

SKRIPSI

***HYBRID MACHINE LEARNING MODEL* UNTUK
PREDIKSI RISIKO BERAT BADAN BERLEBIH
PADA REMAJA**



ARDA TRI WAHYUNINGSIH

04011182025033

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER

FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2023

SKRIPSI

***HYBRID MACHINE LEARNING MODEL* UNTUK PREDIKSI RISIKO BERAT BADAN BERLEBIH PADA REMAJA**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Sarjana Kedokteran (S.Ked)



Oleh:

ARDA TRI WAHYUNINGSIH

04011182025033

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER

FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2023

HALAMAN PENGESAHAN

***HYBRID MACHINE LEARNING MODEL UNTUK
PREDIKSI RISIKO BERAT BADAN BERLEBIH
PADA REMAJA***

LAPORAN AKHIR SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Kedokteran (S.Ked) di Universitas Sriwijaya

Oleh:

**Arda Tri Wahyuningsih
04011182025033**

Palembang, 19 Desember 2023

Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya

Pembimbing I

Dr. Iche Andriyani Liberty, S.KM, M.Kes

NIP. 199017022014104201

Pembimbing II

dr. Indri Seta Septadina, M.Kes

NIP. 198109162006042002

Penguji I

Drs. Eddy Roflin, M.Si

NIP. 19590418198503102

Penguji II

dr. Eka Febri Zulissetiana, M.Bmd

NIP. 198802192010122001

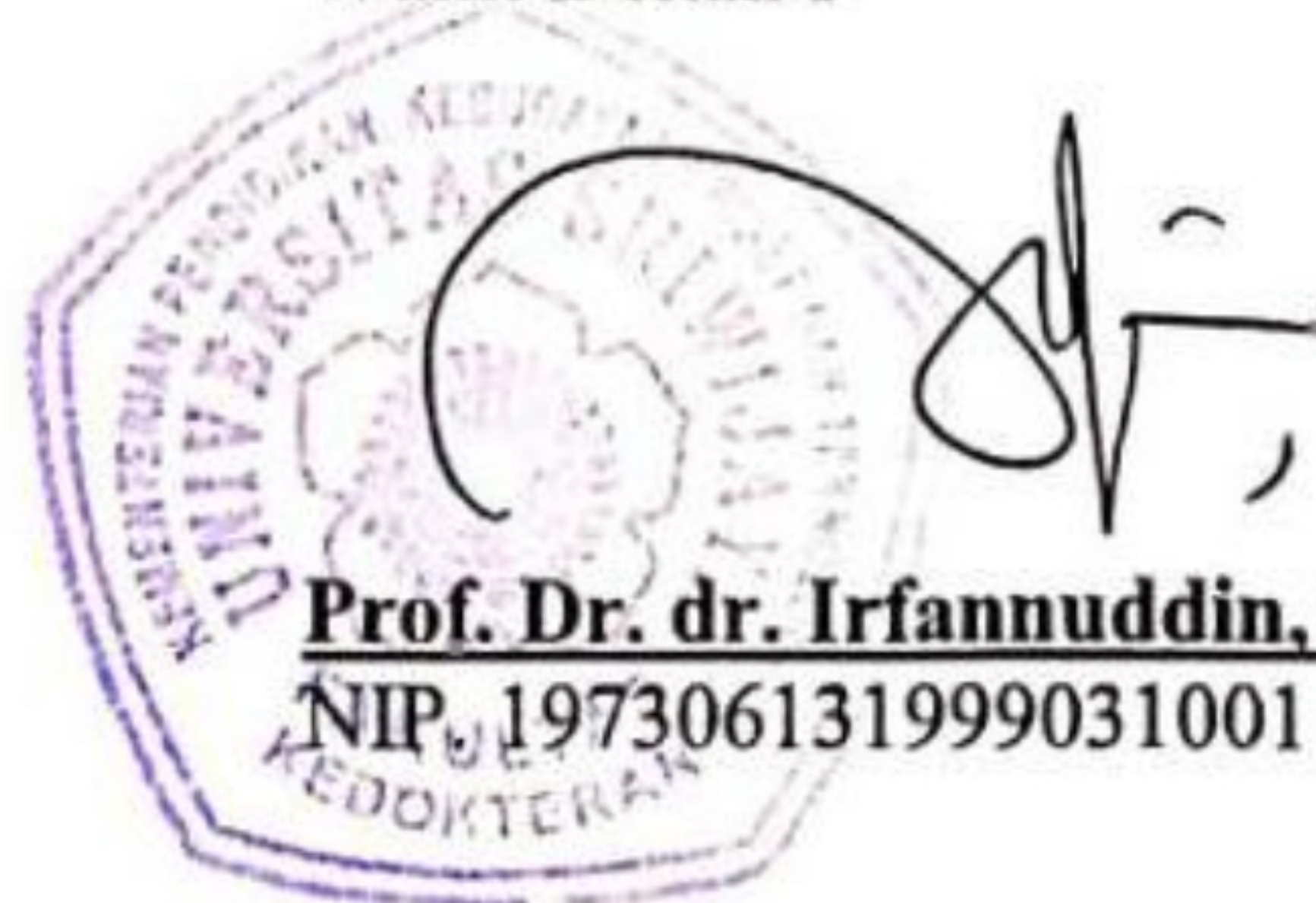
Koordinator Program Studi
Pendidikan Dokter



dr. Susilawati, M.Kes

NIP. 197802272010122001

Mengetahui
Wakil Dekan I



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

NIP. 197306131999031001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa laporan akhir skripsi dengan judul “*Hybrid Machine Learning Model* untuk Prediksi Risiko Berat Badan Berlebih pada Remaja” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya pada tanggal 19 Desember 2023.

Palembang, 19 Desember 2023

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Laporan Akhir Skripsi

Pembimbing I

Dr. Iche Andriyani Liberty, S.KM, M.Kes

NIP. 199017022014104201

Pembimbing II

dr. Indri Seta Septadina, M.Kes

NIP. 198109162006042002

Penguji I

Drs. Eddy Roflin, M.Si

NIP. 19590418198503102

Penguji II

dr. Eka Febri Zulissetiana, M.Bmd

NIP. 198802192010122001

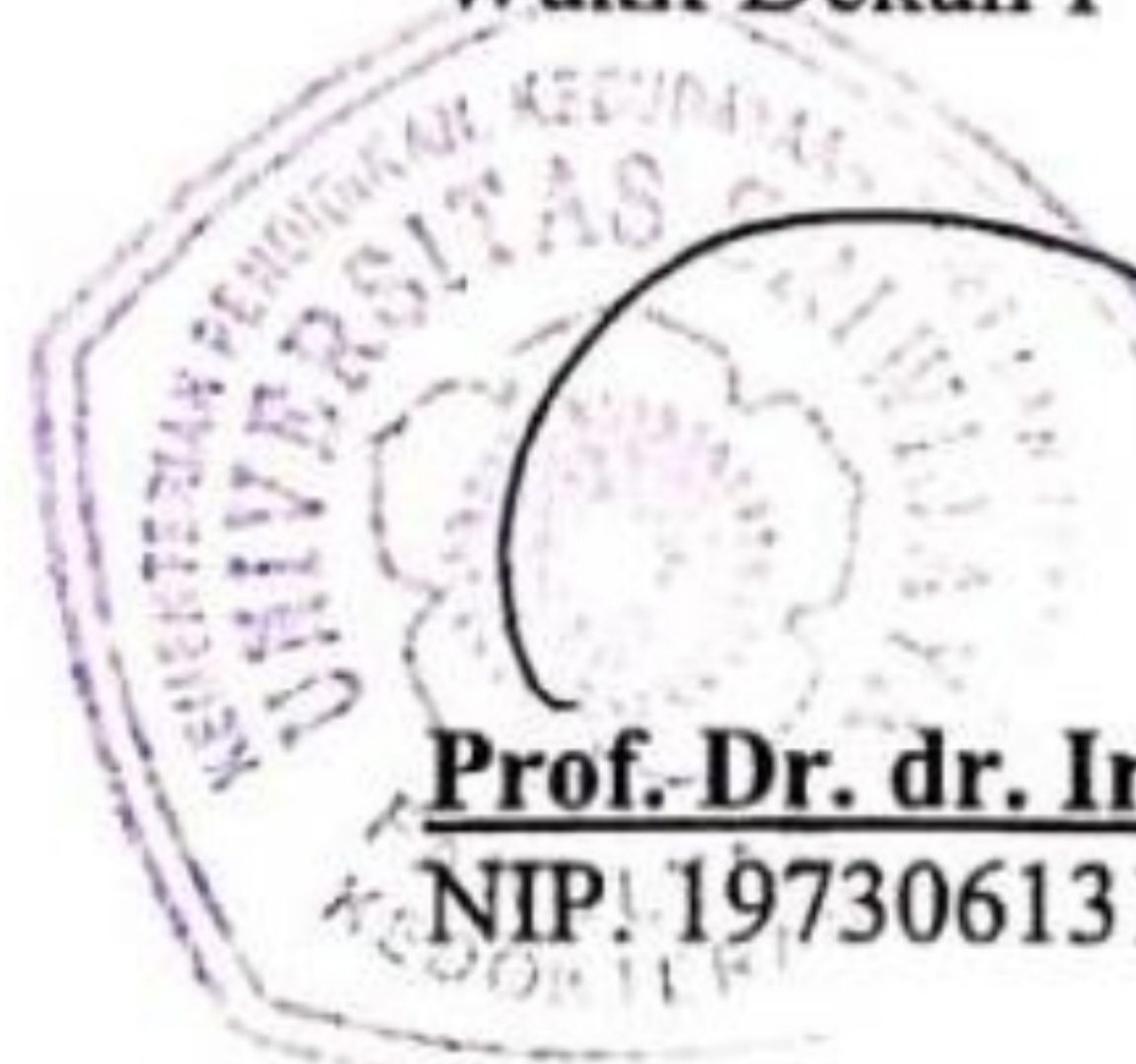
Koordinator Program Studi
Pendidikan Dokter



dr. Susilawati, M.Kes

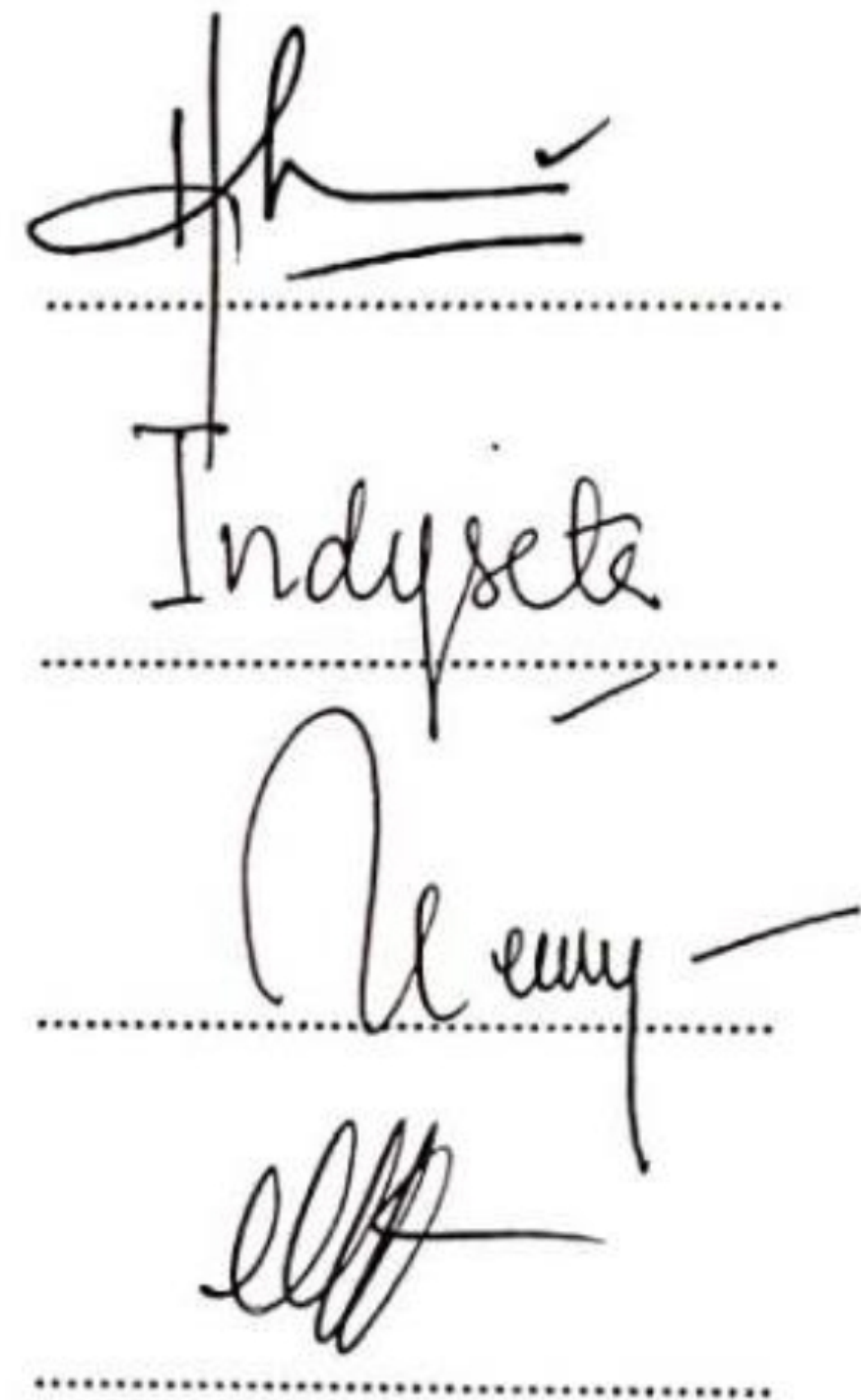
NIP. 197802272010122001

Mengetahui
Wakil Dekan I



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

NIP. 197306131999031001



HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arda Tri Wahyuningsih
NIM : 04011182025033
Judul : *Hybrid Machine Learning Model* untuk Prediksi Risiko Berat Badan Berlebih pada Remaja

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 siapa pun.



Palembang, 19 Desember 2023



Arda Tri Wahyuningsih

ABSTRAK

HYBRID MACHINE LEARNING MODEL UNTUK PREDIKSI RISIKO BERAT BADAN BERLEBIH PADA REMAJA

(Arda Tri Wahyuningsih, 19 Desember 2023, 73 halaman)
Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya

Latar Belakang: *Overweight* dan obesitas merupakan kondisi penumpukan lemak berlebihan dalam tubuh yang dapat berdampak negatif pada kesehatan. Kejadian *overweight* pada remaja di dunia maupun di Indonesia terus mengalami peningkatan dan menjadi masalah yang harus diatasi. Pemanfaatan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) dapat membantu menyediakan alat yang mudah untuk memprediksi *overweight* pada remaja agar dapat melakukan pencegahan *overweight* yang berlanjut menjadi obesitas dan penyakit kardiometabolik lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi *overweight* pada remaja menggunakan *hybrid machine learning model* dengan menggabungkan metode *Logistic Regression* dan *Random Forest* untuk meningkatkan nilai akurasi prediksi sehingga didapatkan model dengan performa yang lebih baik lagi.

Metode: Jenis penelitian ini adalah observasional analitik dengan desain *cross-sectional* menggunakan data sekunder pada remaja berusia 10-19 tahun. Pengambilan sampel menggunakan teknik *purposive sampling*. Analisis menggunakan SPSS versi 27, Python 3.12, dan Jupyter Notebook.

Hasil: Nilai akurasi yang didapatkan dari *hybrid machine learning model* dengan menggunakan metode *Logistic Regression* dan *Random Forest* sebesar 76,41%. Terdapat peningkatan nilai akurasi *Hybrid Machine Learning Model* dibandingkan dengan model tunggal *Logistic Regression* (75,38%) ataupun *Random Forest* (51,79%).

Kesimpulan: *Hybrid machine learning model* dengan model *Logistic Regression* dan *Random Forest* cukup akurat (*fair*) untuk prediksi risiko *overweight* pada remaja.

Kata Kunci: Berat Badan Berlebih, *Overweight*, Remaja, *Hybrid Model*, *Machine Learning*, *Logistic Regression*, *Random Forest*

ABSTRACT

HYBRID MACHINE LEARNING MODEL FOR OVERWEIGHT RISK PREDICTION IN ADOLESCENT

(Arda Tri Wahyuningsih, December 2023, 73 pages)

Faculty of Medicine, Sriwijaya University

Background: Overweight and obesity are conditions of excessive fat accumulation in the body that can have a negative impact on health. The incidence of overweight in adolescents in the world and in Indonesia continues to increase and is a problem that must be addressed. The use of artificial intelligence can help provide an easy tool for predicting overweight in adolescents so that they can prevent overweight from progressing to obesity and other cardiometabolic diseases. This research aims to predict overweight in adolescents using a hybrid machine learning model by combining Logistic Regression and Random Forest methods to increase the prediction accuracy value so that a model with even better performance is obtained.

Method: This type of research is an analytic observational with a cross-sectional design using secondary data on adolescents aged 10-19 years. Sampling used purposive sampling technique. Analysis using SPSS version 27, Python 3.12, and Jupyter Notebook.

Result: The accuracy value obtained from the hybrid machine learning model using the Logistic Regression and Random Forest methods was 76.41%. There is an increase in the accuracy value of the Hybrid Machine Learning Model compared to the single model Logistic Regression (75.38%) or Random Forest (51.79%).

Conclusion: Hybrid machine learning model with Logistic Regression and Random Forest models is quite accurate (fair) to predict the risk of overweight in adolescent.

Keywords: Overweight, Adolescent, Hybrid Model, Machine Learning, Logistic Regression, Random Forest

RINGKASAN

HYBRID MACHINE LEARNING MODEL UNTUK PREDIKSI RISIKO BERAT BADAN BERLEBIH PADA REMAJA

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, 19 Desember 2023

Arda Tri Wahyuningsih dibimbing oleh Dr. Iche Andriyani Liberty, S.KM, M.Kes dan dr. Indri Seta Septadiana, M.Kes

Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya

xviii + 73 halaman, 9 tabel, 4 gambar, 5 lampiran

Overweight dan obesitas merupakan kondisi penumpukan lemak berlebihan dalam tubuh yang dapat berdampak negatif pada kesehatan. Kejadian *overweight* pada remaja di dunia maupun di Indonesia terus mengalami peningkatan dan menjadi masalah yang harus diatasi. Pemanfaatan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) dapat membantu menyediakan alat yang mudah untuk memprediksi *overweight* pada remaja agar dapat melakukan pencegahan *overweight* yang berlanjut menjadi obesitas dan penyakit kardimetabolik lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi *overweight* pada remaja menggunakan *hybrid machine learning model* dengan menggabungkan metode *Logistic Regression* dan *Random Forest* untuk meningkatkan nilai akurasi prediksi sehingga didapatkan model dengan performa yang lebih baik lagi. Jenis penelitian ini adalah observasional analitik dengan desain *cross-sectional* menggunakan data sekunder pada remaja berusia 10-19 tahun. Pengambilan sampel menggunakan teknik *purposive sampling*. Analisis menggunakan SPSS versi 27, Python 3.12, dan *Jupyter Notebook*. Nilai akurasi yang didapatkan dari *hybrid machine learning model* dengan menggunakan metode *Logistic Regression* dan *Random Forest* sebesar 76,41%. Terdapat peningkatan nilai akurasi *Hybrid Machine Learning Model* dibandingkan dengan model tunggal *Logistic Regression* (75,38%) ataupun *Random Forest* (51,79%). *Hybrid machine learning model* dengan model *Logistic Regression* dan *Random Forest* cukup akurat (*fair*) untuk prediksi risiko *overweight* pada remaja.

Kata Kunci: Berat Badan Berlebih, *Overweight*, Remaja, *Hybrid Model*, *Machine Learning*, *Logistic Regression*, *Random Forest*

SUMMARY

HYBRID MACHINE LEARNING MODEL FOR OVERWEIGHT RISK PREDICTION IN ADOLESCENT

Scientific Paper in the form of Undergraduate Thesis, December 19, 2023

Arda Tri Wahyuningsih supervised by Dr. Iche Andriyani Liberty, S.KM, M.Kes and dr. Indri Seta Septadiana, M.Kes

Medical Science Department, Faculty of Medicine, Sriwijaya University

xviii + 73 pages, 9 tables, 4 pictures, 5 attachments

Overweight and obesity are conditions of excessive fat accumulation in the body that can have a negative impact on health. The incidence of overweight in adolescents in the world and in Indonesia continues to increase and is a problem that must be addressed. The use of artificial intelligence can help provide an easy tool for predicting overweight in adolescents so that they can prevent overweight from progressing to obesity and other cardiometabolic diseases. This research aims to predict overweight in adolescents using a hybrid machine learning model by combining Logistic Regression and Random Forest methods to increase the prediction accuracy value so that a model with even better performance is obtained. This type of research is an analytic observational with a cross-sectional design using secondary data on adolescents aged 10-19 years. Sampling used purposive sampling technique. Analysis using SPSS version 27, Python 3.12, and Jupyter Notebook. The accuracy value obtained from the Hybrid Machine Learning Model using the Logistic Regression and Random Forest methods was 76.41%. There is an increase in the accuracy value of the Hybrid Machine Learning Model compared to the single model Logistic Regression (75.38%) or Random Forest (51.79%). Hybrid Machine Learning Model with Logistic Regression and Random Forest models is quite accurate (fair) to predict the risk of overweight in adolescent.

Keywords: Overweight, Adolescent, Hybrid Model, Machine Learning, Logistic Regression, Random Forest

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "*Hybrid Machine Learning Model* untuk Prediksi Berat Badan Berlebih pada Remaja" sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Kedokteran pada Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya. Saya menyadari terdapat banyak kendala yang dihadapi dalam penyusunan skripsi ini, namun berkat arahan, bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, maka akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dengan ketulusan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Yang terhormat Dr. Iche Andriyani Liberty, S.KM, M.Kes dan dr. Indri Seta Septadiana, M.Kes sebagai pembimbing skripsi yang telah bersedia membimbing dan memberikan masukan, ide, dan saran dalam penyusunan skripsi ini.
2. Yang terhormat Drs. Eddy Roflin, M.Si dan dr. Eka Febri Zulissetiana, M. Bmd selaku penguji I dan II yang telah memberikan saran dan masukan agar penulisan skripsi ini menjadi lebih baik.
3. Keluarga tersayang, Mama, Bapak, Mas Danang, Mas Danu, Mba Bela, Mba Ita, Daffa, Aqila, dan Syakila yang selalu menguatkan dan memberikan dukungan selama menjalani perkuliahan ini. Terima kasih atas doa, nasihat, serta kasih sayang yang luar biasa dalam setiap langkah penulis.
4. Sahabat-sahabat sedari SMP dan SMA, Lizza, Ridla, Rania, Isna, Arin, dan Syahdiva yang telah menemani perjalanan penulis sampai ke titik ini.
5. Teman-teman selama perkuliahan, Ega, Jihan, Hana, Rara, Anan, Nanda, Dinda, Azka, Dian, dan Mia yang telah menjadi *support system* dan tempat berbagi suka dan duka dalam penyusunan skripsi ini dan selama perkuliahan.
6. Kepada diri saya sendiri, terima kasih sudah berjuang dan bertahan hingga saat ini, melewati 3,5 tahun masa preklinik yang tentu tidak mudah.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Penulis memohon kritik dan saran atas kekurangan dan ketidaksempurnaan dari skripsi ini. Semoga hasil akhir dari skripsi dapat bermanfaat.

Palembang, 19 Desember 2023



Arda Tri Wahyuningsih

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arda Tri Wahyuningsih
NIM : 04011182025033
Judul : *Hybrid Machine Learning Model* untuk Prediksi Risiko Berat
Badan Berlebih pada Remaja

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 siapa pun.

Palembang, 19 Desember 2023



Arda Tri Wahyuningsih

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
KATA PENGANTAR	x
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR SINGKATAN	xviii
BAB 1 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.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.5.1 Manfaat Teoritis	4
1.5.2 Manfaat Kebijakan	4
1.5.3 Manfaat Masyarakat.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Overweight</i> dan Obesitas.....	5
2.1.1 Definisi dan Klasifikasi.....	5
2.1.2 Epidemiologi.....	7

2.1.3	Faktor Risiko	7
2.1.4	Patofisiologi	11
2.1.5	Komplikasi	13
2.1.6	Pencegahan.....	16
2.1.7	Tatalaksana.....	17
2.2	Machine Learning	19
2.3	Metode Logistic Regression.....	21
2.4	Metode Random Forest	22
2.5	Hybrid Machine Learning	23
2.6	Confusion Matrix	23
2.7	Kerangka Teori.....	25
2.8	Kerangka Konsep	26
BAB 3	METODE PENELITIAN	27
3.1	Jenis Penelitian.....	27
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	27
3.3	Populasi dan Sampel	27
3.3.1	Populasi.....	27
3.3.2	Sampel.....	27
3.3.3	Kriteria Inklusi dan Kriteria Eksklusi	28
3.4	Variabel Penelitian	29
3.4.1	Variabel Bebas	29
3.4.2	Variabel Terikat	29
3.5	Definisi Operasional.....	30
3.6	Cara Pengumpulan Data.....	33
3.7	Cara Pengolahan dan Analisis Data	34
3.7.1	Analisis Deskriptif	34
3.7.2	Analisis Inferensial.....	34
3.8	Alur Kerja Penelitian.....	36
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1	Hasil Penelitian	37
4.1.1	Distribusi Status Gizi	37

4.1.2	Hubungan Faktor Risiko <i>Overweight</i>	38
4.1.3	Evaluasi Kinerja Model <i>Machine Learning</i>	40
4.2	Pembahasan.....	40
4.2.1	Analisis Karakteristik Sosiodemografi dan Distribusi Frekuensi <i>Overweight</i> pada Remaja di Kota Palembang.....	40
4.2.2	Analisis Hubungan Faktor Risiko <i>Overweight</i>	41
4.2.3	Analisis Evaluasi Kinerja Model <i>Logistic Regression, Random Forest</i> dan <i>Hybrid Model</i>	43
4.3	Keterbatasan Penelitian.....	44
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1	Kesimpulan	45
5.2	Saran.....	45
	DAFTAR PUSTAKA.....	46
	LAMPIRAN.....	56
	BIODATA.....	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi status gizi menurut WHO	6
Tabel 2.2 Klasifikasi status gizi untuk usia 5-19 tahun menurut WHO.....	6
Tabel 2.3 Klasifikasi status gizi untuk usia 2-20 tahun menurut CDC.....	6
Tabel 2.4 <i>Confusion Matrix</i>	23
Tabel 3.1 Definisi Operasional	30
Tabel 4.1 Distribusi status gizi berdasarkan kategori <i>z-score</i> IMT/U	37
Tabel 4.2 Distribusi status gizi berdasarkan kategori <i>z-score</i> IMT/U terhadap usia dan jenis kelamin.....	38
Tabel 4.3 Analisis bivariat faktor risiko terhadap status gizi berdasarkan <i>z-score</i> IMT/U	39
Tabel 4.4 Hasil evaluasi kinerja model	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Epidemi obesitas, definisi obesitas, dan penyakit terkait obesitas	12
Gambar 2.2 Skema <i>Artificial Intelligence</i> dan <i>Machine Learning</i>	19
Gambar 2.3 Ilustrasi <i>Logistic Regression</i>	21
Gambar 2.4 Ilustrasi <i>Random Forest</i> yang terdiri dari tiga <i>Decision Trees</i> yang berbeda.	22

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Analisis Data.....	56
Lampiran 2 Lembar Konsultasi.....	68
Lampiran 3 Sertifikat Layak Etik.....	70
Lampiran 4 Surat Izin Penelitian.....	71
Lampiran 5 Hasil Turnitin.....	72

DAFTAR SINGKATAN

FTO	: <i>Fat Mass and Obesity-associated</i>
AI	: <i>Artificial Intelligence</i>
PTM	: Penyakit Tidak Menular
GWAS	: Genome-Wide Association
FMI	: <i>Fat Mass Index</i>
HDI	: <i>Healthy Diet Index</i>
TNF	: <i>Tumor Necrosis Factor</i>
IL	: Interleukin
HGF	: <i>Hepatocyte Growth Factor</i>
PAI-1	: <i>Plasminogen Activator Inhibitor-1</i>
MCP-1	: <i>Monocyte-Chemoattractant Protein-1</i>
FFA	: <i>Free Fatty Acid</i>
VEGF-A	: <i>Vascular Endothelial Growth Factor A</i>
PPAR γ	: <i>Peroxisome Proliferator-Activated Receptor gamma</i>
NAFLD	: <i>Non-Alcoholic Fatty Liver Disease</i>
WHR	: <i>Waist Hip Ratio</i>
PJK	: Penyakit Jantung Koroner
NASH	: <i>Non-Alcoholic Steatohepatitis</i>
HCC	: <i>Hepatocellular Carcinoma</i>
OSA	: <i>Obstructive Sleep Apnea</i>
EMA	: European Medicines Agency
GLP	: <i>Glucagon-Like Peptide</i>
RYGB	: <i>Roux-en-Y gastric bypass</i>
DBSCAN	: <i>Density-based Spatial Clustering of Application with Noise</i>

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Overweight dan obesitas merupakan kondisi dimana terjadi penumpukan lemak yang tidak normal atau berlebihan dalam tubuh, yang dapat berdampak negatif pada kesehatan.¹ *Overweight* pada anak dan remaja terjadi apabila IMT berdasarkan usia lebih besar dari 1 standar deviasi di atas median WHO *Growth Reference*.¹ IMT didapatkan dari perhitungan berat badan dalam kilogram dibagi dengan kuadrat tinggi badan (kg/m^2). Menurut kriteria klasifikasi IMT yang ditetapkan oleh National Institute of Health di Amerika Serikat dan direkomendasikan oleh WHO, *overweight* apabila IMT 25–30 kg/m^2 .^{1,2}

Kondisi *overweight* dipengaruhi oleh beberapa faktor risiko. Perubahan gaya hidup seperti konsumsi makanan padat energi, aktivitas fisik yang kurang, dan *sedentary lifestyle* lainnya menjadi faktor utama.^{1,3} Faktor risiko *overweight* dan obesitas lainnya antara lain sosioekonomi, jenis kelamin, riwayat obesitas, sering konsumsi minuman manis dan makanan ringan, durasi tidur, serta pengetahuan anak dan remaja.^{4–6}

Obesitas dapat terjadi karena gangguan homeostasis energi akibat faktor biologis mutasi pada gen yang mengkode leptin, reseptor leptin, reseptor melanocortin, pro-opiomelanocortin, dan lainnya.⁷ Penurunan ekspresi gen *Fat Mass and Obesity-associated* (FTO) akan menurunkan sensitivitas leptin yang merupakan hormon adiposit penekan nafsu makan sehingga menyebabkan peningkatan nafsu makan dan berpengaruh pada peningkatan berat badan.^{8,9} Jaringan adiposa mengeluarkan adipokin dan asam lemak bebas yang menyebabkan peradangan sistemik sehingga terjadi resistensi insulin dan peningkatan kadar trigliserida yang akan berkontribusi pada obesitas.⁹

Prevalensi yang tinggi dan komorbiditas terkait *overweight* dan obesitas akan menimbulkan ancaman bagi kesehatan saat ini serta masa depan. Mengidentifikasi potensi individu yang berisiko dengan melakukan pengembangan model prediktif

sangat bermanfaat untuk mencegah obesitas pada anak-anak dan remaja.¹⁰ Berbagai metode dan algoritma *machine learning* telah diterapkan pada berbagai aspek kesehatan termasuk *overweight* dan obesitas.¹¹

Pada penelitian sebelumnya mengenai prediksi obesitas dari beberapa metode *machine learning* didapatkan bahwa *Logistic Regression*, *Gradient Boosting*, dan *XG Boost* mempunyai performa yang lebih baik dibandingkan dengan metode yang lain.^{12,13} Menurut Ferdowsy *et al.* (2021) dalam penelitian prediksi risiko obesitas dengan pendekatan *machine learning*, metode *Logistic Regression* juga memiliki nilai akurasi tertinggi yaitu 97,09%.¹⁴ Pada penelitian lainnya didapatkan *Random Forest* sebagai metode dengan performa yang paling baik dengan nilai akurasi 77,69%.¹⁵

Berdasarkan uraian di atas, nilai prevalensi yang tinggi dari *overweight* pada remaja menjadi masalah yang harus diatasi. Pemanfaatan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) dapat membantu menyediakan alat yang mudah untuk memprediksi *overweight* pada remaja sehingga dapat memberi wawasan pada profesional kesehatan dan masyarakat dalam mengambil intervensi pencegahan *overweight* agar tidak berlanjut menjadi obesitas dan penyakit kardiometabolik lainnya. *Random Forest* dan *Logistic Regression* menunjukkan performa yang baik untuk prediksi *overweight* dan obesitas pada penelitian sebelumnya namun masih dengan model algoritma tunggal dan penerapannya jarang ditemukan untuk remaja. Pada penelitian ini bertujuan untuk memprediksi *overweight* pada remaja menggunakan *hybrid machine learning model* dengan menggabungkan metode *Logistic Regression* dan *Random Forest* untuk meningkatkan nilai akurasi prediksi sehingga didapatkan model dengan performa yang lebih baik lagi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana implementasi *Artificial Intelligence* (AI) dalam prediksi risiko *overweight* pada remaja dengan *machine learning* menggunakan model *Logistic Regression*, *Random Forest*, dan *hybrid machine learning model*?
2. Berapa nilai akurasi yang didapatkan dari masing-masing hasil prediksi risiko menggunakan model *Logistic Regression* dan *Random Forest*?
3. Berapa nilai akurasi yang didapatkan dari hasil prediksi *hybrid machine learning model* dengan menggabungkan model *Logistic Regression* dan *Random Forest*?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Menganalisis dan mengevaluasi kinerja *hybrid machine learning model* untuk prediksi *overweight* pada remaja dengan model *Logistic Regression* dan *Random Forest*.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengidentifikasi karakteristik sosiodemografi dan distribusi frekuensi *overweight* pada remaja di Kota Palembang
2. Menganalisis nilai akurasi prediksi risiko *overweight* pada remaja menggunakan metode *Logistic Regression*.
3. Menganalisis nilai akurasi prediksi risiko *overweight* pada remaja menggunakan metode *Random Forest*.
4. Menganalisis nilai akurasi prediksi risiko *overweight* pada remaja dengan *Hybrid Machine Learning Model Logistic Regression-Random Forest*.
5. Membandingkan tingkat akurasi prediksi risiko *overweight* pada remaja antara metode *Random Forest*, *Logistic Regression*, dan *hybrid machine learning model*.

1.4 Hipotesis Penelitian

Hybrid Machine Learning Model dengan model *Logistic Regression* dan *Random Forest* akurat untuk prediksi risiko *overweight* pada remaja.

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat Teoritis

Hasil dapat dijadikan sebagai bahan informasi atau landasan teori untuk penelitian berkaitan dengan prediksi risiko masalah kesehatan dengan menggunakan *machine learning*.

1.5.2 Manfaat Kebijakan

Hasil dari penelitian ini dapat memberikan pengetahuan tentang risiko *overweight* agar dapat melakukan intervensi pencegahan untuk membantu terhindar dari obesitas dan penyakit lanjutan yang mengancam jiwa.

1.5.3 Manfaat Masyarakat

Memberikan informasi hasil prediksi risiko *overweight* pada remaja menggunakan *hybrid machine learning model*.

DAFTAR PUSTAKA

1. World Health Organization. Obesity and overweight [Internet]. 2021 [cited 2023 Jun 2]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
2. Haththotuwa RN, Wijeyaratne CN, Senarath U. Worldwide epidemic of obesity [Internet]. *Obesity and Obstetrics. INC*; 2020. 3–8 p. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-817921-5.00001-1>
3. Dendup T, Putra IGNE, Tobgay T, Dorji G, Phuntsho S, Wangdi S, et al. Prevalence and risk factors of overweight among adolescents: an analysis of Bhutan Global School-based Student Health Survey data. *Vulnerable Child Youth Stud* [Internet]. 2022;17(1):13–26. Available from: <https://doi.org/10.1080/17450128.2021.1903125>
4. Banjarnahor RO, Banurea FF, Panjaitan JO, Pasaribu RSP, Hafni I. Faktor-faktor risiko penyebab kelebihan berat badan dan obesitas pada anak dan remaja: Studi literatur. *Tropical Public Health Journal*. 2022;2(1):35–45.
5. Sanyaolu A, Okorie C, Qi X, Locke J, Rehman S. Childhood and Adolescent Obesity in the United States: A Public Health Concern. *Glob Pediatr Health*. 2019;6:1–11.
6. Kansra AR, Lakkunarajah S, Jay MS. Childhood and Adolescent Obesity: A Review. *Front Pediatr*. 2021;8:1–16.
7. Blüher M. Obesity: global epidemiology and pathogenesis. *Nat Rev Endocrinol*. 2019;15(5):288–98.
8. Maharani C, Puspasari A. Peran Variasi Gen FTO pada Obesitas. *JAMBI MEDICAL JOURNAL "Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan"*. 2019;7(2):161–6.
9. Panuganti KK, Nguyen M, Kshirsagar RK. Obesity. *Antenatal Disorders for the MRCOG and Beyond* [Internet]. 2022 Aug 8 [cited 2023 Jun 21];135–8. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459357/>

10. Colmenarejo G. Machine learning models to predict childhood and adolescent obesity: A review. *Nutrients*. 2020;12(8):1–31.
11. Wiemken TL, Kelley RR. Machine Learning in Epidemiology and Health Outcomes Research. *Annu Rev Public Health* [Internet]. 2020 Apr 2 [cited 2023 Jun 1];41:21–36. Available from: <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-publhealth-040119-094437>
12. Thamrin SA, Arsyad DS, Kuswanto H, Lawi A, Nasir S. Predicting Obesity in Adults Using Machine Learning Techniques: An Analysis of Indonesian Basic Health Research 2018. *Front Nutr* [Internet]. 2021 Jun 21 [cited 2023 Jun 1];8:1–15. Available from: </pmc/articles/PMC8255629/>
13. Kaur R, Kumar R, Gupta M. Predicting risk of obesity and meal planning to reduce the obese in adulthood using artificial intelligence. *Endocrine* [Internet]. 2022 Dec 1 [cited 2023 Jun 2];78(3):458–69. Available from: </pmc/articles/PMC9555702/>
14. Ferdowsy F, Rahi KSA, Jabiullah MI, Habib MT. A machine learning approach for obesity risk prediction. *Current Research in Behavioral Sciences*. 2021 Nov 1;2:1–9.
15. Rodríguez E, Rodríguez E, Nascimento L, da Silva A, Marins F. Machine Learning Techniques to Predict Overweight or Obesity. *CEUR Workshop Proc*. 2021;3038(August 2022):190–204.
16. Lin X, Li H. Obesity: Epidemiology, Pathophysiology, and Therapeutics. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2021;12(September):1–9.
17. Morales Camacho WJ, Molina Díaz JM, Plata Ortiz S, Plata Ortiz JE, Morales Camacho MA, Calderón BP. Childhood obesity: Aetiology, comorbidities, and treatment. *Diabetes Metab Res Rev*. 2019;35(8).
18. Khattak ZE, Zahra F. Evaluation of Patients With Obesity. *StatPearls* [Internet]. 2023 Apr 27 [cited 2023 Jun 13]; Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK576399/>

19. Weir CB, Jan A. BMI Classification Percentile And Cut Off Points. StatPearls [Internet]. 2022 Jun 27 [cited 2023 Jun 6]; Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK541070/>
20. Zierle-Ghosh A, Jan A. Physiology, Body Mass Index. StatPearls [Internet]. 2022 Sep 11 [cited 2023 Jun 10]; Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK535456/>
21. Khanna D, Peltzer C, Kahar P, Parmar MS. Body Mass Index (BMI): A Screening Tool Analysis. *Cureus*. 2022;14:1–6.
22. Jebeile H, Kelly AS, O'Malley G, Baur LA. Obesity in children and adolescents: epidemiology, causes, assessment, and management. *Lancet Diabetes Endocrinol* [Internet]. 2022 May 1 [cited 2023 Jun 5];10(5):351. Available from: </pmc/articles/PMC9831747/>
23. Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. Laporan Nasional Riskesdas 2018 [Internet]. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Jakarta: Lembaga Penerbit Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan; 2018. 674 p. Available from: http://labdata.litbang.kemkes.go.id/images/download/laporan/RKD/2018/Laporan_Nasional_RKD2018_FINAL.pdf
24. Song N, Liu F, Han M, Zhao Q, Zhao Q, Zhai H, et al. Prevalence of overweight and obesity and associated risk factors among adult residents of northwest China: A cross-sectional study. *BMJ Open*. 2019;9(9):1–9.
25. Maehara M, Rah JH, Roshita A, Suryantan J, Rachmadewi A, Izwardy D. Patterns and risk factors of double burden of malnutrition among adolescent girls and boys in Indonesia. *PLoS One*. 2019;14(8):1–18.
26. Al-Raddadi R, Bahijri SM, Jambi HA, Ferns G, Tuomilehto J. The prevalence of obesity and overweight, associated demographic and lifestyle factors, and health status in the adult population of Jeddah, Saudi Arabia. *The Adv Chronic Dis*. 2019;10(August):1–10.
27. Lartey ST, Magnussen CG, Si L, Boateng GO, de Graaff B, Biritwum RB, et al. Rapidly increasing prevalence of overweight and obesity in older

- Ghanaian adults from 2007-2015: Evidence from Who-sage waves 1 & 2. *PLoS One*. 2019;14(8):1–16.
28. Kapoor N, Arora S, Kalra S. Gender disparities in people living with obesity- An uncharted territory. *J Midlife Health*. 2021;12(2):103–7.
 29. Nugroho PS. Jenis Kelamin Dan Umur Berisiko Terhadap Obesitas Pada Remaja Di Indonesia. *An-Nadaa: Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 2020;7(2):110–4.
 30. Endalifer ML, Diress G. Epidemiology, Predisposing Factors, Biomarkers, and Prevention Mechanism of Obesity : A Systematic Review. *J Obes*. 2020;1–8.
 31. Vazquez CE, Cubbin C. Socioeconomic Status and Childhood Obesity: a Review of Literature from the Past Decade to Inform Intervention Research. *Curr Obes Rep*. 2020;9(4):562–70.
 32. Jebeile H, Kelly AS, O’Malley G, Baur LA. Obesity in children and adolescents: epidemiology, causes, assessment, and management. *Lancet Diabetes Endocrinol* [Internet]. 2022 [cited 2023 Dec 6];10(5):365. Available from: /pmc/articles/PMC9831747/
 33. Ding S, Chen J, Dong B, Hu J. Association between parental socioeconomic status and offspring overweight/obesity from the China Family Panel Studies: a longitudinal survey. *BMJ Open* [Internet]. 2021 Apr 7 [cited 2023 Dec 6];11(4). Available from: /pmc/articles/PMC8031690/
 34. Hanani R, Badrah S, Noviasty R. Pola Makan, Aktivitas Fisik dan Genetik Mempengaruhi Kejadian Obesitas pada Remaja. *Original Research* [Internet]. 2021;14(2):120–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.26630/jkm.v14i2.2665>
 35. Dėdelė A, Bartkutė Ž, Chebotarova Y, Miškinytė A. The Relationship Between the Healthy Diet Index, Chronic Diseases, Obesity and Lifestyle Risk Factors Among Adults in Kaunas City, Lithuania. *Front Nutr*. 2021;8:1–10.

36. Arthur C Guyton JEH. Textbook of Medical Physiology 12th edition. Philadelphia: Elsevier; 2011.
37. Corrêa MM, Borges MA de S, de Oliveira ERA. Sleep duration and overweight: Is there a relationship in adolescence? *Revista Brasileira de Epidemiologia*. 2021;24:1–12.
38. Jin X, Qiu T, Li L, Yu R, Chen X, Li C, et al. Pathophysiology of obesity and its associated diseases. *Acta Pharm Sin B*. 2023;1–22.
39. Fox CK, Ryder JR, Gross AC, Kelly AS. Obesity in Children and Adolescents. In: *In Obesity*; Sbraccia, P, Finer, N, Eds; Endocrinology. Switzerland: Springer Nature Switzerland; 2019. p. 295–322.
40. Mittal M, Jain V. Management of Obesity and Its Complications in Children and Adolescents. *Indian J Pediatr* [Internet]. 2021 Dec 1 [cited 2023 Jun 5];88(12):1222–34. Available from: [/pmc/articles/PMC8491444/](#)
41. Nicolucci A, Maffeis C. The adolescent with obesity: what perspectives for treatment? *Ital J Pediatr* [Internet]. 2022 Dec 1 [cited 2023 Jun 5];48(9):1–9. Available from: [/pmc/articles/PMC8761267/](#)
42. Ansari S, Haboubi H, Haboubi N. Adult Obesity Complications: Challenges and Clinical Impact. *Ther Adv Endocrinol Metab*. 2020;11:1–14.
43. McManus K, Temples H. Obesity in Adolescents: Prevention and Treatment to Change Their Future. *Journal for Nurse Practitioners* [Internet]. 2021;17(8):972–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.nurpra.2021.04.018>
44. Woodard K, Louque L, Hsia DS. Medications for the treatment of obesity in adolescents. *Ther Adv Endocrinol Metab*. 2020;11:1–12.
45. Ray S. A Quick Review of Machine Learning Algorithms. *Proceedings of the International Conference on Machine Learning, Big Data, Cloud and Parallel Computing (COMITCon)*. 2019;35–9.
46. Bi Q, Goodman KE, Kaminsky J, Lessler J. What is machine learning? A primer for the epidemiologist. *Am J Epidemiol*. 2019;188(12):2222–39.

47. Roihan A, Sunarya PA, Rafika AS. Pemanfaatan Machine Learning dalam Berbagai Bidang: Review paper. *IJCIT (Indonesian Journal on Computer and Information Technology)*. 2020;5(1):75–82.
48. Majumder AB, Gupta S, Singh D, Majumder S. An Intelligent System for Prediction of COVID-19 Case using Machine Learning Framework-Logistic Regression. *J Phys Conf Ser*. 2021;1797(1).
49. Uddin S, Khan A, Hossain ME, Moni MA. Comparing different supervised machine learning algorithms for disease prediction. *BMC Med Inform Decis Mak [Internet]*. 2019 Dec 21 [cited 2023 Jun 1];19(1). Available from: [/pmc/articles/PMC6925840/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3625840/)
50. Sarker IH. Machine Learning: Algorithms, Real-World Applications and Research Directions. *SN Comput Sci [Internet]*. 2021;2:1–21. Available from: <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00592-x>
51. Kavitha M, Gnaneswar G, Dinesh R, Sai YR, Suraj RS. Heart Disease Prediction using Hybrid machine Learning Model. *Proceedings of the 6th International Conference on Inventive Computation Technologies, ICICT 2021*. 2021;1329–33.
52. Xu J, Zhang Y, Miao D. Three-way confusion matrix for classification: A measure driven view. *Inf Sci (N Y) [Internet]*. 2020;507:772–94. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ins.2019.06.064>
53. Jabarali A, Sandhya SB, Vanithapriya PA. Classification Algorithms for Prediction of Obesity Levels based on Food Consumption and Physical Conditions using WEKA. *International Journal of Creative Research Thoughts (IJCRT) [Internet]*. 2022;10(3):246–55. Available from: www.ijcrt.org
54. Khanna D, Welch BS, Rehman A. Pathophysiology of Obesity - StatPearls - NCBI Bookshelf [Internet]. *StatPearls [Internet]*. 2022 [cited 2023 Jul 31]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK572076/>
55. Damayanti RE, Sumarmi S, Mundiastuti L. Hubungan Durasi Tidur dengan Kejadian Overweight dan Obesitas pada Tenaga Kependidikan di

- Lingkungan Kampus C Universitas Airlangga. *Amerta Nutrition*. 2019;3(2):89–93.
56. Hsieh PP, Sindhu FC, Dewi MR, Sidiartha IGL. Hubungan antara durasi tidur dengan kejadian obesitas pada anak: sebuah tinjauan sistematis. *Intisari Sains Medis [Internet]*. 2023;14(1):229–36. Available from: <http://isainsmedis.id/>
 57. Khatri Id E, Baral K, Arjyal A, Yadav RK, Baral S. Prevalence of and risk factors for overweight among adolescents of a sub-metropolitan city of Nepal. *PLoS One [Internet]*. 2023 [cited 2023 Nov 20];18(3):1–11. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0270777>
 58. Badan Pusat Statistik. BPS - Statistics Indonesia [Internet]. Badan Pusat Statistik. [cited 2023 Nov 26]. Available from: <https://www.bps.go.id/subject/28/pendidikan.html>
 59. Juliantara R, Setiyo Nugroho P. Hubungan Tingkat Pendidikan Orang Tua dan Status Pekerjaan Orang Tua Terhadap Gizi Kurang Pada Remaja di SMPN 8 Samarinda. 2021;2(3):2031–7.
 60. Tobelo CD, Malonda NSH, Amisi MD, Kesehatan F, Universitas M, Ratulangi S. Gambaran Pola Makan Pada Mahasiswa Semester VI Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi Selama Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Kesmas [Internet]*. 2021;10(2):58–64. Available from: Adriani M, wiratmaji B. 2016
 61. Desyanti KD, Kuntjoro BFT. Analisis Aktivitas Fisik Mahasiswa Terhadap Kebugaran Jasmani Di Era Pandemi. *Jurnal Pendidikan Olahraga dan Kesehatan [Internet]*. 2021;09(03):281–6. Available from: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-pendidikan-jasmani/article/view/42154>
 62. Lama Waktu Tidur yang Dibutuhkan oleh Tubuh [Internet]. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2021 [cited 2023 Nov 26]. Available from: <https://upk.kemkes.go.id/new/lama-waktu-tidur-yang-dibutuhkan-oleh-tubuh>

63. Duan R, Kou C, Jie J, Bai W, Lan X, Li Y, et al. Prevalence and correlates of overweight and obesity among adolescents in northeastern China: a cross-sectional study. *BMJ Open* [Internet]. 2020 Jul 1 [cited 2023 Nov 28];10(7):1–8. Available from: <https://bmjopen.bmj.com/content/10/7/e036820>
64. Cheema S, Abraham A, El-Nahas KG, Abou-Amona R, Al-Hamaq AO, Maisonneuve P, et al. Assessment of Overweight, Obesity, Central Obesity, and Type 2 Diabetes among Adolescents in Qatar: A Cross-Sectional Study. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2022 Nov 1 [cited 2023 Dec 4];19(21):14601. Available from: </pmc/articles/PMC9653877/>
65. Sitaula D, Dhakal A, Lageju N, Silwal A, Basnet SK, Shrestha N, et al. Prevalence and Associated Factors of Adolescent Obesity among Rural School Adolescents in Nepal: A Cross-Sectional Study. *Glob Health Epidemiol Genom* [Internet]. 2023 [cited 2023 Dec 4];2023. Available from: </pmc/articles/PMC10558264/>
66. Zheng X, Wang H, Wu H. Association between diet quality scores and risk of overweight and obesity in children and adolescents. *BMC Pediatr* [Internet]. 2023 Dec 1 [cited 2023 Nov 29];23(169):1–8. Available from: </pmc/articles/PMC10100112/>
67. Nomatshila SC, Mabunda SA, Puoane T, Apalata TR. Prevalence of Obesity and Associated Risk Factors among Children and Adolescents in the Eastern Cape Province. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2022 Mar 1 [cited 2023 Dec 3];19(5). Available from: </pmc/articles/PMC8910414/>
68. Biadgilign S, Mgutshini T, Gebremichael B, Berhanu L, Cook C, Deribew A, et al. Association between dietary Intake, eating behavior, and childhood obesity among children and adolescents in Ethiopia. *BMJ Nutr Prev Health* [Internet]. 2023 Nov 15 [cited 2023 Dec 8]; Available from: <http://dx.doi.org/10.1136/bmjnph-2021-000415>
69. Zhuang H, Wang L, Wang F, Wang Y, Tang G, Zhao H. Prevalence of overweight/obesity and related factors in Keerqin District, Tongliao City: A

- cross-sectional study. PLoS One [Internet]. 2023 Aug 1 [cited 2023 Dec 4];18(8). Available from: [/pmc/articles/PMC10403123/](#)
70. Okour AM, Saadeh RA, Hijazi MH, Al Khalaileh HE, Alfaqih MA. Socioeconomic status, perceptions and obesity among adolescents in Jordan. *Pan African Medical Journal*. 2019;34(1).
 71. Al-Hussaini A, Bashir M, Khormi M, Alturaiki M, Alkhamis W, Alrajhi M, et al. Overweight and obesity among Saudi children and adolescents: Where do we stand today? *Saudi J Gastroenterol* [Internet]. 2019 Jul 1 [cited 2023 Dec 8];25(4):235. Available from: [/pmc/articles/PMC6714470/](#)
 72. Nur Aina SI, Ariani M, Yuliana F. Riwayat Keluarga, Pola Makan dan Penggunaan Gadget Penyebab Kejadian Obesitas pada Remaja di SMP Negeri "X" Banjarmasin. *Malahayati Nursing Journal*. 2023 Apr 1;5(4):987–99.
 73. Ke Y, Zhang S, Hao Y, Liu Y. Associations between socioeconomic status and risk of obesity and overweight among Chinese children and adolescents. *BMC Public Health* [Internet]. 2023 Dec 1 [cited 2023 Dec 8];23(401). Available from: <https://doi.org/10.1186/s12889-023-15290-x>
 74. Masyitoh, Budiono I. Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Gizi Lebih dan Obesitas pada Remaja. *Indonesian Journal of Public Health and Nutrition* [Internet]. 2023 [cited 2023 Dec 16];3(1):59–68. Available from: <https://doi.org/10.15294/ijphn.v3i1.57360>
 75. Wati N, Ariani M, Fetriyah UH. Aktivitas Fisik, Asupan Serat dan Status Ekonomi dengan Kejadian Obesitas pada Remaja di SMP Negeri 11 Kota Banjarmasin. *Malahayati Nursing Journal* [Internet]. 2023 May 9 [cited 2023 Dec 16];5(5):1576–86. Available from: <https://doi.org/10.33024/mnj.v5i5.8188>
 76. Grace GA, Edward S, Gopalakrishnan S. Dietary Habits and Obesity among Adolescent School Children: A Case Control Study in an Urban Area of Kancheepuram District. *Indian J Community Med* [Internet]. 2021 Oct 1 [cited 2023 Dec 8];46(4):637. Available from: [/pmc/articles/PMC8729285/](#)

77. Gozukara Bag HG, Yagin FH, Gormez Y, González PP, Colak C, Gülü M, et al. Estimation of Obesity Levels through the Proposed Predictive Approach Based on Physical Activity and Nutritional Habits. *Diagnostics (Basel)* [Internet]. 2023 Sep 1 [cited 2023 Nov 29];13(18). Available from: [/pmc/articles/PMC10529319/](#)
78. Al Azhima SAT, Darmawan D, Hakim NFA, Kustiawan I, Al Qibtiya M, Syafei NS. Hybrid Machine Learning Model untuk Memprediksi Penyakit Jantung dengan Metode Logistic Regression dan Random Forest. *Jurnal Teknologi Terpadu*. 2022;8(1):40–6.
79. Solomon DD, Khan S, Garg S, Gupta G, Almjally A, Alabduallah BI, et al. Hybrid Majority Voting: Prediction and Classification Model for Obesity. *Diagnostics* [Internet]. 2023 Aug 1 [cited 2023 Dec 4];13(15). Available from: [/pmc/articles/PMC10417773/](#)