

Tinjauan Pustaka

Hubungan anemia defisiensi besi dengan risiko infeksi saluran kemih pada ibu hamil: Tinjauan sistematis (The association between iron-deficiency anemia and the risk of urinary tract infections in pregnant women: A systematic review)

Kevin Aldenio Hatma Krista¹, Kehat Dowie Setiabudi Arrung¹, Christian Stephen Hutagalung¹, Theresia Avilla Ririel Kusumosih^{1,2}, Nur Budiono^{1,3}

Abstrak

Anemia Defisiensi Besi (ADB) merupakan masalah kesehatan maternal yang sering terjadi selama kehamilan serta berkontribusi terhadap meningkatnya morbiditas ibu serta janin. Defisiensi besi dapat menyebabkan gangguan sistem imun maternal sehingga meningkatkan risiko infeksi saluran kemih (ISK). **Tujuan:** Menganalisis hubungan antara ADB dan risiko ISK pada ibu hamil. **Metode:** Penelitian ini disusun berdasarkan pedoman PRISMA 2020. Penelusuran literatur dilakukan melalui basis data PubMed/MEDLINE, Scopus, Google Scholar, serta Cochrane Library untuk artikel yang dipublikasikan pada periode 2015–2025 menggunakan kata kunci terkait anemia defisiensi besi, kehamilan, dan infeksi saluran kemih. Seleksi artikel dilakukan melalui identifikasi, penyaringan judul dan abstrak, serta penilaian teks lengkap sesuai kriteria inklusi dan eksklusi. Studi yang memenuhi syarat dianalisis secara naratif. **Hasil:** Sebanyak 742 artikel teridentifikasi pada tahap awal, dan tujuh studi memenuhi kriteria inklusi untuk dianalisis. Mayoritas penelitian menunjukkan bahwa ibu hamil dengan ADB memiliki risiko lebih tinggi mengalami bakteriuria asimtomatik maupun ISK dibandingkan kelompok non-anemia. Hubungan signifikan ditemukan antara kadar hemoglobin rendah dengan peningkatan kejadian ISK maternal. Usia gestasi, status nutrisi, paritas, dan akses antenatal care juga mempengaruhi kejadian ISK selama kehamilan. **Simpulan:** ADB diduga meningkatkan risiko ISK melalui gangguan fungsi imun maternal dan perubahan fisiologis saluran kemih selama kehamilan.

Kata kunci: anemia defisiensi besi, bakteriuria asimtomatik, ibu hamil, infeksi saluran kemih, kehamilan

Abstract

*Iron Deficiency Anemia (IDA) is one of the most common maternal health problems during pregnancy. It contributes substantially to maternal and fetal morbidity. Iron deficiency may impair maternal immune function, thereby increasing susceptibility to urinary tract infections (UTIs). **Objective:** To evaluate the association between IDA and the risk of UTIs among pregnant women. **Methods:** This study was developed in accordance with the PRISMA 2020 guidelines. A comprehensive literature search was conducted in PubMed/MEDLINE, Scopus, Google Scholar, and the Cochrane Library, targeting studies published between 2015 and 2025 using keywords related to iron deficiency anemia, pregnancy, and urinary tract infection. Article selection involved identification, title and abstract screening, and full-text eligibility assessment according to predefined inclusion and exclusion criteria. Eligible studies were analyzed narratively. **Results:** A total of 742 articles were identified during the initial search process, of which 7 studies met the inclusion criteria for final analysis. Most studies demonstrated that pregnant women with IDA had a higher risk of asymptomatic bacteriuria and UTIs compared with non-anemic pregnant women. Significant associations were reported between low hemoglobin levels and increased maternal UTI incidence. Additional factors influencing the occurrence of UTIs included gestational age, nutritional status, parity, and access to antenatal care services. **Conclusion:** IDA may increase the risk of UTIs through impaired maternal immune function and physiological alterations of the urinary tract during pregnancy.*

Keywords: asymptomatic bacteriuria, iron deficiency anemia, pregnancy, pregnant women, urinary tract infection

Received: 02 June 2026, Accepted: 03 August 2026, Published: 30 September 2026

Afiliasi penulis: ¹Department of Medicine, Faculty of Medicine, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta, Indonesia, ²Department of Obstetrics and Gynecology, Bethesda Hospital, Yogyakarta, Indonesia. ³Department of Urological Surgery, Bethesda Hospital, Yogyakarta, Indonesia.

Korespondensi: Kevin Aldenio Hatma Krista,
Email: hatmaaldenio13@gmail.com

PENDAHULUAN

Anemia defisiensi besi pada ibu hamil merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat global yang paling serius terutama di negara berpenghasilan rendah.¹ Ada hubungan pengetahuan, status ekonomi dan status gizi ibu hamil dengan kejadian anemia pada ibu hamil menunjukkan bahwa kondisi ini masih menjadi masalah kesehatan maternal yang signifikan di berbagai negara.² Infeksi Saluran Kemih (ISK) pada ibu hamil diperkirakan mencapai 23,9%, berdasarkan tinjauan sistematis dan meta-analisis yang dilakukan oleh Salari *et al.* (2023) terhadap studi-studi dari berbagai negara.³ Apabila tidak ditatalaksana dengan tepat, ISK pada kehamilan dapat berkembang menjadi pielonefritis akut, kelahiran prematur, berat bayi lahir rendah, hingga sepsis maternal.⁴

Hubungan anemia defisiensi besi pada kehamilan diketahui meningkatkan kerentanan terhadap ISK melalui penurunan respons imun seluler dan humoral akibat rendahnya kadar hemoglobin serta cadangan besi maternal. Anemia defisiensi besi dapat mengganggu mekanisme pertahanan mukosa saluran kemih dan menurunkan kemampuan fagositosis tubuh terhadap kolonisasi bakteri patogen, terutama *Escherichia coli*.⁵ Penelitian observasional pada ibu hamil menunjukkan bahwa anemia defisiensi besi berhubungan signifikan dengan meningkatnya kejadian bakteriuria asimtomatik, pielonefritis, persalinan prematur, dan komplikasi maternal-neonatal lainnya.⁶ Studi terbaru juga melaporkan bahwa status besi maternal yang buruk selama kehamilan berkaitan dengan peningkatan morbiditas infeksi selama masa gestasi, menunjukkan pentingnya deteksi dan tatalaksana dini anemia defisiensi besi untuk mencegah komplikasi infeksi pada kehamilan.⁷

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis hubungan antara anemia defisiensi besi dengan risiko infeksi saluran kemih (ISK) pada

ibu hamil melalui pendekatan tinjauan sistematis terhadap berbagai penelitian terbaru. Tinjauan ini diharapkan dapat memberikan gambaran ilmiah yang komprehensif mengenai peran anemia defisiensi besi sebagai faktor risiko ISK selama kehamilan, serta menjadi dasar dalam penguatan upaya skrining, pencegahan, dan tatalaksana anemia pada pelayanan antenatal guna menurunkan komplikasi maternal dan perinatal.

METODE

Tinjauan sistematis ini dikembangkan dengan berlandaskan pada kerangka PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) untuk menjamin proses penelitian yang terstruktur, transparan, dan dapat dipertanggung jawabkan. Data bersumber dari publikasi yang telah tersedia secara terbuka, kajian ini tidak memerlukan persetujuan etik maupun informed consent. Penelusuran pustaka dilakukan pada tiga basis data utama, yakni PubMed/MEDLINE, Scopus, dan Cochrane Library, dengan cakupan publikasi antara tahun 2016 hingga 2026. Kata kunci yang digunakan mencakup "*iron deficiency anemia*", "*maternal anemia*", "anemia defisiensi besi", "*urinary tract infection*", "infeksi saluran kemih", "bakteriuria asimtomatik", "*pregnancy*", "ibu hamil", dan "kehamilan".

Studi yang diikutsertakan adalah penelitian asli berdesain kohort, kasus-kontrol, potong lintang, maupun uji klinis yang mengevaluasi hubungan antara anemia defisiensi besi dan kejadian ISK pada ibu hamil, termasuk tinjauan sistematis dan meta-analisis dengan topik serupa. Populasi dibatasi pada ibu hamil tanpa komorbid mayor. Artikel yang dieksklusi meliputi editorial, opini, komentar, studi berbasis hewan, publikasi tanpa teks lengkap, serta artikel yang tidak secara spesifik membahas anemia defisiensi besi atau tidak melaporkan hubungannya dengan ISK pada kehamilan.

Proses seleksi artikel berlangsung secara bertahap. Dari total 742 naskah yang teridentifikasi melalui PubMed/MEDLINE (n=286), Scopus (n=318), Cochrane Library (n=121), dan pencarian manual (n=17), sebanyak 146 artikel duplikat dieliminasi sehingga tersisa 596 artikel untuk disaring. Setelah

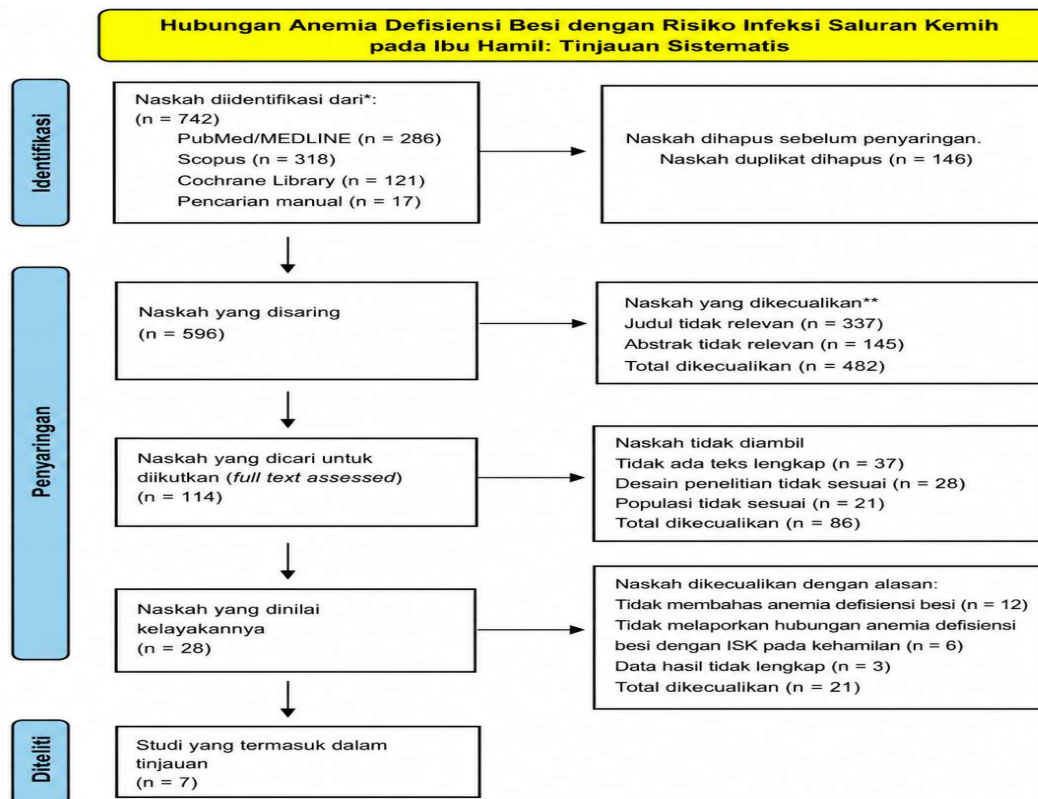
penyaringan judul dan abstrak, 482 artikel gugur karena tidak relevan, dan 114 artikel diteruskan ke tahap asesmen teks lengkap. Pada tahap ini, 37 artikel tidak dapat diakses, 28 artikel tidak memenuhi kriteria desain, dan 21 artikel memiliki populasi yang tidak sesuai. Ada 28 artikel yang menjalani penilaian kelayakan penuh, sebanyak 21 artikel kembali dikeluarkan karena tidak membahas anemia defisiensi besi secara spesifik, tidak melaporkan hubungannya dengan ISK, atau memiliki data yang tidak lengkap. Total terdapat 7 artikel yang memenuhi syarat untuk dianalisis.

Data yang diekstraksi dari setiap artikel mencakup tahun publikasi, desain studi, karakteristik populasi ibu hamil, metode diagnosis anemia defisiensi besi, serta luaran berupa kejadian ISK selama kehamilan. Sintesis dilakukan secara naratif

berbasis pendekatan tematik, memungkinkan integrasi temuan dari berbagai studi dengan metodologi yang beragam tanpa memerlukan penggabungan data statistik, sehingga diperoleh gambaran menyeluruh mengenai hubungan antara anemia defisiensi besi dan risiko ISK pada kehamilan.

HASIL

Identifikasi awal menghasilkan 742 artikel yang diperoleh dari penelusuran basis data online serta pencarian manual. Artikel lalu disaring berdasarkan judul, abstrak, rancangan penelitian, dan karakteristik populasi penelitian. Pada akhirnya, hanya 7 artikel yang berhasil memenuhi keseluruhan kriteria inklusi dan diikutsertakan dalam analisis akhir. Hasil ekstraksi data dari artikel terpilih dapat dilihat dalam Tabel 1 dan Tabel 2 di bawah ini.



Gambar 1. PRISMA flow chart diagram

Tabel 1. Karakter studi penelitian

Penulis (Tahun)	Judul Penelitian	Desain Penelitian	Sampel
Wibowo <i>et al.</i> (2025) ⁸	<i>Risk of Urinary Tract Infection Among Pregnant Women with Anemia: A Systematic Review and Meta-Analysis</i>	Systematic review & meta-analysis	9 Studi
Al-Shibli <i>et al.</i> (2025) ⁹	<i>Anemia Biomarkers in Pregnant People with Pyelonephritis</i>	Cohort	17 Ibu hamil
Rogne <i>et al.</i> (2022) ¹⁰	<i>Systemic iron status and maternal pregnancy complications: A Mendelian randomization study</i>	Mendelian Randomization	84.328 ibu hamil
Mayomba <i>et al.</i> (2024) ¹¹	<i>Prevalence of Urinary Tract Infection and Anemia and Their Associated Factors Among Pregnant Women</i>	Cross-sectional analytical	1.093 ibu hamil
Tumbaco <i>et al.</i> (2023) ¹²	<i>Iron Deficiency Anemia and Urinary Tract Infections in Pregnant Women</i>	Literature review	18 Studi
Hatamleh <i>et al.</i> (2025) ¹³	<i>Urinary Tract Infection among Primigravid Singleton Pregnancies</i>	Retrospective study	1.150 ibu hamil
Radu <i>et al.</i> (2023) ¹⁴	<i>Factors Associated with Increased Risk of Urosepsis during Pregnancy and Treatment Outcomes, in a Urology Clinic</i>	Cohort retrospective	230 ibu hamil

Tabel 2. Hasil hubungan anemia defisiensi besi dengan infeksi saluran kemih

Penulis (Tahun)	Hasil Utama	Statistik	Simpulan
Wibowo <i>et al.</i> (2025) ⁸	Anemia defisiensi besi meningkatkan risiko terjadinya ISK pada ibu hamil	$P < 0,001$	Hubungan signifikan kuat
Al-Shibli <i>et al.</i> (2025) ⁹	Sekitar 30-50% ibu hamil dengan pyelonefritis mengalami anemia dan gangguan biomarker besi selama infeksi	$P = 0.0001$	ISK berat dapat berkaitan dengan anemia pada kehamilan
Rogne <i>et al.</i> (2022) ¹⁰	Peningkatan status besi sistemik yang diprediksi secara genetik berhubungan dengan penurunan risiko UTI pada kehamilan	$P = 0,0085$	Peningkatan status besi sistemik yang diprediksi secara genetik memiliki efek protektif terhadap risiko infeksi saluran genitourinari pada kehamilan
Mayomba <i>et al.</i> (2024) ¹¹	Bakteriuria asimtomatik dan dampaknya terhadap kesehatan janin dan ibu pada ibu hamil yang melahirkan di Bugando Medical Centre di Mwanza, Tanzania	$P < 0,001$	Ibu hamil dengan anemia memiliki risiko lebih tinggi mengalami ASB/bakteriuria dibandingkan yang tidak anemia
Tumbaco <i>et al.</i> (2023) ¹²	ADB meningkatkan kerentanan terhadap ISK pada ibu hamil dengan menyebabkan gangguan	$P < 0,05$	ADB memiliki hubungan klinis yang konsisten dengan

	sistem imun maternal sehingga meningkatkan risiko kolonisasi bakteri	meningkatnya risiko ISK pada kehamilan
Hatamleh <i>et al.</i> (2025) ¹³	Ibu hamil dengan anemia memiliki kecenderungan lebih tinggi mengalami ISK P = 0,004	Anemia merupakan faktor yang berhubungan signifikan dengan risiko ISK selama kehamilan
Radu <i>et al.</i> (2023) ¹⁴	Anemia terbukti sebagai faktor risiko independen progresi ISK menjadi urosepsis pada ibu hamil P = 0,006	Anemia, khususnya derajat sedang, bersama hidronefrosis grade 2–3 dan demam di atas 38°C, merupakan faktor yang secara bermakna meningkatkan risiko berkembangnya urosepsis pada ibu hamil dengan ISK saluran atas.

PEMBAHASAN

Hasil tinjauan sistematis ini menunjukkan bahwa Anemia Defisiensi Besi (ADB) berhubungan dengan peningkatan risiko Infeksi Saluran Kemih (ISK) pada ibu hamil.^{10–12,15} Sebagian besar penelitian yang dianalisis memperlihatkan bahwa ibu hamil dengan kadar hemoglobin rendah atau status besi yang buruk memiliki kemungkinan lebih tinggi mengalami bakteriuria asimtomatik maupun ISK simptomatik dibandingkan ibu hamil tanpa anemia.^{13,15} Defisiensi besi selama kehamilan tidak hanya mempengaruhi transport oksigen dan pertumbuhan janin, tetapi juga berperan dalam penurunan sistem imun maternal sehingga meningkatkan kerentanan terhadap infeksi saluran kemih.^{7,10}

Defisiensi besi mempengaruhi regulasi sistem imun melalui gangguan fungsi neutrofil, makrofag, dan limfosit T. Kekurangan besi juga menurunkan proliferasi sel imun dan respons antimikroba, sehingga meningkatkan risiko terjadinya infeksi, termasuk ISK pada kehamilan. Kondisi tersebut menyebabkan kemampuan tubuh dalam menghambat kolonisasi bakteri pada traktus urinarius menjadi berkurang. Perubahan fisiologis selama kehamilan seperti dilatasi ureter, stasis urin akibat pengaruh progesteron, dan penekanan kandung kemih oleh uterus gravid turut meningkatkan risiko pertumbuhan bakteri pada saluran kemih.¹⁶ Kombinasi perubahan anatomis kehamilan dengan status imun yang menurun akibat ADB menjadi faktor penting yang mendasari meningkatnya ISK pada ibu hamil dengan ADB.¹³

Hubungan Anemia Defisiensi Besi dengan Bakteriuria Asimtomatik dan ISK

Sebagian besar penelitian dalam tinjauan ini menunjukkan adanya hubungan signifikan antara anemia maternal dan kejadian bakteriuria asimtomatik maupun ISK.^{11,12} Studi Mayomba *et al.* (2024) melaporkan bahwa ibu hamil dengan anemia memiliki risiko lebih tinggi mengalami bakteriuria asimtomatik dibandingkan kelompok tanpa anemia dengan nilai OR 5,3 dan $p < 0,001$.¹¹ Temuan serupa juga ditemukan pada beberapa studi kohort dan lainnya yang menunjukkan prevalensi ISK lebih tinggi pada ibu hamil dengan kadar hemoglobin rendah.¹⁵ Hal ini menunjukkan bahwa ADB dapat menjadi faktor predisposisi penting terhadap kolonisasi bakteri pada saluran kemih selama kehamilan.

Kombinasi ADB dan ISK juga berkaitan dengan luaran maternal dan neonatal yang lebih buruk. Infeksi saluran kemih selama kehamilan diketahui berhubungan dengan peningkatan risiko persalinan prematur, berat badan lahir rendah, preeklamsia, dan morbiditas maternal lainnya.^{17,18} Kondisi inflamasi kronis akibat kombinasi anemia dan infeksi diduga memperburuk respons inflamasi sistemik sehingga berdampak terhadap kesehatan ibu maupun janin. Aktivasi inflamasi maternal yang berlebihan selama kehamilan diketahui berhubungan dengan peningkatan morbiditas maternal, persalinan prematur, gangguan pertumbuhan janin, serta luaran neonatal yang buruk.^{19,20}

Pengaruh Status Besi terhadap Sistem Imun Maternal

Analisis literatur menunjukkan bahwa status besi maternal memiliki peran penting dalam mempertahankan fungsi imun selama kehamilan.⁷ Studi oleh Rogne *et al.* (2022) menunjukkan bahwa peningkatan status besi sistemik yang diprediksi secara genetik berhubungan dengan penurunan risiko infeksi genitourinaria pada kehamilan dengan OR 0,65 dan $p = 0,0085$. Temuan tersebut mendukung teori bahwa kecukupan zat besi dapat memberikan efek protektif terhadap infeksi saluran kemih selama kehamilan.¹⁰

Besi merupakan komponen penting dalam sintesis DNA, proliferasi limfosit, serta pembentukan *Reactive Oxygen Species* (ROS) yang diperlukan untuk membunuh patogen dan mempertahankan fungsi sistem imun innate maupun adaptive.^{21,22} Pada kondisi ADB, kemampuan pertahanan tubuh terhadap bakteri uropatogen seperti *Escherichia coli* dapat menurun sehingga bakteri lebih mudah berkembang di saluran kemih.⁵ Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa suplementasi besi berlebihan dapat meningkatkan pertumbuhan bakteri tertentu karena besi merupakan nutrisi esensial yang dibutuhkan mikroorganisme untuk pertumbuhan, metabolisme, dan virulensi.^{23,24}

Faktor Risiko Lain yang Mempengaruhi Hubungan ADB dan ISK

Beberapa studi menunjukkan bahwa hubungan tersebut juga dipengaruhi oleh faktor lain seperti status sosial ekonomi, paritas, usia gestasi, status nutrisi, higiene personal, dan akses pelayanan kesehatan antenatal.^{11,15} Penelitian oleh Kargar *et al.* (2024) menunjukkan bahwa ibu hamil dengan status gizi buruk dan kepatuhan antenatal care yang rendah memiliki prevalensi anemia dan ISK yang lebih tinggi dibandingkan ibu hamil dengan status nutrisi baik dan kunjungan ANC teratur. Temuan tersebut menunjukkan bahwa ADB dan ISK kemungkinan dipengaruhi oleh determinan sosial kesehatan yang saling berkaitan dan tidak berdiri sebagai faktor independen semata.⁶

Usia kehamilan juga mempengaruhi kejadian ISK pada ibu hamil. Hatamleh *et al.* (2025) melaporkan bahwa kejadian ISK lebih sering ditemukan pada trimester kedua dan ketiga akibat perubahan anatomi serta fisiologi saluran kemih yang semakin nyata selama kehamilan.¹³ Kondisi tersebut dapat diperberat pada ibu hamil dengan anemia karena penurunan kapasitas pertahanan imun terhadap kolonisasi bakteri uropatogen.⁷ Penelitian Mayomba *et al.* (2024) juga menekankan pentingnya skrining anemia dan pemeriksaan urin rutin selama pelayanan antenatal untuk mendeteksi bakteriuria asimtomatik lebih awal sehingga komplikasi maternal dan neonatal dapat dicegah sejak dini.¹¹

Implikasi Klinis dan Kesehatan Masyarakat

Temuan dalam tinjauan ini menunjukkan bahwa deteksi dini dan penatalaksanaan ADB pada kehamilan dapat menjadi salah satu strategi penting untuk menurunkan risiko infeksi ISK maternal.^{11,15} Skrining hemoglobin rutin, pemeriksaan status besi maternal, serta pemberian suplementasi zat besi yang adekuat perlu diintegrasikan dengan pemeriksaan urin selama pelayanan antenatal karena beberapa penelitian menunjukkan bahwa anemia maternal berkaitan dengan peningkatan kejadian bakteriuria asimtomatik dan ISK simtomatik pada kehamilan.¹³ Pendekatan ini menjadi semakin penting terutama pada populasi dengan prevalensi anemia dan akses pelayanan kesehatan yang masih terbatas.¹¹

Edukasi mengenai nutrisi kehamilan, konsumsi makanan kaya zat besi, kepatuhan konsumsi tablet Fe, hidrasi yang cukup, serta kebersihan genital juga memiliki peran penting dalam pencegahan ISK pada ibu hamil.¹² Status besi maternal yang baik berkaitan dengan penurunan risiko infeksi selama kehamilan, sehingga optimalisasi status nutrisi ibu hamil dapat memberikan efek protektif terhadap infeksi genitourinaria.⁷ Integrasi program pencegahan anemia dengan pengendalian infeksi maternal berpotensi memberikan manfaat ganda dalam menurunkan komplikasi kehamilan serta memperbaiki luaran maternal dan neonatal.¹⁰

Heterogenitas Hasil Penelitian dan Keterbatasan Bukti

Sebagian besar studi menunjukkan hubungan positif antara ADB dan ISK, terdapat heterogenitas dalam definisi anemia, metode diagnosis ISK, serta desain penelitian yang digunakan.¹² Beberapa penelitian hanya menggunakan kadar hemoglobin sebagai indikator tunggal anemia tanpa pemeriksaan feritin serum, saturasi transferin, maupun parameter metabolisme besi lainnya sehingga kemungkinan terjadi misklasifikasi antara anemia defisiensi besi dan anemia akibat inflamasi masih cukup besar.⁷ Metode diagnosis ISK pada beberapa studi hanya didasarkan pada pemeriksaan urinalisis rutin tanpa kultur urin sebagai baku emas diagnosis, sehingga sensitivitas dan spesifisitas diagnosis ISK dapat berbeda antar penelitian.¹¹

Sebagian besar penelitian yang tersedia juga menggunakan desain studi potong-lintang dan observasional sehingga hubungan kausal antara ADB dan ISK belum dapat dipastikan secara menyeluruh.¹⁵ Variasi karakteristik populasi, usia gestasi, status nutrisi, hingga akses pelayanan antenatal juga berpotensi memengaruhi hasil penelitian.¹³ Beberapa studi belum menganalisis faktor perancu penting seperti penyakit komorbid, kepatuhan konsumsi suplementasi zat besi, riwayat ISK sebelumnya, maupun status sosial ekonomi secara komprehensif.¹⁰ Oleh karena itu, interpretasi hasil systematic review ini perlu dilakukan secara hati-hati mengingat masih adanya keterbatasan metodologis dan heterogenitas data antar studi.

Arah Penelitian Lanjutan

Penelitian selanjutnya perlu diarahkan pada studi kohort prospektif multicenter dengan jumlah sampel yang lebih besar untuk memperjelas hubungan kausal antara anemia defisiensi besi (ADB) dan infeksi saluran kemih (ISK) pada kehamilan, mengingat sebagian besar penelitian yang ada masih menggunakan desain cross-sectional, retrospective, dan literature review sehingga hubungan temporal belum dapat dipastikan secara optimal.^{11–13} Diperlukan standarisasi diagnosis ADB menggunakan biomarker spesifik seperti ferritin, transferrin, serum iron, dan hepcidin. Beberapa penelitian masih menggunakan

parameter anemia umum tanpa membedakan jenis anemia.^{9,10}

Penelitian mendatang juga perlu mengevaluasi hubungan derajat anemia dengan tingkat keparahan ISK, mulai dari bakteriuria asimtomatik hingga pielonefritis dan urosepsis. Studi Radu *et al.* (2023) menunjukkan bahwa anemia sedang disertai hidronefrosis derajat tinggi berkaitan dengan peningkatan risiko urosepsis pada kehamilan. Di samping itu,¹⁴ Penelitian mengenai mekanisme imunologis dan inflamasi masih perlu dikembangkan, terutama terkait peran homeostasis besi, stres oksidatif, dan gangguan respons imun maternal terhadap kerentanan infeksi.^{10,12}

Penelitian berikutnya juga perlu menilai pengaruh suplementasi besi terhadap risiko ISK pada ibu hamil, termasuk dosis optimal dan keamanan terapi, mengingat besi berperan penting dalam sistem imun namun juga dapat mendukung pertumbuhan bakteri tertentu.^{8,10} Evaluasi terhadap luaran maternal dan neonatal jangka panjang seperti persalinan prematur, berat badan lahir rendah, preeklamsia, dan morbiditas neonatus masih diperlukan karena sebagian besar penelitian saat ini masih berfokus pada prevalensi dan faktor risiko.^{8,13,14}

Penelitian biomolekuler diperlukan untuk mengeksplorasi interaksi antara metabolisme besi, respons imun maternal, dan virulensi bakteri uropatogen. Regulasi transport besi pada *Escherichia coli* berperan penting dalam patogenesis ISK, sehingga perubahan homeostasis besi maternal diduga mempengaruhi proses infeksi secara langsung. Penelitian dari negara berkembang juga masih diperlukan untuk memperoleh data epidemiologi yang lebih representatif terkait pengaruh faktor sosial-ekonomi, nutrisi, dan akses pelayanan kesehatan terhadap hubungan ADB dan ISK pada kehamilan.^{11,13,16}

SIMPULAN

Anemia defisiensi besi (ADB) berhubungan dengan peningkatan risiko infeksi saluran kemih (ISK) pada ibu hamil, baik dalam bentuk bakteriuria asimtomatik maupun ISK simptomatik. Hubungan tersebut diduga terjadi melalui gangguan fungsi sistem imun maternal akibat defisiensi besi, termasuk

penurunan aktivitas neutrofil, makrofag, dan limfosit T, yang menyebabkan kemampuan tubuh dalam melawan kolonisasi bakteri pada traktus urinarius menurun. Risiko tersebut semakin meningkat akibat perubahan fisiologis selama kehamilan seperti dilatasi ureter, stasis urin, dan pengaruh hormonal yang mempermudah pertumbuhan bakteri. Selain meningkatkan kerentanan terhadap infeksi, kombinasi ADB dan ISK juga berkaitan dengan luaran maternal dan neonatal yang lebih buruk, termasuk persalinan prematur, berat badan lahir rendah, preeklamsia, serta peningkatan morbiditas maternal dan neonatal. Status besi maternal memiliki peran penting dalam mempertahankan fungsi imun selama kehamilan, sehingga kecukupan zat besi dapat memberikan efek protektif terhadap infeksi genitourinaria, meskipun suplementasi besi berlebihan juga perlu diperhatikan karena berpotensi mendukung pertumbuhan dan virulensi bakteri tertentu. Meskipun sebagian besar penelitian mendukung adanya hubungan antara ADB dan ISK, masih terdapat heterogenitas dalam metode diagnosis anemia dan ISK, desain penelitian, serta karakteristik populasi sehingga hubungan kausal belum dapat dipastikan sepenuhnya. Hasil tinjauan ini menegaskan pentingnya skrining anemia, pemeriksaan status besi maternal, dan pemeriksaan urin rutin selama antenatal care sebagai upaya deteksi dini dan pencegahan komplikasi maternal maupun neonatal pada ibu hamil.

KONFLIK KEPENTINGAN

Tidak ada kepentingan finansial maupun non-finansial dari pihak penulis yang berpotensi menimbulkan konflik kepentingan dalam setiap tahapan penelitian ini, mulai dari pelaksanaan, analisis data, hingga pelaporan temuan yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Wang R, Xu S, Hao X, Jin X, Pan D, Xia H, *et al.* Anemia during pregnancy and adverse pregnancy outcomes: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Front Glob Womens Health.* 2025;6:1502585.
2. Noor CA, Dewi VK, Kristiana E, Laili FJ. Faktor-faktor yang mempengaruhi kejadian anemia pada ibu hamil di wilayah kerja Puskesmas Baringin tahun 2025. *Science: Indonesian Journal of Science.* 2025;2:182-92.
3. Salari N, Khoshbakht Y, Hemmati M, Khodayari Y, Khaleghi AA, Jafari F, *et al.* Global prevalence of urinary tract infection in pregnant mothers: a systematic review and meta-analysis. *Public Health.* 2023;224:58-65.
4. Balachandran L, Jacob L, Al Awadhi R, Yahya LO, Catroon KM, Soundararajan LP, *et al.* Urinary tract infection in pregnancy and its effects on maternal and perinatal outcome: a retrospective study. *Cureus.* 2022;14:e21500.
5. Krawczyk B, Wityk P, Laskowska A, Stanisławska-Sachadyn A, Raczak-Gutknecht J, Waszczuk-Jankowska M, *et al.* Iron uptake by *Escherichia coli* in urinary tract infections and urosepsis. *PLoS One.* 2025;20:e0326251.
6. Kargar S, Izadi Rad H, Narouei F, Kamani H, Payandeh A. Prevalence of urinary tract infection and anemia and their associated factors among pregnant women. *Jundishapur J Health Sci.* 2024;16.
7. Goodchild C, Symington EA, Baumgartner J, Zandberg L, Wise AJ, Smuts CM, *et al.* Iron status at early pregnancy is associated with infectious respiratory and gastric illness in women receiving routine iron supplementation: the NuPED prospective cohort. *BMC Pregnancy Childbirth.* 2025;25:657.
8. Wibowo MF, Erisadana RN, Prawirodiharjo L, Akbar W. Risk of urinary tract infection among pregnant women with anemia: a systematic review and meta-analysis. *Indones J Obstet Gynecol Sci.* 2025;8:579.
9. Al-Shibli NK, Weaver KE, Grace MR, Kuller JA, Heine RP, Unnithan S, *et al.* Anemia biomarkers in pregnant people with pyelonephritis. *Am J Perinatol.* 2025;42:1871-4.
10. Rogne T, Burgess S, Gill D. Systemic iron status and maternal pregnancy complications: a Mendelian randomization study. *Int J Epidemiol.* 2022;51:1024-7.
11. Mayomba C, Matovelo D, Kiritta R, Kashinje Z, Seni J. Asymptomatic bacteriuria and its associated fetomaternal outcomes among

- pregnant women delivering at Bugando Medical Centre in Mwanza, Tanzania. *PLoS One*. 2024;19:e0303772.
12. Peñaloza-Tumbaco DJ, López-Pin CV, Mina-Ortiz JB. Anemia ferropénica e infecciones urinarias en embarazadas. *MQRInvestigar*. 2023;7(1):1305-23.
 13. Hatamleh R, Al-Akour N, Al-Bakheet W, Atout M, El-Banna M. Urinary tract infection among primigravid singleton pregnancies: a retrospective study from the North of Jordan. *Front Glob Womens Health*. 2025;6:1654691.
 14. Radu VD, Costache RC, Onofrei P, Antohi L, Bobeica RL, Linga I, et al. Factors associated with increased risk of urosepsis during pregnancy and treatment outcomes, in a urology clinic. *Medicina (B Aires)*. 2023;59:1972.
 15. Johnson CY, Rocheleau CM, Howley MM, Chiu SK, Arnold KE, Ailes EC. Characteristics of women with urinary tract infection in pregnancy. *J Womens Health (Larchmt)*. 2021;30:1556-64.
 16. Habak PJ, Carlson K. Urinary tract infection in pregnancy. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537047/>.
 17. Wang E, Tang P, Chen C. Urinary tract infections and risk of preterm birth: a systematic review and meta-analysis. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo*. 2024;66:e54.
 18. Yan L, Jin Y, Hang H, Yan B. The association between urinary tract infection during pregnancy and preeclampsia: a meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2018;97(36):e12192.
 19. PrabhuDas M, Piper JM, Jean-Philippe P, Lachowicz-Scroggins M. Immune regulation, maternal infection, vaccination, and pregnancy outcome. *J Womens Health (Larchmt)*. 2021;30(2):199-206.
 20. Megli CJ, Coyne CB. Infections at the maternal-fetal interface: an overview of pathogenesis and defence. *Nat Rev Microbiol*. 2022;20(2):67-82.
 21. Ni S, Yuan Y, Kuang Y, Li X. Iron metabolism and immune regulation. *Front Immunol*. 2022;13:816282.
 22. Haschka D, Hoffmann A, Weiss G. Iron in immune cell function and host defense. *Semin Cell Dev Biol*. 2021;115:27-36.
 23. Schalk IJ. Bacterial siderophores: diversity, uptake pathways and applications. *Nat Rev Microbiol*. 2025;23(1):24-40.
 24. Choi G, Bessman NJ. Iron at the crossroads of host-microbiome interactions in health and disease. *Nat Microbiol*. 2025;10(6):1282-93.