

e-ISSN: 2964-0849
Vol.5 No.1 November 2026
DOI :https://doi.org/10.59585/bajik

Barongko
Jurnal Ilmu Kesehatan

Pengembangan Model Prediksi Dini Preeklamsia melalui Integrasi Pola Hidup Sehat, Faktor Klinis, Hemodinamik, Doppler Uterina, dan Biomarker: Protokol Penelitian Kohort Prospektif

Development of an Integrated Early Preeclampsia Prediction Model: A Prospective Cohort Study Protocol

Syarif Nur*, Yunita , Hamdana Yunisar, Arlin Adam , Muhammad Azwar
**Program Doktor, Universitas Mega Buana Palopo, Indonesia*

syarifnur72@gmail.com* , ithayounita@gmail.com, hamdanahazed@gmail.com , arlin.adam73@gmail.com , mazwar@umegabuana.ac.id

Resive : 01 November 2026 Revised : 05 November 2026 Accept: 07 November 2026 Publish: 09 November 2026

Abstract

Background: Preeclampsia is a significant cause of maternal and perinatal morbidity. Screening models based solely on clinical factors may fail to capture information regarding behavioral aspects, hemodynamics, uteroplacental perfusion, and angiogenic imbalances. Objective: To develop and internally validate an early prediction model for preeclampsia by integrating clinical factors, lifestyle patterns, mean arterial pressure (MAP), uterine artery pulsatility index (UtA-PI), and angiogenic biomarkers, and to compare this with a baseline clinical model. Methods: A prospective cohort study of pregnant women will be conducted, with recruitment occurring between 11 weeks and 13 weeks + 6 days of gestation, followed by monitoring until delivery. Predictors will be assessed in early pregnancy, prior to the occurrence of the outcome. Four hierarchical models will be developed using logistic regression; performance will be evaluated through discrimination, calibration, Brier score, and internal bootstrap validation. Sample size will be determined based on the number of parameters, event incidence, and targets for minimizing overfitting. All procedures require ethical approval. Expected Outcomes: An individual risk estimation model that can be evaluated for implementation in antenatal screening; no claims regarding clinical utility will be made prior to formal testing. This protocol outlines a research design for developing and testing an early preeclampsia prediction model based on the integration of data across multiple domains. The performance, accuracy, and clinical utility of the model cannot be determined until the study has been conducted and the results have been analyzed..

Keywords: *Preeclampsia, Prediction Model, Prospective Cohor, Placental Growth Factor, Uterine Artery Doppler.*

Author@ This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/



e-ISSN: 2964-0849
Vol.5 No.1 November 2026
DOI :https://doi.org/10.59585/bajik

Barongko
Jurnal Ilmu Kesehatan

Abstrak

Latar belakang: Preeklamsia merupakan penyebab penting morbiditas maternal dan perinatal. Model skrining yang hanya menggunakan faktor klinis mungkin belum menangkap informasi perilaku, hemodinamik, perfusi uteroplasenta, dan ketidakseimbangan angiogenik. Tujuan: Mengembangkan dan memvalidasi secara internal model prediksi dini preeklamsia berbasis integrasi faktor klinis, pola hidup, mean arterial pressure (MAP), indeks pulsatilitas arteri uterina (UtA-PI), dan biomarker angiogenik, serta membandingkannya dengan model klinis dasar. Metode: Direncanakan kohort prospektif ibu hamil yang direkrut pada usia gestasi 11–13 minggu + 6 hari dan diikuti hingga persalinan. Prediktor dinilai pada awal kehamilan sebelum luaran terjadi. Empat model bertingkat akan dikembangkan dengan regresi logistik; kinerja dinilai melalui diskriminasi, kalibrasi, Brier score, dan validasi internal bootstrap. Besar sampel ditentukan berdasarkan jumlah parameter, insidensi kejadian, dan target overfitting. Semua prosedur memerlukan persetujuan etik. Luaran yang diharapkan: Model estimasi risiko individual yang dapat dievaluasi untuk penerapan skrining antenatal; manfaat klinis tidak akan diklaim sebelum pengujian. Protokol ini menyediakan rancangan penelitian yang dapat digunakan untuk mengembangkan dan menguji model prediksi dini preeklamsia berbasis integrasi lintas-domain. Kinerja, akurasi, dan manfaat klinis model belum dapat dinyatakan sebelum penelitian dilaksanakan dan hasil dianalisis

Kata Kunci: Preeklamsia, Model Prediksi, Kohort Prospektif, Faktor Pertumbuhan Plasenta, Doppler Arteri Uterina.

Penulis Korespondensi : Syarif Nur

I. PENDAHULUAN

Preeklamsia merupakan gangguan hipertensi pada kehamilan yang umumnya timbul setelah 20 minggu dan dapat disertai proteinuria atau gangguan organ maternal/uteroplasenta. Penyakit ini mempunyai patogenesis multifaktorial dan berdampak terhadap keselamatan ibu serta janin (ACOG, 2020; Brown et al., 2018)

Model patofisiologi dua tahap mengaitkan gangguan plasentasi dengan respons sistemik maternal, termasuk disfungsi endotel. MAP, UtA-PI, PlGF, dan sFlt-1 menawarkan informasi dari domain yang berbeda; perilaku dan faktor klinis dapat berkontribusi pada heterogenitas risiko (Poon et al., 2019; Steyerberg, 2019).

Penelitian ini bertujuan menilai apakah integrasi faktor klinis, perilaku, hemodinamik, Doppler, dan biomarker meningkatkan kinerja prediksi dibandingkan pendekatan berbasis faktor klinis saja. Hipotesis utama adalah adanya peningkatan performa prediksi setelah koreksi optimism, tanpa mengasumsikan bahwa penambahan prediktor selalu meningkatkan manfaat klinis.

II. METODE

Studi pengembangan model prediksi dengan desain kohort prospektif. Lokasi yang diusulkan adalah layanan antenatal RSUD H.M. Djafar Harun Kolaka Utara dan jejaring fasilitas yang menyetujui kerja sama. Tanggal mulai, akhir rekrutmen, dan masa tindak lanjut akan ditetapkan dalam protokol final sebelum pengumpulan data.

Populasi target adalah ibu hamil yang melakukan pemeriksaan antenatal. Inklusi yang diusulkan: kehamilan yang dapat diikuti hingga persalinan, usia gestasi 11–13+6 minggu saat pengukuran prediktor, serta

e-ISSN: 2964-0849
Vol.5 No.1 November 2026
DOI :https://doi.org/10.59585/bajik

Barongko
Jurnal Ilmu Kesehatan

persetujuan tertulis. Eksklusi dan penanganan kondisi yang telah memenuhi diagnosis preeklamsia saat baseline harus ditetapkan sebelum rekrutmen. Pengambilan sampel konsekutif dilakukan pada peserta memenuhi syarat.

Setelah persetujuan etik dan informed consent, data dikumpulkan melalui kuesioner terstruktur, anamnesis, antropometri, pengukuran tekanan darah terstandar, Doppler uterina oleh petugas terlatih, serta pemeriksaan biomarker dengan prosedur laboratorium terdokumentasi. Protokol mencatat usia gestasi, metode pengukuran, lot reagen, missing data, dan kehilangan tindak lanjut. Penilai luaran diupayakan tidak mengetahui hasil skor model.

Ukuran sampel tidak ditentukan menggunakan aturan sederhana 10 events per variable. Perhitungan akan menggunakan pendekatan Riley dan kolega berdasarkan proporsi kejadian preeklamsia yang diperkirakan, jumlah derajat kebebasan prediktor, perkiraan R^2, dan target shrinkage/optimism; jumlah sampel final dilaporkan bersama seluruh asumsi (Steyerberg, 2019).

Empat model bertingkat akan dibandingkan: (1) klinis; (2) klinis + pola hidup; (3) model 2 + MAP + UtA-PI; dan (4) model 3 + PlGF dan sFlt-1 atau transformasi biomarker yang diprespesifikasi. Hindari memasukkan rasio sFlt-1/PlGF bersamaan dengan kedua komponennya tanpa justifikasi kolinearitas. Variabel kontinu dipertahankan dalam bentuk kontinu, dengan evaluasi nonlinier bila jumlah kejadian memungkinkan.

Tabel 1. Empat Model Bertingkat

Model	Prediktor	Pertanyaan
1	Faktor klinis	Performa dasar
2	Model 1 + pola hidup	Nilai tambah perilaku
3	Model 2 + MAP + UtA-PI	Nilai tambah hemodinamik dan Doppler
4	Model 3 + PlGF/sFlt-1 (spesifikasi dipilih sebelum analisis)	Nilai tambah biomarker

Data hilang akan dideskripsikan dan ditangani dengan strategi yang diprespesifikasi, termasuk multiple imputation bila sesuai. Model regresi logistik akan dievaluasi menggunakan AUC dengan interval kepercayaan 95%, calibration intercept/slope, calibration plot, dan Brier score. Bootstrap digunakan untuk mengestimasi optimism dan memperbaiki koefisien jika diperlukan. Sensitivitas, spesifisitas, PPV, dan NPV dihitung pada ambang yang ditentukan berdasarkan tujuan klinis. Decision curve analysis dapat ditambahkan untuk mengevaluasi net benefit. Pelaporan mengikuti TRIPOD dan pembaruan yang relevan (Collins et al., 2015).

Penelitian dilaksanakan hanya setelah memperoleh persetujuan komite etik dan izin lokasi. Identitas diganti kode, akses data dibatasi, dan peserta dapat menarik diri tanpa memengaruhi pelayanan. Model penelitian tidak digunakan untuk menggantikan penilaian klinis atau menunda penanganan standar.

e-ISSN: 2964-0849
Vol.5 No.1 November 2026
DOI :https://doi.org/10.59585/bajik

Barongko
Jurnal Ilmu Kesehatan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

Tabel 2 . Rencana Penyajian Hasil

Karakteristik	**Total (n=...)**	**PE (n=...)**	**Tanpa PE (n=...)**
Usia ibu, tahun	—	—	—
IMT, kg/m²	—	—	—
MAP, mmHg	—	—	—
UtA-PI	—	—	—
PlGF	—	—	—
sFlt-1	—	—	—
Riwayat PE, n (%)	—	—	—

Indikator	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
AUC (95% CI)	—	—	—	—
Calibration slope	—	—	—	—
Calibration intercept	—	—	—	—
Brier score	—	—	—	—
AUC terkoreksi bootstrap	—	—	—	—

Belum tersedia data observasi; karena itu tidak ada angka prevalensi, koefisien, nilai p, AUC, maupun kesimpulan efektivitas yang dilaporkan. Tabel berikut merupakan template untuk diisi setelah analisis.

2. Pembahasan

Pembahasan akan membandingkan kemampuan model klinis dan integratif dari aspek diskriminasi, kalibrasi, nilai tambah prediktor, dan kelayakan biaya. Perbaikan AUC saja tidak membuktikan utilitas klinis. Pertimbangan implementasi meliputi akses pemeriksaan biomarker, keterampilan Doppler, transportasi spesimen, dan potensi ketimpangan akses di fasilitas pelayanan primer.

Keterbatasan yang diantisipasi mencakup jumlah kejadian yang terbatas, variasi antaroperator, bias pelaporan pola hidup, missing data, dan generalisasi ke populasi lain. Validasi eksternal pada kohort independen diperlukan sebelum model direkomendasikan untuk penggunaan rutin.

IV. KESIMPULAN

Protokol ini menyediakan rancangan penelitian yang dapat digunakan untuk mengembangkan dan menguji model prediksi dini preeklamsia berbasis integrasi lintas-domain. Kinerja, akurasi, dan manfaat klinis model belum dapat dinyatakan sebelum penelitian dilaksanakan dan hasil dianalisis.



e-ISSN: 2964-0849
Vol.5 No.1 November 2026
DOI :https://doi.org/10.59585/bajik

Barongko
Jurnal Ilmu Kesehatan

DAFTAR PUSTAKA

ACOG. Gestational Hypertension and Preeclampsia. Practice Bulletin No. 222. Obstetrics & Gynecology. 2020;135:e237–e260.

Brown MA, et al. The hypertensive disorders of pregnancy: ISSHP classification, diagnosis & management recommendations. Pregnancy Hypertension. 2018;13:291–310.

Poon LC, et al. The FIGO initiative on pre-eclampsia: A pragmatic guide for first-trimester screening and prevention. Int J Gynaecol Obstet. 2019;145(Suppl 1):1–33.

Steyerberg EW. Clinical Prediction Models. 2nd ed. Springer; 2019.Riley RD, et al. Minimum sample size for developing a multivariable prediction model: PART II. Statistics in Medicine. 2019;38:1276–1296.

Collins GS, et al. TRIPOD Statement. Ann Intern Med. 2015;162:55–63.

Redman CW, Sargent IL. Latest advances in understanding preeclampsia. Science. 2005;308:1592–1594.

WHO. Recommendations for Prevention and Treatment of Pre-eclampsia and Eclampsia. Geneva: WHO; 2011.