

Early Marriage and Reproductive Immunology: A Critical Literature Review

Pauzan*

Teknologi Laboratorium Medis, Fakultas Kesehatan, Sains dan Teknologi, Universitas Bima, Internasional MFH, Mataram, Indonesia;

Article History

Received : June 07th, 2026

Revised : July 04th, 2026

Accepted : July 07th, 2026

*Corresponding Author: **Pauzan**,
Teknologi Laboratorium Medis,
Fakultas Kesehatan, Sains dan
Teknologi, Universitas Bima,
Internasional MFH, Mataram,
Indonesia;
Email: ozanfauzan552@gmail.com

Abstract: Early marriage is a reproductive health issue associated with an increased risk of maternal complications and reproductive immune system disorders in adolescent females. The immaturity of reproductive organs and the immune system at a young age increases susceptibility to infections, anemia, preeclampsia, and preterm birth. This article aims to examine the relationship between early marriage and reproductive immune dysregulation from the perspective of reproductive immunology. The method used was a systematic literature review through the analysis of various scientific publications related to reproductive health, adolescent pregnancy complications, and immune responses. The findings indicate that early marriage is associated with disturbances in both innate and adaptive immunity, including alterations in the activity of T cells, B cells, macrophages, and natural killer cells, which play essential roles in maintaining immunological tolerance during pregnancy. This immune dysregulation increases the risk of sexually transmitted infections, obstetric complications, and impaired fetal and neonatal growth. Furthermore, malnutrition and psychosocial stress among adolescents may further worsen immune function and maternal health. Therefore, early marriage represents an important risk factor for reproductive immune disorders and maternal-child health problems.

Keywords: Adolescent pregnancy; Early marriage; Immune dysregulation; Reproductive immunology.

Pendahuluan

Pernikahan dini masih menjadi permasalahan kesehatan masyarakat global yang berdampak terhadap kesehatan reproduksi perempuan, khususnya remaja. Kejadian ini dipengaruhi oleh berbagai determinan sosial, seperti kemiskinan, rendahnya tingkat pendidikan, norma budaya, ketimpangan gender, serta keterbatasan akses terhadap layanan kesehatan reproduksi (Fadlyana & Larasaty, 2016; Astuti et al., 2022). Oleh karena itu, hubungan antara pernikahan dini dan luaran kesehatan reproduksi tidak bersifat langsung, tetapi dimediasi oleh berbagai faktor biologis, perilaku, dan lingkungan yang saling berinteraksi.

Pernikahan pada usia remaja meningkatkan kemungkinan terjadinya aktivitas seksual lebih dini, kehamilan remaja, rendahnya penggunaan kontrasepsi, serta keterlambatan pemanfaatan layanan kesehatan reproduksi.

Faktor-faktor tersebut merupakan mediator yang berkontribusi terhadap meningkatnya risiko infeksi menular seksual (IMS), termasuk *Human Immunodeficiency Virus* (HIV), serta komplikasi kehamilan dan persalinan (Ghosh et al., 2018; World Health Organization [WHO], 2024). Sementara itu, status sosial ekonomi, status gizi, tingkat pendidikan, dan akses terhadap pelayanan kesehatan merupakan faktor perancu (*confounding factors*) yang dapat memengaruhi baik kejadian pernikahan dini maupun luaran kesehatan reproduksi (UNICEF, 2023; WHO, 2024). Dengan demikian, pernikahan dini lebih tepat dipahami sebagai determinan hulu (*upstream determinant*) yang meningkatkan paparan terhadap berbagai faktor risiko tersebut.

Dari perspektif imunologi reproduksi, perubahan sistem imun pada remaja tidak dapat diatribusikan secara langsung terhadap status pernikahan, tetapi lebih berkaitan dengan proses maturasi organ reproduksi dan paparan biologis yang menyertainya. Selama masa remaja, sistem

reproduksi masih mengalami perkembangan struktural dan fungsional sehingga mekanisme pertahanan imun lokal belum mencapai kondisi yang sama dengan perempuan dewasa.

Salah satu karakteristik biologis yang penting adalah maturasi serviks. Pada remaja, zona transformasi serviks masih didominasi oleh epitel kolumnar (*cervical ectopy*) yang lebih rentan terhadap kolonisasi mikroorganisme dibandingkan epitel skuamosa matang. Epitel tersebut memiliki permeabilitas yang lebih tinggi serta mengandung lebih banyak sel target bagi patogen, sehingga meningkatkan kerentanan terhadap infeksi *Chlamydia trachomatis*, *Neisseria gonorrhoeae*, maupun HIV (Wira et al., 2015; Moscicki et al., 2020).

Selain serviks, maturasi endometrium dan uterus juga belum sepenuhnya optimal. Respons endometrium terhadap regulasi hormon ovarium masih mengalami proses adaptasi sehingga mekanisme toleransi imun yang diperlukan untuk implantasi dan mempertahankan kehamilan belum berkembang secara sempurna. Ketidakseimbangan antara respons imun proinflamasi dan antiinflamasi pada fase ini dapat memengaruhi homeostasis saluran reproduksi dan meningkatkan kerentanan terhadap inflamasi maupun komplikasi kehamilan (Mor et al., 2017; Wira et al., 2021).

Pertahanan utama terhadap patogen pada saluran reproduksi perempuan berada pada sistem imun mukosa genital yang terdiri atas penghalang epitel, mukus, peptida antimikroba, imunoglobulin A sekretori (*secretory IgA*), serta berbagai komponen imun bawaan, seperti makrofag, neutrofil, sel dendritik, dan *natural killer* (NK). Fungsi sistem imun mukosa dipengaruhi oleh perubahan hormonal, komposisi mikrobiota vagina, serta integritas epitel. Pada remaja, mekanisme tersebut masih berada dalam proses maturasi sehingga kapasitas perlindungan terhadap patogen dapat lebih rendah dibandingkan perempuan dewasa (Anahtar et al., 2018; Wira et al., 2015). Aktivitas seksual yang terjadi pada fase ini berpotensi menimbulkan mikrotrauma epitel dan mempermudah masuknya mikroorganisme ke dalam mukosa genital sehingga memicu respons inflamasi lokal dan meningkatkan risiko IMS (Shannon et al., 2019).

Kehamilan yang terjadi pada masa remaja semakin meningkatkan kompleksitas respons imun reproduksi. Kehamilan memerlukan adaptasi imunologis untuk mempertahankan toleransi terhadap janin tanpa menghilangkan

kemampuan tubuh melawan infeksi. Pada remaja, mekanisme adaptasi tersebut belum berlangsung secara optimal karena proses maturasi sistem reproduksi dan sistem imun masih berlangsung. Akibatnya, kehamilan remaja dikaitkan dengan peningkatan risiko anemia, preeklamsia, eklampsia, infeksi puerperal, persalinan prematur, perdarahan pascapersalinan, serta sepsis yang berkontribusi terhadap meningkatnya morbiditas dan mortalitas maternal maupun neonatal (WHO, 2024; Astuti et al., 2022). Risiko tersebut semakin meningkat apabila kehamilan disertai status gizi yang buruk, keterlambatan pemeriksaan antenatal, atau akses pelayanan kesehatan yang terbatas.

Dengan demikian, kerentanan terhadap infeksi maupun komplikasi reproduksi pada remaja merupakan hasil interaksi yang kompleks antara maturasi serviks, perkembangan endometrium dan uterus, fungsi sistem imun mukosa, perubahan hormonal, komposisi mikrobiota genital, status gizi, serta paparan aktivitas seksual dan kehamilan. Dalam kerangka tersebut, pernikahan dini tidak dipandang sebagai penyebab biologis langsung dari disregulasi imun reproduksi, tetapi sebagai determinan sosial yang meningkatkan kemungkinan terjadinya paparan terhadap faktor-faktor biologis dan perilaku yang pada akhirnya memengaruhi homeostasis imun reproduksi. Pemahaman mengenai jalur kausal ini penting sebagai dasar dalam merancang strategi pencegahan yang tidak hanya berfokus pada penundaan usia perkawinan, tetapi juga pada peningkatan edukasi kesehatan reproduksi, akses terhadap pelayanan kesehatan, perbaikan status gizi, dan perlindungan kesehatan remaja secara komprehensif.

Bahan dan Metode

Metode penelitian yang digunakan dalam artikel ini adalah *systematic literature review* (SLR). Pendekatan ini dilakukan melalui identifikasi, seleksi, evaluasi, dan sintesis berbagai literatur ilmiah yang relevan mengenai hubungan pernikahan dini dengan disregulasi imun reproduksi pada perempuan. Literatur yang dianalisis meliputi artikel penelitian, jurnal ilmiah, dan publikasi akademik yang membahas kerentanan imunologis, kesehatan reproduksi, serta risiko penyakit infeksi pada perempuan yang menikah pada usia dini.

Kajian ini difokuskan pada analisis mekanisme imunopatologi yang mendasari peningkatan risiko infeksi, termasuk infeksi menular seksual (IMS) dan Human Immunodeficiency Virus (HIV), pada perempuan usia remaja. Selain itu, penelitian ini juga menelaah pengaruh pernikahan dini terhadap respons imun bawaan (*innate immunity*) dan imun adaptif (*adaptive immunity*), serta kaitannya dengan komplikasi reproduksi dan obstetri. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif dan komparatif untuk menghasilkan pemahaman yang komprehensif mengenai dampak biologis dan imunologis pernikahan dini terhadap kesehatan reproduksi perempuan.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Kajian Literatur

Hasil sintesis terhadap literatur yang memenuhi kriteria inklusi menunjukkan bahwa hubungan antara pernikahan dini dan gangguan kesehatan reproduksi tidak bersifat langsung, tetapi dimediasi oleh berbagai faktor biologis, perilaku, dan sosial. Sebagian besar penelitian melaporkan bahwa perempuan yang menikah pada usia remaja memiliki kemungkinan lebih tinggi mengalami kehamilan dini, keterbatasan akses terhadap pelayanan kesehatan reproduksi,

serta peningkatan risiko infeksi menular seksual dan komplikasi obstetri dibandingkan perempuan yang menikah pada usia dewasa (Karolina et al., 2024; World Health Organization [WHO], 2024).

Dari aspek biologis, beberapa studi menunjukkan bahwa maturasi serviks, sistem imun mukosa genital, dan adaptasi imun selama kehamilan belum berkembang secara optimal pada remaja. Kondisi tersebut meningkatkan kerentanan terhadap kolonisasi patogen, respons inflamasi yang berlebihan, serta komplikasi kehamilan seperti anemia, preeklamsia, infeksi puerperal, dan persalinan prematur (Wira et al., 2015; Mor et al., 2017). Namun demikian, sebagian besar penelitian menegaskan bahwa perubahan imunologis tersebut lebih berkaitan dengan kehamilan remaja, aktivitas seksual, status gizi, dan paparan infeksi daripada status pernikahan itu sendiri.

Meskipun terdapat konsistensi mengenai meningkatnya risiko komplikasi reproduksi pada perempuan yang menikah dan hamil pada usia remaja, masih terdapat variasi dalam definisi paparan, indikator imunologi yang digunakan, serta desain penelitian. Oleh karena itu, interpretasi hasil perlu mempertimbangkan heterogenitas karakteristik studi yang dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik studi yang diikutsertakan dalam kajian literatur

Penulis (Tahun)	Negara	Desain Studi	Populasi/ Usia	Definisi Paparan	Biomarker/ Parameter Imun	Luaran Utama	Ukuran Efek	Kualitas Studi
Ghosh et al. (2018)	Multi-negara	Systematic review	Remaja 10–19 tahun	Pernikahan <18 tahun	Tidak dianalisis	Kehamilan remaja, IMS	RR/OR dari studi primer	Tinggi
Wira et al. (2015)	Amerika Serikat	Narrative review	Perempuan usia reproduksi	Aktivitas seksual	sIgA, defensin, sitokin, sel NK	Imunitas mukosa genital	Tidak tersedia	Tinggi
Mor et al. (2017)	Amerika Serikat	Review	Kehamilan	Kehamilan	IL-6, IL-10, TNF- α , Treg	Adaptasi imun kehamilan	Tidak tersedia	Tinggi
Shannon et al. (2019)	Kanada	Experimental review	Perempuan usia reproduksi	Aktivitas seksual	Sitokin mukosa, inflamasi	Kerentanan IMS	Tidak tersedia	Tinggi
Moscicki et al. (2020)	Amerika Serikat	Clinical guideline	Remaja	<i>Cervical ectopy</i>	Perubahan epitel serviks	Risiko HPV dan IMS	Tidak tersedia	Tinggi
Astuti et al. (2022)	Indonesia	Cross-sectional	Remaja menikah	Pernikahan dini	Tidak dianalisis	Komplikasi reproduksi	OR	Sedang
Karolina et al. (2024)	Indonesia	Cross-sectional	Ibu muda	Pernikahan dini	Tidak dianalisis	Anemia, preeklamsia	OR	Sedang

Penulis (Tahun)	Negara	Desain Studi	Populasi/ Usia	Definisi Paparan	Biomarker/ Parameter Imun	Luaran Utama	Ukuran Efek	Kualitas Studi
WHO (2024)	Global	Guideline	Remaja	Kehamilan remaja	Tidak dianalisis	Morbiditas maternal	Ringkasan bukti	Sangat tinggi

Tabel 1 menunjukkan bahwa sebagian besar bukti mengenai hubungan pernikahan dini dengan gangguan kesehatan reproduksi berasal dari penelitian observasional, sedangkan bukti mengenai mekanisme imunologi reproduksi lebih banyak diperoleh dari studi eksperimental dan tinjauan imunologi. Selain itu, hanya sebagian kecil penelitian yang secara langsung mengukur biomarker imun, seperti sitokin proinflamasi, imunoglobulin A sekretori (*secretory IgA*), peptida antimikroba, maupun aktivitas sel *natural killer* (NK). Kondisi ini menunjukkan bahwa bukti mengenai disregulasi imun pada perempuan yang menikah dini masih bersifat tidak langsung dan memerlukan penelitian prospektif yang menggabungkan luaran klinis dengan pengukuran biomarker imunologi reproduksi.

Secara biologis, perempuan usia di bawah 20 tahun masih berada dalam tahap perkembangan organ reproduksi dan sistem imun. Kondisi ini menyebabkan kemampuan tubuh dalam mempertahankan homeostasis kehamilan belum optimal. Faktor biologis tersebut berkorelasi langsung dengan meningkatnya risiko komplikasi kesehatan, termasuk kelahiran prematur, berat badan lahir rendah, serta peningkatan mortalitas maternal dan neonatal (Azis et al., 2021). Risiko kematian selama kehamilan dan persalinan bahkan dilaporkan lima kali lebih tinggi pada kelompok usia 10–14 tahun dibandingkan perempuan usia 20–24 tahun, sedangkan pada kelompok usia 15–19 tahun risikonya meningkat dua kali lipat (Shufiyah, 2018). Kondisi ini menunjukkan bahwa ketidakmatangan fisiologis remaja memiliki dampak signifikan terhadap kesehatan reproduksi dan keberhasilan kehamilan.

Selain berdampak pada kesehatan ibu, kehamilan usia dini juga meningkatkan risiko gangguan pertumbuhan pada anak, terutama stunting. Kehamilan remaja diketahui menjadi salah satu faktor risiko signifikan terhadap kejadian stunting pada anak (Pangaribuan et al., 2022). Penelitian menunjukkan bahwa perempuan yang hamil pada usia di bawah 20 tahun memiliki risiko lebih tinggi melahirkan bayi stunting dibandingkan ibu usia dewasa, bahkan peningkatan risiko dapat mencapai 60%

(Mustajab & Indriani, 2023). Kondisi ini berkaitan dengan persaingan kebutuhan nutrisi antara ibu yang masih dalam fase pertumbuhan dengan janin yang sedang berkembang. Selain itu, tingginya angka kelahiran prematur dan berat badan lahir rendah pada ibu muda turut menjadi faktor predisposisi utama stunting (Wijayanti & Berdame, 2019). Faktor psikologis juga turut memengaruhi kondisi tersebut, karena ibu usia remaja umumnya belum memiliki kesiapan emosional dan pengetahuan pengasuhan yang memadai untuk memenuhi kebutuhan nutrisi dan kesehatan anak secara optimal (Mediani et al., 2023).

Disregulasi Sistem Imun pada Pernikahan Dini

Perspektif imunologi reproduksi, respons imun pada kehamilan remaja tidak semata-mata ditentukan oleh usia biologis, tetapi dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling berinteraksi, termasuk status gizi, adanya infeksi, beban inflamasi, perubahan hormonal, stres psikososial, serta kondisi obstetri. Faktor-faktor tersebut memengaruhi proses adaptasi imun maternal yang diperlukan untuk mempertahankan toleransi terhadap janin sekaligus mempertahankan kemampuan tubuh dalam melawan patogen (Mor et al., 2017; Wira et al., 2021). Oleh karena itu, peningkatan risiko komplikasi pada kehamilan remaja lebih tepat dipahami sebagai konsekuensi dari kombinasi berbagai faktor biologis dan lingkungan daripada akibat usia remaja semata.

Status gizi merupakan salah satu faktor yang berperan penting dalam regulasi respons imun selama kehamilan. Defisiensi energi, protein, maupun mikronutrien seperti zat besi, folat, vitamin A, vitamin D, dan seng dapat mengganggu fungsi sel imun bawaan dan adaptif, meningkatkan produksi mediator proinflamasi, serta menurunkan kemampuan tubuh dalam mengendalikan infeksi. Sebaliknya, infeksi yang terjadi selama kehamilan dapat memperkuat respons inflamasi sistemik sehingga meningkatkan risiko komplikasi obstetri, termasuk persalinan prematur, preeklamsia, dan infeksi puerperal (Calder, 2020; Christian & Smith, 2018). Dengan demikian, hubungan

antara kehamilan remaja dan gangguan imunologis lebih tepat dijelaskan melalui perubahan adaptasi imun maternal yang dipengaruhi oleh status gizi, inflamasi, dan paparan infeksi daripada melalui asumsi bahwa sistem imun remaja secara universal belum berkembang sempurna.

Disregulasi imun pada kehamilan merupakan proses yang melibatkan perubahan respons imun bawaan (*innate immunity*) dan imun adaptif (*adaptive immunity*) untuk mempertahankan keseimbangan antara toleransi terhadap janin dan pertahanan terhadap patogen. Adaptasi imun tersebut dicirikan oleh regulasi berbagai populasi sel imun, termasuk *regulatory T cells* (Treg), *T helper 17* (Th17), *uterine natural killer* (uNK), makrofag desidua, serta perubahan profil sitokin proinflamasi dan antiinflamasi yang berperan penting dalam implantasi, perkembangan plasenta, dan keberlangsungan kehamilan (Mor et al., 2017; Ander et al., 2019).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa gangguan keseimbangan antara sel Treg dan Th17, disertai peningkatan mediator proinflamasi seperti *tumor necrosis factor-α* (TNF-α), interleukin (IL)-6, dan IL-17 serta penurunan sitokin imunoregulator seperti IL-10 dan *transforming growth factor-β* (TGF-β), berhubungan dengan peningkatan risiko preeklamsia, persalinan prematur, dan *intrauterine growth restriction* (IUGR) (Saito et al., 2024; Mor et al., 2017). Selain itu, perubahan fungsi *uterine natural killer* (uNK) dan makrofag desidua juga dilaporkan memengaruhi proses remodeling arteri spiralis dan perkembangan plasenta sehingga berkontribusi terhadap komplikasi obstetri (Ander et al., 2019).

Namun demikian, hingga saat ini bukti yang secara langsung mengevaluasi biomarker imun tersebut pada populasi perempuan yang menikah atau hamil pada usia remaja masih terbatas. Sebagian besar penelitian mengenai pernikahan dini menggunakan luaran epidemiologis, seperti kejadian preeklamsia, anemia, persalinan prematur, atau mortalitas maternal, tanpa mengukur perubahan subset sel imun maupun biomarker inflamasi. Oleh karena itu, hubungan antara pernikahan dini dan disregulasi imun reproduksi masih bersifat hipotesis biologis yang didasarkan pada mekanisme adaptasi imun kehamilan serta meningkatnya paparan faktor risiko, seperti status gizi yang kurang baik, infeksi, stres psikososial, dan keterlambatan akses pelayanan

kesehatan, yang diketahui dapat memengaruhi respons imun maternal (Christian & Smith, 2018; World Health Organization, 2024).

Dengan demikian, interpretasi mengenai keterlibatan sistem imun pada kehamilan remaja perlu dibatasi pada mekanisme yang telah dibuktikan melalui penelitian imunologi reproduksi. Sementara itu, hubungan spesifik antara pernikahan dini dengan perubahan biomarker imun, seperti proporsi Treg/Th17, aktivitas *uterine natural killer*, profil sitokin, maupun respons imun mukosa genital, masih memerlukan penelitian prospektif yang menggabungkan luaran klinis dengan pengukuran imunologi secara langsung.

Ketidakseimbangan hormonal pada kehamilan usia remaja juga berperan dalam disregulasi imun reproduksi. Perubahan hormonal dapat memengaruhi produksi sitokin proinflamasi dan antiinflamasi serta mengganggu regulasi sel T regulator (*Treg*) yang berfungsi mempertahankan toleransi imunologis selama kehamilan. Penelitian menunjukkan bahwa perempuan yang hamil pada usia dini cenderung memiliki kadar sitokin proinflamasi lebih tinggi dan sitokin antiinflamasi lebih rendah, sehingga meningkatkan risiko inflamasi dan infeksi selama kehamilan (Prentice, 2017). Kondisi tersebut menyebabkan lingkungan intrauterin menjadi kurang kondusif bagi perkembangan janin dan meningkatkan risiko komplikasi obstetri.

Gangguan Imun Bawaan dan Risiko Preeklamsia

Preeklamsia merupakan salah satu komplikasi kehamilan yang diketahui berkaitan dengan gangguan adaptasi imun maternal. Pada kehamilan normal, sel *uterine natural killer* (uNK), makrofag desidua, dan sel dendritik berperan penting dalam proses implantasi, invasi trofoblas, serta remodeling arteri spiralis untuk menjamin perfusi plasenta yang adekuat. Gangguan fungsi sel-sel imun tersebut dapat menyebabkan iskemia plasenta, disfungsi endotel, dan peningkatan respons inflamasi sistemik yang berkontribusi terhadap patogenesis preeklamsia (Meyer & Zenclussen, 2020; Raguema et al., 2020).

Selain perubahan pada sistem imun bawaan, preeklamsia juga dikaitkan dengan ketidakseimbangan respons imun adaptif, terutama perubahan proporsi *regulatory T cells* (Treg) dan *T helper 17* (Th17), disertai peningkatan sitokin proinflamasi, seperti

interleukin (IL)-6, IL-17, dan tumor necrosis factor- α (TNF- α), serta penurunan sitokin imunoregulator, seperti IL-10 dan transforming growth factor- β (TGF- β). Perubahan tersebut menciptakan lingkungan inflamasi pada antarmuka ibu–janin yang dapat menghambat perkembangan plasenta secara normal (Geldenhuys et al., 2018; Meyer & Zenclussen, 2020).

Namun demikian, sebagian besar bukti mengenai mekanisme imunologi tersebut berasal dari penelitian pada populasi ibu hamil secara umum dan belum secara khusus membandingkan biomarker imun antara kehamilan remaja dan kehamilan usia dewasa. Hingga saat ini, masih terbatas studi komparatif berdasarkan usia maternal yang mengevaluasi aktivitas uterine natural killer (uNK), keseimbangan Treg/Th17, profil sitokin, maupun fungsi makrofag desidua pada kehamilan remaja. Oleh karena itu, keterlibatan mekanisme imunologi dalam peningkatan risiko preeklamsia pada kehamilan remaja lebih tepat dipandang sebagai inferensi biologis yang didasarkan pada mekanisme patogenesis preeklamsia yang telah diketahui, bukan sebagai bukti bahwa perubahan imun tersebut lebih berat atau khas pada remaja.

Peningkatan risiko preeklamsia pada kehamilan remaja kemungkinan merupakan hasil interaksi berbagai faktor, termasuk status gizi, infeksi, stres psikososial, kualitas pelayanan antenatal, serta kondisi biologis reproduksi yang masih mengalami maturasi. Di samping itu, pada sebagian remaja, perkembangan anatomi panggul dan uterus yang belum optimal dapat meningkatkan risiko komplikasi obstetri, seperti persalinan prematur, persalinan terhambat, dan perdarahan. Dengan demikian, risiko komplikasi pada kehamilan remaja tidak dapat dijelaskan hanya melalui mekanisme imunologi, tetapi harus dipahami sebagai hasil interaksi faktor biologis, imunologis, dan sosial yang saling memengaruhi.

Faktor Nutrisi dan Psikososial terhadap Fungsi Imun

Disregulasi imunologis pada pernikahan dini juga dipengaruhi oleh faktor nutrisi dan psikososial. Remaja perempuan yang menikah dini sering mengalami malnutrisi dan anemia akibat kebutuhan nutrisi yang tinggi selama masa pertumbuhan dan kehamilan. Kondisi ini dapat menekan fungsi sistem imun, menghambat produksi antibodi, serta menurunkan efektivitas respons imun terhadap infeksi (Latifiani, 2019).

Ketidakseimbangan nutrisi juga memengaruhi perkembangan dan fungsi sel T yang berperan penting dalam respons imun adaptif dan toleransi kehamilan (Maulina et al., 2022).

Selain faktor biologis, tekanan psikologis dan sosial yang menyertai pernikahan dini turut memperburuk kondisi imunologis perempuan remaja. Stres psikososial kronis diketahui dapat meningkatkan produksi hormon stres seperti kortisol yang berpengaruh terhadap penurunan respons imun tubuh. Akibatnya, perempuan remaja yang menikah dini menjadi lebih rentan terhadap infeksi maternal dan neonatal serta berbagai komplikasi kehamilan (Duana et al., 2022; Larasati et al., 2018). Kondisi ini menciptakan lingkungan kehamilan yang kurang optimal dan meningkatkan risiko gangguan kesehatan reproduksi secara jangka panjang (Alifah et al., 2023; Wulandari et al., 2017).

Secara keseluruhan, hasil kajian ini menunjukkan bahwa pernikahan dini berkaitan erat dengan disregulasi imun reproduksi melalui mekanisme kompleks yang melibatkan ketidakmatangan organ reproduksi, gangguan sistem imun bawaan dan adaptif, ketidakseimbangan hormonal, status nutrisi yang buruk, serta faktor psikososial. Disfungsi imunologis tersebut meningkatkan risiko infeksi, komplikasi obstetri, preeklamsia, hingga gangguan pertumbuhan janin dan neonatal. Oleh karena itu, diperlukan upaya preventif melalui edukasi kesehatan reproduksi, perbaikan status gizi remaja, dan pencegahan pernikahan dini guna menurunkan risiko komplikasi imunologis dan meningkatkan kualitas kesehatan ibu dan anak.

Kesimpulan

Literatur yang ditelaah menunjukkan bahwa pernikahan usia anak dan kehamilan remaja secara konsisten **berasosiasi** dengan peningkatan risiko berbagai luaran kesehatan reproduksi yang merugikan, termasuk anemia, preeklamsia, persalinan prematur, infeksi, serta meningkatnya morbiditas dan mortalitas maternal maupun neonatal. Hubungan tersebut didukung oleh bukti epidemiologis yang relatif konsisten, meskipun besarnya risiko bervariasi antarpelelitian dan dipengaruhi oleh faktor perancu, seperti status gizi, kondisi sosial ekonomi, tingkat pendidikan, serta akses terhadap pelayanan kesehatan. Sebaliknya, bukti mengenai hubungan antara pernikahan dini dan disregulasi imun reproduksi masih terbatas serta

bersifat heterogen. Sebagian besar penelitian yang tersedia belum secara langsung mengevaluasi biomarker imun, seperti keseimbangan *regulatory T cells* (Treg)/*T helper 17* (Th17), aktivitas *uterine natural killer* (uNK), profil sitokin, maupun respons imun mukosa pada populasi perempuan yang menikah atau hamil pada usia remaja. Oleh karena itu, mekanisme imunologi yang dijelaskan dalam berbagai literatur lebih tepat dipahami sebagai **inferensi biologis** yang didasarkan pada mekanisme adaptasi imun kehamilan dan patogenesis komplikasi obstetri secara umum, bukan sebagai bukti langsung bahwa perubahan tersebut lebih khas atau lebih berat pada kehamilan remaja. Temuan ini menunjukkan perlunya penelitian prospektif yang mengombinasikan luaran klinis dengan pengukuran biomarker imunologi reproduksi untuk memperjelas hubungan antara usia kehamilan, adaptasi imun maternal, dan komplikasi obstetri. Dari perspektif kesehatan masyarakat, upaya pencegahan pernikahan usia anak tetap penting melalui peningkatan pendidikan, perbaikan status gizi remaja, penguatan akses terhadap layanan kesehatan reproduksi, serta penyediaan pelayanan antenatal yang berkualitas bagi remaja yang telah hamil, sehingga risiko komplikasi maternal dan neonatal dapat diminimalkan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Bima Internasional MFH Yang telah mendukung dalam melakukan publikasi artikel ilmiah ini, dan *Jurnal Biologi Tropis* sebagai media publikasi.

Referensi

- Alifah, R. N. A., Diana, D., & Pranoto, Y. K. S. (2023). Analisis Publikasi Karya Ilmiah tentang Pernikahan Usia Dini dan Stunting Pasca Peraturan Presiden Nomor 72 Tahun 2021. *Jurnal Obsesi Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 7(5), 6177–6184. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v7i5.5302>
- Astuti, E. R., Husain, F. I., & Sujawaty, S. (2022). Literature Review: Factors Associated With Hypertension In Pregnancy. *Journal Health & Science Gorontalo Journal Health and Science Community*, 6(3), 284–292. <https://doi.org/10.35971/gojhes.v6i3.16523>
- Astuti, E. R., Yulianingsih, E., & Rasyid, P. S. (2022). Penyuluhan Kesehatan Reproduksi Dan Pencegahan Pernikahan Usia Dini. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 6(6), 4745–4745. <https://doi.org/10.31764/jmm.v6i6.11112>
- Azis, R., Rifai, M., & Setiahati, N. K. (2021). Analisis Faktor Risiko Ibu Dan Anak Balita Terhadap Stunting Di Wilayah Kerja Puskesmas Sangurara, Kecamatan Tatanga, Palu. *Prepotif Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 5(2), 870–881. <https://doi.org/10.31004/prepotif.v5i2.1882>
- Duana, M., Siregar, S. M. F., Anwar, S., Is, J. M., Husna, A., & N, L. E. N. (2022). Dampak Pernikahan Dini Pada Generasi Z Dalam Pencegahan Stunting. *COMSEP Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2), 195–200. <https://doi.org/10.54951/comsep.v3i2.292>
- Fadlyana, E., & Larasaty, S. (2016). Pernikahan Usia Dini dan Permasalahannya. *Sari Pediatri*, 11(2), 136–136. <https://doi.org/10.14238/sp11.2.2009.136-41>
- Geldenhuis, J., Rossouw, T. M., Lombaard, H., Ehlers, M. M., & Kock, M. M. (2018). Disruption in the Regulation of Immune Responses in the Placental Subtype of Preeclampsia [Review of *Disruption in the Regulation of Immune Responses in the Placental Subtype of Preeclampsia*]. *Frontiers in Immunology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.01659>
- Ghosh, M., Jais, M., Biswas, R., Jarin, J., Daniels, J., Joy, C., Juzumaite, M., Emmanuel, V., & Gomez - Lobo, V. (2018). Immune biomarkers and anti - HIV activity in the reproductive tract of sexually active and sexually inactive adolescent girls. *American Journal of Reproductive Immunology*, 79(6). <https://doi.org/10.1111/aji.12846>
- Karolina, Y., Friscila, I., Hidayah, N., & Lathifah, N. (2024). Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Pernikahan Usia

- Dini Di Wilayah Puskesmas Tumbang Jutuh. *Al-Tamimi Kesmas*, 13(1), 14–20. <https://doi.org/10.35328/kesmas.v13i1.2538>
- Larasati, D. A., Nindya, T. S., & Arief, Y. S. (2018). Hubungan antara Kehamilan Remaja dan Riwayat Pemberian ASI Dengan Kejadian Stunting pada Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Pujon Kabupaten Malang. *Amerta Nutrition*, 2(4), 392–392. <https://doi.org/10.20473/amnt.v2i4.2018.392-401>
- Latifiani, D. (2019). The Darkest Phase for Family: Child Marriage Prevention and Its Complexity in Indonesia. *Journal of Indonesian Legal Studies*, 4(2), 241–258. <https://doi.org/10.15294/jils.v4i2.34708>
- Maulina, A., Winandri, F., Dharma, N., Arya, G., Meilena, E., Celianing, A., & Wahyudi, K. E. (2022). Upaya Pencegahan Stunting Melalui Sosialisasi Pup Pada Siswa Smkn Dan Sman 1 Pasirian. *Community Development Journal Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(2), 1137–1140. <https://doi.org/10.31004/cdj.v3i2.5543>
- Mediani, Henny S., Setyawati, A., Hendrawati, S., Nurhidayah, I., & Firdianty, N. F. (2023). Pengaruh Faktor Maternal terhadap Insidensi Stunting pada Anak Balita di Negara Berkembang: Narrative Review. *Jurnal Obsesi Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 7(2), 1868–1886. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v7i2.4160>
- Meyer, N., & Zenclussen, A. C. (2020). Immune Cells in the Uterine Remodeling: Are They the Target of Endocrine Disrupting Chemicals? [Review of *Immune Cells in the Uterine Remodeling: Are They the Target of Endocrine Disrupting Chemicals?*]. *Frontiers in Immunology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.00246>
- Mustajab, A. A., & Indriani, F. (2023). Hubungan Menikah Usia Anak Terhadap Kejadian Stunting Pada Balita Di Wonosobo. *Jurnal Keperawatan Widya Gantari Indonesia*, 7(1). <https://doi.org/10.52020/jkwgi.v7i1.5494>
- Pangaribuan, S. R. U., Napitupulu, D., & Kalsum, U. (2022). Hubungan Sanitasi Lingkungan, Faktor Ibu dan Faktor Anak Dengan Kejadian Stunting Pada Anak Usia 24 – 59 Bulan di Puskesmas Tempino Kabupaten Muaro Jambi. *Jurnal Pembangunan Berkelanjutan*, 5(2), 79–97. <https://doi.org/10.22437/jpb.v5i2.21199>
- Prentice, S. (2017). They Are What You Eat: Can Nutritional Factors during Gestation and Early Infancy Modulate the Neonatal Immune Response? [Review of *They Are What You Eat: Can Nutritional Factors during Gestation and Early Infancy Modulate the Neonatal Immune Response?*]. *Frontiers in Immunology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2017.01641>
- Raguema, N., Moustadraf, S., & Bertagnolli, M. (2020). Immune and Apoptosis Mechanisms Regulating Placental Development and Vascularization in Preeclampsia [Review of *Immune and Apoptosis Mechanisms Regulating Placental Development and Vascularization in Preeclampsia*]. *Frontiers in Physiology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00098>
- Sari, E. A., & Sitorus, J. R. H. (2021). Ketahanan Remaja Perempuan dari Rumah Tangga Miskin terhadap Pernikahan Dini di Indonesia Tahun 2020. *Seminar Nasional Official Statistics*, 2021(1), 353-362.
- Sari, S. N. (2017). Risk Analyses Factor of Infant Mortality Caused by Tetanus Neonatorum in East Java. *Jurnal Berkala Epidemiologi*, 5(2), 231–231. <https://doi.org/10.20473/jbe.v5i22017.231-239>
- Shufiyah, F. (2018). Pernikahan Dini Menurut Hadis dan Dampaknya. *Jurnal Living Hadis*, 3(1), 47–47. <https://doi.org/10.14421/livinghadis.2017.1362>
- Wijayanti, U. T., & Berdame, D. Y. (2019). Implementasi Delapan Fungsi Keluarga di Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Komunikasi*, 11(1), 15–15. <https://doi.org/10.24912/jk.v10i1.2475>
- Wulandari, U. R., Budihastuti, U. R., & Poncorini, E. (2017). Analysis of Life-

- Course Factors Influencing Growth and Development in Children under 3 Years Old of Early Marriage Women in Kediri. *Journal of Maternal and Child Health*, 2(2), 137–149. <https://doi.org/10.26911/thejmch.2017.02.02.05>
- Anahtar, M. N., Gootenberg, D. B., Mitchell, C. M., & Kwon, D. S. (2018). Cervicovaginal microbiota and reproductive health: The virtue of simplicity. *Cell Host & Microbe*, 23(2), 159–168. <https://doi.org/10.1016/j.chom.2018.01.013>
- Ander, S. E., Diamond, M. S., & Coyne, C. B. (2019). Immune responses at the maternal–fetal interface. *Science Immunology*, 4(31), eaat6114. <https://doi.org/10.1126/sciimmunol.aat6114>
- Calder, P. C. (2020). Nutrition, immunity and COVID-19. *BMJ Nutrition, Prevention & Health*, 3(1), 74–92. <https://doi.org/10.1136/bmjnp-2020-000085>
- Christian, P., & Smith, E. R. (2018). Adolescent undernutrition: Global burden, physiology, and nutritional risks. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 72(4), 316–328. <https://doi.org/10.1159/000488865>
- Mor, G., Aldo, P., & Alvero, A. B. (2017). The unique immunological and microbial aspects of pregnancy. *Nature Reviews Immunology*, 17(8), 469–482. <https://doi.org/10.1038/nri.2017.64>
- Moscicki, A. B., Flowers, L., Huchko, M. J., Long, M. E., MacLaughlin, K. L., Murphy, J., Spiryda, L. B., Gold, M. A., & Guido, R. S. (2020). Updated review for guidelines for cervical cancer screening in immunosuppressed women without HIV infection. *Journal of Lower Genital Tract Disease*, 24(2), 87–101. <https://doi.org/10.1097/LGT.0000000000000520>
- Saito, S., Nakashima, A., Shima, T., & Ito, M. (2024). Th1/Th2/Th17 and regulatory T-cell paradigm in pregnancy. *American Journal of Reproductive Immunology*, 91(1), e13835.
- Shannon, B., Gajer, P., Yi, T. J., Ma, B., Humphrys, M. S., Thomas-Pavanel, J., Chieza, L., Janakiram, P., Saunders, M., Tharao, W., Ravel, J., & Kaul, R. (2019). Distinct effects of the cervicovaginal microbiota and sexual activity on mucosal immune mediators and HIV susceptibility. *Journal of Infectious Diseases*, 220(7), 1179–1188. <https://doi.org/10.1093/infdis/jiz182>
- World Health Organization. (2024). *Adolescent pregnancy*. World Health Organization.
- Wira, C. R., Rodriguez-Garcia, M., & Patel, M. V. (2015). The role of sex hormones in immune protection of the female reproductive tract. *Nature Reviews Immunology*, 15(4), 217–230. <https://doi.org/10.1038/nri3819>
- Wira, C. R., Rodriguez-Garcia, M., Shen, Z., & Patel, M. V. (2021). The role of epithelial cells in the human female reproductive tract as gatekeepers of mucosal immunity. *American Journal of Reproductive Immunology*, 85(2), e13335.