

Analisis Infeksi Soil Transmitted Helminths dengan Anemia dan Malnutrisi: Telaah Sistematis

Muhammad Ilham Hafidz¹, Yulia Sari^{2*}, Lygia Angelica Wijaya¹, Yusuf Ari Mashuri²

1. Program Studi Kedokteran, Fakultas Kedokteran, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

2. Departemen Parasitologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

Korespondensi: yuliasari_fk@staff.uns.ac.id

ABSTRAK

Pendahuluan: *Soil Transmitted Helminths (STH)* merupakan *Neglected Tropical Disease (NTDs)* yang sering terjadi di negara berkembang dan menyebabkan beban sosial dan ekonomi. Prevalensi infeksi *STH* di dunia dan Indonesia masih tinggi. Infeksi *STH* dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti iklim, usia, status sosial ekonomi, konsumsi sayur dan buah, dan kebersihan. Infeksi *STH* dapat menyebabkan anemia dan malnutrisi pada berbagai populasi. Penelitian telaah sistematis sebelumnya membahas faktor risiko dari infeksi *STH*. Sedangkan telaah sistematis yang membahas efek infeksi *STH* terhadap anemia hanya pada populasi ibu hamil. Telaah sistematis ini bertujuan untuk melaporkan hubungan antara infeksi *STH* dengan anemia dan malnutrisi pada berbagai populasi.

Metode: Telaah sistematis dilakukan dengan mencari artikel di *database* Pubmed Scopus, Science Direct, dan Google Scholar dari 2013 –2023 dengan protokol PRISMA 2020. Studi yang sesuai dengan desain studi, kriteria inklusi dan eksklusi mengenai dampak dan hubungan *STH* dengan anemia dan malnutrisi dimasukkan dalam telaah sistematis.

Hasil: Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan di berbagai negara, ditemukan ada hubungan signifikan antara infeksi *STH* dengan anemia dan malnutrisi. Perempuan hamil adalah kelompok yang paling berisiko mengalami anemia dan anak-anak adalah kelompok yang berisiko malnutrisi akibat infeksi *STH*.

Kesimpulan: Infeksi *STH* berhubungan signifikan dengan anemia dan malnutrisi. Dampak infeksi *STH* dapat memperparah anemia pada ibu hamil dan menyebabkan kekurangan nutrisi pada anak-anak. Pemberian obat cacing dan edukasi faktor risiko diperlukan untuk manajemen infeksi *STH*.

Kata Kunci: *soil-transmitted helminth*; anemia; malnutrisi; perempuan hamil; anak-anak

ABSTRACT

Introduction: *Soil Transmitted Helminths (STH)* are *Neglected Tropical Diseases (NTDs)* that often occur in developing countries and cause socioeconomic burden. The prevalence of *STH* infection in the world and Indonesia is still high. *STH* infection is influenced by various factors such as climate, age, socioeconomic status, vegetable and fruit consumption, and hygiene. *STH* infection can cause anemia and malnutrition in various populations. Previous systematic review studies discussed the risk factors of *STH* infection. While systematic reviews that discuss effect of *STH* infection on anemia only in the pregnant population. This systematic review aims to report the association between *STH* infection with anemia and malnutrition in various populations.

Methods: systematic review was conducted by searching for articles in Scopus, Science Direct, and Google Scholar databases from 2013-2023 using the PRISMA 2020 protocol. Studies that fit the study design, inclusion and exclusion criteria regarding the impact and association of *STH* with anemia and malnutrition were included in systematic review.

Results: Based on previous studies conducted in various countries, there was a significant association between *STH* infection with anemia and malnutrition. Pregnant women are most at risk of anemia and children are most at risk of malnutrition due to *STH* infection.

Conclusion: *STH* infection is significantly associated with anemia and malnutrition. The impact of *STH* infection can aggravate anemia in pregnant women and cause nutritional deficiencies in children. Deworming and education on risk factors for *STH* infection are necessary for management of *STH* infection.

Keywords: *soil-transmitted helminth*, anemia, malnutrition, pregnant women, children

PENDAHULUAN

Soil transmitted helminths (*STH*) adalah cacing usus yang menginfeksi manusia melalui tanah yang terkontaminasi. Jenis *STH* yang menginfeksi sebagian besar populasi dunia yaitu *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, dan cacing tambang. Infeksi *STH* termasuk dalam *Neglected Tropical Diseases (NTDs)* karena tiga ciri khas utama yaitu, sering terjadi di negara berkembang, penyakit kronis, dan menyebabkan beban ekonomi dan pendidikan (CDC, 2022; Parija et al., 2017). Infeksi *STH* dapat ditularkan melalui tertelannya tanah yang terkontaminasi atau larva cacing yang menembus kulit (Mwandawiro et al., 2019).

A. lumbricoides diperkirakan menginfeksi 800 juta orang, *T. trichuris* menginfeksi 360 juta orang, dan cacing tambang menginfeksi 500 juta orang di seluruh dunia (Hayon et al., 2021; Midha et al., 2018; Xu et al., 2021). Infeksi paling banyak terjadi di daerah tropis dan subtropis dengan angka kejadian paling tinggi di Afrika sub-Sahara, Amerika Selatan, Cina dan Asia (Kurscheid et al., 2020). Indonesia adalah negara tropis dan memiliki prevalensi kecacingan yang tinggi yaitu 2,5% - 62%, kecacingan banyak terjadi pada penduduk dengan sanitasi buruk (Tapiheru & Zain, 2021).

Infeksi *STH* pada anak-anak dapat menyebabkan anemia, malnutrisi energi protein, dan terhambatnya pertumbuhan (Parija et al., 2017). Pada saat kehamilan, infeksi cacing tambang dapat memengaruhi ibu dan perkembangan janin, ibu hamil dengan infeksi cacing tambang menjadi lebih rentan terkena anemia (Ness et al., 2020). Anemia dapat menyebabkan penurunan performa kognitif dan perkembangan motorik dan kognitif yang tertunda pada anak-anak, penurunan performa fisik dan kualitas hidup pada orang dewasa, dan penurunan kognitif pada lanjut usia yang dikaitkan dengan rendahnya oksigen dalam tubuh (Cappellini et al., 2020). Anemia dihubungkan dengan peningkatan mortalitas dan perdarahan postpartum serta menjadi faktor risiko kelahiran preterm, kelahiran berat badan rendah, dan peningkatan mortalitas perinatal dan neonatal. Anak yang dilahirkan ibu dengan anemia juga menunjukkan gangguan memori (Benson et al., 2021).

STH menyebabkan malnutrisi melalui pengurangan nafsu makan, gangguan pencernaan dan penyerapan, inflamasi, dan kehilangan nutrisi sehingga terjadi *stunting*, berat badan kurang, dan kekurusan. Anak dengan *stunting* juga berisiko lebih tinggi terinfeksi *STH* (Fauziah et al., 2022; Ruth et al., 2014). *STH* juga dapat merebut vitamin A inang, menyebabkan diare dan disentri, yang berujung ke malnutrisi dan sistem imun lemah (Mehata et al., 2022).

Telaah sistematis ini membahas dampak dan hubungan infeksi *STH* dengan anemia dan malnutrisi pada populasi yang umum.

METODE

Strategi Pencarian

Desain studi yang digunakan adalah telaah sistematis yang disusun berdasarkan protokol *PRISMA 2020*. Pencarian artikel dilakukan di database: *Pubmed*, *Scopus*, *Science Direct*, dan *Google Scholar*. Komponen pencarian yang digunakan adalah '*Soil-Transmitted Helminth*', '*Anemia*', dan '*Malnutrition*', kemudian dilanjutkan dengan memperluas dan menspesifikkan komponen pencarian agar jurnal yang didapat sesuai dengan kriteria.

Kriteria Artikel

Jurnal yang digunakan adalah jurnal bahasa Indonesia dan Inggris dari tahun 2013 – 2023. Desain studi yang dimasukkan dalam telaah sistematis ini berupa studi prospektif, kohort retrospektif, *cross sectional*, observasional retrospektif, dan eksperimental (*full-text*). Studi harus mempelajari hubungan atau dampak infeksi *STH* terhadap anemia dan malnutrisi.

Pengumpulan Data

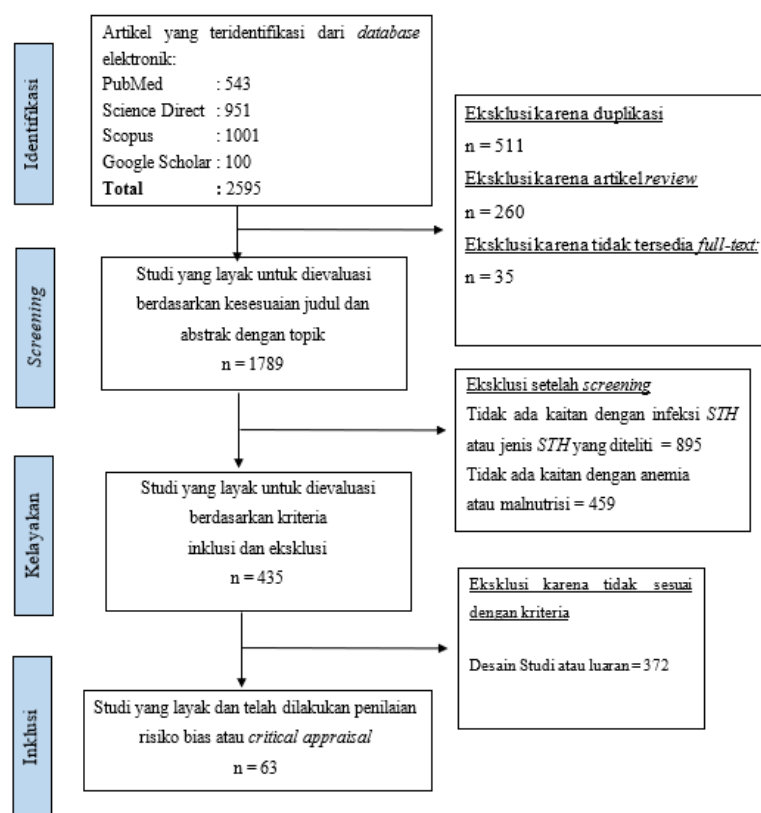
Artikel yang didapat dari hasil pencarian dikumpulkan menggunakan *software Mendeley Desktop*. Artikel kemudian dianalisis di-*screening* yang duplikat, *review*, dan tidak ada full-text. Setelah itu artikel dipindahkan ke *Microsoft Excel* untuk dieksklusi berdasarkan kriteria artikel. Artikel yang sesuai kriteria akan dimasukkan dalam telaah sistematis ini.

Penilaian Kualitas dan Ekstraksi Data

Penilaian risiko bias dilakukan menggunakan *Joanna Brigs Critical Appraisal Tools* oleh dua orang *reviewer* (JBI, 2017). Studi yang lolos penilaian risiko bias akan diekstrak datanya berupa: Penulis utama, lokasi, jenis *STH*, jumlah sampel, desain penelitian, usia sampel, dan *outcome*.

HASIL

Pemilihan Penelitian



Gambar 1. *Flow Diagram* Telaah Sistematis

Berdasarkan hasil pencarian sesuai strategi, didapatkan jumlah artikel sebanyak 2595. Artikel kemudian disaring berdasarkan duplikasi, ketersediaan full-text, dan jenis artikel review. Pencarian ini menggunakan empat database elektronik yaitu *PubMed*, *Science Direct*, *Scopus*, dan *Google Scholar*. Kemudian di-*screening* lagi berdasarkan kesesuaian judul dan abstrak. Setelah di-*screening* artikel diperiksa kembali berdasarkan desain studi dan luaran. Hasil akhir yang memenuhi kriteria kelayakan setelah dilakukan *critical appraisal* adalah 63 artikel (Gambar 1).

Karakteristik Penelitian

Desain penelitian yang ditemukan adalah *cross sectional*, *cohort*, dan *case control*. Penelitian yang dimasukkan dalam telaah sistematis ini dilakukan di 3 benua yaitu Asia, Afrika, dan Amerika.

Jumlah penelitian tentang *STH* paling banyak terjadi di benua Afrika dengan 34 penelitian, di mana negara paling banyak penelitiannya juga ada pada benua tersebut yaitu negara Etiopia dengan jumlah 19 penelitian. Indonesia sendiri adalah negara ke-2 paling banyak dimasukkan pada telaah sistematis ini dengan jumlah 10 penelitian. Spesies *STH* yang dimasukkan dalam penelitian ini adalah cacing tambang (*Ancylostoma duodenale* dan *Necator americanus*), *Ascaris lumbricoides*, dan *Trichuris trichiura*.

Penilaian Risiko bias

Hasil penilaian risiko bias dengan pertanyaan dari *JBIC Critical Appraisal Tool* yang disesuaikan dengan desain studi masing-masing penelitian.

Hasil Penelitian

Telaah sistematis ini memasukkan 63 penelitian dengan 18 penelitian yang berfokus ke malnutrisi, 31 penelitian berfokus ke anemia, dan 14 penelitian berfokus ke anemia dan malnutrisi. Telaah sistematis ini melaporkan prevalensi infeksi *STH*, anemia, bentuk malnutrisi, nilai hemoglobin, dan hubungan antara infeksi *STH* dengan anemia dan malnutrisi. Pada penelitian yang berfokus ke anemia, 29 dari 31 penelitian menunjukkan infeksi *STH* berhubungan signifikan dengan anemia. Berdasarkan populasi, anak-anak (baduta, balita, usia prasekolah atau sekolah) dan ibu hamil adalah populasi yang paling sering diteliti dengan jumlah 16 penelitian anak-anak dan 12 penelitian ibu hamil. Pada penelitian yang berfokus ke malnutrisi, 16 dari 18 penelitian menunjukkan hubungan signifikan antara infeksi *STH* dengan malnutrisi. Semua penelitian yang berfokus ke malnutrisi memasukkan anak-anak sebagai populasi yang diteliti. Bentuk malnutrisi yang diteliti berupa kurangnya asupan gizi, defisiensi mineral dan vitamin, stunting, wasting, dan underweight. Jumlah penelitian yang membahas malnutrisi dan anemia dalam satu penelitian ada 14. Hubungan signifikan infeksi *STH* dengan anemia, malnutrisi, atau keduanya sekaligus ditemukan pada 9 penelitian. Populasi penelitian yang paling banyak diteliti adalah anak-anak di mana ada 10 penelitian yang membahasnya. Infeksi *STH* dapat meningkatkan risiko anemia, malnutrisi, atau meningkatkan risiko keduanya sekaligus.

PEMBAHASAN

Hubungan Infeksi *STH* dengan Anemia

Infeksi cacing tambang meningkatkan risiko anemia pada perempuan hamil mulai dari 2,65 (Kumera et al., 2018) hingga 22,9 kali lipat (Yesuf & Agegniche, 2021). Infeksi *A. lumbricoides* juga berhubungan signifikan dengan kejadian anemia pada ibu hamil dan meningkatkan risiko anemia mulai dari 1,82 (Mengist et al., 2017) hingga 6,81 kali lipat (Tulu et al., 2019). *T. trichiura* juga meningkatkan risiko anemia pada ibu hamil hingga 8,12 kali lipat (Tulu et al., 2019). Infeksi setidaknya salah satu jenis *STH* di atas dapat meningkatkan risiko anemia ibu hamil hingga 12,4 kali lipat (Aderoba et al., 2015).

Anemia pada saat kehamilan dapat mempengaruhi bayi, anemia sedang/berat pada ibu hamil dapat meningkatkan risiko anemia bayi 1,58 kali lipat, sedangkan anemia sedang/berat ibu hamil saat melahirkan meningkatkan risiko anemia bayi hingga 2,75 kali lipat yang dalam jangka waktu panjang dapat mempengaruhi fungsi neurologis anak (McClure et al., 2014).

Infeksi cacing tambang pada anak-anak meningkatkan risiko anemia mulai dari 1,64 (Sayasone et al., 2015) hingga 6,09 kali lipat (Kebede et al., 2021). Infeksi *A. lumbricoides* juga ditemukan dapat meningkatkan risiko anemia pada anak mulai dari 1,93 kali lipat pada anak usia sekolah (Molla & Mamo, 2018) hingga 3,76 kali lipat pada anak baduta (Hossain et al., 2019). *T. trichiura* meningkatkan risiko anemia pada anak balita sebesar 2,79 kali lipat (Kebede et al., 2021)

dan infeksi intensitas sedang meningkatkan risiko anemia sebesar 3,6 kali lipat pada anak usia sekolah (Wijaya et al., 2021). Infeksi setidaknya salah satu jenis *STH* di atas dapat meningkatkan risiko anemia 3,67 (Alaribi et al., 2020) hingga 27,3 kali lipat pada anak usia sekolah (Paun et al., 2019).

Anemia dikaitkan dengan intensitas infeksi *STH*. Beberapa penelitian menyebutkan intensitas rendah adalah alasan mengapa infeksi *STH* tidak menyebabkan penurunan Hb atau anemia (Arrasyid et al., 2017; Ayogu et al., 2015). Sebaliknya, semakin tinggi intensitas infeksi *STH*, maka risiko anemia semakin tinggi (Lebso et al., 2017; Sayasone et al., 2015). Hal ini dapat terlihat pada penelitian yang membandingkan infeksi cacing tambang pada lanjut usia. Pada infeksi intensitas apapun risiko anemia adalah 1,35 kali lipat, sedangkan infeksi intensitas berat risiko anemia meningkat menjadi 3,43 kali lipat (Mugisha et al., 2013). Hasil penelitian yang tidak menunjukkan hubungan signifikan antara anemia dengan infeksi *STH* dapat terjadi karena ada faktor lain yang menjadi penyebab utama anemia seperti kurang asupan zat gizi, faktor sosial ekonomi, diare, dan perdarahan karena penyakit lain (Ibrahim, 2014). Penelitian di Medan menyebutkan perubahan perilaku akibat edukasi kesehatan dan kebiasaan anak-anak bermain gawai membuat anak jarang bermain di tanah menyebabkan prevalensi dan intensitas infeksi *STH* rendah sehingga tidak ada hubungan signifikan antara infeksi *STH* dan level SI yang rendah (Arrasyid et al., 2017). Selain itu, tidak ada hubungan signifikan dapat mengindikasikan infeksi ringan, defisit nutrisi keseluruhan, atau ukuran sampel yang kurang untuk mendeteksi hubungan tersebut (Kurscheid et al., 2020). Cacing tambang adalah cacing yang paling banyak menyebabkan anemia karena secara mekanisme, cacing tambang

Hubungan Infeksi *STH* dengan Malnutrisi

Telaah sistematis ini menemukan hubungan infeksi *STH* dengan malnutrisi, terutama kekurangan nutrisi. Infeksi *STH* dapat memperburuk malnutrisi ringan-sedang, dan sebaliknya malnutrisi ringan-sedang juga dapat memperburuk infeksi *STH* (Simarmata et al., 2015). *STH* dapat menyebabkan malnutrisi dengan berbagai cara, salah satunya adalah dengan menurunkan asupan nutrisi. Pada telaah sistematis ini ditemukan penelitian dengan menggunakan kuesioner 24Hr dan FFQ yang menunjukkan anak terinfeksi *A. lumbricoides* memiliki asupan energi, karbohidrat, serat, buah-buahan, sereal, kacang-kacangan, susu, daging, lemak, dan gula yang lebih rendah dibandingkan anak tidak terinfeksi *STH* (Zavala et al., 2017). Kekurangan vitamin A pada anak usia sekolah dan prasekolah di Nigeria berhubungan signifikan dengan infeksi *STH*, kekurangan vitamin A mengurangi respon imun T-helper 2 terhadap infeksi nematoda, hubungan defisiensi vitamin A dan infeksi *STH* ini dapat berdampak terhadap kesehatan, terutama pada daerah yang malnutrisi, sanitasi buruk, dan hygiene buruk merupakan hal umum (Arinola et al., 2015). *STH* khususnya *A. lumbricoides* mengeluarkan berbagai protein pengikat retinol (turunan vitamin A) yang dapat menurunkan level serum vitamin A (Suchdev et al., 2014).

Telaah sistematis ini menemukan adanya pengurangan dan peningkatan Selenium (Se). Se adalah mikronutrien yang efektif untuk respons imun. Level Se yang lebih rendah pada perempuan terinfeksi *STH* dapat menandakan perdarahan, malabsorpsi, dan nafsu makan rendah, yang dihubungkan dengan infeksi kronis cacing. Penurunan Se dapat dipicu cacing dengan mengalihkan mikronutrien ke respons imun dengan tujuan mengeliminasi cacing. Sedangkan peningkatan level Se dapat disebabkan sebagai mekanisme kompensasi level Zn yang rendah. Selenium memicu pelepasan Zn dengan metalotionin melalui reduksi glutathion peroksida (Akinwande et al., 2017; Arinola et al., 2015).

Zinc (Zn) memiliki fungsi penting dalam metabolisme asam nukleat, replikasi sel, perbaikan jaringan, pertumbuhan, dan antioksidan. Telaah sistematis ini menemukan hubungan signifikan antara defisiensi Zn dan infeksi *STH* pada anak sekolah di Nigeria Barat Daya, defisiensi Zn dapat meningkatkan kerentanan terinfeksi cacing (Akinwande et al., 2017). Infeksi *T. trichiura* pada anak

usia sekolah di Nigeria Tenggara dan meningkatkan risiko defisiensi Zinc sebesar 3,8 kali lipat. *T. trichiura* bergantung kepada inang untuk makanannya dan mengambil nutrisi penting yang dibutuhkan oleh inang (Ayogu et al., 2018).

Masalah malnutrisi yang paling umum terjadi pada anak-anak adalah *stunting*, *wasting*, dan *underweight*, yang didefinisikan menurut *Z-score* secara berurutan HAZ (*Height for Age Z-Score*), WHZ (*Weight for Age Z-score*) atau BAZ (*Body Mass Index for Age Z-score*), dan WAZ (*Weight for Age Z-score*) kurang dari -2 standar deviasi. Pada telaah sistematis ini ditemukan beberapa penelitian yang menunjukkan infeksi *STH* berhubungan signifikan dengan *stunting*, infeksi *A. lumbricoides* meningkatkan risiko *stunting* hingga 5 kali lipat, infeksi *T. trichiura* meningkatkan risiko *stunting* hingga 6,3 kali lipat, dan infeksi cacing tambang meningkatkan risiko *stunting* hingga 4 kali lipat pada anak-anak. *STH* dapat memengaruhi pertumbuhan dan status nutrisi melalui beberapa mekanisme termasuk pengurangan asupan makanan, pembuangan nutrisi melalui kehilangan darah, malabsorpsi, diare, dan supresi hormon pertumbuhan (Deka et al., 2022; Geleto et al., 2022; Getachew & Argaw, 2017; Joseph et al., 2014; Mationg et al., 2021). Selain itu juga ditemukan hubungan signifikan antara infeksi *STH* dengan *wasting* dan *underweight* yang meningkatkan risiko *wasting* hingga 3,51 kali lipat dan risiko *underweight* hingga 1,7 kali lipat bahkan dalam lingkungan yang prevalensi infeksi rendah dengan intensitas sedang-tinggi (Geleto et al., 2022; Mationg et al., 2021). Studi lain di Etiopia melaporkan peningkatan risiko *underweight* pada anak sekolah dasar yang terinfeksi cacing tambang sebesar 2,17 kali lipat (Degarege & Erko, 2013).

Apabila didapatkan belum terjadi *stunting*, *wasting*, atau *underweight*. Hal lain yang dapat diperhatikan adalah apakah ada penurunan HAZ, WHZ atau BAZ, dan WAZ karena apabila nilai tersebut sudah menurun dapat mengarah ke kehilangan nafsu makan, pencernaan dan absorpsi makanan yang buruk, yang dapat berakhir ke fungsi kognitif buruk. Telaah sistematis ini menemukan beberapa penelitian yang berhubungan signifikan dengan penurunan indikator tersebut. Penilaian terhadap indikator *Z-score* antropometri tersebut dapat membantu mengamati perubahan yang tidak begitu kelihatan (Galgamuwa et al., 2018; Sanchez et al., 2013).

Anak-anak adalah populasi utama yang berisiko mengalami malnutrisi akibat infeksi *STH*, hal ini dapat terlihat pada bahasan telaah sistematis ini yang berfokus ke malnutrisi, semuanya memasukkan anak-anak dari berbagai usia sebagai fokus penelitian. Penurunan status nutrisi akibat *STH* adalah hal umum pada anak-anak dengan infeksi intensitas parah, tetapi bahkan intensitas ringan pun dapat mengganggu pertumbuhan pada anak-anak dengan kondisi nutrisi yang rentan (Simarmata et al., 2015). Infeksi *STH* perlu diperhatikan pada ibu hamil karena selain berhubungan dengan anemia selama kehamilan, infeksi *STH* juga dapat meningkatkan risiko berat badan bayi lahir rendah sebesar 6,8 kali (Aderoba et al., 2015). Malnutrisi dilaporkan berhubungan signifikan dengan kejadian anemia pada anak-anak (Zeng et al., 2020).

Studi yang meneliti anak sekolah di area kumuh kota daerah Sub-Sahara Afrika tidak menemukan hubungan signifikan antara infeksi *STH* dengan malnutrisi karena pada sekolah yang diteliti diberikan obat cacing secara rutin (Ohuche et al., 2020). Selain itu, infeksi yang ringan dan sampel yang tidak cukup dapat menjadi penyebab tidak adanya hubungan signifikan antara kedua hal tersebut berdasarkan hasil studi lain di Jawa Tengah (Kurscheid et al., 2020). Penelitian di Nepal menemukan rerata status nutrisi bagus dan malnutrisi bukan masalah utama di antara partisipannya sehingga prevalensi dan intensitas infeksi *STH* tidak berhubungan dengan malnutrisi (Parajuli et al., 2014).

KESIMPULAN

Infeksi *Soil-Transmitted Helminth* dalam banyak penelitian berhubungan signifikan dengan anemia dan malnutrisi. Dampak infeksi *STH* dapat memperparah anemia pada ibu hamil dan

menyebabkan kekurangan nutrisi pada anak-anak. Pemberian obat cacing dan edukasi mengenai faktor risiko infeksi *STH* diperlukan untuk mengobati infeksi *STH* dan mencegah dampak buruk ke depannya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Ibu Dra. Sri Haryati, M.Kes yang telah memberikan kritik dan saran dalam pembuatan telaah sistematis, dan laboratorium parasitologi yang membantu dalam menyelesaikan telaah sistematis ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aderoba, A. K., Iribhogbe, O. I., Olagbuji, B. N., Olorok, O. E., Ojide, C. K., & Ande, A. B. (2015). Prevalence of helminth infestation during pregnancy and its association with maternal anemia and low birth weight. *International Journal of Gynaecology and Obstetrics: The Official Organ of the International Federation of Gynaecology and Obstetrics*, 129(3), 199–202. <https://doi.org/10.1016/j.ijgo.2014.12.002>
- Akinwande, K. S., Morenikeji, O. A., & Arinola, O. G. (2017). Anthropometric indices and Serum Micronutrient Status of Helminth - Infected school children from semi-urban communities in Southwestern Nigeria. *Nigerian Journal of Physiological Sciences*, 32(2), 195–200.
- Alaribi, F. I., Unyah, N. Z., Misni, N., Masri, S. N., & Osman, M. (2020). The prevalence of soil-transmitted helminths infection and its association with anaemia among refugee school children in the Klang Valley, Malaysia. *Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences*, 16(4), 46–53.
- Arinola, G. O., Morenikeji, O. A., Akinwande, K. S., Alade, A. O., Olateru-Olagbegi, O., Alabi, P. E., & Rahamon, S. K. (2015). Serum Micronutrients in Helminth-infected Pregnant Women and Children: Suggestions for Differential Supplementation During Anti-helminthic Treatment. *Annals of Global Health*, 81(5), 705–710. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aogh.2015.10.001>
- Arrasyid, N. K., Sinambela, M. N., Tala, Z. Z., Darlan, D. M., & Warli, S. M. (2017). Correlation between Soil-Transmitted Helminths Infection and Serum Iron Level among Primary School Children in Medan. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 5(2), 117–120. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2017.016>
- Ayogu, R. N. B., Afiayeni, I. C., Madukwe, E. U., & Udentia, E. A. (2018). Prevalence and predictors of under-nutrition among school children in a rural South-eastern Nigerian community: A cross sectional study. *BMC Public Health*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5479-5>
- Ayogu, R. N. B., Okafor, A. M., & Ene-Obong, H. N. (2015). Iron status of schoolchildren (6-15 years) and associated factors in rural Nigeria. *Food and Nutrition Research*, 59. <https://doi.org/10.3402/fnr.v59.26223>
- Benson, C. S., Shah, A., Stanworth, S. J., Frise, C. J., Spiby, H., Lax, S. J., Murray, J., & Klein, A. A. (2021). The effect of iron deficiency and anaemia on women's health. *Anaesthesia*, 76(S4), 84–95. <https://doi.org/10.1111/anae.15405>
- Cappellini, M. D., Musallam, K. M., & Taher, A. T. (2020). Iron deficiency anaemia revisited. *Journal of Internal Medicine*, 287(2), 153–170. <https://doi.org/10.1111/joim.13004>
- CDC. (2022). *Soil-transmitted helminths*. Centers for Disease Control and Prevention. <https://www.cdc.gov/parasites/sth/index.html>
- Degarege, A., & Erko, B. (2013). Association between intestinal helminth infections and underweight among school children in Tikur Wuha Elementary School, Northwestern Ethiopia. *Journal of Infection and Public Health*, 6(2), 125–133. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2012.11.008>
- Deka, S., Kalita, D., & Hazarika, N. K. (2022). Prevalence and Risk Factors of Intestinal Parasitic Infection in Under-Five Children With Malnutrition: A Hospital Based Cross-Sectional Study. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 11(6), 2794–2801. https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc_1742_21

- Fauziah, N., Ar-Rizqi, M. A., Hana, S., Patahuddin, N. M., & Diptyanusa, A. (2022). Stunting as a risk factor of soil-transmitted helminthiasis in children: A literature review. *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases*, 2022, 1–14. <https://doi.org/10.1155/2022/8929025>
- Galgamuwa, L. S., Iddawela, D., & Dharmaratne, S. D. (2018). Prevalence and intensity of *Ascaris lumbricoides* infections in relation to undernutrition among children in a tea plantation community, Sri Lanka: a cross-sectional study. *BMC Pediatrics*, 18(1), 13. <https://doi.org/10.1186/s12887-018-0984-3>
- Geleto, G. E., Kassa, T., & Erko, B. (2022). Epidemiology of soil-transmitted helminthiasis and associated malnutrition among under-fives in conflict affected areas in southern Ethiopia. *Tropical Medicine and Health*, 50(1), 44. <https://doi.org/10.1186/s41182-022-00436-1>
- Getachew, T., & Argaw, A. (2017). Intestinal helminth infections and dietary diversity score predict nutritional status of urban schoolchildren from southern Ethiopia. *BMC Nutrition*, 3(1), 9. <https://doi.org/10.1186/s40795-017-0128-4>
- Hayon, J., Weatherhead, J., Hotez, P. J., Bottazzi, M. E., & Zhan, B. (2021). Advances in vaccine development for human trichuriasis. *Parasitology*, 148(14), 1783–1794. <https://doi.org/10.1017/S0031182021000500>
- Hossain, M. S., Das, S., Gazi, M. A., Mahfuz, M., & Ahmed, T. (2019). *Ascaris lumbricoides* infection: Still a threat for iron deficiency anaemia in 2-year-old Bangladeshi slum-dwelling children. *The Journal of Infection in Developing Countries*, 13(10), 933–938. <https://doi.org/10.3855/jidc.11340>
- Ibrahim, I. A. (2014). Status kecacingan soil transmitted helminth (sth) dalam pemantauan kejadian anemia pada murid sd inpres bakung samata kabupaten gowa tahun 2013. *Jurnal Kesehatan*, 7(1), 254–266.
- JB.I. (2017). *The joanna briggs institute critical appraisal tools*. Joanna Briggs Institute. http://joannabriggs.org/assets/docs/critical-appraisal-tools/JBI_Critical_Appraisal_Checklist_for_Prevalence_Studies.pdf.
- Joseph, S. A., Casapía, M., Blouin, B., Maheu-Giroux, M., Rahme, E., & Gyorkos, T. W. (2014). Risk factors associated with malnutrition in one-year-old children living in the Peruvian Amazon. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 8(12), e3369. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003369>
- Kebede, D., Getaneh, F., Endalamaw, K., Belay, T., & Fenta, A. (2021). Prevalence of anemia and its associated factors among under-five age children in Shanan gibe hospital, Southwest Ethiopia. *BMC Pediatrics*, 21(1), 542. <https://doi.org/10.1186/s12887-021-03011-5>
- Kumera, G., Haile, K., Abebe, N., Marie, T., & Eshete, T. (2018). Anemia and its association with coffee consumption and hookworm infection among pregnant women attending antenatal care at Debre Markos Referral Hospital, Northwest Ethiopia. *PloS One*, 13(11), e0206880. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206880>
- Kurscheid, J., Laksono, B., Park, M. J., Clements, A. C. A., Sadler, R., McCarthy, J. S., Nery, S. V., Soares-Magalhaes, R., Halton, K., Hadisaputro, S., Richardson, A., Indjein, L., Wangdi, K., Stewart, D. E., & Gray, D. J. (2020). Epidemiology of soil-transmitted helminth infections in Semarang, Central Java, Indonesia. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 14(12), e0008907. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PNTD.0008907>
- Lebso, M., Anato, A., & Loha, E. (2017). Prevalence of anemia and associated factors among pregnant women in Southern Ethiopia: A community based cross-sectional study. *PloS One*, 12(12), e0188783. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188783>
- Mationg, M. L. S., Williams, G. M., Tallo, V. L., Olveda, R. M., Aung, E., Alday, P., Reñosa, M. D., Daga, C. M., Landicho, J., Demonteverde, M. P., McManus, D. P., & Gray, D. J. (2021). Soil-transmitted helminth infections and nutritional indices among Filipino schoolchildren. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 15(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0010008>
- McClure, E. M., Meshnick, S. R., Mungai, P., Malhotra, I., King, C. L., Goldenberg, R. L., Hudgens, M. G., Siega-Riz, A. M., & Dent, A. E. (2014). The Association of Parasitic Infections in Pregnancy and Maternal and Fetal Anemia: A Cohort Study in Coastal Kenya. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 8(2), e2724. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002724>

- Mehata, S., Parajuli, K. R., Rayamajhee, B., Yadav, U. N., Mehta, R. K., & Singh, D. R. (2022). Micronutrients deficiencies and its correlation with the soil-transmitted helminthic infections among children and non-pregnant women in Nepal: findings from Nepal national micronutrient status survey. *Scientific Reports*, *12*(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-24634-3>
- Mengist, H. M., Zewdie, O., & Belew, A. (2017). Intestinal helminthic infection and anemia among pregnant women attending ante-natal care (ANC) in East Wollega, Oromia, Ethiopia. *BMC Research Notes*, *10*(1), 440. <https://doi.org/10.1186/s13104-017-2770-y>
- Midha, A., Janek, K., Niewianda, A., Henklein, P., Guenther, S., Serra, D. O., Schlosser, J., Hengge, R., & Hartmann, S. (2018). The intestinal roundworm ascaris suum releases antimicrobial factors which interfere with bacterial growth and biofilm formation. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, *8*(AUG), 271. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2018.00271>
- Molla, E., & Mamo, H. (2018). Soil-transmitted helminth infections, anemia and undernutrition among schoolchildren in Yirgacheffee, South Ethiopia. *BMC Research Notes*, *11*(1), 585. <https://doi.org/10.1186/s13104-018-3679-9>
- Mugisha, J. O., Baisley, K., Asiki, G., Seeley, J., & Kuper, H. (2013). Prevalence, types, risk factors and clinical correlates of anaemia in older people in a rural Ugandan population. *PloS One*, *8*(10), e78394. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0078394>
- Mwandawiro, C., Okoyo, C., Kihara, J., Simiyu, E., Kepha, S., Campbell, S. J., Freeman, M. C., Brooker, S. J., & Njenga, S. M. (2019). Results of a national school-based deworming programme on soil-transmitted helminths infections and schistosomiasis in Kenya: 2012-2017. *Parasites and Vectors*, *12*(1), 1–18. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3322-1>
- Ness, T. E., Agrawal, V., Bedard, K., Ouellette, L., Erickson, T. A., Hotez, P., & Weatherhead, J. E. (2020). Maternal hookworm infection and its effects on maternal health: A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, *103*(5), 1958–1968. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.20-0503>
- Ohuche, I. O., Ayuk, A. C., Ubesie, A. C., Onu, J. U., & Ibe, B. C. (2020). Soil-transmitted helminthiasis: A neglected tropical disease among urban slum dwelling school-aged children of a sub-Saharan African city. *The Nigerian postgraduate medical journal*, *27*(3), 184–189. https://doi.org/10.4103/npmj.npmj_38_20
- Parajuli, R. P., Fujiwara, T., Umezaki, M., Konishi, S., Takane, E., Maharjan, M., Tachibana, K., Jiang, H. W., Pahari, K., & Watanabe, C. (2014). Prevalence and risk factors of soil-transmitted helminth infection in Nepal. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, *108*(4), 228–236. <https://doi.org/10.1093/trstmh/tru013>
- Parija, S., Chidambaram, M., & Mandal, J. (2017). Epidemiology and clinical features of soil-transmitted helminths. *Tropical Parasitology*, *7*(2), 81–85. <https://doi.org/10.4103/tp.TP-27-17>
- Paun, R., Olin, W., & Tola, Z. (2019). The Impact of Soil Transmitted Helminth (Sth) Towards Anemia Case in Elementary School Student in the District of Northwest Sumba. *Global Journal of Health Science*, *11*(5), 117. <https://doi.org/10.5539/gjhs.v11n5p117>
- Ruth, L. J., Odero, K., Njenga, S. M., Kanyi, H., Suchdev, P. S., Wiegand, R. E., Bartoces, M., Davis, S. M., Montgomery, J. M., Fox, L. M., & Worrell, C. M. (2014). Soil-transmitted helminth infection and nutritional status among urban slum children in Kenya. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, *90*(2), 299–305. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.13-0560>
- Sanchez, A. L., Gabrie, J. A., Usuanlele, M. T., Rueda, M. M., Canales, M., & Gyorkos, T. W. (2013). Soil-Transmitted Helminth Infections and Nutritional Status in School-age Children from Rural Communities in Honduras. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, *7*(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002378>
- Sayasone, S., Utzinger, J., Akkhavong, K., & Odermatt, P. (2015). Multiparasitism and intensity of helminth infections in relation to symptoms and nutritional status among children: a cross-sectional study in southern Lao People's Democratic Republic. *Acta Tropica*, *141*(Pt B), 322–331. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2014.09.015>

- Simarmata, N., Sembiring, T., & Ali, M. (2015). Nutritional status of soil-transmitted helminthiasis-infected and uninfected children. *Paediatrica Indonesiana*, 55(3), 136. <https://doi.org/10.14238/pi55.3.2015.136-41>
- Suchdev, P. S., Davis, S. M., Bartoces, M., Ruth, L. J., Worrell, C. M., Kanyi, H., Odero, K., Wiegand, R. E., Njenga, S. M., Montgomery, J. M., Fox, L. M. A. M., Kanyi, H., Suchdev, P. S., Wiegand, R. E., Bartoces, M., Davis, S. M., Montgomery, J. M., Fox, L. M. A. M., & Worrell, C. M. (2014). Soil-transmitted helminth infection and nutritional status among urban slum children in Kenya. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 90(2), 299–305. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.13-0560>
- Tapiheru, M. J. R., & Zain, N. (2021). Prevalensi infeksi soil transmitted helminth pada murid sekolah dasar negeri 105296 kecamatan percut sei tuan, kabupaten deli serdang, sumatera utara. *JIMKI: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kedokteran Indonesia*, 8(3), 1–7. <https://doi.org/10.53366/jimki.v8i3.249>
- Tulu, B. D., Atomssa, E. M., & Mengist, H. M. (2019). Determinants of anemia among pregnant women attending antenatal care in Horo Guduru Wollega Zone, West Ethiopia: Unmatched case-control study. *PLoS ONE*, 14(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224514>
- Wijaya, W., Pasaribu, A. P., Yanni, G. N., Suteno, E., Husin, N., & Pasaribu, S. (2021). Correlation between Soil-transmitted Helminths and Anemia Incidence in Primary School Children in Talawi, Batubara Regency. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 9(T3), 325–329. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2021.6357>
- Xu, F. F., Niu, Y. F., Chen, W. Q., Liu, S. S., Li, J. R., Jiang, P., Wang, Z. Q., Cui, J., & Zhang, X. (2021). Hookworm infection in central China: Morphological and molecular diagnosis. *Parasites & Vectors*, 14(1), 537. <https://doi.org/10.1186/s13071-021-05035-3>
- Yesuf, N. N., & Agegniche, Z. (2021). Prevalence and associated factors of anemia among pregnant women attending antenatal care at Felegehiwot Referral Hospital, Bahirdar City: Institutional based cross-sectional study. *International Journal of Africa Nursing Sciences*, 15, 100345. <https://doi.org/10.1016/j.ijans.2021.100345>
- Zavala, G. A., Rosado, J. L., Doak, C. M., Caamaño, M. D. C., Campos-Ponce, M., Ronquillo, D., Polman, K., & García, O. P. (2017). Energy and food intake are associated with specific intestinal parasitic infections in children of rural Mexico. *Parasitology International*, 66(6), 831–836. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2017.07.005>
- Zeng, W., Malla, P., Xu, X., Pi, L., Zhao, L., He, X., He, Y., Menezes, L. J. L. J., Cui, L., & Yang, Z. (2020). Associations among soil-transmitted helminths, G6PD deficiency and asymptomatic malaria parasitemia, and anemia in schoolchildren from a conflict zone of northeast Myanmar. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 102(4), 851–856. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.19-0828>