19 pandemic appears to be receding, the obesity and dysmetabolism pandemic continues to rage on. *Metabolism* [Internet]. 1 Agustus 2022 [dikutip 17 Oktober 2024];133:155217.
100. Committee ADAPP. 8. Obesity and Weight Management for the Prevention and Treatment of Type 2 Diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes—

2022. *Diabetes Care* [Internet]. 1 Januari 2022 [dikutip 14 November 2024];45(Supplement_1):S113–24.
101. Rooney MR, Rawlings AM, Pankow JS, Echouffo Tcheugui JB, Coresh J, Sharrett AR, dkk. Risk of Progression to Diabetes Among Older Adults With Prediabetes. *JAMA Intern Med* [Internet]. 1 April 2021 [dikutip 14 November 2024];181(4):511–9.
 102. Yan Z, Cai M, Han X, Chen Q, Lu H. The Interaction Between Age and Risk Factors for Diabetes and Prediabetes: A Community–Based Cross–Sectional Study. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity* [Internet]. 2023 [dikutip 22 Oktober 2024];16:85.
 103. Kautzky–Willer A, Leutner M, Harreiter J. Sex differences in type 2 diabetes. *Diabetologia* 2023 66:6 [Internet]. 10 Maret 2023 [dikutip 22 Oktober 2024];66(6):986–1002.
 104. Kautzky–Willer A, Leutner M, Abrahamian H, Frühwald L, Hoppichler F, Lechleitner M, dkk. Sex and gender–specific aspects in prediabetes and diabetes mellitus–clinical recommendations (Update 2023)]. *Wien Klin Wochenschr* [Internet]. 1 Januari 2023 [dikutip 22 Oktober 2024];135(Suppl 1):275–85.
 105. Vilariño–García T, Polonio–González ML, Pérez–Pérez A, Ribalta J, Arrieta F, Aguilar M, dkk. Role of Leptin in Obesity, Cardiovascular Disease, and Type 2 Diabetes. *International Journal of Molecular Sciences* 2024, Vol 25, Page 2338 [Internet]. 16 Februari 2024 [dikutip 29 Oktober 2024];25(4):2338.
 106. Dahlawi M, Aldabbagh M, Alzubaidy BA, Dahlawi S, Alotaibi RN, Alsharif WK, dkk. Association Between Smoking Habits and Body Weight Among General Population in Saudi Arabia. *Cureus* [Internet]. 2 Januari 2024 [dikutip 29 Oktober 2024];16(1):e51485.
 107. Maddatu J, Anderson–Baucum E, Evans–Molina C. *Smoking and the risk of type 2 diabetes*. [Internet]. 1 Juni 2017 [dikutip 29 Oktober 2024];184:101–7.
 108. Kaplan AK, Sezgin Y. Evaluation of the Relationship Between Smoking and Insulin Resistance: A Case–Control Study. *Cureus* [Internet]. 26 Maret 2023 [dikutip 29 Oktober 2024];15(3).
 109. Formagini T, Brooks JV, Roberts A, Bullard KMK, Zhang Y, Saelee R, dkk. Prediabetes prevalence and awareness by race, ethnicity, and educational attainment among U.S. adults. *Front Public Health* [Internet]. 2023 [dikutip 3 November 2024];11:1277657.

110. Seiglie JA, Marcus ME, Ebert C, Prodromidis N, Geldsetzer P, Theilmann M, dkk. Diabetes Prevalence and Its Relationship With Education, Wealth, and BMI in 29 Low- and Middle-Income Countries. *Diabetes Care* [Internet]. 1 April 2020 [dikutip 3 November 2024];43(4):767–75.
111. Talukdar D, Seenivasan S, Cameron AJ, Sacks G. The association between national income and adult obesity prevalence: Empirical insights into temporal patterns and moderators of the association using 40 years of data across 147 countries. *PLoS One* [Internet]. 1 Mei 2020 [dikutip 1 November 2024];15(5):e0232236.
112. Hughes A, Kumari M. *Unemployment, underweight, and obesity: Findings from Understanding Society (UKHLS)*. [Internet]. 1 April 2017 [dikutip 1 November 2024];97:19–25.
113. Bann D, Wright L, Cole TJ. Risk factors relate to the variability of health outcomes as well as the mean: A GAMLSS tutorial. *Elife* [Internet]. 1 Januari 2022 [dikutip 3 November 2024];11. Tersedia pada: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34985412/>
114. Savitz DA, Wellenius GA. Can Cross-Sectional Studies Contribute to Causal Inference? It Depends. *Am J Epidemiol* [Internet]. 6 April 2023 [dikutip 4 November 2024];192(4):514–6.
115. Pérez-Guerrero EE, Guillén-Medina MR, Márquez-Sandoval F, Vera-Cruz JM, Gallegos-Arreola MP, Rico-Méndez MA, dkk. Methodological and Statistical Considerations for Cross-Sectional, Case-Control, and Cohort Studies. *Journal of Clinical Medicine* 2024, Vol 13, Page 4005 [Internet]. 9 Juli 2024 [dikutip 4 November 2024];13(14):4005.
116. Liberty IA, Kurniawan F, Wijaya CN, Soewondo P, Tahapary DL. The Impact of Lifestyle Changes on the Prevalence of Prediabetes and Diabetes in Urban and Rural Indonesia: Results from the 2013 and 2018 Indonesian Basic Health Research (RISKESDAS) Survey. *Diabetology* [Internet]. 23 Oktober 2024;5(6):537–53.
117. Gariballa S, Al-Bluwi GSM, Yasin J. Increased Fruit and Vegetable Consumption Mitigates Oxidative Damage and Associated Inflammatory Response in Obese Subjects Independent of Body Weight Change. *Nutrients* [Internet]. 1 April 2023 [dikutip 8 November 2024];15(7).
118. Jakicic JM, Powell KE, Campbell WW, Dipietro L, Pate RR, Pescatello LS, dkk. Physical Activity and the Prevention of Weight Gain in Adults: A Systematic Review. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 1 Juni 2019 [dikutip 8 November 2024];51(6):1262–9.

119. Baillot A, Saunders S, Brunet J, Romain AJ, Trottier A, Bernard P. A systematic review and meta-analysis of the effect of exercise on psychosocial outcomes in adults with obesity: A call for more research. *Ment Health Phys Act.* 1 Maret 2018;14:1–10.
120. Nugroho K, Hadi Kurniawati W, Mohamad R, Bhakti H. Perancangan Sales Prediction Model Menggunakan Metode Neural Network. *Jurnal Ilmiah Intech : Information Technology Journal of UMUS.* 2022;4(02):153–60.
121. Yagin FH, Gülü M, Gormez Y, Castañeda–Babarro A, Colak C, Greco G, dkk. Estimation of Obesity Levels with a Trained Neural Network Approach optimized by the Bayesian Technique. *Applied Sciences* 2023, Vol 13, Page 3875 [Internet]. 18 Maret 2023 [dikutip 16 November 2024];13(6):3875.
122. Aamir M, Namoun A, Munir S, Aljohani N, Alanazi MH, Alshafi Y, dkk. Brain Tumor Detection and Classification Using an Optimized Convolutional Neural Network. *Diagnostics* 2024, Vol 14, Page 1714 [Internet]. 7 Agustus 2024 [dikutip 17 November 2024];14(16):1714.
123. Mohamed SA, Martinez–Hernandez U. A Light–Weight Artificial Neural Network for Recognition of Activities of Daily Living. *Sensors* 2023, Vol 23, Page 5854 [Internet]. 24 Juni 2023 [dikutip 18 November 2024];23(13):5854.
124. Almeida TA da C, Felix EF, de Sousa CMA, Pedroso GOM, Motta MFB, Prado LP. Influence of the ANN Hyperparameters on the Forecast Accuracy of RAC’s Compressive Strength. *Materials* 2023, Vol 16, Page 7683 [Internet]. 17 Desember 2023 [dikutip 18 November 2024];16(24):7683.