



IDENTIFIKASI PREDIKTOR RISIKO PREEKLAMPSIA PADA MATERNAL UNTUK MODEL PREDIKSI BERBASIS *MACHINE LEARNING*

Rena Afri Ningsih¹, Tengku Hartian Silawati², Siti Zakiah Zulfa³, Cinthia Maharani⁴, Eka Nurjannah⁵

^{1,3,4,5}Program Studi S1 Kebidanan, Institut Kesehatan Payung Negeri Pekanbaru, Indonesia

²Program Studi S1 Kesehatan Masyarakat, Institut Kesehatan Payung Negeri Pekanbaru, Indonesia
afriningsihrena@gmail.com

Abstrak

Preeklampsia (PE) merupakan penyebab utama morbiditas dan mortalitas ibu serta perinatal di Indonesia. Identifikasi dini faktor risiko merupakan kunci pencegahan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor risiko maternal yang signifikan terhadap kejadian PE dan mengidentifikasi kandidat variabel prediktor untuk pengembangan model *machine learning* (ML). Metode penelitian *case-control* retrospektif ini menggunakan data rekam medis 284 ibu bersalin (142 kasus PE dan 142 kontrol normotensif) di RSUD Arifin Achmad dari Januari 2021 hingga Desember 2024. Analisis statistik deskriptif, bivariat (uji Mann-Whitney, Chi-square), dan korelasi dilakukan untuk mengidentifikasi faktor risiko signifikan dan kekuatan asosiasinya dengan PE. Hasil terdapat perbedaan signifikan antara kelompok PE dan normotensif dalam hal Mean Arterial Pressure (MAP) (124,83 vs 88,67 mmHg; $p<0,001$), Indeks Massa Tubuh (IMT) (24,85 vs 21,79; $p<0,001$), usia ibu (31 vs 28 tahun; $p=0,005$), dan berbagai parameter hematologi (hemoglobin, trombosit, indeks trombosit, dan limfosit). Analisis korelasi mengidentifikasi MAP sebagai prediktor terkuat ($r=0,856$), diikuti oleh riwayat penyakit ibu ($r=0,399$) dan IMT ($r=0,322$). Luaran perinatal (berat badan lahir, panjang badan lahir, nilai Apgar) secara signifikan lebih buruk pada kelompok PE. Kesimpulan MAP, IMT, usia maternal, dan parameter hematologi tertentu merupakan prediktor kuat PE. Kombinasi variabel-variabel ini, yang mudah diperoleh dari rekam medis rutin, membentuk dasar yang kuat untuk pengembangan model prediksi PE berbasis ML yang andal dan dapat diimplementasikan secara klinis.

Kata Kunci: *Preeklampsia, Faktor Risiko Maternal, Machine Learning, Prediksi, Mean Arterial Pressure, Hematologi.*

Abstract

Preeclampsia (PE) is a leading cause of maternal and perinatal morbidity and mortality in Indonesia. Early identification of risk factors is key to its prevention. This study aimed to analyze significant maternal risk factors for PE and identify candidate predictor variables for the development of a machine learning (ML) prediction model. Methods this retrospective case-control study utilized medical records of 284 delivering mothers (142 PE cases and 142 normotensive controls) at Arifin Achmad Hospital from January 2021 to December 2024. Descriptive, bivariate (Mann-Whitney test, Chi-square), and correlation analyses were performed to identify significant risk factors and their strength of association with PE. Results significant differences were found between the PE and normotensive groups in Mean Arterial Pressure (MAP) (124.83 vs. 88.67 mmHg; $p<0.001$), Body Mass Index (BMI) (24.85 vs. 21.79; $p<0.001$), maternal age (31 vs. 28 years; $p=0.005$), and various hematological parameters (hemoglobin, platelets, platelet indices, and lymphocytes). Correlation analysis identified MAP as the strongest predictor ($r=0.856$), followed by maternal medical history ($r=0.399$) and BMI ($r=0.322$). Perinatal outcomes (birth weight, birth length, Apgar scores) were significantly worse in the PE group. Conclusion: MAP, BMI, maternal age, and specific hematological parameters are strong predictors of PE. The combination of these variables, which are easily obtained from routine medical records, provides a robust foundation for developing a reliable and clinically implementable ML-based prediction model for PE.

Keywords: *Preeclampsia, Maternal Risk Factors, Machine Learning, Prediction, Mean Arterial Pressure, Hematology.*

@Jurnal Ners Prodi Sarjana Keperawatan & Profesi Ners FIK UP 2025

* Corresponding author :

Address : Jl. Tamtama No.6, Labuh Baru Tim., Kec. Payung Sekaki, Kota Pekanbaru, Riau 28292

Email : afriningsihrena@gmail.com

Phone : 082170057547

PENDAHULUAN

Preeklampsia (PE) merupakan salah satu komplikasi kehamilan yang hingga kini patogenesisnya belum sepenuhnya dipahami, namun secara global merupakan penyebab utama morbiditas dan mortalitas maternal serta perinatal. (1,2) Di Indonesia, berdasarkan Profil Kesehatan tahun 2023, hipertensi dalam kehamilan merupakan penyebab kematian ibu terbanyak dengan 412 kasus (3) Situasi ini juga mencerminkan kondisi di Provinsi Riau, dimana data Dinas Kesehatan tahun 2022 mencatat 114 kematian ibu dengan preeklampsia sebagai penyebab utama kedua. (4) Mayoritas kasus penyebab kematian maternal dan neonatal ini sebenarnya dapat dicegah melalui deteksi dini dan penanganan yang tepat waktu. (2,5)

Identifikasi dini terhadap faktor risiko preeklampsia terbukti efektif dalam mencegah keparahan penyakit dan komplikasi (1,6), di mana faktor-faktor risiko meliputi usia ≥ 35 tahun, nulliparitas, riwayat PE, hipertensi kronis, obesitas *Body Mass Index* (BMI) ≥ 30 , diabetes, penyakit ginjal, lupus, Assisted Reproductive Technology (ART), serta riwayat keluarga dengan PE. (7–9)

Dalam beberapa tahun terakhir, pendekatan berbasis *Machine Learning* (ML) muncul sebagai solusi inovatif untuk mengidentifikasi pola risiko secara lebih akurat dan efisien, berdasarkan catatan pemeriksaan selama kunjungan antenatal. (10,11) Penggunaan ML terbukti meningkatkan sensitivitas dan spesifisitas dibandingkan dengan pendekatan berbasis risiko konvensional, serta dapat diperbarui secara berkala pada setiap kunjungan kehamilan untuk pemantauan risiko secara berkelanjutan. (11–13) Metode ML menunjukkan kinerja prediksi yang baik dengan risiko bias rendah hingga sedang dalam mengidentifikasi risiko preeklampsia sejak awal kehamilan, serta memberikan prospek baru untuk meningkatkan efektivitas skrining preeklampsia. (14) Penggunaan model prediksi PE berbasis ML yang melibatkan parameter seperti tekanan darah rata-rata, kadar *Pregnancy-Associated Plasma Protein A* (PAPP-A), riwayat klinis, dan biomarker sederhana seperti hemoglobin, telah menunjukkan hasil yang baik di negara berkembang. (15) Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor risiko maternal yang signifikan terhadap kejadian PE di RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau. Hasil analisis ini diharapkan menjadi landasan *data-driven* untuk tahap selanjutnya, yaitu pengembangan model prediksi PE berbasis *machine learning* yang kontekstual dan dapat diimplementasikan dalam sistem layanan Kesehatan.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain *case-control* retrospektif. Populasi penelitian adalah seluruh ibu hamil yang menjalani persalinan di RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau pada periode Januari 2021 hingga Desember 2024. Subjek terdiri dari 284 subjek yang dibagi menjadi dua kelompok: kelompok kasus ($n=142$) adalah ibu dengan diagnosis PE berdasarkan rekam medis, dan kelompok kontrol ($n=142$) adalah ibu normotensif tanpa PE atau hipertensi gestasional. Kriteria Inklusi Kasus: Rekam medis lengkap yang mencakup variabel penelitian (usia, paritas, riwayat penyakit, tekanan darah, IMT, hasil laboratorium dasar, riwayat kehamilan, luaran kehamilan). Kriteria Inklusi Kontrol: Tidak memiliki diagnosis PE atau hipertensi gestasional, tidak memiliki penyakit kronis berat (diabetes melitus, penyakit ginjal, lupus), dan rekam medis lengkap. Kriteria Eksklusi: Rekam medis yang tidak lengkap atau adanya komplikasi lain yang berkaitan dengan disfungsi endotel yang dapat mengganggu validitas data.

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara bertahap, dimulai dengan analisis deskriptif untuk menggambarkan karakteristik sampel, yaitu median (*Interquartile Range*/IQR) dan rentang pada data numerik serta frekuensi dan persentase pada data kategorik. Selanjutnya dilakukan analisis bivariat, di mana uji Mann-Whitney digunakan untuk membandingkan variabel numerik antar kelompok karena distribusi data tidak normal, sedangkan uji Chi-square digunakan untuk variabel kategorik, dengan tingkat signifikansi ditetapkan pada $p < 0,05$. Tahap berikutnya adalah analisis korelasi guna menilai kekuatan hubungan antara variabel prediktor dengan kejadian preeklampsia, ditentukan melalui koefisien korelasi (r). Variabel dengan korelasi signifikan atau kekuatan hubungan sedang hingga kuat diseleksi sebagai kandidat prediktor (*feature candidates*) untuk pengembangan model *machine learning*. Penelitian ini telah mendapat persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian IKES Payung Negeri Pekanbaru (No.073/IKES PN/KEPK/VII/2025). Kerahasiaan data pasien dijaga dengan menerapkan anonimitas

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menganalisis data dari 284 ibu hamil yang terdiri dari 142 kasus preeklampsia dan 142 kontrol normotensif. Hasil analisis mengungkapkan perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok dalam berbagai parameter, sekaligus mengidentifikasi kandidat variabel prediktor dalam pengembangan model prediksi. Analisis bivariat (Tabel 1) menunjukkan bahwa kelompok preeklampsia memiliki usia ibu yang secara signifikan lebih tua (median 31 vs 28 tahun, $p=0,005$) dan Indeks Massa Tubuh (IMT) yang lebih tinggi (24,85 vs 21,79, $p<0,001$). Pada *Mean Arterial Pressure* (MAP) pada kelompok

preeklampsia jauh lebih tinggi (124,83 vs 88,67 mmHg, $p<0,001$). Parameter obstetri dasar seperti status perkawinan, gravida, paritas, dan usia kehamilan tidak menunjukkan perbedaan bermakna antar kedua kelompok dalam karakteristik tersebut.

Tabel 1. Perbandingan Karakteristik Klinis dan Laboratorium (Numerik) antara Kelompok Preeklampsia dan Normotensif

A. Data Demografi dan Obstetri					
Variabel	Preeklampsia		Normotensif		p-value
	Median(IQR)	Min-Max	Median(IQR)	Min-Max	
Usia (Tahun)	31.00 (11)	18 - 45	28.00 (11)	16 - 43	0.005*
Status Perkawinan	1.00 (0)	1 - 4	1.00 (0)	1 - 4	0.306
Gravida	2.00 (2)	1 - 9	2.00 (2)	1 - 10	0.121
Paritas	1.00 (2)	0 - 6	1.00 (2)	0 - 7	0.877
Usia Kehamilan (Minggu)	34.00 (6)	23 - 42	34.00 (7)	22 - 41	0.920
B. Data Antropometri dan Hemodinamik					
Variabel	Preeklampsia		Normotensif		p-value
	Median(IQR)	Min-Max	Median(IQR)	Min-Max	
Indeks Massa Tubuh (IMT)	24.85 (7.81)	15.43 - 47.84	21.79 (5.14)	11.36 - 33.66	<0.001*
Mean Arterial Pressure (MAP)	124.83 (18.08)	96.67 - 175.33	88.67 (12.08)	73.67 - 103.33	<0.001*
C. Parameter Hematologi (Sel Darah)					
Variabel	Preeklampsia		Normotensif		p-value
	Median(IQR)	Min-Max	Median(IQR)	Min-Max	
Hemoglobin (Hb)	11.70 (2.30)	4.50 - 16.60	10.90 (2.30)	4.60 - 14.00	<0.001*
Leukosit	14.84 (7.80)	5.88 - 39.32	15.75 (8.28)	5.99 - 36.49	0.444
Trombosit	246.00 (139.00)	44.00 - 671.00	271.50 (102.00)	33.00 - 555.00	0.035*
Eritrosit	4.24 (0.85)	1.73 - 6.50	3.93 (0.63)	1.14 - 5.66	<0.001*
D. Parameter Indeks Eritrosit					
Variabel	Preeklampsia		Normotensif		p-value
	Median(IQR)	Min-Max	Median(IQR)	Min-Max	
Hematokrit	35.20 (6.40)	13.60 - 53.30	33.10 (5.67)	14.00 - 53.00	<0.001
MCV	83.10 (8.55)	8.81 - 99.10	83.70 (10.78)	19.90 - 96.50	0.481
MCH	28.25 (3.72)	19.60 - 93.80	28.25 (4.52)	3.90 - 86.70	0.783
MCHC	33.30 (2.10)	24.40 - 36.70	33.00 (1.63)	26.40 - 36.40	0.008
RDW-CV	14.50 (2.30)	11.80 - 31.30	14.25 (2.45)	12.00 - 31.80	0.495
RDW-SD	43.00 (5.57)	16.60 - 68.30	42.90 (5.07)	17.20 - 67.60	0.965
E. Parameter Indeks Trombosit					
Variabel	Preeklampsia		Normotensif		p-value
	Median (IQR)	Min-Max	Median(IQR)	Min-Max	
PDW	11.25 (3.15)	0.50 - 53.30	10.20 (2.20)	7.40 - 24.50	<0.001*
MPV	10.20 (1.40)	0.40 - 14.30	9.75 (1.03)	7.80 - 14.20	0.001*
P-LCR	27.05 (11.65)	11.90 - 79.80	22.40 (9.20)	7.90 - 56.90	<0.001*
F. Hitung Jenis Leukosit (Differential Count)					
Variabel	Preeklampsia		Normotensif		p-value
	Median (IQR)	Min-Max	Median(IQR)	Min-Max	
Neutrofil (%)	80.25 (16.28)	52.00 - 94.10	82.45 (12.55)	21.80 - 95.60	0.203
Limfosit (%)	14.00 (12.28)	2.60 - 39.70	10.85 (9.58)	2.80 - 35.20	0.020*
Monosit (%)	5.35 (3.55)	0.50 - 14.20	5.40 (2.60)	0.90 - 12.70	0.210
Eosinofil (%)	0.30 (0.93)	0.00 - 9.60	0.30 (0.90)	0.00 - 8.50	0.241
Basofil (%)	0.20 (0.10)	0.00 - 1.20	0.30 (0.10)	0.00 - 0.60	0.462

Neutrofil Absolut	6.06 (7.53)	1.31 - 35.96	7.76 (7.91)	1.48 - 34.14	0.020*
Limfosit Absolut	1.97 (1.28)	0.78 - 8.63	1.70 (1.04)	0.50 - 7.90	0.001*

G. Outcome Bayi Baru Lahir

Variabel	Preeklampsia		Normotensif		p-value
	Median (IQR)	Min-Max	Median(IQR)	Min-Max	
Berat Badan Lahir (BBL)	1900.00 (1299.25)	430.00 - 5500.00	2400.00 (1246.00)	300.00 - 4100.00	0.001*
Panjang Badan Lahir (PB)	42.00 (10.25)	23.00 - 56.00	45.00 (9.00)	19.00 - 53.00	0.002*

Hasil ini sejalan dengan literatur terdahulu yang menyebutkan usia ≥ 35 tahun dan obesitas sebagai faktor risiko penting dalam preeklampsia (16). Indeks Massa Tubuh (IMT) yang lebih tinggi dikaitkan dengan keadaan inflamasi kronis dan stres oksidatif yang memperburuk disfungsi endotel vaskular (17). Dalam penelitian ini, *Mean Arterial Pressure* (MAP) menunjukkan korelasi paling kuat dengan preeklampsia ($r = 0.856$), lebih tinggi dibandingkan variabel hematologi lain. Hal ini sejalan dengan studi prospektif oleh Zhu J, et al, 2021 pada 926 wanita Asia di Singapura, MAP terbukti merupakan prediktor preeklampsia yang sangat baik, terutama untuk preeklampsia. (18) Nilai MAP yang tinggi merefleksikan gangguan hemodinamik sistemik akibat disfungsi endotel, yang merupakan inti patogenesis preeklampsia (Burton et al., 2019). Temuan ini menegaskan bahwa pengukuran tekanan darah yang akurat dan konversinya menjadi MAP tetap menjadi landasan utama skrining preeklampsia.

Hasil pemeriksaan hematologi menunjukkan pola yang khas (Tabel 1). Kelompok preeklampsia memiliki kadar hemoglobin, hitungan eritrosit, dan hematokrit yang lebih tinggi (semua $p < 0,001$), menunjukkan adanya hemokonsentrasi. Sebaliknya, hitungan trombosit lebih rendah pada kelompok preeklampsia (246 vs 271,5 $\times 10^3/\mu\text{L}$, $p = 0,035$). Pada indeks trombosit seperti PDW, MPV, dan P-LCR secara konsisten lebih tinggi pada kelompok preeklampsia (semua $p < 0,001$), mengindikasikan aktivasi dan peningkatan heterogenitas trombosit.

Hasil penelitian yang menunjukkan hemokonsentrasi dan trombositopenia sesuai Tabel 2 Perbandingan Riwayat Penyakit Ibu, Jenis Kelamin Bayi, dan Nilai Apgar (Kategorik) antara Kelompok Preeklampsia dan Normotensif

dengan gambaran dari preeklampsia. Peningkatan PDW, MPV, dan P-LCR menguatkan konsep bahwa aktivasi trombosit memainkan peran sentral. Hal ini sejalan dengan teori bahwa sebagian kasus preeklampsia memiliki mekanisme yang menyerupai *thrombotic microangiopathy* (TMA), yang ditandai oleh disfungsi endotel dan aktivasi koagulasi yang berlebihan. (19) Selain itu, perubahan profil leukosit, yaitu peningkatan persentase dan jumlah absolut limfosit, mencerminkan pergeseran respon imun ke arah aktivasi seluler pada pasien preeklampsia. Perubahan dalam parameter darah rutin menunjukkan bahwa *Complete Blood Count* (CBC) dapat menjadi sumber penanda biomedis yang berharga untuk evaluasi risiko (20).

Meskipun jumlah leukosit total tidak berbeda, analisis hitung jenis menunjukkan bahwa persentase limfosit dan hitungan absolut limfosit secara signifikan lebih tinggi pada kelompok preeklampsia (masing-masing $p = 0,020$ dan $p = 0,001$). Hitungan absolut neutrofil justru lebih rendah pada kelompok preeklampsia ($p = 0,020$). Peningkatan limfosit, khususnya subpopulasi sel T, mencerminkan aktivasi dan pergeseran respon imun adaptif yang terlibat dalam patogenesis preeklampsia. Temuan ini menambah bukti bahwa disregulasi sistem imun maternal berperan penting dalam intoleransi imunologis terhadap plasenta, yang memicu kaskade disfungsi endotel. Perubahan dalam parameter darah rutin ini menunjukkan bahwa CBC adalah sumber penanda biomedis.

Variabel	Kategori	Preeklampsia (n=142)	Normotensif (n=142)	Total (n=284)	p-value
Riwayat Penyakit	Tidak Ada	103 (72.5%)	142 (100%)	245 (86.3%)	<0.001*
	Ada	39 (27.5%)	0 (0%)	39 (13.7%)	
Jenis Kelamin Bayi	Laki-laki	70 (49.3%)	76 (53.5%)	146 (51.4%)	0.476
	Perempuan	72 (50.7%)	66 (46.5%)	138 (48.6%)	
	Normal	80 (56.3%)	107 (75.4%)	187 (65.8%)	
Nilai Apgar	Asfiksia Sedang	33 (23.2%)	9 (6.3%)	42 (14.8%)	<0.001*
	Asfiksia Berat	14 (9.9%)	14 (9.9%)	28 (9.9%)	
	Stillbirth	15 (10.6%)	12 (8.5%)	27 (9.5%)	

Tabel 3. Korelasi Variabel Prediktor Diagnosis Preeklampsia

Kategori Kekuatan	Variabel	Korelasi (r)
Kuat	MAP	0.856
	R. PNYKIT	0.399
	IMT	0.322
	HB (g/dL)	0.240
	Eritrosit (10 ³ /μL)	0.224
	Hematokrit (%)	0.198
Sedang	Limfosit Count (10 ³ /μL)	0.192
	P-LCR (%)	0.192
	Usia	0.169
	Limfosit (%)	0.147
	PDW (%)	0.134
	MPV (fL)	0.131
	MCHC (g/dL)	0.129
	Neutrofil Absolut (10 ³ /μL)	-0.108
	Trombosit (10 ³ /μL)	-0.102
	Gravida	0.078
Lemah	KWN	0.058
	MCH (pg)	0.041
	UK	0.026
	Basofil (%)	0.012
	RDW-CV (%)	0.010
	Paritas	-0.003
	Eosinofil (%)	-0.009
	RDW-SD (fL)	-0.013
	MCV (fL)	-0.022
	Leukosit (10 ³ /μL)	-0.027
	Monosit (%)	-0.066
	Neutrofil (%)	-0.077

Dampak klinis preeklampsia berdampak pada luaran perinatal (Tabel 1 & 2). Bayi dari ibu dengan preeklampsia memiliki berat badan lahir dan panjang badan lahir yang secara signifikan lebih rendah (p=0,001 dan p=0,002). Nilai Apgar juga secara signifikan lebih buruk (p<0,001), dengan proporsi asfiksia sedang yang lebih tinggi pada kelompok preeklampsia (23,2% vs 6,3%). Analisis data kategorik (Tabel 2) juga mengungkap hubungan yang sangat signifikan antara preeklampsia dengan riwayat penyakit ibu (p<0,001), dimana 27,5% subjek preeklampsia memiliki riwayat penyakit, dibandingkan dengan 0% pada kelompok normotensif. Luarannya perinatal yang buruk ini konsisten dengan penelitian di

Malaysia yang melaporkan bahwa preeklampsia meningkatkan risiko Bayi Berat Lahir Rendah (BBLR) hingga 7,87 kali. (21) Hal ini menegaskan urgensi deteksi dini untuk mencegah komplikasi jangka pendek dan panjang pada bayi. Riwayat penyakit ibu yang menjadi faktor risiko dominan menunjukkan pentingnya anamnesis yang mendalam dan pencatatan rekam medis yang komprehensif.

Analisis korelasi (Tabel 3) memperlihatkan kekuatan asosiasi setiap variabel. *Mean Arterial Pressure* (MAP) teridentifikasi sebagai prediktor terkuat dengan koefisien korelasi sangat tinggi (r = 0,856). Riwayat penyakit ibu (r = 0,399) dan IMT (r = 0,322) juga menunjukkan korelasi kuat.

Beberapa parameter hematologi dan indeks trombosit, seperti hemoglobin, eritrosit, hematokrit, dan P-LCR, menunjukkan korelasi sedang. Variabel-variabel inilah yang kemudian terpilih sebagai kandidat variabel prediktor (*feature candidates*) potensial. Hal ini memberikan landasan yang data-driven dan rasional untuk pemilihan fitur dalam pembangunan model prediksi berbasis *machine learning* (ML). Variabel dengan korelasi kuat dan sedang, yang seluruhnya dapat diperoleh dari data kunjungan rutin antenatal, merupakan input yang sangat baik sebagai peridiktor. Pendekatan ini sejalan dengan rekomendasi Christiansen, Wilstrup, & Hedley (2022) mengenai pentingnya model "*white-box*" yang dapat diinterpretasi, di mana fitur-fitur klinis yang secara biologis digunakan. Seperti yang ditunjukkan oleh Tiruneh et al. (2024), model ML yang memanfaatkan data rutin yang terintegrasi dalam rekam medis elektronik dapat berfungsi sebagai sistem early warning yang powerful(15,22), membantu tenaga kesehatan mengidentifikasi ibu hamil berisiko tinggi secara lebih dini dan akurat, sehingga intervensi preventif dapat dilakukan tepat waktu.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, *Mean Arterial Pressure* (MAP) terbukti sebagai prediktor terkuat preeklampsia, dengan dukungan signifikan dari faktor IMT tinggi dan riwayat penyakit ibu. Parameter hematologi rutin seperti pola trombosit dan hemokonsentrasi memberikan nilai tambah sebagai alat skrining yang mudah diakses. Analisis korelasi berhasil mengidentifikasi kandidat variabel prediktor potensial yang layak dikembangkan lebih lanjut. Untuk implementasi klinis, direkomendasikan skrining intensif pada ibu hamil dengan profil MAP tinggi dan IMT berlebih, disertai pemantauan parameter hematologi rutin.

SINGKATAN DAN AKRONIM

PE (Preeklampsia), ML (Machine Learning), BMI (Body Mass Index), ART (Assisted Reproductive Technology), PAPP-A (Pregnancy-Associated Plasma Protein A), IMT (Indeks Massa Tubuh), MAP (Mean Arterial Pressure), IQR (Interquartile Range), Hb (Hemoglobin), CBC (Complete Blood Count), PDW (Platelet Distribution Width), MPV (Mean Platelet Volume), P-LCR (Platelet Larger Cell Ratio), MCHC (Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration), RDW-CV (Red Cell Distribution Width-Coefficient of Variation), RDW-SD (Red Cell Distribution Width-Standard Deviation), MCV (Mean Corpuscular Volume), MCH (Mean Corpuscular Hemoglobin), TMA (Thrombotic Microangiopathy), BBLR (Berat Badan Lahir Rendah), PB (Panjang Badan Lahir), KWN (Status Perkawinan), UK (Usia Kehamilan), R. PNYKIT (Riwayat Penyakit).

ACKNOWLEDGEMENTS

Penelitian ini didanai oleh Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi (Kemdiktisaintek) melalui Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DPPM) dalam skema Hibah Penelitian Dosen Pemula (PDP) Tahun Pelaksanaan 2025, yang dikelola melalui sistem BIMA. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau atas izin dan dukungan yang telah diberikan dalam pengambilan data untuk keperluan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Montgomery-Csobán TT, Kavanagh K, Murray P, Robertson C, Barry SJEE, Vivian Ukah U, et al. Machine learning-enabled maternal risk assessment for women with pre-eclampsia (the PIERS-ML model): a modelling study. *Lancet Digit Heal*. 2024 Apr;6(4):e238–50.

World Health Organization. World Health Organization. 2025 [cited 2025 Apr 4]. Many pregnancy-related complications going undetected and untreated – WHO. Available from: <https://www.who.int/news/item/08-03-2025-many-pregnancy-related-complications-going-undetected-and-untreated--who>

Kementerian Kesehatan RI. Profil Kesehatan Indonesia 2023. Jakarta; 2024.

Dinas Kesehatan Provinsi Riau. Profil Kesehatan Provinsi Riau 2022 [Internet]. Pekanbaru; 2023. Available from: [https://dinkes.riau.go.id/sites/default/files/2023-11/Profil Kesehatan Provinsi Riau 2022.pdf](https://dinkes.riau.go.id/sites/default/files/2023-11/Profil%20Kesehatan%20Provinsi%20Riau%202022.pdf)

Ningsih RA, Yusrawati, Aldina Ayunda Insani, Joserizal Serudji. Maternal characteristics in obstetric emergency cases at RSUP Dr. M. Djamil Padang. *Sci Midwifery*. 2022;10(5):3897–903.

Desai P. Pre-eclampsia Prevention, Prediction and Possibilities. Boca Raton: CRC Press; 2021.

Wesson JL, Smith N. A machine learning model to predict preeclampsia in pregnant women. *Procedia Comput Sci* [Internet]. 2024;239(2023):1645–52. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.06.341>

Lv B, Wang G, Pan Y, Yuan G, Wei L. Construction and evaluation of machine learning-based predictive models for early-onset preeclampsia. *Pregnancy Hypertens* [Internet]. 2025;39(September 2024):101198. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.preghy.2025.101198>

Tiruneh SA, Rolnik DL, Teede HJ, Enticott J. Prediction of pre-eclampsia with machine

- learning approaches: Leveraging important information from routinely collected data. *Int J Med Inform* [Internet]. 2024 Dec;192(October 2023):105645. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2024.105645>
- Braden W Eberhard, Cohen RY, John Rigoni, David W Bates, Kathryn J Gray, Kovacheva VP. An Interpretable Longitudinal Preeclampsia Risk Prediction Using Machine Learning. *medRxiv*. 2023;2023 Aug 1(1):1–30.
- Li T, Xu M, Wang YY, Wang YY, Tang H, Duan H, et al. Prediction model of preeclampsia using machine learning based methods: a population based cohort study in China. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2024;15(June):1–14.
- Parker J, Hofstee P, Brennecke S. Prevention of Pregnancy Complications Using a Multimodal Lifestyle, Screening, and Medical Model. *J Clin Med*. 2024;13(15).
- Mendoza M, Garcia-Manau P, Arévalo S, Avilés M, Serrano B, Sánchez-Durán MÁ, et al. Diagnostic accuracy of first-trimester combined screening for early-onset and preterm pre-eclampsia at 8-10 compared with 11-13 weeks' gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol Off J Int Soc Ultrasound Obstet Gynecol*. 2021 Jan;57(1):84–90.
- Ranjbar A, Montazeri F, Ghamsari SR, Mehrnoush V, Roozbeh N, Darsareh F. Machine learning models for predicting preeclampsia: a systematic review. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2024;24(1):1–6.
- Christiansen M, Wilstrup C, Hedley PL. Explainable “white-box” machine learning is the way forward in preeclampsia screening. *Am J Obstet Gynecol* [Internet]. 2022;227(5):791. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2022.06.057>
- Wesson JL, Smith N. A machine learning model to predict preeclampsia in pregnant women. *Procedia Comput Sci* [Internet]. 2024;239(2023):1645–52. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.06.341>
- Poniedziałek-Czajkowska E, Mierzyński R, Leszczyńska-Gorzelak B. Preeclampsia and Obesity — The Preventive Role of Exercise. *Int J Environ Res Public Heal*. 2023;. 2023;20(1267):2–39.
- Zhu J, Zhang J, Syaza Razali N, Chern B, Tan KH. Mean arterial pressure for predicting preeclampsia in Asian women: A longitudinal cohort study. *BMJ Open*. 2021;11(8):1–9.
- Lokki AI, Heikkinen-Eloranta J. Pregnancy induced TMA in severe preeclampsia results from complement-mediated thromboinflammation. *Hum Immunol* [Internet]. 2021;82(5):371–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.humimm.2021.03.006>
- Araújo DC, de Macedo AA, Veloso AA, Alpoim PN, Gomes KB, Carvalho M das G, et al. Complete blood count as a biomarker for preeclampsia with severe features diagnosis: a machine learning approach. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2024 Oct;24(1):628.
- Sutan R, Aminuddin NA, Mahdy ZA. Prevalence, maternal characteristics, and birth outcomes of preeclampsia: A cross-sectional study in a single tertiary healthcare center in greater Kuala Lumpur Malaysia. *Front Public Heal*. 2022;10.
- Tiruneh SA, Rolnik DL, Teede HJ, Enticott J. Prediction of pre-eclampsia with machine learning approaches: Leveraging important information from routinely collected data. *Int J Med Inform* [Internet]. 2024;192(October 2023):105645. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2024.105645>