

Infeksi *Soil-Transmitted Helminth* : Ascariasis, Trichiuriasis dan Cacing tambang

Zulfiana Riswanda, Betta Kurniawan

Jurusan Kedokteran Umum, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

Bagian Parasitologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

Abstrack

Infeksi *soil-transmitted helminth* merupakan masalah global di bidang kesehatan masyarakat terutama di daerah pedesaan. Tiga jenis infeksi *soil-transmitted helminth* *Ascaris*, *Trichiuris* dan cacing tambang sering menunjukkan kelainan klinik pada manusia. Kelompok risiko tinggi infeksi *soil-transmitted helminth* adalah anak-anak dan wanita usia produktif. Pengendalian cacing ditujukan pada anak-anak usia sekolah yang tidak saja bermanfaat bagi mereka tetapi juga bermanfaat baik secara langsung maupun tidak langsung untuk seluruh populasi. Obat antelmintik benzimidazole, mebendazole dan albendazole seringkali digunakan untuk mengobati infeksi ini. Penggunaan obat-obat ini tidak saja terbatas untuk mengobati gejala-gejala akibat infeksi *soil-transmitted helminth*, tetapi juga untuk pencegahan kesakitan secara luas pada anak-anak yang hidup di daerah endemik. Untuk mengendalikan infeksi helmin di masyarakat, Badan Kesehatan Sedunia (*World Health Organization*) memberikan panduan yang intinya meliputi tiga tindakan pokok dalam sebuah upaya terpadu, yaitu: kemoterapi, perbaikan sanitasi dan pendidikan kesehatan. Kautir penggunaan obat antelmintik tidak menjamin kelangsungan pemberantasan cacing secara berkelanjutan dan terjadinya resistensi terhadap obat-obat tersebut diperlukan upaya untuk mengembangkan dan mengendalikan metode pengendalian baru.

Kata kunci: *Soil-transmitted helminths*, kemoterapi, sanitasi, pendidikan kesehatan

Soil-transmitted helminth infections : ascariasis, trichiuriasis and hookworm

Abstract

Soil-transmitted helminth infection is a global public health problem which is endemic in communities in rural area. The three main soil transmitted helminth infection, Ascaris, Trichiuris, and hookworm are common clinical disorders in man. High-risk groups for soil-transmitted helminth infections are children and women of childbearing age. Worm control targeting school-age children benefits not only these children but also has direct and indirect benefits for the whole population. The benzimidazole anthelmintics, mebendazole and albendazole, are commonly used to remove these infections. The use of these drugs is not limited to treatment of symptomatic soil-transmitted helminth infections, but also for large scale prevention of morbidity in children living in endemic areas. To control helminth infection in the communities, World Health Organization developed guidelines which suggest three major field actions in a coordinated effort: chemotherapy, improved sanitation and health education. Concern about the sustainability of periodic deworming with benzimidazole anthelmintics and the emergence of resistance have prompted efforts to develop and test new control tools.

Keywords: *Soil-transmitted helminths*, chemotherapy, sanitation, health education

Pendahuluan

Infeksi helminths yang disebabkan oleh *soil-transmitted helminths* (STH) banyak ditemukan pada masyarakat yang bertempat tinggal di negara berkembang, terutama di pedesaan. Cacing yang tergolong dalam kelompok STH adalah cacing yang dalam menyelesaikan siklus hidupnya memerlukan tanah yang sesuai untuk berkembang menjadi bentuk infeksi. Empat jenis STH yang paling sering ditemukan adalah cacing gelang (*roundworm/Ascaris lumbricoides*), cacing cambuk (*Trichuris trichiura*), dan cacing tambang (*Necator americanus* dan *Ancylostoma duodenale*).⁽¹⁾

Laporan terakhir memperkirakan infeksi *A. Lumbricoides* besarnya 1,221 miliar, *T. trichiura* 795 juta dan cacing tambang 740 juta. Diperkirakan lebih dari dua miliar orang mengalami infeksi di seluruh dunia di antaranya sekitar 300 juta menderita infeksi helminth yang berat dan sekitar 150.000 kematian terjadi setiap tahun akibat infeksi STH.^(2,3)

Infeksi dengan *Trichiuris trichiura* dan *Ascaris lumbricoides* secara tipikal diderita pada anak-anak berusia 5-10 tahun, semakin bertambah usia akan menurun dan menetap pada usia dewasa. Profil yang berbeda terjadi pada infeksi cacing tambang dengan intensitas maksimum sampai usia 20-25 tahun.⁽⁴⁾

Anakusia sekolah mempunyai risiko palingtinggi untuk terjadinya manifestasi klinis dariinfeksi ini.Diwaktu-waktu yang lalu dampak infeksi cacing sebagai masalah kesehatan masyarakat secara konsisten tidak pernah mendapat perhatian serius dan seringkali diabaikan(*underestimated*). Infeksi helmin juga berdampak terhadap gizi, pertumbuhan fisik, mental, kognitif dan kemunduran intelektual pada anak-anak.

Pada lima tahun terakhir, Badan Kesehatan Sedunia (*World Health Organization/WHO*), Bank Dunia (*World Bank*) dan lembaga lembaga Perserikatan Bangsa Bangsa (*United Nations*) dan masyarakat

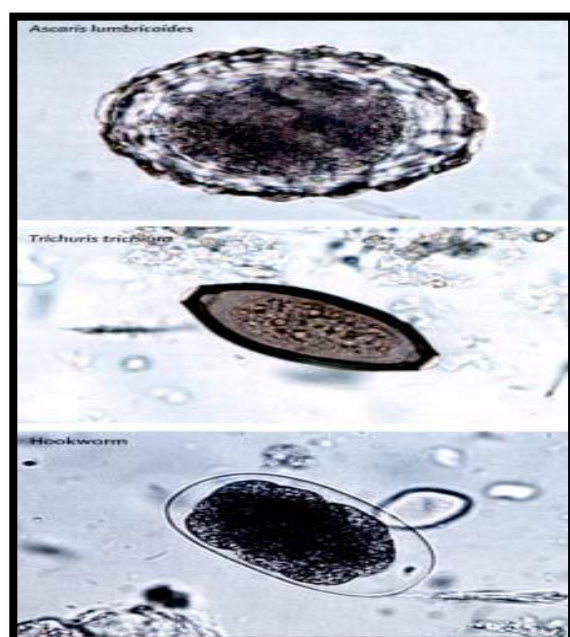
lainnya secara bersama-sama melaksanakan pengendalian terhadap infeksi helmin melalui program pengobatan anthelmintik pada murid-murid sekolah. Pada tahun 2001, *World Health Assembly* memutuskan sebuah resolusi yang mendesak negara anggotanya untuk mengendalikan kesakitan dan infeksi STH melalui pemberian obat antelmintik secara luas pada anak-anak usia sekolah di negara berkembang.⁽⁵⁾ Namun penggunaan obat-obatan secara luas dapat menyebabkan terjadinya resistensi atau paling sedikit terjadi penurunan efektivitas dari obat tersebut untuk memberantas infeksi STH.^(6,7)

Isi

Tabel 1. Karakteristik dari cacing dewasa *soil-transmitted helminths*

Species	Panjang (mm)	Jumlah Telur yang Dihasilkan Cacing Betina Per Hari	Lokasi di Host	Jangka Hidup (Th)
<i>Ascaris lumbricoides</i>	150-400	200.000	Usus halus	1
<i>Trichiuris trichiura</i>	30-50	3000-5000	Sekum dan kolon	1,5-2,0
<i>Necator americanus</i>	7-13	9000-10000	Usus halus bagian atas	5-7
<i>Ancylostoma duodenale</i>	8-13	25000-30000	Usus halus bagian atas	5-7

Berdasarkan tabel diatas *Necator* dan *Ancylostoma* tinggal di usus halus manusia bagian atas, sedangkan cacing gelang di seluruh usus halus dan cacing cambuk dewasa tinggal di usus besar khususnya sekum.⁽⁸⁾ Cacing gelang memiliki ukuran 150-400 mm, cacing cambuk 30-50 mm, sedangkan *Necator americanus* 7-13 mm dan *Ancylostoma duodenale* 8-13 mm. Cacing gelang mampu menghasilkan 200000 telur per hari, cacing cambuk 3000-5000 telur per hari, *Necator americanus* 9000-10000 telur per hari, dan *Ancylostoma duodenale* 25000-30000 telur per hari yang dihasilkan oleh cacing betina. Jangka waktu hidup terlama adalah cacing tambang 5-7 tahun dan tersingkat adalah cacing gelang 1 tahun.



Gambar 1. Telur dari *soil-transmitted*

helminth



Gambar 2. Cacing jantan dan betina dewasasoil-transmitted disease

Besarnya STH sangat bervariasi dan cacing betina lebih besar dibandingkan cacing jantan. Setelah kawin, setiap cacing betina dewasa dapat menghasilkan ribuan telur per hari (Gambar 1 dan 2).^(8,9)

Infeksi STH tersebar diberbagai negara tropik dan subtropik. Iklim merupakan determinan utama dari penyebaran infeksi ini, kelembaban dan suhu yang panas sangat penting bagi perkembangan larva dalam tanah. Faktor iklim ini meliputi temperatur, curah hujan, cahaya matahari dan angin. Juga faktor tanah, seperti macam (jenis) tanah, sifat partikel tanah dan cara pengolahan tanah.

Temperatur, sangat penting untuk cacing ini melanjutkan siklus hidupnya. Setiap jenis cacing mempunyai temperatur optimum yang berbeda. Untuk perkembangan telur *A.lumbricoides*, misalnya, memerlukan temperatur yang berkisar antara 20⁰-25⁰ C, *T.trichiura* kira-kira 30⁰C dan untuk *N.americanus* memerlukan temperatur optimum antara 28⁰-32⁰C. Kelembaban juga merupakan faktor penting untuk mempertahankan hidup cacing. Bila

kelembaban rendah maka telur *A.lumbricoides* dan *T.trichiura* tidak akan berkembang dengan baik dan larva cacing tambang akan cepat mati. Kelembaban tanah tergantung pada besarnya curah hujan.

Determinan yang juga penting adalah kemiskinan, kurang tersedianya air dan sanitasi.⁽¹⁰⁾ Pada keadaan ini, spesies STH umumnya menjadi endemik. Cahaya matahari berperan dalam memberikan panas, terutama terhadap telur dan larva yang ada pada permukaan tanah. Demikian pula angin, berperan dalam mempercepat proses pengeringan dan penyebaran telur-telur cacing yang infeksiif melalui debu.

Beberapa faktor lain yang ikut berperan sebagai penunjang perkembangan dan penyebaran cacing helmin adalah macam dan sifat partikel tanah. Untuk perkembangan telurnya, *A.lumbricoides* dan *T.trichiura* memerlukan tanah yang liat, lembab dan terlindung dari cahaya matahari. Hal ini berbeda dengan cacing tambang karena larva cacing ini memerlukan oksigen untuk pertumbuhannya, maka macam tanah yang paling sesuai dan menguntungkan adalah tanah berpasir, gembur, berhumus dan terlindung dari cahaya matahari langsung. Cara pengelolaan tanah juga merupakan salah satu faktor yang dapat membantu perkembangan dan penyebaran cacing kelompok STH. Bila pengolahan tanah dilakukan dengan baik dan benar, maka perkembangan cacing ini akan terganggu sehingga penyebaran menjadi rendah.⁽¹¹⁾

Infeksi STH lebih menyebabkan ketidakmampuan (*disability*) dibandingkan kematian, beban yang ditanggung masyarakat diukur menggunakan *disability-adjusted life years* (DALY).⁽¹²⁾ Infeksi cacing tambang menyebabkan hilangnya DALY lebih besar dibandingkan infeksi helmin lainnya. Pengukuran DALY karena cacing tambang masih tetap menurunkan estimasi dari beban sesungguhnya akibat anemia defisiensi zat besi dan kurang energi protein. Anemia defisiensi zat besi diperkirakan menimbulkan kehilangan 12 juta DALY setiap tahunnya dan merupakan masalah gangguan nutrisi terbesar di dunia. Data epidemiologi dari anemia defisiensi zat besi di Afrika Timur dan negara-negara lainnya menggambarkan pentingnya kontribusi infeksi cacing tambang. Studi

potong silang di Nepal menunjukkan bahwa 30-50% anemia defisiensi zat besi yang sedang dan berat disebabkan oleh infeksi cacing tambang.^(13,14)

Studi intervensi menunjukkan, bahwa pemberian antelmintik selama antenatal mampu meningkatkan kadar hemoglobin, berat lahir dan kelangsungan hidup anak.⁽¹⁵⁾ Hasil penelitian ini membuktikan bahwa untuk memperbaiki status gizi ibu hamil penyuluhan tentang infeksi helmin ini sangat penting.

Sampai saat ini belum berhasil diidentifikasi adanya gen yang dapat mengendalikan infeksi helmin. Namun demikian hasil pemindai terakhir tentang genom memberikan gambaran kemungkinan adanya kromosom 1 dan 13 untuk mengendalikan *A.lumbricoides*.⁽¹⁶⁾

Penyebaran STH tergantung dari lingkungan yang tercemar tinja yang mengandung telur. Pencemaran tanah, terutama oleh telur cacing *Ascaris lumbricoides* banyak terjadi di daerah pedesaan, daerah pinggiran kota dan daerah perkotaan yang padat penduduknya. Urbanisasi menyebabkan semakin banyaknya penduduk dari pedesaan pindah dan bertempat tinggal di daerah perkotaan. Angka kepadatan penduduk di suatu wilayah, dapat menggambarkan keadaan sanitasi lingkungan di wilayah itu. Apabila angka ini tinggi berarti penduduk atau masyarakat yang berdiam di wilayah ini sangat padat.

Masalah pengelolaan tinja yang kurang baik dan pemakaian tinja sebagai pupuk untuk sayuran yang dimakan mentah dapat merupakan sumber infeksi penyakit parasit dan pencemaran lingkungan. Perilaku manusia yang seringkali kurang memperhatikan pentingnya penggunaan air bersih untuk kehidupan berperan terhadap terjadinya infeksi helmin. Hal ini dapat menyebabkan berkurangnya keseimbangan antara penduduk dengan lingkungan. Sebagai akibatnya, keadaan sanitasi lingkungan menjadi buruk dan penularan penyakit dapat terjadi dengan cepat. Kesehatan lingkungan berkaitan erat dengan masalah kurangnya fasilitas air bersih sehingga mudah terjadi infeksi oleh cacing helmin. Air sungai yang tercemar telur cacing sering digunakan untuk berbagai keperluan dan aktivitas seperti

misalnya menyiram perkebunan sayur, mandi, cuci, dan buang air besar.⁽¹⁷⁾

Gejala-gejala klinik dari infeksi STH dapat dibagi dalam manifestasi akut yang berkaitan dengan migrasi larva melalui kulit dan visera, dan manifestasi akut serta kronik sebagai akibat dari cacing dewasa masuk ke saluran gastrointestinal.⁽¹⁸⁾

Migrasi larva STH menimbulkan reaksi pada jaringan yang dilaluinya. Misalkan, larva *Ascaris* yang meninggal saat migrasi melalui hepar dapat menimbulkan *eosinophilic granuloma*.⁽¹⁹⁾ Di paru-paru migrasi antigen larva *Ascaris* menimbulkan infiltrat eosinofil yang terlihat saat dilakukan pemeriksaan radiograf dari toraks. Beberapa gejala pada kulit seperti pruritus, eritema ditemukan saat terjadi migrasi dari larva cacing tambang *A.duodenale* dan *N. americanus*.⁽²⁰⁾ Masuknya larva *A. duodenale* secara oral dapat mengakibatkan terjadinya sindroma Wakana dengan gejala-gejala muntah, muntah-muntah, iritasi faring, batuk, sesak nafas dan suara serak.⁽²⁰⁾ Umumnya manifestasi klinik akibat infeksi STH di saluran gastrointestinal terjadi bilaintensitasnya sedang dan tinggi.

Terdapatnya cacing *Ascaris* dewasa dalam jumlah yang besar di usus halus dapat menyebabkan *abdominal distension* dan rasa sakit. Keadaan ini juga dapat menyebabkan *lactose intolerance*, malabsorpsi dari vitamin A dan nutrisi lainnya.⁽²¹⁾ *Hepatobiliary* dan *pancreatic* ascariasis terjadi sebagai akibat masuknya cacing dewasa dari duodenum ke *orificium ampullary* dari saluran empedu, timbul kolik empedu, kolesistitis, kolangitis, pankreatitis dan abses hepar.⁽²²⁾

Infeksi cacing cambuk dewasa dalam jumlah besar dapat menyebabkan terjadinya kolitis yang gejala-gejala kliniknya menyerupai *inflammatory bowel syndrome* seperti rasa nyeri di abdomen yang kronik, diare, dan anemia.⁽²³⁾

Kelainan patologi akibat infeksi cacing tambang dewasa adalah kehilangan darah dari intestinal yang disebabkan invasi parasit ke mukosa dan submukosa usus halus. Kehilangan darah yang kronik ini menyebabkan terjadinya anemia defisiensi zat besi. Kehilangan protein secara kronik akibat infeksi cacing tambang dapat menyebabkan hipoproteinemia dan anasarka.⁽²⁰⁾

Infeksi STH seringkali tidak menimbulkan keluhan dan gejala yang spesifik, dengandemikian para dokter harus melakukan pemeriksaan feses. Cara Kato-Katz *fecal-thicksmear* dan McMaster digunakan untuk mengukur intensitas dari infeksi dengan memperkirakan jumlah telur per gram tinja.⁽¹¹⁾ Ultrasonografi dan endoskopi bermanfaat untuk diagnosis dari komplikasi ascariasis termasuk obstruksi usus dan saluran hepatobilier serta pankreas.⁽²⁴⁾

Secara garis besar terdapat tiga intervensi untuk mengendalikan infeksi STH, yaitu i) pemberian obat antelmintik, ii) sanitasi dan iii) pendidikan kesehatan. Pemberian obat pada masyarakat dapat dilakukan secara: i) universal (semua penduduk tidak tergantung usia, jenis kelamin, dan status infeksi diberikan pengobatan, ii) populasi sasaran (pengobatan diberikan pada kelompok usia dan jenis kelamin tertentu tanpa memperhatikan status infeksi), dan iii) selektif (pengobatan diberikan pada individu yang dipilih berdasarkan diagnosisnya).

Tujuan utama dari pengobatan infeksi STH adalah mengeluarkan semua cacing dewasa dari saluran gastrointestinal. Obat yang banyak digunakan untuk mengeluarkan infeksi STH adalah mebendazole dan albendazole. Obat yang direkomendasikan untuk mengendalikan infeksi STH di masyarakat adalah benzimidazole, albendazole (dosis tunggal 400 mg, dan untuk anak usia 12–24 bulan dikurangi menjadi 200 mg) atau mebendazole (dosis tunggal 500 mg) dapat juga diberikan levamisole atau pyrantel pamoate.

Benzimidazole bekerja menghambat polimerisasi dari *microtubule* parasit yang menyebabkan kematian dari cacing dewasa dalam beberapa hari. Walaupun albendazole dan mebendazole merupakan obat *broad spectrum* terdapat perbedaan penggunaannya dalam klinik. Kedua obat sangat efektif terhadap ascariasis dengan pemberian dosis tunggal. Namun, untuk cacing tambang, mebendazole dosis tunggal memberikan rate pengobatan yang rendah dan albendazole lebih efektif.⁽²⁵⁾

Sebaliknya albendazole dosis tunggal tidak efektif untuk kasus trichiuriasis.⁽²⁶⁾ Obat antelmintik benzimidazole adalah embriotoksik dan teratogenik pada tikus yang hamil, sehingga jangan digunakan untuk bayi

dan selama kehamilan. *Pyrantel pamoate* dan levamisole merupakan pengobatan alternatif untuk infeksi *Ascaris* dan cacing tambang, walaupun pyrantel pamoate tidak efektif untuk mengobati trichiuriasis.⁽²⁶⁾

Pada daerah di mana infeksi cacing tambang sudah endemik, dianjurkan pemberian pengobatan antelmintik selama kehamilan kecuali pada trimester pertama. Ibu hamil di daerah endemik yang diberikan pengobatan satu atau dua kali selama kehamilan terbukti dapat memperbaiki status anemia ibu dan berat lahir bayi serta menurunkan angka kematian bayi pada 6 bulan pertama.⁽²⁷⁾

Perbaikan sanitasi bertujuan untuk mengendalikan penyebaran STH dengan cara menurunkan kontaminasi air dan tanah. Sanitasi merupakan intervensi utama untuk menghilangkan infeksi STH, tetapi supaya intervensi ini efektif harus mencakup populasi yang luas. Namun strategi ini memerlukan biaya yang tidak sedikit dan sulit dilaksanakan bila biaya yang tersedia sangat terbatas.⁽²⁸⁾ Namun bila digunakan sebagai intervensi primer untuk mengendalikan infeksi STH diperlukan waktu bertahun-tahun bahkan puluhan tahun supaya dapat efektif.

Pendidikan kesehatan bertujuan menurunkan penyebaran dan terjadinya reinfeksi dengan cara memperbaiki perilaku kesehatan. Untuk infeksi STH, tujuannya adalah mengurangi kontaminasi dengan tanah dan air melalui promosi penggunaan jambangan perilaku kebersihan. Tanpa perubahan kebiasaan buang air besar, pengobatan secara teratur ternyata tidak mampu menurunkan penyebaran infeksi STH. Pendidikan kesehatan dapat menurunkan biaya pengendalian infeksi STH dan terjadinya reinfeksi.⁽²⁹⁾

Vaksinasi tetap merupakan metode yang tepat untuk mengendalikan infeksi STH, karena dapat memotong penyebaran infeksi STH. Vaksin cacing tambang yang mengandung antigen larva *Ancylosoma* – *secreted protein* (ASP) 2 efektif pada model hewan (anjing dan tupai) dan studi epidemiologi menunjukkan adanya efek pencegahan. Vaksin cacing tambang NaASP-2 saat ini masih dalam tahap pengembangan untuk dapat digunakan pada manusia.⁽³⁰⁾

Ringkasan

Infeksi helminths yang disebabkan oleh *soil-transmitted helminths*(STH) banyak ditemukan pada masyarakat yang bertempat tinggal di negara berkembang, terutama di pedesaan. Cacing yang tergolong dalam kelompok STH adalah cacing gelang (*roundworm/Ascaris lumbricoides*), cacing cambuk (*Trichuris trichiura*), dan cacing tambang (*Necator americanus* dan *Ancylostoma duodenale*).

Infeksi STH seringkali tidak menimbulkan keluhan dan gejala yang spesifik, dengan demikian para dokter harus melakukan pemeriksaan feses. Cara Kato-Katz *fecal-thick smear* dan McMaster digunakan untuk mengukur intensitas dari infeksi dengan memperkirakan jumlah telur per gram tinja. Ultrasonografi dan endoskopi bermanfaat untuk diagnosis dari komplikasi ascariasis termasuk obstruksi usus dan saluran hepatobilier serta pankreas.

Secara garis besar terdapat tiga intervensi untuk mengendalikan infeksi STH, yaitu i) pemberian obat antelmintik, ii) sanitasi dan iii) pendidikan kesehatan. Pemberian obat pada masyarakat dapat dilakukan secara: i) universal (semua penduduk tidak tergantung usia, jenis kelamin, dan status infeksi diberikan pengobatan), ii) populasi sasaran (pengobatan diberikan pada kelompok usia dan jenis kelamin tertentu tanpa memperhatikan status infeksi), dan iii) selektif (pengobatan diberikan pada individu yang dipilih berdasarkan diagnosisnya).

Obat yang direkomendasikan untuk mengendalikan infeksi STH di masyarakat adalah benzimidazole, albendazole (dosis tunggal 400 mg, dan untuk anak usia 12–24 bulan dikurangi menjadi 200 mg) atau mebendazole (dosis tunggal 500 mg) dapat juga diberikan levamisole atau pyrantel pamoate.⁽⁵⁾ Anak usia sekolah merupakan kelompok risiko tinggi untuk menderita infeksi STH dengan intensitas yang tinggi. Pengobatan secara teratur dapat mencegah terjadinya kesakitan yang kemudian

mampu memperbaiki keadaan gizi dan kognitif anak-anak.

Perbaikan sanitasi bertujuan untuk mengendalikan penyebaran STH dengan cara menurunkan kontaminasi air dan tanah. Sanitasi merupakan intervensi utama untuk menghilangkan infeksi STH, tetapi supaya intervensi ini efektif harus mencakup populasi yang luas. Namun strategi ini memerlukan biaya yang tidak sedikit dan sulit dilaksanakan bila biaya yang tersedia sangat terbatas.

Pendidikan kesehatan bertujuan menurunkan penyebaran dan terjadinya infeksi dengan cara memperbaiki perilaku kesehatan. Untuk infeksi STH, tujuannya adalah mengurangi kontaminasi dengan tanah dan air melalui promosi penggunaan jambangan perilaku kebersihan. Tanpa perubahan kebiasaan buang air besar, pengobatan secara teratur ternyata tidak mampu menurunkan penyebaran infeksi STH. Pendidikan kesehatan dapat menurunkan biaya pengendalian infeksi STH dan terjadinya reinfeksi.

Kesimpulan

Infeksi STH masih merupakan masalah kesehatan masyarakat di seluruh dunia. Pengobatan secara luas sangat penting untuk menurunkan angka kesakitan namun tanpa perbaikan penyediaan air bersih dan perbaikan sanitasi strategi ini tidak dapat menurunkan intensitas infeksi parasit secara berkelanjutan. Sampai tersedianya teknologi baru, pengobatan antelmintik pada anak sekolah tetap merupakan upaya yang praktis untuk mengendalikan infeksi STH.

Daftar Pustaka

1. de Silva NR, Brooker S, Hotez P, Montresor A, Engles D, Savioli L. "Soil-transmitted helminth infections: updating the global picture." *Trends Parasitol* 2003; 19: 547–51.
2. Crompton DW. "How much helminthiasis is there in the world?" *J Parasitol* 1999; 85: 397-403.
3. Montresor A, Crompton DW, Gyorkos TW, Savioli L. Helminth control in school-age

- children: a guide for managers of control programmes. Geneva: World Health Organization; 2002.
4. Aswathi S, Bundy DAP, Savioli L. Helminth infections. Br Med J 2003; 327: 431-33.
5. World Health Organization. Prevention and control of schistosomiasis and soil-transmitted helminthiasis. WHO Technical Report Series Report 912. Geneva: WHO; 2002.
6. Albonico M, Engels D, Savioli L. Monitoring drug efficacy and early detection of drug resistance in human-soil-transmitted nematodes: a pressing public agenda for helminth control. Int J Parasitol 2004; 34: 1205-10.
7. Albonico M, Bickle Q, Ramsan M, Montresor A, Savioli L, Taylor M. Efficacy of mebendazole and levamisole alone or in combination against intestinal nematode infections after repeated targeted mebendazole treatment in Zanzibar. Bull World Health Org 2003; 81: 343-52.
8. Despommier D, Gwade RW, Hotez PJ, Knirsch CA. Parasitic disease. 5th ed. New York: Apple Tree Production; 2005.
9. Crompton DW. Ascaris and ascariasis. Adv Parasitol 2001; 48: 285-375.
10. Brooker S, Michael E. The potential of geographical information system and remote sensing in the epidemiology and control of human helminth infections. Adv Parasitol 2000; 47: 245-88.
11. Santos PL, Cerqueira EJ, Soares NM. Comparisons of the thick smear and Kato-Katz technique for diagnosis of intestinal helminth infections. Rev Soc Bras Med Trop 2005; 38: 196-8.
12. World Health Organization. Burden of disease in DALY's by cause, sex and mortality stratum in WHO regions. Geneva: World Health Organization; 2002.
13. Stoltzfus RJ, Dreyfus ML, Chwaya HM, Albonico M. Hookworm control as a strategy to prevent iron deficiency anemia. Nutr Rev 1997; 55: 223-32.
14. Navitsky RC, Dreyfus ML, Shresta J, Khatri SK, Stoltzfus RJ, Albonico M. *Ancylostoma duodenale* is responsible for hookworm infections among pregnant women in the rural plains of Nepal. J Parasitol 1998; 84: 647-51.
15. Christian P, Khatri SK, West KP Jr. Antenatal helminthic treatment, birthweight and infant survival in rural Nepal. Lancet 2004; 364: 981-3.
16. Quinnell RJ. Genetics of susceptibility to human helminth infection. Int J Parasitol 2003; 33: 1219-31.
17. Brooker S, Bethony J, Hotez PJ. Human hookworm infection in the 21st century. Adv Parasitol 2004; 197-288.
18. Brooker S, Michael E. The potential of geographical information system and remote sensing in the epidemiology and control of human helminth infections. Adv Parasitol 2000; 47: 245-87.
19. Kaolan KJ, Goodman ZD, Ishak KG. Eosinophilic granuloma of the liver: a characteristic lesion with relationship to visceral larva migrans. Am J Surg Pathol 2001; 25: 1316-21.
20. Hotez PJ, Brooker S, Bethony JM, Botazzi ME, Loukas A, Xiao S. Hookworm infection. N Engl J Med 2004; 19: 547-51.
21. Taren DL, Nesheim MC, Crompton DW. Contribution of ascariasis to poor nutritional status in children from Chiriqui Province, Republic Panama. Parasitology 1997; 95: 603-11.
22. Khuroo MS, Zargar SA, Mahajan R. Hepatobiliary and pancreatic ascariasis in India. Lancet 1990; 335: 1503-06.
23. Bundy DAP, Cooper ES. Trichiuriasis and trichiuriasis in humans. Adv Parasitol 1989; 28: 107-23.
24. Koumanidou C, Manoli E, Anagnostara A, Polyviou P, Vakaki M. Sonographic features of intestinal and biliary ascariasis in childhood: a case report and review of the literature. Ann Trop Paediatr 2004; 24: 329-35.
25. Bennet A, Guyatt H. Reducing intestinal nematode infection: efficacy of albendazole and mebendazole. Parasitol Today 2000; 16: 71-4.
26. Adams VJ, Lombard CJ, Dahnsay MA, Markus MB, Fincham JE. Efficacy of albendazole against the whipworm *Trichiuris trichiura*: a randomized, controlled trial. South Afr Med J 2004; 94: 972-6.

27. World Health Organization. Report of the WHO informal consultation on the use of praziquantel during pregnancy/lactation and albendazole/mebendazole in children under 24 months. Geneva:WHO;2002.
28. Asaolu SO, Ofoezie LE. The role of health education and sanitation in the control of helminth infections. *Acta Tropica* 2003; 86: 283-94.
29. Lansdown R, Ledward A, Hall A, Isaac W, Yona E, Matulu J, et al. Schistosomiasis, helminth infection, and health education in Tanzania :achieving behavior change in primary schools. *Health Educ Res* 2002; 17: 425-33.
30. Goud GN, Zhan B, Ghosh K. Cloning, yeast expression isolation, and vaccine testing of recombinant Ancylosoma–secreted protein (ASP) and ASP-2 from *Ancylostoma ceylanicum*. *J Infect Dis* 2004; 189: 919-29