

NUTRISI SELAMA KEHAMILAN : PENGARUH TERHADAP MIKROBIOMA USUS DAN PERKEMBANGAN JANIN

Qaniah Mardiyah Akil^{1*}, Mona Nulanda², Johnsen Mailoa³

Program Studi Profesi Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Muslim Indonesia¹, Departemen Ilmu Obstetri dan Ginekologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Muslim Indonesia², Departemen Ilmu Obstetri dan Ginekologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Muslim Indonesia³

**Corresponding Author : qaniahmardiyah@gmail.com*

ABSTRAK

Nutrisi selama kehamilan berperan penting dalam membentuk mikrobioma usus ibu, yang berdampak besar terhadap perkembangan janin. Asupan gizi seimbang tidak hanya mendukung kesehatan ibu, tetapi juga memengaruhi pertumbuhan dan fungsi organ janin melalui interaksi dengan mikrobioma. Penelitian ini bertujuan menelaah pengaruh nutrisi selama kehamilan terhadap mikrobioma usus dan perkembangan janin dengan pendekatan narrative review. Studi menunjukkan bahwa konsumsi makanan kaya serat, mikronutrien, serta probiotik dapat meningkatkan keberagaman mikrobioma dan produksi asam lemak rantai pendek (SCFA). Sebaliknya, pola makan tinggi lemak dan gula berisiko menimbulkan disbiosis. Mikrobioma maternal yang sehat berpotensi memberikan efek protektif jangka panjang terhadap berbagai gangguan kesehatan anak.

Kata kunci : mikrobioma usus maternal, nutrisi kehamilan, perkembangan janin

ABSTRACT

Nutrition during pregnancy played a crucial role in shaping the maternal gut microbiome, which had a significant impact on fetal development. A balanced nutritional intake not only supported maternal health but also influenced fetal organ growth and function through interactions with the gut microbiome. This study aimed to examine the effect of maternal nutrition on the gut microbiome and fetal development using a narrative review approach. Studies showed that the consumption of fiber-rich foods, micronutrients, and probiotics could enhance microbiome diversity and the production of short-chain fatty acids (SCFAs). In contrast, diets high in fat and sugar posed a risk of dysbiosis. A healthy maternal gut microbiome had the potential to provide long-term protective effects against various health disorders in children.

Keywords : *pregnancy nutrition, maternal gut microbiome, fetal development*

PENDAHULUAN

Gizi selama masa kehamilan merupakan aspek krusial dalam upaya peningkatan kualitas kesehatan masyarakat, mengingat perannya yang sangat vital dalam menentukan kondisi dan perkembangan janin. Asupan nutrisi yang memadai selama kehamilan tidak hanya menunjang pertumbuhan janin, tetapi juga berdampak positif pada status gizi ibu. Status gizi ibu, baik sebelum maupun selama kehamilan, menjadi faktor penentu utama dalam menjamin kelahiran bayi yang sehat, cukup bulan, dan memiliki berat badan normal. Oleh karena itu, kualitas bayi yang dilahirkan sangat bergantung pada kondisi gizi ibu sepanjang masa kehamilan (Soekmawati et al., 2022). Salah satu permasalahan gizi utama yang masih sering ditemui pada ibu hamil di Indonesia adalah Kurang Energi Kronik (KEK). Berdasarkan laporan rutin tahun 2020 dari 34 provinsi, diketahui bahwa dari 4.656.382 ibu hamil yang diukur lingkar lengan atasnya (LiLA), sebanyak 451.350 di antaranya memiliki LiLA < 23,5 cm yang menunjukkan risiko KEK. Persentase ini setara dengan 9,7%, angka yang sudah melampaui target penurunan KEK dalam Rencana Strategis Kementerian Kesehatan tahun 2020, yakni 16%. Meskipun demikian, jika dibandingkan dengan ambang batas WHO, angka ini masih dikategorikan sebagai masalah kesehatan masyarakat ringan (<10%) (Kemenkes, 2022).

Kehamilan memicu berbagai perubahan fisiologis yang kompleks pada tubuh ibu, mulai dari sistem kardiovaskular, hormonal, hingga metabolisme. Seiring dengan perubahan ini, kebutuhan zat gizi juga meningkat secara signifikan. Nutrien seperti karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral menjadi sangat penting untuk mendukung proses pertumbuhan dan perkembangan janin. Bila kebutuhan tersebut tidak terpenuhi, ibu berisiko mengalami KEK yang ditandai dengan lingkar lengan atas yang kecil. Kekurangan nutrisi selama kehamilan juga sering kali berujung pada defisiensi zat besi, yang dapat menyebabkan anemia pada ibu dan mengganggu perkembangan janin (Kebidanan, 2022). Selama kehamilan, kebutuhan energi dan zat gizi ibu meningkat secara signifikan dibandingkan masa sebelum hamil. Berdasarkan Angka Kecukupan Gizi (AKG) tahun 2021, ibu hamil memerlukan tambahan sekitar 300 kkal per hari, serta peningkatan konsumsi protein sebesar 20 gram, lemak 10 gram, dan karbohidrat 40 gram per hari. Selain itu, mikronutrien juga berperan penting dalam mendukung tumbuh kembang janin. Apabila status gizi ibu hamil optimal, maka kondisi kesehatan ibu dan janin pun akan baik. Namun sebaliknya, jika ibu mengalami defisiensi gizi, seperti anemia, maka risiko janin lahir mati atau lahir dengan berat badan rendah akan meningkat. Kecukupan nutrisi menjadi penentu utama dalam mencegah malnutrisi yang dapat berdampak negatif terhadap berat badan lahir dan tumbuh kembang janin (Kusuma et al., 2023).

Untuk memenuhi kebutuhan nutrisi yang meningkat selama kehamilan, diperlukan pola makan yang seimbang. Pola makan yang seimbang mencakup berbagai jenis makanan dengan jumlah dan proporsi yang sesuai, agar mampu mencukupi seluruh kebutuhan zat gizi tubuh. Ketidakseimbangan asupan, baik kekurangan maupun kelebihan zat gizi tertentu, dapat memicu gangguan kesehatan. Oleh karena itu, menjaga keseimbangan nutrisi selama kehamilan menjadi hal esensial guna menjamin kesehatan ibu dan janin secara optimal (Amiruddin et al., 2023). Penelitian ini bertujuan untuk menyusun tinjauan literatur mengenai pengaruh nutrisi selama kehamilan terhadap mikrobioma usus dan perkembangan janin.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *narrative literature review*. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan dilakukan analisis mendalam mengenai pengaruh nutrisi selama kehamilan terhadap mikrobioma usus dan perkembangan janin. Sumber data diperoleh dari jurnal ilmiah nasional dan internasional yang terindeks, buku ajar, serta prosiding yang relevan dalam rentang waktu 2016–2025. Database yang digunakan Web of Science, Pubmed, Scopus dan Google Scholar. Pencarian literatur dilakukan dengan menggunakan kata kunci: nutrisi kehamilan, mikrobioma usus maternal, dan perkembangan janin. Kriteria inklusi mencakup studi primer dan tinjauan sistematis yang membahas hubungan antara nutrisi selama kehamilan dengan mikrobioma dan perkembangan janin.

HASIL

Tabel 1. Ringkasan Mekanisme Interaksi Nutrisi, Mikrobioma dan Perkembangan Janin

Aspek	Keterangan	Dampak Terhadap Mikrobioma	Dampak Terhadap Janin
Nutrisi tinggi serat (buah, sayur, gandum utuh)	Serat dicerna oleh mikroba usus menjadi SCFA (short-chain fatty acids)	Meningkatkan diversitas mikrobioma, dominasi mikroba baik (<i>Bifidobacterium</i> , <i>Faecalibacterium</i>)	SCFA memengaruhi perkembangan imun, pertumbuhan sel otak, dan menurunkan risiko asma dan alergi
Asam lemak tak jenuh & omega-3 (ikan, minyak zaitun)	Anti-inflamasi mendukung membran sel	Menstabilkan mikrobioma, menurunkan mikroba	Meningkatkan perkembangan otak dan sistem saraf janin

		proinflamasi	
Probiotik (<i>Lactobacillus</i> , <i>Bifidobacterium</i>)	Mikroba baik yang mendukung homeostasis usus	Meningkatkan keberagaman, menghambat patogen	Menurunkan risiko kelahiran prematur, memperbaiki kolonisasi awal mikrobioma neonatus
Prebiotik (inulin, FOS, GOS)	Makanan untuk mikroba usus baik	Meningkatkan populasi <i>Bifidobacterium</i> dan produksi SCFA	Mendukung maturasi sistem imun dan neurodevelopment janin
Suplementasi mikronutrien (Fe, Zn, vit D, kolin, folat, B12)	Menunjang enzimatik fungsi dan perkembangan organ	Memengaruhi ekspresi gen mikroba dan stabilitas mikrobioma	Menurunkan risiko BBLR, defek tuba neural, gangguan kognitif
Diet tinggi lemak jenuh/gula	Meningkatkan inflamasi sistemik dan resistensi insulin	Menyebabkan disbiosis, dominasi mikroba proinflamasi	Meningkatkan risiko metabolik, obesitas, neuroinflamasi pada anak
Paparan obesogenik dan stres selama kehamilan	Aktivasi HPA axis dan sitokin inflamasi	Mengganggu keseimbangan mikrobioma maternal	Gangguan GBA (<i>gut-brain axis</i>), risiko autisme/ADHD
Epigenetik plasenta dan mikrobioma	Diet & mikrobioma maternal mengatur ekspresi gen plasenta	SCFA dan polifenol memodulasi DNA methylation	Mempengaruhi neurogenesis, pertumbuhan, dan imunitas janin

PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan oleh Am J Reprod Immunol pada tahun 2023 berjudul "*Pregnancy nutrition: influence on the gut microbiome and fetal development*" menunjukkan bahwa pola nutrisi selama kehamilan memainkan peran penting dalam membentuk komposisi dan fungsi mikrobioma usus ibu. Studi ini merangkum berbagai uji acak terkontrol (RCT) dan kohort prospektif yang menunjukkan bahwa suplementasi probiotik (seperti *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium*), prebiotik, serta pola makan tinggi serat dan lemak tak jenuh dapat meningkatkan keberagaman mikrobioma, menurunkan risiko komplikasi seperti preeklampsia dan diabetes gestasional, serta mendukung pertumbuhan janin yang sehat. Konsumsi tinggi lemak jenuh dan rendah serat dikaitkan dengan penurunan mikrobioma usus, peningkatan mikroba proinflamasi, serta risiko gangguan metabolismik dan inflamasi pada janin. Sebaliknya, pola makan seimbang yang kaya serat, asam lemak tak jenuh, serta mikronutrien seperti vitamin D dan kolin mendukung komposisi mikrobioma yang sehat dan mendukung perkembangan optimal organ janin, termasuk otak dan sistem imun. Dengan tingginya prevalensi kekurangan mikronutrien dan pola makan kurang sehat pada ibu hamil di Indonesia, intervensi serupa perlu dievaluasi dalam konteks lokal melalui penelitian lebih lanjut yang mempertimbangkan faktor budaya, sosial, dan ekonomi (Barrientos et al., 2024).

Studi lain oleh Strobel pada tahun 2023 berjudul "*Maternal nutritional status and the microbiome across the pregnancy and the post-partum period*". Studi oleh Strobel et al. (2023) dalam jurnal Microorganisms merupakan tinjauan naratif (narrative review) yang membahas hubungan antara status gizi maternal, perubahan mikrobioma usus selama kehamilan hingga periode postpartum, serta dampaknya terhadap kesehatan ibu dan bayi. Penulis menyoroti pentingnya intervensi nutrisi, khususnya suplementasi mikronutrien seperti zat besi, vitamin D, dan asam folat, serta konsumsi diet tinggi serat dan prebiotik alami, yang secara konsisten dilaporkan dapat meningkatkan keberagaman mikrobioma dan mengurangi dominasi mikroorganisme patogenik. Beberapa temuan dari studi kohort dan uji intervensi kecil yang dikutip menunjukkan bahwa intervensi tersebut tidak hanya memperbaiki keseimbangan

mikrobioma, tetapi juga berpotensi menurunkan risiko kelahiran prematur dan disfungsi metabolismik neonatal. Meskipun sebagian besar data berasal dari negara-negara berpendapatan tinggi, temuan ini sangat relevan bagi Indonesia, mengingat masih tingginya angka kekurangan mikronutrien, anemia, serta rendahnya asupan serat pada ibu hamil. Oleh karena itu, adaptasi intervensi berbasis makanan lokal dan suplementasi mikronutrien perlu dikaji lebih lanjut dalam konteks populasi Indonesia untuk mendukung program kesehatan ibu dan anak berbasis mikrobioma (Strobel et al., 2023).

Studi oleh Kunasegaran et al (2023) "*Diet gut microbiota axis in pregnancy: a systematic review of recent evidence*" dalam Current Nutrition Reports merupakan systematic review yang menelaah hubungan antara pola makan selama kehamilan dan modulasi mikrobioma usus, serta implikasinya terhadap kesehatan ibu dan janin. Penulis menekankan pentingnya intervensi gizi berbasis diet, seperti peningkatan konsumsi makanan tinggi serat (sayuran, buah, gandum utuh), asam lemak tak jenuh (misalnya dari ikan dan minyak zaitun), serta suplementasi probiotik dan prebiotik. Beberapa randomized controlled trials (RCT) yang dikaji menunjukkan bahwa intervensi tersebut mampu meningkatkan komposisi mikrobioma yang sehat, meningkatkan produksi SCFA (Short chain fatty acid), serta menurunkan risiko diabetes gestasional dan inflamasi sistemik. Studi juga mencatat manfaat klinis berupa perbaikan kontrol glukosa dan profil metabolismik ibu hamil. Mengingat karakteristik diet masyarakat Indonesia yang masih rendah serat dan tinggi karbohidrat olahan, temuan ini memiliki relevansi tinggi. Adaptasi intervensi berbasis pangan lokal, seperti pemanfaatan serat dari sumber nabati tradisional dan edukasi konsumsi probiotik alami dapat menjadi strategi efektif untuk meningkatkan kualitas gizi ibu hamil dan mendukung mikrobioma usus yang sehat di Indonesia (Kunasegaran et al., 2023).

Penelitian terbaru oleh Puglisi et al. (2025) yang berjudul "*Interactions of the maternal microbiome with diet, stress, and infection influence fetal development*" dalam FEBS Journal merupakan narrative review yang membahas interaksi kompleks antara mikrobioma maternal dengan faktor diet, stres, dan infeksi selama kehamilan, serta dampaknya terhadap perkembangan janin. Penulis menekankan bahwa intervensi gizi, khususnya diet kaya serat, asam lemak omega-3, serta suplementasi probiotik seperti *Lactobacillus reuteri* dan *Bifidobacterium infantis*, berperan penting dalam menjaga keseimbangan mikrobioma dan menekan peradangan sistemik yang berisiko mengganggu perkembangan neurologis janin. Studi-studi intervensi yang dikutip, termasuk randomized controlled trials pada model hewan dan kohort manusia, menunjukkan bahwa intervensi tersebut dapat meningkatkan kadar SCFA (Short chain fatty acid), menurunkan ekspresi sitokin proinflamasi, serta memperbaiki parameter perkembangan otak janin. Temuan ini relevan bagi populasi Indonesia yang masih menghadapi tantangan dalam hal gizi ibu hamil, stres psikososial, dan infeksi perinatal. Oleh karena itu, strategi gizi yang terintegrasi meliputi edukasi pola makan sehat, peningkatan akses probiotik alami dan manajemen stress perlu dikembangkan secara kontekstual untuk mendukung kesehatan mikrobioma maternal dan tumbuh kembang janin secara optimal (Puglisi et al., 2025).

Dalam penelitian Dreisbach tahun 2023 dengan judul "*Composition of the maternal gastrointestinal microbiome as a predictor of neonatal birth weight*" dalam Pediatric Research merupakan penelitian kohort observasional yang mengevaluasi hubungan antara komposisi mikrobioma gastrointestinal ibu hamil dan berat badan lahir neonatus. Penelitian ini menunjukkan bahwa profil mikrobioma usus ibu pada trimester kedua ($n = 102$), menyoroti hubungan signifikan antara komposisi mikrobioma dan berat lahir neonatus yang disesuaikan dengan usia kehamilan. Model multivariat menemukan bahwa kombinasi pre-gravid BMI ($p = 0,05$), komponen utama mikrobioma (PC3, $p = 0,03$), dan interaksi antara profil mikrobioma dengan kadar glukosa darah pada tes tantangan glukosa ($p = 0,01$) menjelaskan hingga 22,9 % variasi berat bayi lahir. Hasil ini sangat relevan untuk Indonesia, yang masih memiliki

prevalensi tinggi BBLR dan status gizi maternal yang bervariasi. Oleh karena itu, penguatan edukasi gizi ibu hamil serta integrasi intervensi berbasis pangan lokal tinggi serat dan probiotik alami dapat menjadi strategi penting dalam upaya nasional menurunkan angka BBLR melalui pendekatan berbasis mikrobioma (Dreisbach et al., 2023).

Penelitian yang dilakukan oleh Maher pada tahun 2020, berjudul "*The association between the maternal diet and the maternal and infant gut microbiome: a systematic review*", dalam British Journal of Nutrition merupakan systematic review yang mengevaluasi hubungan antara diet maternal dengan komposisi mikrobioma usus ibu dan bayi. Review ini menggabungkan data dari berbagai randomized controlled trials (RCT) dan studi kohort observasional, yang menunjukkan bahwa pola makan tinggi serat, sayuran, buah, serta konsumsi probiotik selama kehamilan secara konsisten meningkatkan keragaman mikrobioma usus ibu dan menurunkan dominasi mikroba patogen. Beberapa intervensi spesifik yang dilaporkan, seperti suplementasi *Lactobacillus rhamnosus* dan *Bifidobacterium lactis*, dikaitkan dengan penurunan risiko alergi pada bayi dan peningkatan kolonisasi mikrobiota sehat pada neonatus. Dengan validitas tinggi dari desain metodologis yang dikaji, temuan ini memperkuat pentingnya modifikasi diet sebagai strategi preventif sejak kehamilan. Di Indonesia, di mana konsumsi makanan berserat masih rendah dan kesadaran akan probiotik terbatas, intervensi gizi berbasis pangan lokal dan serat alami perlu dioptimalkan dalam edukasi antenatal untuk mendukung kesehatan mikrobioma ibu dan bayi secara berkelanjutan (Maher et al., 2023).

Penelitian oleh Lundgren pada tahun 2018 yang berjudul "*Maternal diet during pregnancy is related with the infant stool microbiome in a delivery mode dependent manner*" dalam jurnal Microbiome merupakan penelitian kohort observasional yang meneliti hubungan antara pola makan ibu selama kehamilan dan komposisi mikrobioma feses bayi, dengan mempertimbangkan faktor modifikasi berupa metode persalinan. Hasil studi menunjukkan bahwa diet tinggi buah, sayur, dan serat pada ibu hamil berhubungan dengan kolonisasi mikrobiota bayi yang lebih menguntungkan, terutama pada bayi yang lahir secara pereginan. Sementara itu, pada bayi lahir melalui seksio sesarea, efek diet maternal terhadap mikrobioma bayi cenderung lebih lemah, menunjukkan pentingnya intervensi tambahan pada kelompok ini. Meskipun bukan studi intervensi langsung, temuan ini menggarisbawahi urgensi optimalisasi diet selama kehamilan sebagai pendekatan preventif untuk mendukung kesehatan mikrobioma neonatal. Implikasi untuk populasi Indonesia sangat relevan, mengingat tingginya angka seksio sesarea dan rendahnya konsumsi serat pada ibu hamil. Oleh karena itu, edukasi gizi yang menekankan pada konsumsi pangan berserat dan fermentasi lokal serta strategi khusus untuk bayi lahir melalui seksio, penting dikembangkan untuk memperkuat kolonisasi mikrobioma sehat sejak awal kehidupan (Lundgren et al., 2018).

Penelitian oleh Miko et al. (2022) dalam judul "*The maternal fetal gut microbiota axis*" dalam jurnal Life (Basel) merupakan narrative review yang membahas perubahan fisiologis mikrobioma usus selama kehamilan, pengaruh diet maternal, serta potensi intervensi untuk memodulasinya demi mendukung kesehatan janin. Penulis menyoroti pentingnya intervensi gizi, seperti suplementasi probiotik (*Lactobacillus* dan *Bifidobacterium*), prebiotik, serta peningkatan konsumsi makanan tinggi serat dan asam lemak omega-3, yang terbukti dalam berbagai randomized controlled trials dan studi kohort mampu meningkatkan keberagaman mikrobioma, menurunkan inflamasi, dan memperbaiki metabolisme glukosa selama kehamilan. Intervensi ini juga dikaitkan dengan penurunan risiko komplikasi seperti preeklampsia dan kelahiran prematur. Temuan tersebut sangat relevan bagi populasi Indonesia yang masih menghadapi tantangan dalam asupan gizi seimbang dan prevalensi tinggi komplikasi kehamilan. Oleh karena itu, pengembangan program intervensi berbasis pangan lokal seperti tempe, ikan kaya omega-3, dan sayuran berserat tinggi, serta peningkatan kesadaran melalui edukasi antenatal, penting untuk mendukung kesehatan mikrobioma ibu dan hasil kehamilan yang optimal di Indonesia (Miko et al., 2022).

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Gray et al pada tahun 2017 dengan judul “*The maternal diet, gut bacteria, and bacterial metabolites during pregnancy influence offspring asthma*” dalam *Frontiers in Immunology* merupakan systematic review yang menelusuri pengaruh diet maternal, mikrobioma usus, dan metabolit bakteri selama kehamilan terhadap risiko asma pada anak. Studi ini menemukan bahwa pola nutrisi ibu selama kehamilan, terutama asupan karbohidrat yang dapat diakses oleh mikrobiota (microbiota-accessible carbohydrates/MACs), memengaruhi komposisi bakteri usus maternal dan produksi short-chain fatty acids (SCFA) seperti asetat, yang kemudian melintasi plasenta dan memprogram sistem imun janin untuk meningkatkan populasi sel T-regulator di paru janin, sehingga menurunkan risiko asma pada keturunan. Bukti kuat dari model hewan mengungkap bahwa peningkatan konsumsi MACs maternal dikaitkan dengan peningkatan kadar SCFA dan penurunan gejala asma reproducible pada anak tikus melalui regulasi epigenetik dan respons imun tolerogenic. Temuan ini penting dalam konteks Indonesia, di mana angka kejadian penyakit alergi seperti asma anak meningkat dan konsumsi makanan kaya serat atau probiotik alami masih terbatas. Oleh karena itu, promosi konsumsi pangan tradisional tinggi serat dan probiotik serta edukasi ibu hamil mengenai peran gizi terhadap imunitas anak, sangat relevan untuk mencegah gangguan imun jangka panjang pada populasi anak Indonesia (Gray et al., 2017).

Dalam penelitian Lopez et al tahun 2024 dengan judul “*Maternal gut *Bifidobacterium breve* modifies fetal brain metabolism in germ-free mice*” dalam *Molecular Metabolism* merupakan penelitian eksperimental berbasis model hewan (tikus germ-free) yang mengevaluasi dampak kolonisasi usus maternal dengan *Bifidobacterium breve* terhadap metabolisme otak janin. Dalam desain studi intervensi ini ditemukan bahwa suplementasi maternal dengan *Bifidobacterium breve* UCC2003 selama kehamilan secara signifikan memodifikasi metabolisme otak janin, ditandai dengan penurunan sejumlah metabolit seperti sitrat, 3-hydroksiisobutirat, dan karnitin, serta peningkatan ekspresi transport protein glukosa dan asam amino rantai cabang di otak janin. Selain itu, jalur pensinyalan penting seperti PI3K-AKT, AMPK, STAT5, dan Wnt- β -catenin (termasuk reseptornya Frizzled-7) mengalami aktivasi, distabilkan oleh HIF-2, serta memengaruhi ekspresi gen dan protein yang terkait dengan pertumbuhan sel, axonogenesis, dan fungsi mitokondria. Hasil ini menggarisbawahi peran fungsional mikrobioma maternal khususnya *B. breve* dalam mengoptimalkan metabolisme dan perkembangan otak janin, membuka potensi intervensi probiotik selama kehamilan untuk meningkatkan kesehatan neurodevelopmental anak (Lopez et al., 2024).

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Zaidi et al tahun 2021 dengan judul “*Impact of maternal nutritional supplementation during pregnancy and lactation on the infant gut or breastmilk microbiota: a systematic review*” dalam *Nutrients* merupakan systematic review yang mengevaluasi dampak suplementasi gizi maternal selama kehamilan dan laktasi terhadap mikrobioma usus bayi dan mikrobioma ASI. Kajian ini mencakup berbagai randomized controlled trials dan studi kohort dari negara berkembang dan maju, yang menunjukkan bahwa intervensi seperti suplementasi multimikronutrien, zat besi, probiotik, dan lipid-based nutrient supplements (LNS) mampu meningkatkan keberagaman mikrobioma ASI dan usus bayi, serta menurunkan prevalensi mikroba patogen. Beberapa studi juga melaporkan perbaikan luaran klinis seperti penurunan diare dan peningkatan pertumbuhan bayi. Dengan validitas metodologis yang kuat, temuan ini menekankan pentingnya strategi suplementasi gizi sejak masa antenatal hingga menyusui.

Implikasi bagi Indonesia sangat signifikan, mengingat masih tingginya angka kekurangan gizi pada ibu hamil dan menyusui. Oleh karena itu, penguatan program suplementasi gizi terpadu dan edukasi konsumsi probiotik alami berbasis pangan lokal dan olahan fermentasi tradisional dapat menjadi pendekatan strategis untuk mendukung pembentukan mikrobioma sehat pada ibu dan bayi Indonesia (Zaidi et al., 2021). Dalam penelitian yang dilakukan oleh

Sajdel tahun 2023 dengan judul “*The impact of maternal gut microbiota during pregnancy on fetal gut–brain axis development and life-long health outcomes*” dalam jurnal *Microorganisms* merupakan tinjauan literatur (narrative review) ditemukan bahwa mikrobioma usus ibu selama kehamilan memainkan peran krusial dalam pembentukan Gut–Brain Axis (GBA) janin sejak masa prenatal, memengaruhi neurogenesis, mielinasi saraf vagus, serta regulasi sumbu HPA, sistem imun, dan ENS janin.

Penelitian hewan dan manusia menunjukkan bahwa disbiosis mikrobioma dipicu oleh faktor seperti obesitas, diet, stres, infeksi, atau penggunaan obat dapat menghambat pertumbuhan neuron, menurunkan mielinasi, meningkatkan aktivasi HPA, mengurangi SCFA, dan menurunkan sel T-regulator, berpotensi meningkatkan risiko gangguan neurologis dan imunologis jangka panjang bagi keturunan. Perubahan mikrobioma ini memiliki efek yang dapat bertahan hingga dewasa dan bahkan lintas generasi. Oleh karena itu, adaptasi mikrobioma optimal melalui intervensi nutrisi (diet seimbang, serat, probiotik) selama kehamilan penting untuk mendukung perkembangan GBA janin dan meningkatkan kesehatan seumur hidup keturunan. Untuk populasi di Indonesia, dengan beban gizi kurang dan akses terbatas terhadap pangan bernutrisi, temuan ini memperkuat urgensi intervensi berbasis pangan lokal dalam pola makan ibu hamil guna mengoptimalkan kolonisasi mikrobioma usus yang sehat dan mendukung perkembangan neurologis anak (Sajdel, 2023).

Penelitian Hasebe et al. (2025) berjudul “*Pregnancy related changes in microbiome are disrupted by obesogenic diet exposure*” dalam jurnal *Food & Function* merupakan penelitian eksperimental berbasis model hewan yang mengevaluasi dampak paparan diet obesogenik (tinggi lemak dan gula) selama kehamilan terhadap perubahan mikrobioma maternal dan kolonisasi mikrobioma pada keturunan. Dalam desain intervensi ini, tikus betina hamil diberi pola makan obesogenik, yang menyebabkan disbiosis mikrobioma usus, penurunan produksi short-chain fatty acids (SCFA), serta gangguan kolonisasi mikrobioma sehat pada anak tikus. Studi ini juga menyoroti bahwa intervensi dengan pola makan tinggi serat dan probiotik mampu memitigasi dampak negatif tersebut, menunjukkan potensi diet sebagai faktor protektif terhadap gangguan mikrobioma akibat pola makan buruk selama kehamilan. Meskipun berbasis hewan, validitas biologis dari hasil ini mendukung pentingnya intervensi diet sehat selama kehamilan. Temuan ini sangat relevan di Indonesia, mengingat meningkatnya konsumsi makanan tinggi lemak dan gula di kalangan ibu hamil urban. Oleh karena itu, edukasi gizi dan promosi pola makan sehat berbasis pangan local dan sumber probiotik alami perlu diperkuat untuk mencegah disbiosis maternal dan gangguan mikrobioma usus anak sejak dini (Hasebe et al., 2025).

Penelitian oleh Taylor et al. (2023) berjudul “*Effect of maternal diet on maternal milk and breastfed infant gut microbiomes: a scoping review*” menunjukkan bahwa pola makan ibu selama kehamilan dan menyusui termasuk konsumsi ikan, buah, sayur, produk susu, lemak, dan pemanis buatan berpengaruh signifikan terhadap komposisi mikrobioma ASI dan usus bayi, dengan variasi tergantung pada metode persalinan dan pola menyusui. Misalnya, konsumsi salmon dikaitkan dengan penurunan *Atopobium* pada tinja bayi, asupan lemak tinggi selama kehamilan meningkatkan *Enterococcus* dan menurunkan *Bacteroides*, sementara konsumsi yogurt probiotik meningkatkan *Bifidobacterium* dan menurunkan *Enterobacteriae*. Temuan ini menegaskan bahwa nutrisi maternal berperan penting dalam kolonisasi mikroba awal bayi melalui ASI, serta mendukung perlunya penelitian lanjutan untuk memahami mekanisme dan dampak klinis jangka panjangnya (Taylor et al., 2023).

Penelitian “*Placental epigenome impacts fetal development: effects of maternal nutrients and gut microbiota*” dalam jurnal *Nutrients* merupakan kajian systematic review oleh Basak et al tahun 2024 ditemukan bahwa nutrisi maternal termasuk asam lemak n-3, polifenol, dan vitamin bersama metabolit mikroba usus seperti SCFA dan trimethylamine, memodulasi epigenetik plasenta (meliputi DNA methylation dan ekspresi gen), sehingga memengaruhi

pertumbuhan janin, berat lahir, dan perkembangan otak janin melalui pengaturan ekspresi gen plasenta yang krusial untuk neurogenesis dan fungsi otak. Interaksi antara diet dan mikrobioma maternal berpotensi memprogram GBA (gut brain axis) janin sejak intrauterin dan berdampak jangka panjang pada kesehatan neurologis dan imunologis keturunan, menekankan peluang intervensi gizi dan mikrobioma-targeted untuk meningkatkan hasil kehamilan dan perkembangan anak. Implikasi untuk Indonesia sangat penting, mengingat angka pemberian ASI eksklusif masih belum optimal dan kualitas diet ibu menyusui sering terabaikan. Hasil ini mendukung perlunya intervensi gizi berbasis komunitas bagi ibu hamil dan menyusui, khususnya melalui edukasi konsumsi pangan lokal tinggi serat dan probiotik guna mengoptimalkan kualitas ASI dan kolonisasi mikrobioma sehat pada bayi (Basak et al., 2024).

Dalam penelitian Deng et al tahun 2025 dengan judul "*Maternal balanced energy-protein supplementation reshapes the maternal and infant microbiome*" yang dipublikasikan dalam *Nature Communications* merupakan randomized controlled trial menemukan bahwa suplementasi maternal dengan Balanced Energy-Protein (BEP) selama kehamilan dan menyusui secara signifikan meningkatkan keragaman dan perubahan komposisi mikrobioma usus ibu terutama peningkatan *Bacteroides fragilis* dan penurunan jalur biosintesis LPS yang proinflamasi serta mempercepat maturasi mikrobioma bayi dengan peningkatan metabolisme karbohidrat menunjukkan hubungan sebab-akibat antara perubahan mikrobioma dan perbaikan berat lahir, panjang badan, dan pertumbuhan linier anak yang dimediasi oleh taxa spesifik seperti *Faecalibacterium* dan *Oscillospirales* pada ibu, dan *B. breve* serta *Streptococcus* pada bayi. Temuan ini sangat relevan bagi populasi di Indonesia, mengingat masih tingginya angka kekurangan energi kronis pada ibu hamil dan dampaknya terhadap stunting serta gangguan metabolismik anak. Suplementasi gizi seimbang dapat menjadi strategi intervensi yang feasible untuk diterapkan dalam program nasional guna meningkatkan kualitas kesehatan ibu dan anak secara transgenerasional (Deng et al., 2025).

Penelitian Faienza et al. (2024) berjudul "*Exploring maternal diet epigenetic gut microbiome crosstalk*." dalam *Current Issues in Molecular Biology* merupakan sebuah narrative review yang menyoroti potensi intervensi diet maternal sebagai strategi untuk mencegah pemrograman obesitas dini melalui jalur epigenetik dan modulasi mikrobioma usus. Penelitian ini mengompilasi bukti dari berbagai randomized trials dan observational studies yang mengevaluasi efek diet tinggi serat, asam lemak tak jenuh rantai panjang (PUFA), serta prebiotik dan probiotik terhadap komposisi mikrobioma usus ibu dan anak, ekspresi gen epigenetik, serta risiko metabolismik anak di kemudian hari. Hasil yang dikaji menunjukkan bahwa intervensi nutrisi seimbang selama kehamilan dapat mencegah gangguan metabolismik sejak awal kehidupan dengan memodifikasi ekspresi gen melalui mekanisme epigenetik dan memperbaiki kolonisasi mikrobioma awal. Bagi populasi Indonesia yang menghadapi beban ganda malnutrisi baik kekurangan gizi maupun meningkatnya prevalensi obesitas anak temuan ini sangat relevan. Pendekatan berbasis intervensi gizi yang menargetkan keseimbangan mikrobioma dan ekspresi gen janin sejak dalam kandungan berpotensi menjadi strategi preventif jangka panjang yang penting dalam kebijakan kesehatan ibu dan anak di Indonesia (Faienza et al., 2024).

Penelitian Cortez et al. (2021) berjudul "*Maternal nutrition and neurodevelopment: a scoping review*" dalam jurnal *Nutrients* mengkaji hubungan antara nutrisi maternal dan perkembangan neurokognitif janin, dengan penekanan pada intervensi gizi selama kehamilan. Peninjauan ini melibatkan berbagai studi randomized controlled trials (RCT), observational cohort, dan prospective studies yang mengevaluasi efek suplementasi zat gizi seperti asam folat, zat besi, yodium, vitamin B12, dan asam lemak omega-3 terhadap perkembangan otak dan fungsi kognitif anak. Secara khusus, suplementasi asam folat sebelum konsepsi dan pada trimester pertama secara konsisten dikaitkan dengan peningkatan volume otak janin dan fungsi eksekutif yang lebih baik pada usia dini. Hasil ini menegaskan pentingnya strategi intervensi

gizi yang tepat waktu dan spesifik selama kehamilan. Implikasi bagi populasi Indonesia sangat relevan, mengingat angka anemia dan defisiensi mikronutrien selama kehamilan masih tinggi di beberapa wilayah. Oleh karena itu, kebijakan kesehatan masyarakat yang memperkuat edukasi nutrisi ibu hamil dan distribusi suplementasi yang sesuai dapat berkontribusi besar terhadap peningkatan kualitas neurokognitif generasi mendatang (Cortes et al., 2021).

KESIMPULAN

Berdasarkan berbagai studi intervensi yang dibahas menunjukkan bahwa intervensi gizi selama kehamilan, termasuk suplementasi protein-energi seimbang, peningkatan asupan mikronutrien seperti folat, vitamin B12, kolin, serta pola makan sehat dan seimbang, secara signifikan memengaruhi komposisi mikrobioma usus ibu dan anak, ekspresi epigenetik plasenta, serta perkembangan metabolismik dan neurologis janin. Desain metodologis yang digunakan meliputi *randomized controlled trials*, *observational cohort studies*, dan *systematic reviews*, yang memberikan tingkat validitas yang tinggi terhadap temuan tersebut. Secara keseluruhan, intervensi berbasis gizi selama kehamilan terbukti efektif dalam mendukung pertumbuhan dan kesehatan jangka panjang anak. Implikasi untuk populasi Indonesia sangat relevan, mengingat tingginya angka malnutrisi maternal, defisiensi mikronutrien, serta masih terbatasnya akses terhadap edukasi nutrisi yang berbasis bukti. Oleh karena itu, penguatan strategi gizi selama kehamilan menjadi penting dalam upaya menurunkan angka gangguan perkembangan janin dan meningkatkan kualitas kesehatan generasi mendatang.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Universitas Muslim Indonesia, khususnya Fakultas Kedokteran dan Departemen Ilmu Obstetri dan Ginekologi, yang telah memberikan fasilitas serta kesempatan bagi penulis untuk menyelesaikan kajian ini. Terimakasih juga kepada rekan sejawat dan dosen pembimbing yang telah memberikan masukan berharga, serta pihak-pihak yang telah membantu dalam penyediaan literatur dan referensi ilmiah. Tidak lupa, terimakasih kepada keluarga dan sahabat yang selalu memberikan doa, semangat, serta motivasi. Semoga karya ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan praktik kesehatan, khususnya dalam bidang nutrisi kehamilan dan kesehatan ibu-anak.

DAFTAR PUSTAKA

- Amiruddin, M., Sirih, M., & Irfandi. (2023). Hubungan pola makan dan gaya hidup dengan status gizi pada ibu hamil di wilayah kerja Puskesmas Poasia Kota Kendari. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*.
- Barrientos, G., Ronchi, F., & Conrad, M. L. (2024). *Nutrition during pregnancy: Influence on the gut microbiome and fetal development*. *American Journal of Reproductive Immunology*.
- Basak, S., Mallick, R., Sree, B. N., & Duttaroy, A. K. (2024). *Placental epigenome impacts fetal development: Effects of maternal nutrients and gut microbiota*. *Nutrients*.
- Cortés-Albornoz, M. C., García-Guáqueta, D. P., Velez-Van-Meerbeke, A., & Talero-Gutiérrez, C. (2021). *Maternal nutrition and neurodevelopment: A scoping review*. *Nutrients*.
- Deng, L., Taelman, S., Olm, M. R., Lebreton, F., Chng, K. R., Almeida, A., et al. (2025). *Maternal balanced energy-protein supplementation reshapes the maternal gut microbiome and enhances carbohydrate metabolism in infants: A randomized controlled trial*. *Nature Communications*.

- Dreisbach, C., Prescott, S., Siega-Riz, A. M., Tang, W. Y., Ramakrishnan, U., & Thompson, A. L. (2023). *Composition of the maternal gastrointestinal microbiome as a predictor of neonatal birth weight*. *Pediatric Research*.
- Faienza, M. F., Urbano, F., Anaclerio, F., Moretti-Ferreira, D., Fico, D., Scagliusi, F. B., et al. (2024). *Exploring maternal diet-epigenetic-gut microbiome crosstalk as an intervention strategy to counter early obesity programming*. *Current Issues in Molecular Biology*.
- Gray, L. E. K., O'Hely, M., Ranganathan, S., Sly, P. D., & Vuillermin, P. (2017). *The maternal diet, gut bacteria, and bacterial metabolites during pregnancy influence offspring asthma*. *Frontiers in Immunology*.
- Hasebe, K., Kendig, M. D., Kaakoush, N. O., Fiebiger, E., Loke, P., Cowley, M. A., et al. (2025). *Pregnancy-related changes in microbiome are disrupted by obesogenic diet exposure: Implications for offspring microbiome development*. *Food & Function*.
- Kementerian Kesehatan RI. (2022). Laporan kinerja Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kunasegaran, T., Balasubramaniam, V. R. M. T., Arasoo, V. J. T., Palanisamy, U. D., & Ramadas, A. (2023). *Diet-gut microbiota axis in pregnancy: A systematic review of recent evidence*. *Current Nutrition Reports*.
- Kusuma Dewi, A., & Tampubolon, R. (2023). Status gizi dan perilaku makan ibu selama kehamilan trimester pertama. Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Kristen Satya Wacana.
- Lopez-Tello, J., Kiu, R., Schofield, Z., Anthony, D., Ralser, M., Lawley, T. D., et al. (2024). *Maternal gut *Bifidobacterium breve* modifies fetal brain metabolism in germ-free mice*. *Molecular Metabolism*.
- Lundgren, S. N., Madan, J. C., Emond, J. A., Morrison, H. G., Christensen, B. C., & Karagas, M. R. (2018). *Maternal diet during pregnancy is related with the infant stool microbiome in a delivery mode-dependent manner*. *Microbiome*.
- Maher, S. E., O'Brien, E. C., Moore, R. L., Byrne, D. F., Geraghty, A. A., & McCarthy, F. P. (2023). *The association between the maternal diet and the maternal and infant gut microbiome: A systematic review*. *British Journal of Nutrition*.
- Miko, E., Csaszar, A., Bodis, J., & Kovacs, K. (2022). *The maternal-fetal gut microbiota axis: Physiological changes, dietary influence, and modulation possibilities*. *Life (Basel)*.
- Program DIII Kebidanan, STIKes Panca Bhakti Bandar Lampung. (2022). Pengetahuan ibu hamil tentang kebutuhan nutrisi selama kehamilan. *Jurnal Kesehatan*, 3.
- Puglisi, C. H., Kim, M., Aldhafeeri, M., Lewandowski, M., & Vuong, H. E. (2025). *Interactions of the maternal microbiome with diet, stress, and infection influence fetal development*. *FEBS Journal*.
- Sajdel-Sulkowska, E. M. (2023). *The impact of maternal gut microbiota during pregnancy on fetal gut-brain axis development and life-long health outcomes*. *Microorganisms*.
- Soekmawaty, R. A., Setyawati, I., & Utami, K. (2022). Peningkatan pengetahuan tentang kebutuhan nutrisi pada ibu hamil. *Jurnal Kesehatan*, 1.
- Strobel, K. M., Juul, S. E., & Hendrixson, D. T. (2023). *Maternal nutritional status and the microbiome across the pregnancy and the post-partum period*. *Microorganisms*.
- Taylor, R., Keane, D., Borrego, P., & Arcaro, K. (2023). *Effect of maternal diet on maternal milk and breastfed infant gut microbiomes: A scoping review*. *Nutrients*.
- Zaidi, A. Z., Moore, S. E., & Okala, S. G. (2021). *Impact of maternal nutritional supplementation during pregnancy and lactation on the infant gut or breastmilk microbiota: A systematic review*. *Nutrients*.