

Hubungan Indeks Massa Tubuh dengan Keguguran Berulang: Studi Kasus-Kontrol

Zaidah Ni'matullah Rusli^{1*}, Ernawati², Zakiatul Faizah³, Dewi Setyowati⁴

^{1,4}Program Studi Kebidanan, Fakultas Kedokteran, Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia

²Departemen Obstetri dan Ginekologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Airlangga, RSUD Dr. Soetomo, Surabaya, Indonesia

³Departemen Biologi Kedokteran, Fakultas Kedokteran, Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia
E-mail: zaidah.nimatullah.rusli-2022@fk.unair.ac.id^{1*}

Article Info	Abstract
Article History Received: 2025-12-15 Revised: 2026-05-29 Published: 2026-09-21 Keywords: body mass index; recurrent pregnancy loss; pregnancy; preconception	<i>Recurrent pregnancy loss (RPL) is a reproductive health problem with significant physical and psychological consequences for women. This study aimed to analyze the association between Body Mass Index (BMI) and RPL among patients at Dr. Soetomo General Hospital, Surabaya. An analytical observational case-control design was used, involving 104 respondents (52 cases, 52 controls). Data were retrieved from medical records covering the period January 2022–December 2024 and analyzed using Chi-Square and Fisher's Exact tests. BMI distribution in the case group was: obese 38.5%, overweight 26.9%, normal 28.8%, and underweight 5.8%; in the control group: overweight 38.5%, normal 32.7%, obese 19.2%, and underweight 9.6%. The Chi-Square test yielded $p = 0.171$ and Fisher's Exact test $p = 0.247$, indicating no statistically significant overall association between BMI and RPL. However, subgroup analysis revealed a significantly elevated risk in the obese category compared with normal BMI (OR = 2.51; 95% CI: 1.10–5.62; $p = 0.025$). These findings underscore the importance of BMI screening in preconception counseling, even in the absence of overall statistical significance in this limited-sample study.</i>
Artikel Info	Abstrak
Sejarah Artikel Diterima: 2025-12-15 Direvisi: 2026-05-29 Dipublikasi: 2026-09-21 Kata kunci: indeks massa tubuh; aborts berulang; kehamilan; prakonsepsi	Abortus berulang merupakan masalah kesehatan reproduksi yang berdampak pada kondisi fisik dan psikologis perempuan. Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan antara Indeks Massa Tubuh (IMT) dengan kejadian abortus berulang pada pasien di RSUD Dr. Soetomo Surabaya. Penelitian menggunakan desain observasional analitik kasus-kontrol dengan 104 responden (52 kasus, 52 kontrol). Data diperoleh dari rekam medis periode Januari 2022–Desember 2024 dan dianalisis menggunakan uji Chi-Square dan Fisher's Exact. Distribusi IMT pada kelompok kasus: obesitas 38,5%, overweight 26,9%, normal 28,8%, underweight 5,8%; kelompok kontrol: overweight 38,5%, normal 32,7%, obesitas 19,2%, underweight 9,6%. Hasil uji Chi-Square menunjukkan $p = 0,171$ dan uji Fisher's Exact $p = 0,247$, sehingga tidak terdapat hubungan yang signifikan secara statistik antara IMT dan abortus berulang. Namun, analisis subkelompok menunjukkan peningkatan risiko bermakna pada kelompok obesitas dibandingkan IMT normal (OR = 2,51; 95% CI: 1,10–5,62; $p = 0,025$). Temuan ini menegaskan perlunya skrining IMT dalam konseling prakonsepsi meskipun signifikansi statistik keseluruhan tidak tercapai pada studi berskala terbatas ini.

PENDAHULUAN

Angka Kematian Ibu (AKI) masih menjadi tantangan besar dalam kesehatan ibu dan anak, baik secara global maupun di Indonesia. WHO melalui SDG 3.1 menargetkan AKI global di bawah 70 per 100.000 kelahiran hidup pada tahun 2030,

namun hingga tahun 2023 sekitar 260.000 kematian ibu masih terjadi di seluruh dunia. Di Indonesia, AKI tercatat sebesar 173 per 100.000 kelahiran hidup, tertinggi ketiga di ASEAN, dengan penyebab utama berupa perdarahan (28%), preeklamsia/eklamsia (24%), dan infeksi (11%) (WHO, 2025).

Salah satu penyumbang perdarahan yang sering kurang mendapat perhatian adalah komplikasi akibat abortus. Secara global, sekitar 23 juta perempuan mengalami abortus spontan setiap tahunnya, dan di Indonesia diperkirakan terjadi 600.000–900.000 kasus per tahun atau sekitar 10–15% dari seluruh kehamilan (Quenby et al., 2021). Menurut SDKI 2017, sebesar 3,5% kematian ibu disebabkan oleh keguguran, dan angka ini meningkat menjadi 5,8% pada tahun berikutnya.

Recurrent Pregnancy Loss (RPL) merupakan kondisi yang berkaitan erat dengan abortus berulang dan memberikan dampak fisik maupun psikologis yang signifikan bagi perempuan. RPL didefinisikan sebagai dua atau lebih keguguran yang terverifikasi secara klinis menurut ASRM, atau tiga kali keguguran berturut-turut pada trimester pertama menurut RCOG (Regan et al., 2023). Di Indonesia, diperkirakan 10–15% dari seluruh kehamilan berakhir dengan RPL (Wahyuni et al., 2022). Penyebab RPL bersifat multifaktorial, mencakup kelainan kromosom, gangguan endokrin, kelainan anatomi uterus, trombofilia, hingga faktor gaya hidup, namun sekitar 50–70% kasus hingga kini masih bersifat idiopatik (Turesheva et al., 2023).

Salah satu faktor gaya hidup yang mulai banyak dikaji kaitannya dengan RPL adalah Indeks Massa Tubuh (IMT). Obesitas dikaitkan dengan resistensi insulin, inflamasi kronik, dan ketidakseimbangan hormonal yang dapat mengganggu implantasi embrio serta perkembangan plasenta awal, sementara IMT yang terlalu

rendah dapat menghambat produksi estrogen dan progesteron yang dibutuhkan untuk mempertahankan kehamilan (Horiuchi et al., 2019; Scott et al., 2022). Di Indonesia, prevalensi obesitas dan kelebihan berat badan pada perempuan usia reproduksi terus meningkat dan menjadi perhatian serius dalam konteks kesehatan reproduksi (Yustisia et al., 2025). Meskipun IMT telah diidentifikasi sebagai faktor risiko potensial untuk RPL dalam berbagai studi internasional, data berbasis populasi Indonesia yang mengkaji hubungan ini secara spesifik masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara IMT dan kejadian abortus berulang pada pasien di RSUD Dr. Soetomo Surabaya periode 2022–2024.

METODE

Penelitian ini merupakan studi kasus-kontrol yang dilakukan di RSUD Dr. Soetomo Surabaya pada periode Januari 2022–Desember 2024. Periode tersebut dipilih karena merupakan rentang waktu terkini dengan data rekam medis yang lengkap dan representatif pasca pandemi COVID-19. Populasi penelitian meliputi pasien hamil yang dirawat di RSUD Dr. Soetomo selama periode penelitian. Kelompok kasus adalah perempuan yang mengalami abortus berulang, yang didefinisikan secara operasional sebagai dua atau lebih keguguran yang terverifikasi secara klinis berdasarkan kriteria ASRM, atau tiga kali keguguran berturut-turut pada trimester pertama berdasarkan kriteria RCOG (Regan et al., 2023). Dalam penelitian ini, kriteria ASRM (≥ 2

keguguran) digunakan sebagai dasar penentuan kasus karena lebih representatif untuk setting klinis RS tersier. Kelompok kontrol adalah perempuan hamil normal tanpa riwayat keguguran. Kriteria eksklusi diterapkan pada pasien dengan rekam medis yang tidak lengkap. Pengambilan sampel dilakukan secara konsekutif, yaitu seluruh pasien yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi selama periode penelitian diikutsertakan.

Data IMT diperoleh dari rekam medis dan dicatat berdasarkan pengukuran berat badan dan tinggi badan oleh tenaga kesehatan pada saat kunjungan pertama kehamilan (awal kehamilan). Klasifikasi IMT mengacu pada standar World Health Organization (WHO), dengan kategori: underweight ($<18,5 \text{ kg/m}^2$), normal ($18,5\text{--}24,9 \text{ kg/m}^2$), overweight ($25,0\text{--}29,9 \text{ kg/m}^2$), dan obesitas ($\geq 30,0 \text{ kg/m}^2$). Faktor perancu potensial yang dikumpulkan meliputi usia, paritas, riwayat penyakit penyerta (sindrom ovarium polistik/PCOS, hipertensi, diabetes melitus), dan status pekerjaan.

Analisis data dilakukan menggunakan SPSS versi 27. Hubungan antara kategori IMT dan kejadian Abortus Berulang dianalisis menggunakan uji Chi-kuadrat (*Chi-Square*) dengan tingkat kepercayaan 95% ($p < 0,05$). Apabila asumsi frekuensi yang diharapkan tidak terpenuhi, digunakan uji *Fisher's Exact* sebagai alternatif. Rasio *odds* (OR) beserta interval kepercayaan (CI) 95% dihitung untuk menilai kekuatan hubungan antara IMT dan abortus berulang. Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan etik dari Komite

Etik Penelitian RSUD Dr. Soetomo Surabaya dengan nomor 1970/LOE/301.4.2/IV/2025.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini melibatkan 104 responden yang terbagi menjadi 52 kelompok kasus (abortus berulang) dan 52 kelompok kontrol (kehamilan normal). Distribusi karakteristik responden disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Karakteristik Responden

Karakteristik Responden	Abortus Berulang: Ya	Abortus Berulang: Tidak
Mean / Median	32,25 / 33,00	29,42 / 28,50
Usia Ibu		
< 20 tahun	0 (0,00%)	1 (1,92%)
20 - 35 tahun	35 (67,31%)	41 (78,85%)
> 35 tahun	17 (32,69%)	10 (19,23%)
Total	52 (100,00%)	52 (100,00%)
Paritas		
1	14 (26,92%)	17 (32,69%)
2 - 3	11 (21,15%)	27 (51,92%)
> 3	27 (51,92%)	8 (15,38%)
Total	52 (100,00%)	52 (100,00%)
Riwayat Keguguran		
0 kali	-	51 (98,08%)
1 kali	-	1 (1,92%)
2 kali	24 (46,15%)	-
3 kali	10 (19,23%)	-
> 3 kali	18 (34,62%)	-
Total	52 (100,00%)	52 (100,00%)
Penyakit Penyerta *		
Preeklampsia	4 (7,69%)	4 (7,69%)
Diabetes Mellitus	4 (7,69%)	2 (3,85%)
Hipertensi Kronis	3 (5,77%)	2 (3,85%)
Pekerjaan		
Bekerja	29 (55,77%)	43 (82,69%)
Tidak Bekerja	23 (44,23%)	9 (17,31%)
Total	52 (100,00%)	52 (100,00%)

*Catatan: Pada bagian Penyakit Penyerta, total tidak berjumlah 100% karena satu responden bisa memiliki lebih dari satu penyakit penyerta atau tidak memilikinya sama sekali

Berdasarkan Tabel 1, usia rata-rata pada kelompok abortus berulang adalah 32,25 tahun (median 33 tahun), lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol dengan

rata-rata 29,42 tahun (median 28,5 tahun). Proporsi usia >35 tahun lebih banyak pada kelompok kasus (32,69%) dibandingkan kontrol (19,23%). Berdasarkan paritas, sebagian besar responden abortus berulang berada pada kategori paritas berisiko tinggi (>3) sebesar 51,9%, sedangkan kelompok kontrol didominasi oleh paritas 2–3. Distribusi penyakit penyerta seperti preeklamsia, diabetes melitus, dan hipertensi kronis relatif serupa pada kedua kelompok dengan proporsi yang kecil pada masing-masing kategori.

Tabel 2. Hubungan Indeks Massa Tubuh dengan Kejadian Abortus Berulang

Indeks Massa Tubuh (IMT)	Abortus Berulang: Ya	Abortus Berulang: Tidak	OR (95% CI)	p-value
Underweight	3 (5,8%)	5 (9,6%)	0,68 (0,15 – 3,06)	0,743
Normal	15 (28,8%)	17 (32,7%)	Reference	—
Overweight	14 (26,9%)	20 (38,5%)	0,83 (0,34 – 2,02)	0,686
Obesitas	20 (38,5%)	10 (19,2%)	2,51 (1,10 – 5,62)	0,025
Total	52 (100,0%)	52 (100,0%)		

Keterangan: Nilai P Uji Bivariat Global: Uji Chi-Square: $p = 0,171$, Uji Fisher's Exact: $p = 0,247$

Berdasarkan Tabel 2, distribusi IMT pada kelompok kasus didominasi oleh obesitas (38,5%), diikuti overweight (26,9%), normal (28,8%), dan underweight (5,8%). Pada kelompok kontrol, kategori terbanyak adalah overweight (38,5%), normal (32,7%), obesitas (19,2%), dan underweight (9,6%). Hasil uji Chi-Square terhadap keseluruhan distribusi IMT menunjukkan nilai $p = 0,171$, dan uji Fisher's Exact mengonfirmasi $p = 0,247$, sehingga secara keseluruhan tidak terdapat hubungan yang signifikan secara statistik antara IMT dan kejadian abortus berulang. Analisis sub kelompok menggunakan uji

Fisher's Exact dengan IMT normal sebagai referensi menunjukkan bahwa kelompok obesitas memiliki risiko 2,51 kali lebih tinggi mengalami abortus berulang dibandingkan kelompok IMT normal (OR = 2,51; 95% CI: 1,10–5,62; $p = 0,025$). Subkelompok underweight dan overweight tidak menunjukkan perbedaan risiko yang bermakna dibandingkan kelompok normal.

Penelitian ini menunjukkan bahwa secara keseluruhan, IMT tidak memiliki hubungan yang signifikan secara statistik dengan kejadian abortus berulang ($p = 0,171$). Namun, analisis subkelompok mengungkapkan peningkatan risiko yang bermakna pada kelompok obesitas (OR = 2,51; 95% CI: 1,10–5,62). Ketidakesesuaian antara hasil uji Chi-Square keseluruhan yang tidak signifikan dan OR subkelompok yang signifikan dapat dijelaskan oleh heterogenitas pola risiko di antara kategori IMT: subkelompok underweight dan overweight tidak menunjukkan peningkatan risiko yang konsisten, sehingga sinyal risiko dari kelompok obesitas 'terencerkan' oleh variasi tersebut pada uji multi kategori. Hal ini menegaskan bahwa analisis subkelompok yang terstratifikasi memberikan informasi yang lebih bernuansa dibandingkan pengujian distribusi secara keseluruhan.

Temuan ini konsisten dengan sebagian literatur internasional yang menunjukkan hubungan antara obesitas dan RPL. Wang et al. (2024) melaporkan bahwa perempuan dengan IMT ≥ 30 kg/m² memiliki peluang 2,8 kali lebih tinggi mengalami RPL dibandingkan perempuan dengan IMT normal. Secara mekanistik,

obesitas menyebabkan peradangan tingkat rendah kronis melalui peningkatan sitokin pro-inflamasi seperti TNF- α dan IL-6 yang mengganggu diferensiasi endometrium dan keberhasilan implantasi (Yang et al., 2024). Selain itu, resistensi insulin dan hiperinsulinemia yang lazim pada perempuan obese mempengaruhi fungsi ovarium dan reseptivitas endometrium, sedangkan peningkatan kadar leptin turut berkontribusi pada gangguan implantasi (Kuokkanen et al., 2025; Potdar, 2023).

Di sisi lain, literatur global menunjukkan temuan yang tidak sepenuhnya konsisten. Beberapa studi melaporkan hubungan signifikan terutama pada obesitas ekstrem (IMT ≥ 35 kg/m²), sementara kelompok overweight dan obesitas ringan sering menunjukkan hubungan yang lemah atau tidak signifikan (Kuokkanen et al., 2025). Nielsen et al. (2024) menemukan bahwa kontribusi IMT dalam model prediksi RPL lebih kecil dibandingkan faktor usia ibu, riwayat keguguran sebelumnya, dan gangguan autoimun. Aspek penting dalam konteks penelitian ini adalah perbedaan komposisi tubuh populasi Asia dibandingkan Kaukasia: populasi Asia mengalami risiko metabolik pada ambang IMT yang lebih rendah, sehingga klasifikasi WHO standar mungkin kurang sensitif untuk mendeteksi risiko pada populasi Indonesia (Ng et al., 2021). Ini merupakan salah satu alasan mengapa hubungan IMT-RPL dalam populasi penelitian ini tidak sekuat yang dilaporkan studi berbasis populasi Barat.

Terdapat beberapa keterbatasan metodologis yang perlu dicermati dalam

menginterpretasi hasil penelitian ini. Pertama, data IMT diambil pada awal kehamilan, bukan sebelum konsepsi, padahal IMT prakonsepsi adalah variabel yang paling relevan untuk dikaitkan dengan RPL. Kedua, distribusi paritas dan usia yang berbeda substansial antara kedua kelompok, paritas >3 pada kasus 51,92% vs. kontrol 15,38%, dan usia >35 tahun pada kasus 32,69% vs. kontrol 19,23% yang merupakan faktor perancu besar yang tidak dapat dikontrol dalam desain bivariat ini. Paritas tinggi dan usia lanjut adalah faktor risiko RPL yang sudah mapan, sehingga estimasi hubungan IMT-RPL yang dihasilkan studi ini kemungkinan mengandung residual confounding yang tidak terukur. Ketiga, ukuran sampel yang terbatas (n=104) menurunkan daya uji untuk mendeteksi hubungan yang sedang (moderate association). Keempat, desain retrospektif membatasi kemampuan mengontrol seluruh faktor perancu yang relevan. Penelitian mendatang dengan desain prospektif, sampel lebih besar, serta analisis multivariat yang mengontrol usia, paritas, dan status metabolik diperlukan untuk mengkonfirmasi dan mengkuantifikasi hubungan IMT-RPL secara lebih akurat pada populasi Indonesia.

Terlepas dari keterbatasan tersebut, temuan peningkatan OR yang bermakna pada subkelompok obesitas memiliki implikasi klinis yang penting. Skrining IMT sejak layanan prakonsepsi perlu dilakukan secara rutin untuk mengidentifikasi perempuan berisiko. Konseling manajemen berat badan dan intervensi gaya hidup

berbasis bukti perlu diberikan kepada perempuan dengan obesitas yang merencanakan kehamilan, guna mengurangi inflamasi sistemik dan meningkatkan peluang implantasi yang berhasil (Kuokkanen et al., 2025; Wang et al., 2024).

KESIMPULAN

Secara keseluruhan, tidak terdapat hubungan yang signifikan secara statistik antara Indeks Massa Tubuh (IMT) dan kejadian abortus berulang di RSUD Dr. Soetomo Surabaya ($p = 0,171$). Namun, analisis subkelompok menunjukkan peningkatan risiko yang bermakna pada kategori obesitas dibandingkan IMT normal ($OR = 2,51$; 95% CI: 1,10–5,62), yang menegaskan relevansi klinis skrining IMT dan konseling manajemen berat badan dalam layanan prakonsepsi. Studi prospektif berskala lebih besar dengan kontrol faktor hormonal dan metabolik diperlukan untuk mengkonfirmasi hubungan ini pada populasi Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Eapen, A., Hayes, E. T., McQueen, D. B., Beestrum, M., Eyck, P. T., & Boots, C. (2021). Mean differences in maternal body mass index and recurrent pregnancy loss: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Fertility and sterility*, 116(5), 1341–1348.
<https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2021.06.019>
- Horiuchi, I., Wakimoto, Y., Kuwata, T., Sawai, H., Shibahara, H., & Takagi, K. (2019). Cytogenetic analysis of spontaneous miscarriages using long-term culturing of chorionic villi. *Journal of Fetal Medicine*, 6(1), 1–6.
<https://doi.org/10.1007/s40556-018-0190-2>
- Kuokkanen, S., Geraci, S., Akerman, M., & Pal, L. (2025). Pregnancy outcomes are compromised in obese women with polycystic ovary syndrome after transfer of a single frozen-thawed euploid embryo. *Fertility and Sterility*, 123(2), 240–248.
<https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2024.10.012>
- Nielsen, J. R., Kolte, A. M., Bliddal, S., Jørgensen, H. L., Johnsen, M. G., Krog, M. C., Westergaard, D., & Nielsen, H. S. (2024). Evaluating risk factors in recurrent pregnancy loss: A prospective cohort study and its impact on live birth outcomes. *Journal of Reproductive Immunology*, 165, 104297.
<https://doi.org/10.1016/j.jri.2024.104297>
- Potdar, N. (2023). Early pregnancy complications including recurrent pregnancy loss. *Human Reproduction*.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37451193/>
- Quenby, S., Gallos, I. D., Dhillon-Smith, R. K., et al. (2021). Miscarriage matters: The epidemiological, physical, psychological, and economic costs of early pregnancy loss. *Lancet*, 397(10285), 1658–1667.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00682-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00682-6)
- Regan, L., Rai, R., Saravelos, S., & Li, T. C. (2023). Recurrent miscarriage: Green-top guideline No. 17. *BJOG: An International Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 130(12), e9–e39.
<https://doi.org/10.1111/1471-0528.17515>
- Scott, H., Gynspan, D., Anderson, L. N., & Connor, K. L. (2022). Maternal underweight and obesity are associated with placental pathologies

- in human pregnancy. *Reproductive Sciences*, 29, 3425–3448.
<https://doi.org/10.1007/s43032-022-00983-2>
- Turesheva, A., Aimagambetova, G., Ukybassova, T., et al. (2023). Recurrent pregnancy loss etiology, risk factors, diagnosis, and management: Fresh look into a full box. *Journal of Clinical Medicine*, 12(12), 4074.
<https://doi.org/10.3390/jcm12124074>
- Utami, T. W., et al. (2020). The risk of recurrent pregnancy loss in patients with a high body mass index: An evidence-based case report. *Pakistan Journal of Nutrition*, 5(1), 115–124.
<https://doi.org/10.3923/pjn.2020.460.467>
- Varney, H. (2018). *Varney's midwifery* (6th ed.). Jones & Bartlett Learning.
- Wahyuni, I. S., Kartini, F., & Raden, A. (2022). *Dampak kejadian pasca abortus spontan pada ibu hamil*. *Jurnal Kesehatan*, 13(1), 91–101.
<https://doi.org/10.35730/jk.v13i1.521>
- Wang, R. Q., Deng, Z. M., Chen, G. T., Zhang, L. J., Zhang, Y. X., & Zhao, Y. H. (2024). Obesity and recurrent spontaneous abortion: The crucial role of weight management in pregnancy. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 22(1), 37.
<https://doi.org/10.1186/s12958-024-01326-z>
- World Health Organization. (2021). *Abortion care guideline: Clinical practice handbook for quality abortion care*. WHO.
- World Health Organization. (2025). Maternal mortality.
<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/maternal-mortality>
- Yang, S., Zhang, S., Deng, J., et al. (2024). Association of systemic immune-inflammation index with BMI, waist circumference, and prevalence of obesity in US adults. *Scientific Reports*, 14, 22086.
<https://doi.org/10.1038/s41598-024-73659-3>
- Ng, K. Y. B., Cherian, G., Kermack, A. J., Bailey, S., Macklon, N., Sunkara, S. K., & Cheong, Y. (2021). Systematic review and meta-analysis of female lifestyle factors and risk of recurrent pregnancy loss. *Scientific reports*, 11(1), 7081.
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-86445-2>
- Yustisia, I., Kurniawan, L. B., Esa, T., & Thamrin, S. A. (2025). Association between obesity and reproductive risk in South Sulawesi, Indonesia. *Clinical Epidemiology and Global Health*, 22, 101322.
<https://doi.org/10.1016/j.cegh.2024.101322>