

**PENGARUH KEKURANGAN ENERGI KRONIS PADA IBU HAMIL TERHADAP
KEJADIAN BERAT BADAN LAHIR RENDAH DI WILAYAH TABANAN BALI**Ni Made Titin Pradnyantari^{1*}, Ni Ketut Sutiari², Ni Wayan Arya Utami³¹⁻³Universitas Udayana

Email Korespondensi: pradnyantarititin@gmail.com

Disubmit: 08 Februari 2026

Diterima: 22 April 2026

Diterbitkan: 01 Mei 2026

Doi: <https://doi.org/10.33024/mnj.v8i5.25034>**ABSTRACT**

Chronic Energy Deficiency (CED) in pregnant women is a nutritional problem that has serious impacts on maternal and fetal health and significantly increases the risk of Low Birth Weight (LBW). This study aimed to determine the effect of CED in pregnant women on the incidence of LBW in Tabanan, Bali. A retrospective cohort design was used, involving 317 postpartum mothers from January 2024 to January 2025, conducted in July-August 2025. Data were obtained from maternal and child health (MCH) books recorded in extraction forms, then analyzed using chi-square tests and logistic regression. Pregnant women with CED had an LBW incidence of 13.8% compared to 3.5% among those without CED. The Chi-Square test showed a significant association between CED and maternal education with LBW incidence. Binary logistic regression analysis confirmed these findings, showing a significant result for CED status ($p=0.025$; $RR=4.18$; $95\% CI: 1.20-14.56$). Meanwhile, other variables such as anemia status, maternal age, gestational age, occupation, parity, birth spacing, and ANC visit status did not show significant effects. CED in pregnant women was identified as the most influential factor for LBW, with a fourfold increased risk. Maternal and Child Health programs need to be optimized and ensured in all community health centers, including continuous distribution of supplementary feeding and iron-folic acid tablets through community health volunteers, focusing on improving maternal nutritional status through nutrition monitoring, balanced diet education, and regular ANC visits tailored to maternal education levels.

Keywords: CED In Pregnant Women, LBW, Maternal Nutrition, Maternal and Child Health.

ABSTRAK

Kekurangan Energi Kronis (KEK) pada ibu hamil merupakan masalah gizi yang berdampak serius terhadap kesehatan ibu dan janin, serta secara signifikan dapat meningkatkan risiko Berat Badan Lahir Rendah (BBLR). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh KEK pada ibu hamil terhadap kejadian BBLR di wilayah Tabanan Bali. Penelitian ini menggunakan desain kohort retrospektif melibatkan 317 ibu post partum rentang waktu Januari 2024-Januari 2025 yang dilakukan pada bulan Juli-Agustus 2025. Data diperoleh dari buku KIA yang ditulis dalam formulir ekstraksi data, kemudian dianalisis dengan uji chi square test dan regresi logistik. Ibu hamil dengan KEK memiliki kejadian BBLR sebesar 13.8%

dibandingkan ibu hamil tanpa KEK sebesar 3.5%. Uji Chi-Square menunjukkan adanya pengaruh signifikan antara KEK dan pendidikan terhadap kejadian BBLR. Analisis regresi logistik biner memperkuat temuan tersebut dengan hasil signifikan pada status KEK ($p=0.025$; $RR= 4.18$; $95\% CI: 1.20-14.56$). Sementara itu, variable lain seperti status anemia, usia ibu, usia kehamilan, pekerjaan, paritas, jarak kehamilan dan status kunjungan ANC tidak menunjukkan pengaruh yang bermakna. KEK pada ibu hamil merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap kejadian BBLR dengan risiko empat kali lebih besar. Program KIA perlu dioptimalkan dan dipastikan pelaksanaannya di seluruh puskesmas, termasuk distribusi PMT dan TTD secara berkesinambungan melalui kader posyandu di setiap wilayah dengan fokus pada perbaikan status gizi ibu hamil melalui pemantauan gizi, edukasi gizi seimbang, serta kunjungan ANC teratur yang disesuaikan dengan tingkat pendidikan ibu.

Kata Kunci: KEK Pada Ibu Hamil, BBLR, Gizi Ibu Hamil, Kesehatan Ibu Dan Anak.

PENDAHULUAN

Kesehatan ibu merupakan indikator fundamental kualitas sistem kesehatan dan menjadi fokus utama Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), khususnya penurunan Angka Kematian Ibu (AKI) dan Angka Kematian Bayi (AKB) (United Nations, 2015). Salah satu hambatan pencapaian target tersebut adalah Kekurangan Energi Kronis (KEK) pada ibu hamil. Menurut (Kemenkes RI, 2024b) ibu hamil dapat didiagnosis menderita KEK jika memiliki indeks massa tubuh (IMT) $<18,5 \text{ kg/m}^2$ atau Lingkar Lengan Atas (LiLA) $<23,5 \text{ cm}$. Kondisi ini ditandai dengan malnutrisi jangka panjang. KEK yang terbukti meningkatkan risiko Berat Badan Lahir Rendah (BBLR). BBLR, didefinisikan WHO sebagai bayi dengan berat $<2500 \text{ gram}$, menjadi penyebab utama sebagai penyebab utama meningkatnya AKB, serta morbiditas jangka pendek maupun panjang seperti gangguan perkembangan motorik dan kognitif (Kemenkes RI, 2024a); (WHO, 2024).

Data nasional berdasarkan Survei Kesehatan Indonesia (SKI) tahun 2023 menyatakan prevalensi BBLR sebanyak 6,1% dengan kejadian terbanyak di provinsi Papua Tengah (8,0%) dan terendah di provinsi Jambi

(2,7%). Sementara, untuk kejadian KEK adalah sebesar 16,9%, dengan Bali relatif rendah (8,6%) (Kemenkes RI, 2023). Namun, fenomena unik terjadi di Kabupaten Tabanan: prevalensi KEK menurun drastis dari 7,1% (2021) menjadi 1,4% (2023), tetapi angka BBLR justru meningkat dari 3,7% menjadi 4,7% pada periode yang sama (Dinas Kesehatan Provinsi Bali, 2021-2023). Diskrepansi ini menimbulkan gap penelitian, karena secara teoritis penurunan KEK seharusnya diikuti penurunan BBLR.

Selain KEK, berbagai faktor lain turut berkontribusi terhadap BBLR, antara lain anemia, usia ibu (<20 atau >35 tahun), usia kehamilan <37 minggu, pendidikan rendah, pekerjaan berat, jarak antar kehamilan <2 tahun, paritas tinggi, serta kunjungan ANC yang tidak optimal. Faktor-faktor ini dapat bersifat sinergis dan memperburuk risiko BBLR. BBLR memiliki konsekuensi serius, termasuk peningkatan risiko stunting, keterlambatan perkembangan, gangguan kognitif, hingga penyakit kronis di masa dewasa. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh KEK terhadap kejadian BBLR serta mengidentifikasi

faktor lain yang menjelaskan anomali di Tabanan. Dengan desain kohort retrospektif, hasil riset diharapkan memberi kontribusi pada penguatan program kesehatan ibu dan anak (KIA), pencegahan kematian neonatal, serta strategi peningkatan gizi ibu hamil di Indonesia, khususnya Bali.

TINJAUAN PUSTAKA

Berat Badan Lahir Rendah (BBLR) merupakan masalah kesehatan masyarakat global yang berdampak pada jangka pendek maupun panjang. BBLR didefinisikan sebagai bayi lahir dengan berat <2500 gram, yang dapat terjadi akibat prematuritas atau ketidakmampuan janin untuk tumbuh secara adekuat dalam rahim atau *Intrauterine Growth Restriction* (IUGR), meskipun usia kehamilan cukup. Kondisi ini berhubungan dengan risiko stunting, gangguan tumbuh kembang, hingga penurunan kualitas hidup di masa depan (Halimah dkk., 2022; Nasriyah dan Ediyono, 2023; WHO, 2024).

Menurut WHO, kejadian BBLR dipengaruhi oleh berbagai faktor, meliputi faktor maternal, janin, dan lingkungan. Salah satu faktor maternal yang berperan penting adalah Kekurangan Energi Kronis (KEK) pada ibu hamil. KEK merupakan kondisi kekurangan asupan energi dan protein dalam jangka waktu lama, yang pada ibu hamil ditandai dengan LiLA <23.5 cm (Kemenkes RI, 2024b). Status gizi ibu yang tidak adekuat selama kehamilan dapat meningkatkan risiko komplikasi kehamilan serta melahirkan bayi dengan BBLR (Desyibelew dan Dadi, 2019; Berhe dkk., 2021).

Bayi dengan BBLR berisiko mengalami berbagai masalah kesehatan, seperti gangguan pernapasan, infeksi, anemia, serta peningkatan risiko kematian

neonatal. Dalam jangka panjang, BBLR dapat berdampak pada gangguan kognitif, rendahnya IQ, serta masalah kesehatan kronis di kemudian hari (Kemenkes RI, 2022a; Rusmiati dkk., 2023). Selain itu, bayi BBLR yang mengalami kekurangan gizi berpotensi tumbuh menjadi balita dengan Kekurangan Energi Protein (KEP), yang pada perempuan dapat berlanjut menjadi KEK pada masa kehamilan berikutnya, membentuk siklus masalah gizi antar generasi (Halimah dkk., 2022).

Status gizi ibu selama kehamilan merupakan faktor kunci dalam pencegahan BBLR. Kebutuhan zat gizi meningkat selama kehamilan dan harus dipenuhi melalui konsumsi makanan bergizi seimbang serta pemantauan status gizi secara rutin. Konsep gizi seimbang mencakup empat komponen utama: konsumsi beragam pangan, perilaku hidup bersih, aktivitas fisik, dan pemantauan berat badan secara teratur (Pritasari, Damayanti dan Lestari, 2017).

Pemantauan berat badan secara teratur merupakan bagian penting dari konsep gizi seimbang, yang bertujuan untuk menjaga keseimbangan antara zat gizi yang masuk ke dalam tubuh dan zat gizi yang keluar dari tubuh. Apabila asupan gizi berada di bawah Angka Kecukupan Gizi (AKG) dalam jangka waktu lama, ibu hamil berisiko mengalami anemia dan KEK, yang berdampak langsung pada pertumbuhan dan perkembangan janin (Ambarwati, Mangalik dan Tauho, 2020).

Berbagai penelitian menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara KEK pada ibu hamil dan kejadian BBLR. Ibu hamil dengan KEK memiliki risiko lebih tinggi melahirkan bayi BBLR dibandingkan ibu dengan status gizi normal (Prihatini dkk., 2021; (Rangkuti,

2021). Oleh karena itu, upaya pencegahan BBLR perlu difokuskan pada deteksi dini KEK, intervensi gizi selama kehamilan, serta pemantauan kehamilan secara rutin melalui pelayanan antenatal care (ANC) yang optimal untuk menurunkan risiko BBLR dan komplikasi terkait.

METODOLOGI PENELITIAN

Jenis penelitian ini ialah kuantitatif dengan observasional analitik desain kohort retrospektif. Lokasi penelitian mencakup tiga wilayah kerja Puskesmas di Kabupaten Tabanan, yaitu Puskesmas Kediri II, Kerambitan II, dan Selemadeg Barat, yang dipilih berdasarkan variasi kejadian KEK dan BBLR tertinggi maupun terendah. Penelitian telah dilakukan pada Juli-Agustus 2025, dengan data retrospektif yang dianalisis dari periode Januari 2024 hingga Januari 2025.

Subjek penelitian adalah ibu post partum dengan total populasi 566 orang, dilakukan seleksi dengan purposive sampling berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi diperoleh

317 responden, terdiri dari 29 ibu dengan KEK dan 288 ibu tanpa KEK. Data penelitian berupa data sekunder yang diambil dari buku KIA yang diperoleh melalui bidan koordinator di masing-masing puskesmas. Instrumen penelitian adalah formulir ekstraksi data berisi variabel: kejadian KEK, BBLR, status anemia, usia ibu, usia kehamilan, pendidikan, jarak kehamilan, paritas, pekerjaan, dan kunjungan ANC.

Pengolahan data dilakukan dengan SPSS melalui tahapan editing, coding, entry, dan cleaning. Analisis dilakukan secara bertahap, mencakup analisis univariat untuk karakteristik responden, bivariat dengan uji Chi-Square/Fisher's Exact Test untuk menilai pengaruh variabel independen (status KEK, anemia, usia ibu, usia kehamilan, pendidikan, pekerjaan, jarak kehamilan, paritas, dan kunjungan ANC) dengan variabel dependen (BBLR). Dengan hasil ditampilkan dalam RR, p-value, CI 95%, serta multivariat dengan regresi logistik biner untuk mengidentifikasi faktor dominan menggunakan adjusted RR, p-value, dan CI 95%.

HASIL PENELITIAN

Tabel 1. Berat Badan Lahir dan Karakteristik Ibu di Tabanan (Puskesmas Kediri II, Kerambitan II dan Selemadeg Barat)

Karakteristik (N=317)	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Berat Lahir Bayi		
BBLR (<2500 gram)	14	4.4 (95%CI 2.1-6.7)
BBLN (\geq 2500 gram)	303	95.6
Status KEK		
KEK (<23,5 cm)	29	9.1 (95%CI 6.0-12.2)
Tidak KEK (\geq 23,5 cm)	288	90.9
Status Anemia		
Anemia (<11 g/dL)	75	23.7 (95%CI 19.0-28.4)
Tidak Anemia (\geq 11 g/dL)	242	76.3

Karakteristik (N=317)	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Usia Ibu Saat Hamil (Tahun)		
<20 Tahun	5	1.6
20-35 Tahun	289	91.2
>35 Tahun	23	7.3
Usia Kehamilan (Minggu)		
Preterm (<37 Minggu)	20	6.3
Aterm (37-42 Minggu)	297	93.7
Pendidikan		
Pendidikan Rendah (SD & SMP)	11	3.5
Pendidikan Menengah (SMA/SMK)	166	52.4
Pendidikan Tinggi (D3/S1 keatas)	140	44.2
Pekerjaan		
Bekerja	214	67.5
Tidak Bekerja	103	32.5
Paritas		
Nulipara (Belum Pernah Melahirkan)	153	48.3
Primipara (1 Kali)	98	30.9
Multipara (2-4 Kali)	61	19.2
Grandemultipara (>4 Kali)	5	1.6
Jarak Kehamilan (Tahun)		
Kehamilan Pertama	153	48.3
<2 Tahun	16	5.0
≥2 Tahun	148	46.7
Status Kunjungan ANC		
Kunjungan Teratur (4 Kali)	224	70.7
Kunjungan Tidak Teratur (Tidak Lengkap)	93	29.3

Berdasarkan tabel, diketahui dari 317 responden, sebanyak 303 (95,6%) responden yang melahirkan bayi dengan BB normal, sedangkan proporsi BBLR relatif kecil 14 (4,4%; CI 95%: 2,2-6,7). Hal ini menunjukkan status gizi maternal umumnya cukup baik, meskipun masih terdapat 29 (9,1%) ibu dengan KEK (CI 95%: 6,0-12,2). Kondisi anemia ditemukan pada 75 (23,7%) dengan CI 95%: 19,0-28,4, menandakan prevalensi yang cukup tinggi dan berpotensi menjadi faktor risiko komplikasi kehamilan maupun kelahiran.

Mayoritas responden berada pada usia reproduksi sehat 20-35 tahun (91,2%), dengan persalinan aterm (37-42 minggu) sebesar 93,7%, yang bersifat protektif terhadap kejadian BBLR. Tingkat pendidikan ibu sebagian besar menengah-tinggi (96,6%), mendukung pengetahuan gizi dan akses layanan kesehatan.

Sebagian besar ibu bekerja (67,5%), yang dapat memengaruhi pola konsumsi dan akses sumber daya kesehatan. Distribusi paritas menunjukkan hampir setengah responden merupakan nulipara (48,3%), dengan mayoritas jarak kehamilan pada kategori aman

(kehamilan pertama). Kunjungan ANC dilakukan sesuai standar minimal empat kali pada 70,7% responden, mencerminkan

kepatuhan terhadap pelayanan antenatal serta peran pentingnya dalam deteksi dini dan pencegahan komplikasi.

Tabel 2. Faktor Risiko Terhadap Kejadian BBLR di Tabanan

Variabel	BBLR (n=14) n(%)	BBLN (n=303) n(%)	at risk	Angka Insiden (%)	RR	95% CI	p- value
Status KEK							
KEK	4 (13.8)	25 (86.2)	29	13.8	3.97	0.013- 11.87	0.030*
Tidak KEK	10 (3.5)	278 (96.5)	288	3.5			
Status Anemia							
Anemia	4 (5.3)	71 (94.7)	75	5.3	1.29	0.42- 4.00	0.748
Tidak Anemia	10 (4.1)	232 (95.9)	242	4.1			
Usia Ibu Saat Hamil							
Usia (<20 & >35)	1 (3.6)	27 (96.4)	28	3.6	0.79	0.11- 5.82	1.000
Usia 20-35 tahun	13 (4.5)	276 (95.5)	289	4.5			
Usia Kehamilan							
Preterm	1 (5.0)	19 (95.0)	20	5.0	1.14	0.16- 8.29	0.606
Aterm	13 (4.4)	284 (95.6)	297	4.4			
Pendidikan							
Dasar Menengah (SD, SMP, SMA/SMK)	4 (2.3)	173 (97.7)	177	2.3	0.32	0.10- 1.00	0.036*
Tinggi (D3/S1 keatas)	10 (7.1)	130 (92.9)	140	7.1			
Pekerjaan							
Tidak Bekerja	5 (4.9)	98 (95.1)	103	4.9	1.17	0.40- 3.40	0.777
Bekerja	9 (4.2)	205 (95.8)	214	4.2			
Paritas							
Grandemulti	0 (0)	5 (100)	5	0.0	1.80	0.12- 26.8	1.000
Nuli, Primi & Multipara	14 (4.5)	298 (95.5)	312	4.5			
Jarak Kehamilan							

Variabel	BBLR (n=14) n(%)	BBLN (n=303) n(%)	at risk	Angka Insiden (%)	RR	95% CI	p- value
<2 tahun	0 (0.0)	16 (100)	16	0.0	0.60	0.04- 9.71	1.000
≥2 tahun / Pertama	14 (4.6)	287 (95.4)	301	4.6			
Kunjungan ANC							
Tidak Teratur	7 (7.5)	86 (92.5)	93	7.5	2.42	0.87- 6.71	0.128
Teratur	7 (3.1)	217 (96.9)	224	3.1			

Ket: (*) menunjukkan pengaruh signifikan pada tingkat $p < 0.05$

Berdasarkan tabel dapat diketahui bahwa bahwa status KEK berpengaruh signifikan dengan kejadian BBLR ($p < 0.030$; $RR = 3.97$; $95\%CI$: 1.33 - 11.87). Insidensi BBLR pada ibu dengan KEK tercatat sebesar 13.8%, sedangkan pada ibu tanpa KEK hanya 3.5%. Hal ini mengindikasikan bahwa ibu dengan status gizi baik memiliki peluang lebih rendah mengalami BBLR, dengan estimasi penurunan risiko sebesar 74.6%. Sementara itu, status anemia tidak menunjukkan pengaruh bermakna terhadap kejadian BBLR.

Demikian pula, usia ibu berisiko (<20 atau >35 tahun) tidak berpengaruh terhadap BBLR dan usia kehamilan preterm (tidak cukup bulan) maupun aterm (cukup bulan) tidak berpengaruh secara signifikan dalam kejadian BBLR. Namun, berdasarkan tingkat pendidikan memperlihatkan pengaruh signifikan dengan kejadian BBLR ($p < 0.036$; $RR = 0.32$; $95\%CI$: 0.10 - 1.00). Insidensi BBLR pada ibu berpendidikan dasar menengah sebesar 2.3% lebih rendah dibandingkan ibu berpendidikan tinggi sebesar 7.1%. Hal ini, menunjukkan bahwa ibu dengan pendidikan dasar menengah memiliki peluang lebih kecil untuk

melahirkan bayi BBLR dengan estimasi penurunan risiko sebesar 67.6%.

Sementara itu, faktor berikutnya yaitu status pekerjaan menunjukkan bahwa ibu yang bekerja memiliki kecenderungan lebih rendah untuk melahirkan bayi dengan BBLR. Untuk faktor paritas tidak menunjukkan pengaruh terhadap kejadian BBLR. Meskipun grandemultipara sering dikaitkan dengan risiko obstetri, dalam penelitian ini tidak ditemukan kasus BBLR pada kelompok tersebut. Sebaliknya, kelompok nulipara, primipara dan multipara menunjukkan insidensi BBLR sebesar 4.5%, namun tidak cukup untuk menunjukkan pengaruh bermakna secara statistik.

Jarak kehamilan juga tidak berpengaruh signifikan terhadap kejadian BBLR. Hal ini mengindikasikan bahwa jarak antar kehamilan bukan determinan utama terhadap luaran berat badan bayi. Faktor terakhir yaitu ANC menunjukkan hasil bahwa ibu yang melakukan kunjungan ANC secara teratur diperkirakan dapat memperkecil kejadian BBLR dibandingkan pada ibu dengan kunjungan tidak teratur.

Tabel 3. Adjusted Relative Risk (ARR) untuk Faktor Risiko Terhadap Kejadian BBLR

Variabel	ARR	(95%CI)	p-value
Status KEK			
<23.5 cm (ibu dengan KEK)	4.18	1.20-14.56	0.025
≥23.5 cm (ibu tidak KEK)			
Pendidikan			
Pendidikan Dasar Menengah (SD,SMP,SMA/SMK)	0.31	0.09-1.03	0.057
Pendidikan Tinggi (D3/S1 keatas)			

Berdasarkan tabel dapat diketahui bahwa status KEK dan tingkat pendidikan ibu merupakan variabel yang berpengaruh signifikan dengan kejadian BBLR dengan status KEK menjadi faktor dominan dan pendidikan sebagai faktor pendukung terhadap kejadian BBLR. Ibu dengan KEK memiliki risiko melahirkan bayi BBLR sebesar 4.18 kali lebih tinggi dibandingkan ibu tanpa KEK ($p= 0.025$; $RR= 4.18$; $95\%CI: 1.20-14.56$). Sementara itu,

ibu dengan pendidikan dasar menengah memiliki risiko melahirkan bayi BBLR 0.31 kali lebih tinggi dibandingkan ibu dengan pendidikan tinggi ($p= 0.057$; $RR= 0.31$; $95\% CI: 0,09-1.03$). Temuan ini menegaskan bahwa status gizi ibu merupakan determinan utama dalam memengaruhi luaran kehamilan, bahkan setelah dikontrol dengan variabel lain seperti usia, paritas, jarak kehamilan, dan kunjungan ANC.

PEMBAHASAN

Gambaran kejadian BBLR dan Faktor-faktor Terkait

Hasil uji statistik menemukan bahwa prevalensi BBLR di Kabupaten Tabanan sebesar 4.4% yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan data prevalensi BBLR di Provinsi Bali menurut Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023 yang tercatat sebesar 4.7%, maupun dari penelitian Andriani dan Masluroh (2023) di RS Masmitra Bekasi yang melaporkan angka BBLR sebesar 17.4%. Temuan ini mengindikasikan capaian positif dalam kesehatan maternal-neonatal, yang dapat mencerminkan efektivitas program kesehatan ibu hamil, termasuk pemantauan gizi ibu hamil, cakupan ANC, serta kondisi demografi yang mendukung.

Kejadian BBLR di Kabupaten Tabanan mengalami peningkatan dari tahun 2021 sebesar 3,7% menjadi 4,6% di tahun 2022 dan 4,7% di tahun 2023 (Dinas Kesehatan Provinsi Bali, 2021-2023). Faktor protektif seperti mayoritas usia ibu dalam rentang reproduktif sehat dan kepatuhan terhadap kunjungan ANC turut berkontribusi terhadap rendahnya angka BBLR di Kabupaten Tabanan.

Prevalensi KEK sebesar 9.1% sedikit lebih tinggi dibandingkan data prevalensi KEK yang terkumpul Provinsi Bali menurut SKI 2023 yaitu 8.6%, namun jauh lebih rendah dibandingkan penelitian yang dilakukan di Situbondo yang melaporkan prevalensi KEK sebesar 41.5% (Widianto, Ningtyias dan

Sulistiyani, 2024). Angka ini relatif terkendali dan sebanding dengan penelitian Andriani dan Masluroh (2023) di Bekasi yang menemukan prevalensi KEK sebesar 10.3%. Hal ini menegaskan bahwa KEK masih menjadi determinan penting luaran kehamilan, sehingga intervensi gizi ibu hamil perlu diperkuat.

Prevalensi anemia pada ibu hamil di Kabupaten Tabanan sebesar 23.7% yang menunjukkan bahwa masalah defisiensi zat besi masih menjadi tantangan kesehatan maternal. Jika dibandingkan dengan data dari Dinkes Provinsi Bali, Kabupaten Tabanan menunjukkan tren penurunan yang signifikan dari 7,5% pada tahun 2021 menjadi 1,9% pada tahun 2022 dan turun lagi menjadi 0,9% pada tahun 2023 (Dinas Kesehatan Provinsi Bali, 2021; 2022; 2023). Meskipun demikian, prevalensi anemia dalam penelitian ini masih sedikit lebih tinggi dibandingkan data prevalensi anemia di Provinsi Bali menurut SKI 2023 yaitu 23.2%, namun lebih rendah dibandingkan temuan Sholihah dan Rakhma (2023) di Sukoharjo yang melaporkan prevalensi anemia sebesar 25.2%. Namun sebaliknya, prevalensi anemia di Tabanan jauh lebih tinggi dibandingkan penelitian Andriani dan Masluroh (2023) di Bekasi sebesar 10.9%. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh variasi karakteristik populasi, status gizi, dan akses layanan kesehatan antar wilayah. Laporan WHO (2023) juga menegaskan bahwa anemia pada ibu hamil masih menjadi masalah global, dengan prevalensi 35,5% di negara berkembang. Tren ini menunjukkan perlunya penguatan intervensi berupa suplementasi zat besi, edukasi gizi, serta pemantauan rutin melalui kunjungan ANC.

Karakteristik demografi ibu di Tabanan menunjukkan angka relatif baik terhadap kejadian BBLR: mayoritas usia reproduktif sehat (20-35 tahun), yang secara epidemiologis merupakan kelompok dengan risiko obstetri lebih rendah dibandingkan usia <20 atau >35 tahun. Kehamilan pada usia <20 tahun sering dikaitkan dengan kebutuhan gizi yang lebih tinggi karena ibu masih berada dalam fase pertumbuhan, sehingga berpotensi terjadi kompetisi antara kebutuhan gizi ibu dan janin. Sebaliknya, kehamilan pada usia >35 tahun berhubungan dengan meningkatnya risiko komplikasi obstetri akibat proses penuaan fisiologis, penurunan fungsi organ, serta meningkatnya kebutuhan energi dan metabolisme tubuh (Ernawati, 2018 dalam Fitriyah, Alma dan Nurrochmah, 2022); (Widyastuti dan Sugiarto, 2021). Faktor-faktor tersebut dapat memengaruhi kemampuan ibu dalam mempertahankan kehamilan yang optimal dan meningkatkan risiko luaran buruk, termasuk BBLR. Hasil temuan ini, menunjukkan adanya pemahaman masyarakat terhadap usia ideal untuk kehamilan.

Dalam hasil penelitian ini, mayoritas ibu melahirkan pada usia kehamilan aterm atau cukup bulan yang merupakan kondisi optimal untuk pertumbuhan janin dan menurunkan risiko komplikasi neonatal akibat prematuritas. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar kehamilan di Tabanan berlangsung sesuai dengan standar fisiologis, sehingga mendukung capaian rendahnya angka BBLR. Dari aspek pendidikan, dominasi pendidikan menengah (SMA/SMK) yang meningkatkan pengetahuan ibu mengenai gizi, kesehatan, serta faktor risiko kehamilan. Secara tidak langsung, pendidikan berperan

sebagai determinan sosial kesehatan yang mempengaruhi kemampuan ibu dalam menyerap informasi, memahami pesan kesehatan, dan kepatuhan terhadap ANC. Ibu dengan pendidikan lebih tinggi, cenderung memiliki kepatuhan lebih baik terhadap kunjungan antenatal, karena pengetahuan yang diperoleh dari pendidikan mendukung kesadaran akan pentingnya pemantauan kehamilan secara teratur (Antarsih & Suwarni, 2023).

Faktor pekerjaan memberikan keuntungan ekonomi karena memungkinkan pemenuhan kebutuhan gizi dan kesehatan selama kehamilan meskipun pekerjaan juga berpotensi menimbulkan beban fisik atau stres. Dari aspek reproduksi, hampir setengah responden merupakan nulipara atau kehamilan pertama. Secara epidemiologis, nulipara sering dikaitkan dengan risiko obstetri tertentu, namun dalam penelitian ini tidak tampak sebagai determinan signifikan terhadap BBLR. Mayoritas jarak kehamilan juga merupakan kehamilan pertama, sehingga risiko akibat jarak antar kehamilan yang terlalu dekat tidak muncul sebagai faktor penting.

Kepatuhan terhadap kunjungan ANC yang mayoritas dilakukan secara teratur sesuai target nasional (cakupan ANC K4) mencerminkan kesadaran masyarakat akan pentingnya pelayanan antenatal. Walaupun analisis statistik tidak menunjukkan pengaruh signifikan ANC terhadap BBLR. ANC teratur berperan sebagai faktor protektif untuk deteksi dini komplikasi, pemantauan status gizi, serta pemberian edukasi kesehatan (Suryani, 2020).

Pengaruh KEK Pada Ibu Hamil Dan Faktor-Faktor Risiko Lainnya Terhadap Kejadian BBLR

Berdasarkan hasil analisis, didapatkan hasil bahwa ibu hamil dengan KEK berpengaruh signifikan ($p=0.030$) dan berisiko 4 kali lebih besar untuk melahirkan bayi BBLR. Ibu dengan KEK melahirkan bayi BBLR sebesar 13.8% lebih tinggi dibandingkan ibu hamil yang tidak mengalami KEK (3,5%). Status gizi pra-kehamilan yang kurang optimal berimplikasi pada kesiapan fisiologis tubuh ibu, termasuk kemampuan rahim untuk menunjang tumbuh kembang janin. Ibu dengan KEK mengalami keterbatasan dalam transfer zat gizi dari tubuh ibu ke janin, sehingga dapat menghambat pembentukan jaringan serta pertumbuhan intrauterin, sehingga meningkatkan risiko BBLR (Berhe dkk., 2021). Kondisi ini semakin diperburuk bila disertai anemia karena kapasitas transportasi oksigen ke plasenta berkurang, sehingga suplai oksigen dan nutrisi ke janin menjadi terbatas dan pertumbuhan janin terhambat (Laura, Reza dan Dewi, 2024).

Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menegaskan bahwa malnutrisi maternal, termasuk KEK, merupakan determinan utama BBLR karena keterbatasan asupan gizi mengganggu pertumbuhan janin dan meningkatkan risiko IUGR (Prihatini dkk., 2021; Zewude dkk., 2024; Benny dkk., 2024; Pertiwi dkk., 2025). Temuan berbagai studi menunjukkan konsistensi bahwa KEK pada ibu hamil secara signifikan meningkatkan risiko melahirkan bayi dengan BBLR.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa KEK pada ibu hamil berhubungan dengan peningkatan risiko BBLR, dengan

besaran risiko antara 3 hingga 12 kali lebih tinggi dibandingkan ibu hamil tanpa KEK (Sumiati dkk., 2021; Prameswari dan Frilasari, 2024; Laura, Reza dan Dewi, 2024).

Selain KEK, pendidikan ibu juga berpengaruh signifikan terhadap kejadian BBLR ($p=0.036$). Secara teori, pendidikan lebih tinggi meningkatkan kapasitas kognitif untuk memahami, menyerap, dan mengaplikasikan informasi dengan baik, sehingga dapat menekan risiko KEK dan BBLR (Kemenkes RI, 2024c).

Namun, penelitian ini menunjukkan fenomena, dimana ibu dengan pendidikan tinggi justru memiliki proporsi BBLR lebih tinggi (7.1%) dibandingkan ibu berpendidikan dasar-menengah (2.3%). Kondisi ini dapat dikaitkan dengan beban kerja ganda antara pekerjaan dan tanggung jawab rumah tangga sehingga berpotensi menimbulkan kelelahan fisik, stres psikologis, serta gangguan tidur, yang pada akhirnya mengurangi kemampuan dalam menjaga pola hidup sehat dan pemenuhan gizi serta keterbatasan waktu akibat pekerjaan dapat menurunkan kepatuhan ANC. Faktor-faktor tersebut dapat berdampak negatif terhadap pertumbuhan janin dan meningkatkan risiko kelahiran BBLR (Nurahmawati, 2017). Temuan ini konsisten dengan studi Rosita dan Afrianti (2021) di Indragaya Aceh, namun berbeda dengan hasil Cahyani dkk. (2025) di RSUD Bima dan Rida Amelia dkk. (2022) di Kaluku Badoa yang menyatakan bahwa pendidikan tidak berhubungan dengan kejadian BBLR. Hal ini menegaskan bahwa pendidikan tinggi tidak selalu identik dengan perilaku sehat, karena faktor pekerjaan dan gaya hidup dapat menjadi *confounding factors*.

Sebaliknya, variable lain seperti status anemia memiliki nilai

($p = 0.748$), usia ibu ($p = 1.000$), usia kehamilan ($p= 0.606$), pekerjaan ($p=0.777$), paritas ($p= 1.000$), jarak kehamilan ($p= 1.000$) dan status kunjungan ANC ($p=0.128$) tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap kejadian BBLR. Tidak signifikannya anemia dapat dijelaskan karena data Hb diambil pada trimester pertama, sehingga ibu dengan Hb <11 g/dl segera mendapat intervensi berupa TTD untuk menekan risiko komplikasi. Mayoritas ibu berada pada usia reproduktif sehat (20-35 tahun), di mana sistem reproduksi telah matang dan kebutuhan gizi tidak lagi bersaing dengan pertumbuhan tubuh, sehingga mendukung kehamilan yang lebih stabil. Selain itu, sebagian besar persalinan terjadi pada usia kehamilan aterm (37-42 minggu), yang memberikan waktu optimal bagi pertumbuhan janin dan menurunkan risiko BBLR dibandingkan kelahiran preterm (Kemenkes RI, 2024a).

Secara teori, paritas tinggi meningkatkan risiko BBLR karena cadangan nutrisi tubuh menurun akibat kehamilan berulang (Suryani, 2020). Namun, penelitian ini menunjukkan pola berbeda, di mana paritas rendah justru memiliki prevalensi BBLR lebih tinggi. Hal ini dapat dijelaskan oleh perilaku kesehatan ibu dengan paritas tinggi yang lebih baik, termasuk kepatuhan terhadap kunjungan ANC teratur. ANC berperan penting sebagai mekanisme protektif melalui deteksi dini, pemantauan gizi, dan intervensi tepat waktu (Suryani, 2020).

Temuan ini sejalan dengan penelitian Desyibelew dan Dadi (2019) serta Purwanto dan Wahyuni (2016), yang menyatakan bahwa tidak semua faktor maternal termasuk usia ibu berhubungan kuat

serta berpengaruh langsung terhadap kejadian BBLR terutama jika status gizi ibu dan akses layanan kesehatan relatif baik. Penelitian Yuvita, Ariani dan Latifah (2019), juga tidak menemukan hubungan signifikan antara umur dan paritas dengan anemia, yang merupakan salah satu penyebab tidak langsung BBLR.

Namun menariknya, penelitian ini berbanding dengan penelitian Sari dkk. (2025) yang menyatakan bahwa anemia, paritas, usia kehamilan, dan kunjungan ANC merupakan faktor risiko signifikan terhadap BBLR. Hal serupa juga dilaporkan dalam tinjauan sistematis oleh Purwanto dan Wahyuni (2016); Pertiwi, Permatasari dan Rodliya (2025) di Sub-Sahara Afrika, yang menegaskan bahwa anemia dan usia kehamilan berpengaruh signifikan kepada kejadian BBLR. Perbedaan hasil ini dapat dijelaskan oleh adanya variasi karakteristik populasi, metode pengumpulan data, serta distribusi variabel dalam sampel penelitian.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa faktor demografi dan sosial tidak berpengaruh langsung terhadap BBLR, namun tetap berkontribusi secara tidak langsung, misalnya melalui peningkatan risiko KEK. Oleh karena itu, pencegahan BBLR memerlukan pendekatan multidimensional yang mencakup aspek gizi, kesehatan, sosial, dan perilaku untuk menurunkan angka kejadian BBLR secara berkelanjutan.

Sebagai langkah pencegahan, Dinas Kesehatan Kabupaten Tabanan telah melaksanakan program pemantauan status gizi ibu hamil melalui ANC terpadu di Puskesmas, pemberian PMT (biskuit, susu, makanan bergizi) untuk mencegah IUGR dan BBLR, distribusi minimal 90

Tablet Tambah Darah (TTD) untuk mencegah anemia, serta pelaksanaan kelas ibu hamil di seluruh Puskesmas yang mencakup edukasi gizi seimbang, pencegahan KEK, pentingnya ANC teratur, dan tanda bahaya kehamilan guna meningkatkan pengetahuan dan kesadaran ibu terhadap risiko BBLR.

KESIMPULAN

Diketahui dari 317 responden ibu post partum, menunjukkan bahwa proporsi ibu dengan KEK sebesar 9,1% dan kejadian BBLR sebesar 4,4%. Ibu hamil dengan KEK berpengaruh signifikan terhadap kejadian BBLR, dengan risiko empat kali lebih besar dibandingkan ibu tanpa KEK. Temuan ini menegaskan bahwa KEK merupakan determinan utama kejadian BBLR. Oleh karena itu, diperlukan optimalisasi program ibu hamil di setiap puskesmas dengan memastikan pemberian PMT dan TTD secara berkesinambungan, serta melakukan pemantauan dan evaluasi rutin terhadap ibu hamil, khususnya ibu hamil dengan KEK, melalui peran aktif kader posyandu di setiap wilayah masing-masing dengan fokus pada perbaikan status gizi ibu hamil melalui pemantauan gizi, edukasi gizi seimbang, serta kunjungan ANC teratur yang disesuaikan dengan tingkat pendidikan ibu. Untuk peneliti selanjutnya diharapkan untuk menggunakan data primer dengan pengukuran langsung dan berulang (misalnya Hb setiap trimester) untuk meningkatkan akurasi status gizi ibu hamil serta menambahkan faktor klinis lain jika ditemukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarwati, B., Mangalik, G., & Tauho, K. D. (2020). Status Pertumbuhan Bayi 0-1 Tahun dari Ibu dengan Riwayat Kekurangan Energi Kronis (KEK) Semasa Hamil di Salatiga. *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 2(4), 347-354.
- Amelia, R., Sartika, & Mansur Sididi. (2022). Faktor Risiko Kejadian Bayi Berat Lahir Rendah (BBLR) di Wilayah Kerja Puskesmas Kalulu Badoa Kota Makassar. *Window of Public Health Journal*, 3(2), 220-230. <https://doi.org/10.33096/woph.v3i2.366>
- Andriani, C. Z., & Masluroh, M. (2023). Hubungan Anemia Dan Kekurangan Energi Kronis (Kek) Pada Ibu Hamil Dengan Kejadian Bblr. *Siklus : Journal Research Midwifery Politeknik Tegal*, 12(1), 40-47. <https://doi.org/10.30591/siklus.v12i1.4631>
- Antarsih, N. R., & Suwarni, S. (2023). Faktor Risiko Kurang Energi Kronik pada Ibu Hamil di Wilayah Kecamatan Bumi Agung Way Kanan Lampung. *Muhammadiyah Journal of Midwifery*, 4(1), 26-33.
- Benny, D. H. P., Wulandari, I. A., Sri Ariani, N. K., Rahayuni, N. W. S., & Noriani, N. K. (2024). Hubungan Ibu Hamil Kekurangan Energi Kronik Dengan Kelahiran Bayi Berat Badan Lahir Rendah. *WOMB Midwifery Journal*, 3(1), 1-6. <https://doi.org/10.54832/wombmidj.v3i1.323>
- Berhe, K., Weldegerima, L., Gebrearegay, F., Kahsay, A., Tesfahunegn, A., Rejeu, M., & Gebremariam, B. (2021). Effect of under-nutrition during pregnancy on low birth weight in Tigray regional state, Ethiopia; a prospective cohort study. *BMC Nutrition*, 7(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s40795-021-00475-7>
- Cahyani, P., Astuti, S., & Nurbaety. (2025). Hubungan antara Umur Ibu dan Tingkat Pendidikan dengan Kejadian Berat Badan Lahir Rendah (BBLR) di RSUD Bima Tahun 2024. 11(2), 116-121.
- Desyibelew, H. D., & Dadi, A. F. (2019). Burden and determinants of malnutrition among pregnant women in Africa: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 14(9), 1-19.
- Dinas Kesehatan Kabupaten Tabanan. (2023). Profil Kesehatan Kabupaten Tabanan Tahun 2023. In *Dinas Kesehatan Kabupaten Tabanan*.
- Dinas Kesehatan Provinsi Bali. (2021). *Profil Kesehatan Provinsi Bali*.
- Dinas Kesehatan Provinsi Bali. (2022). *Profil Kesehatan Provinsi Bali*.
- Dinas Kesehatan Provinsi Bali. (2023). Profil Kesehatan Provinsi Bali. In *Dinas Kesehatan Provinsi Bali*.
- Fitriyah, N., Alma, L. R., & Nurrochmah, S. (2022). Relationship Between Maternal Age and Chronic Energy Deficiency Status with Low Birth Weight Incidence in the Working Area of Arjuno Public Health Center. *Proceedings of the 3rd International Scientific Meeting on Public Health and Sports (ISMOPHS 2021)*, 44(Ismophs 2021), 123-128. <https://doi.org/10.2991/ahsr>

- k.220108.022
Halimah, G. S., Jayanti, R. D., & Fatmaningrum, W. (2022). Hubungan Usia, Paritas, dan Pekerjaan Terhadap Resiko KEK Ibu Hamil Trimester 1 di Puskesmas Cilengkrang Bandung Tahun 2022. *Jurnal Sehat Mandiri*, 17(2), 94-103. <https://doi.org/10.33761/jsm.v17i2.852>
- Kemkes RI. (2022). *Kenali Faktor-Faktor Penyebab Berat Badan Lahir Rendah*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI. <https://ayosehat.kemkes.go.id/kenali-faktor-faktor-penyebab-berat-badan-lahir-rendah>
- Kemkes RI. (2023). *Survei Kesehatan Indonesia (SKI) Tahun 2023* (Vol. 01).
- Kemkes RI. (2024a). *Agar Ibu dan Bayi Selamat*. Sehat Negeriku Kemkes. <https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/baca/blog/20240125/3944849/agar-ibu-dan-bayi-selamat/>
- Kemkes RI. (2024b). *Kehamilan*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI. <https://ayosehat.kemkes.go.id/1000-hari-pertama-kehidupan/home>
- Kemkes RI. (2024c). *Kurang Energi Kronis pada Ibu Hamil*. Direktorat Jendral Pelayanan Kesehatan. https://yankes.kemkes.go.id/view_artikel/3398/kurang-energi-kronis-pada-ibu-hamil
- Laura, D., Reza, H., & Dewi, A. (2024). The Correlation Between Chronic Energy Deficiency And Anaemia In Pregnant Women With Low Birth Weight. *AL-MIKRAJ Jurnal Studi Islam Dan Humaniora (E-ISSN 2745-4584)*, 4(02), 1454-1460. <https://doi.org/10.37680/almikraj.v4i02.5276>
- Nasriyah, N., & Ediyono, S. (2023). Dampak Kurangnya Nutrisi Pada Ibu Hamil Terhadap Risiko Stunting Pada Bayi Yang Dilahirkan. *Jurnal Ilmu Keperawatan Dan Kebidanan*, 14(1), 161-170.
- Nurahmawati, D. (2017). Pengaruh Umur, Jenis Pekerjaan, Paritar, Umur Gestasi dan Stres Psikososial pada Ibu Hamil terhadap Berat Badan Lahir Bayi di Desa Ngetos Kecamatan Ngetos Kabupaten Nganjuk. *Judika*, 2.
- Pertiwi, M. I., Permatasari, M. A., & Rodliya, A. F. (2025). *Chronic Energy Deficiency Status in Pregnant Women as a Risk of Low Birth Weight*. 14(1), 112-116. <https://doi.org/10.30644/rik.v14i1.972>
- Prameswari, V. E., & Frilasari, H. (2024). *The Relationship Of Pregnant Women With Chronic Lack Of Energy and The Incident Of Low Birth Weight Babie*. 8(3), 299-303.
- Prihatini, N. L. N. S., Lindayani, I. K., & Surati, I. G. A. (2021). Hubungan Kurang Energi Kronis pada Ibu Hamil Triwulan I dengan Kejadian Bayi Berat Lahir Rendah. *Jurnal Ilmiah Kebidanan (The Journal Of Midwifery)*, 9(2), 148-154.
- Pritasari, Damayanti, D., & Lestari, N. T. (2017). *Buku Ajar Gizi (Gizi dalam Daur Kehidupan)* (Cetakan Pe). Kementerian Kesehatan RI.
- Purwanto, A. D., & Wahyuni, C. U. (2016). Hubungan Antara Umur Kehamilan, Kehamilan Ganda, Hipertensi dan Anemia dengan Kejadian Byi Berat Lahir

- Rendah (BBLR) Relationship. *Jurnal Berkala Epidemiologi*, 4(3), 349-359. <https://doi.org/10.20473/jbe.v4i3>
- Rangkuti, S. (2021). Relationship Between Diet Chronic Energy Lack in Pregnant Women in Trimester. *Morfai Journal*, 1(2), 259-266. <https://doi.org/10.54443/morfai.v1i2.99>
- Rosita, S., & Afrianti, T. (2021). Hubungan Faktor Ibu Dengan Kejadian Bblr Pada Balita Di Puskesmas Indrajaya Kabupaten Aceh Jaya. *Jurnal Pendidikan, Sains, Dan Humaniora*, 9(3), 518-525.
- Rusmiati, R., Mangki, A., Limbu, H., Hasrianti, H., Baso, Y. Y. P., Sudirman, J., & Beddu, S. (2023). Hubungan Status Kekurangan Energi Kronik (Kek) Ibu Hamil Dengan Kejadian Berat Badan Lahir Rendah (Bblr) Di Puskesmas Sumbang Kabupaten Enrekang. *Jurnal Kesehatan Hesti Wira Sakti*, 11(01), 13-19. <https://doi.org/10.47794/jkhs.v11i01.465>
- Sari, G. N., Sari, D. N., Fratidhina, Y., & Mulyati, S. (2025). *Constructing Sustainable Maternal and Child Health Strategies: Analyzing Factors Associated with Low-Birth-Weight Incidence in Indonesia*. 15(August), 153-161.
- Sholihah, N. M., & Rakhma, L. R. (2023). Hubungan Anemia dan KEK pada Ibu Hamil dengan Kejadian BBLR di Puskesmas Wilayah Kabupaten Sukoharjo. *Health Information: Jurnal Penelitian*, 15(2), 1-13.
- Sumiati, Suindri, N. N., & Mauliku, J. (2021). *Hubungan Kurang Energi Kronik pada Ibu Hamil dengan Bayi Berat Lahir Rendah*. 11(2), 360-366.
- Suryani, E. (2020). *BBLR dan Penatalaksanaannya (Pertama)*. Strada Press.
- United Nations. (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. New York: United Nations.
- Widyastuti, S. D., & Sugiarto, H. (2021). *Kaitan Pendidikan, Umur, Dan Gravida Dengan Kurang Energi Kronik (Kek) Pada Ibu Hamil Yang Bersalin Di Praktik Bidan Mandiri "Y" Kabupaten Indramayu*. 5(3), 124-132.
- Yuvita, L., Ariani, M., & Latifah. (2019). Hubungan Umur Dan Paritas Dengan Kejadian Anemia Pada Ibu Hamil. *Jurnal Info Kesehatan*, 9(2), 869-882.
- Zewude, S. B., Beshah, M. H., Ahunie, M. A., Arega, D. T., & Addisu, D. (2024). Undernutrition and associated factors among pregnant women in Ethiopia. A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Nutrition*, 11. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1347851>