

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Garam

Garam adalah senyawa ionik yang tersusun atas kation bermuatan positif dan anion bermuatan negatif, sehingga menghasilkan senyawa bersifat netral. Kualitas garam sangat dipengaruhi oleh kadar kandungan NaCl yang ada di dalamnya, sementara kadar NaCl dalam garam bergantung pada tingkat kepekatan air laut yang diproses serta lokasi pengkristalan juga memengaruhi kualitas garam yang dihasilkan. Garam dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis berdasarkan pemanfaatannya. Secara umum, garam terbagi menjadi dua kategori utama, yaitu garam konsumsi dan garam industri, sesuai dengan aturan Permendag Nomor 58/2012. Garam konsumsi memiliki kadar NaCl minimal sebesar 94,7% dan maksimal 97%. Sementara itu, garam industri adalah garam yang memiliki kadar NaCl paling sedikit sebesar 97% (Ulfah & Safitri, 2021).

Garam adalah salah satu pelengkap kebutuhan pangan yaitu bumbu dapur yang sering digunakan untuk menambah rasa pada makanan. Secara fisik, garam adalah padatan kristal yang berwarna putih yang tersusun dari berbagai senyawa kimia, dengan komponen utama Natrium Klorida (NaCl) lebih dari 80%. Senyawa lain terkandung dalam garam seperti Magnesium Klorida (MgCl₂). Magnesium Sulfat (MgSO₄), dan Kalsium Klorida (CaCl₂). Garam memiliki sifat higroskopisitas, yang artinya kemampuan untuk menyerap air dari lingkungan sekitarnya sangat tinggi. Tingkat kepadatan garam (bulk density) garam antara 0,8 hingga 0,9 serta titik lebur yang mencapai suhu 801°C, menunjukkan garam memiliki stabilitas termal pada suhu tinggi (Nurhikma Wahab, 2020).

Kalium Iodat yang terkandung dalam garam beryodium merupakan nutrisi penting bagi manusia. Di Indonesia sebagai negara berkembang, garam dimanfaatkan bukan hanya untuk kebutuhan pangan, melainkan juga sebagai sumber utama iodium. Zat ini diperlukan dalam sintesis hormon tiroid yang berfungsi mengatur metabolisme

dan menunjang kerja organ tubuh. Kekurangan iodium dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti pembesaran kelenjar tiroid (gondok), kelelahan, dan kesulitan berkonsentrasi (Muthiah et al., 2020). Selain itu, kandungan iodium yang tidak mencukupi dalam garam juga dapat menyebabkan penurunan kualitasnya. Oleh karena itu, sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI), kadar iodium yang wajib ditambahkan dalam garam konsumsi berkisar 30 hingga 80 mg/kg agar dapat memberikan manfaat kesehatan yang optimal dan 7% untuk kadar air. Cara yang tepat untuk menyimpan garam adalah dengan menaruhnya dalam wadah yang tertutup rapat dan kering, serta menjauhkannya dari sumber panas dan paparan sinar matahari langsung (Mulyadi et al., 2023).



Gambar 2.1 Garam konsumsi

(Sumber: Fadli, 2023)

Penting untuk memperhatikan asupan garam harian pada orang dewasa. Para ahli merekomendasikan agar orang dewasa tidak mengonsumsi garam lebih dari 2.300 miligram per hari. Mengonsumsi garam dalam jumlah banyak berisiko menyebabkan gangguan system pencernaan seperti kembung dan masalah pencernaan lainnya. Selain itu, asupan garam yang berlebihan juga dapat meningkatkan kadar gula darah. Dalam jangka panjang, terlalu banyak garam dapat menimbulkan berbagai masalah kesehatan serius, termasuk tekanan darah tinggi, penyakit jantung, stroke, gangguan ginjal, dan batu ginjal. Karena tubuh kita tidak dapat memproduksi mineral sendiri, kita memerlukan asupan mineral dari makanan dan minuman yang

dikonsumsi. Garam memiliki peran penting dalam menjaga fungsi otot dan saraf, serta membantu keseimbangan elektrolit dalam tubuh, mengatur tekanan darah, dan mempertahankan volume darah yang stabil (Irna Marcelin Asbari manurung et al., 2023)

2.2 Jenis Garam

Garam dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis dan penggunaannya sebagai berikut:

1. Garam konsumsi memiliki kandungan utama NaCl sebesar 94,7% dari berat kering, sedangkan senyawa pengotor seperti sulfat, magnesium, dan kalsium dibatasi hingga 2%, dengan kadar air maksimal 7%. Jenis garam ini biasa dimanfaatkan untuk kebutuhan rumah tangga, termasuk sebagai penyedap makanan dan bahan pengawet ikan melalui proses pengasinan.
2. Garam industri memiliki kandungan NaCl antara 95–97%, dengan kadar sulfat tidak lebih dari 0,5%, kalsium maksimal 0,2%, magnesium maksimal 0,3%, serta kadar air berkisar 3–5%. Jenis garam ini dimanfaatkan dalam berbagai sektor, antara lain industri farmasi untuk pembuatan larutan infus, industri perminyakan, produksi soda dan klorin, serta industri penyamakan kulit (Rusiyanto et al., 2023).

2.3 Metode Pemeriksaan Telur Cacing Nematoda Usus

Pemeriksaan feses dilakukan untuk mengidentifikasi adanya parasit usus, seperti telur dan larva cacing, dalam tinja manusia. Proses pemeriksaan ini dibagi menjadi dua jenis, yaitu makroskopis dan mikroskopis. Pemeriksaan penampilan fisik tinja secara makroskopis dan pemeriksaan mikroskopis dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya nematoda usus. Pemeriksaan feses mencakup dua kategori antara lain kuantitatif dan kualitatif. Pemeriksaan kualitatif berfokus pada keberadaan telur cacing tanpa memperhatikan jumlahnya, sedangkan pemeriksaan kuantitatif dilakukan untuk mengukur jumlah telur dalam gram feses. Pemeriksaan kualitatif

dapat dilakukan menggunakan beberapa metode seperti direct slide, flotasi, selotip, sediaan tebal, dan sedimentasi. Sedangkan untuk analisis kuantitatif, teknik Stoll dan Kato-Katz sering digunakan untuk menentukan jumlah telur cacing dalam setiap gram feses. (Neli Adelia Resmalita, 2023).

Pada pemeriksaan telur cacing nematoda usus terdapat dua teknik yang umum digunakan, yakni metode pengendapan dan pengapungan.

a. Metode pengendapan (sedimentasi)

Metode pengendapan memanfaatkan larutan dengan densitas yang lebih rendah daripada telur cacing, yang menyebabkan telur akan turun dan terkumpul di dasar tabung. Teknik ini terbukti efektif dalam menganalisis sampel tinja yang telah disimpan dalam jangka waktu lama. Prinsip kerja metode ini didasarkan pada penerapan gaya sentrifugasi, yang berfungsi memisahkan suspensi dari supernatan, sehingga proses pengendapan telur cacing dapat berlangsung secara optimal. (Suraini & Sophia, 2020).

b. Metode pengapungan (flotasi)

Teknik pengapungan digunakan untuk memeriksa sampel dengan jumlah telur cacing yang sedikit serta mendeteksi infeksi kecacingan, baik ringan maupun berat. Hasil pemeriksaan dengan metode ini lebih bersih, karena telur cacing dapat terpisah dari kotoran, sehingga lebih mudah diidentifikasi.

Metode pengapungan didasarkan pada prinsip pemanfaatan larutan dengan densitas lebih tinggi dibandingkan telur cacing, yang menyebabkan telur mengapung ke atas permukaan dan mudah diambil untuk pemeriksaan. Berat jenis larutan yang digunakan berkisar antara 1,18 sampai 1,20, sementara berat jenis telur cacing berada pada rentang 1,05 hingga 1,15 (Soleha & Tiara, 2024).

c. Faktor yang mempengaruhi proses pengapungan telur cacing nematoda usus

Terdapat beberapa faktor yang memengaruhi proses pengapungan telur cacing nematoda usus, dan faktor-faktor tersebut penting untuk diperhatikan agar hasil identifikasi dan diagnosis lebih akurat. Berikut adalah faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengapungan telur cacing nematoda usus.

- **Kepadatan Larutan Pengapung**

Kepadatan atau densitas larutan pengapung harus disesuaikan dengan densitas telur cacing yang akan diidentifikasi. Telur cacing *Hookworm* memiliki densitas yang lebih tinggi (mendekati 1,15 g/mL), sehingga mungkin lebih sulit mengapung dibandingkan telur *Ascaris lumbricoides* dan *Trichuris trichiura*.

- **Kondisi Sampel**

Kesegaran dan penanganan sampel tinja sebelum pemeriksaan sangat berpengaruh. Sampel yang sudah lama atau tidak disimpan dengan benar dapat menyebabkan degradasi telur, sehingga sulit terdeteksi.

- **Waktu pengapungan (Durasi)**

Proses flotasi memerlukan waktu tertentu agar telur cacing dapat mengapung dengan sempurna. Jika waktu terlalu singkat, tidak semua telur akan naik ke permukaan, sementara waktu yang terlalu lama dapat menyebabkan distorsi atau perubahan struktur telur.

- **Jenis Larutan Pengapung**

Pemilihan larutan pengapung seperti larutan garam jenuh atau larutan gula dengan konsentrasi tertentu dapat mempengaruhi hasil pengapungan. Setiap jenis larutan memiliki kelebihan dan kekurangan tergantung pada jenis telur cacing yang dicari.

- **Homogenitas sampel fases**

Penyebaran telur cacing dalam feses tidak selalu homogen, sehingga pencampuran yang optimal sebelum proses flotasi dapat meningkatkan ketepatan hasil pemeriksaan (Neli Adelia Resmalita, 2023).

d. Hubungan garam pada metode flotasi

Metode flotasi adalah teknik yang digunakan dalam pemeriksaan parasitologi untuk mendeteksi telur cacing nematoda usus dalam sampel feses. Larutan garam, seperti natrium klorida (NaCl) jenuh, memainkan peran penting dalam teknik flotasi. Karena berat jenis larutan garam jenuh lebih tinggi dibandingkan air, larutan ini mampu memisahkan telur cacing dari bahan lain dalam sampel feses. Telur cacing yang berat jenisnya lebih ringan akan mengapung di permukaan, sementara partikel kotoran yang lebih berat akan mengendap di dasar. Hal ini memudahkan identifikasi dan penghitungan telur cacing.

Penelitian yang membandingkan kemampuan larutan NaCl jenuh dengan larutan gula jenuh dalam metode flotasi untuk identifikasi telur cacing usus, menunjukkan bahwa kedua larutan tersebut efektif dalam mengapungkan telur cacing. Dalam beberapa eksperimen, garam konsumsi dengan konsentrasi tertentu juga diuji sebagai pengganti NaCl murni menggunakan metode flotasi. Hasil menunjukkan bahwa garam konsumsi dengan konsentrasi 30% dan 32% dapat mengapungkan telur *Trichuris trichiura* dan *Ascaris lumbricoides*, tetapi kurang efektif untuk mengapungkan telur cacing tambang (*Hookworm*). Hal ini menunjukkan bahwa komposisi dan konsentrasi larutan garam memainkan peran penting dalam efektivitas metode flotasi. Oleh karena itu, pemilihan larutan flotasi harus disesuaikan dengan kebutuhan diagnostik dan ketersediaan bahan di laboratorium (Soleha & Tiara, 2024).

2.4 Nematoda Usus

Kelompok parasit nematoda usus dapat menyebabkan kecacingan (*Helminthiasis*). Infeksi cacing masih menjadi masalah kesehatan yang cukup sering terjadi di masyarakat, meskipun kerap kurang mendapatkan perhatian serius. Jenis cacing parasit dari golongan nematoda usus merupakan salah satu yang paling sering menginfeksi manusia. Nematoda usus yang menetap di saluran pencernaan dapat menyebabkan hilangnya sejumlah besar nutrisi penting seperti karbohidrat, protein, dan darah. Dampaknya tidak hanya pada aspek gizi, tetapi juga dapat menurunkan

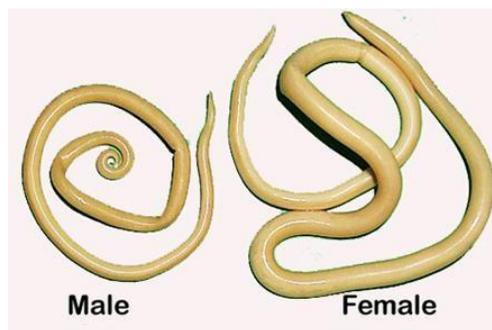
kemampuan fisik dan kognitif anak-anak, mengurangi produktivitas kerja pada orang dewasa, serta melemahkan sistem imun (Haryatmi et al., 2022).

Nematoda usus, yang dikenal juga sebagai *Soil Transmitted Helminths* (STH), merupakan cacing parasit yang memerlukan tanah dalam siklus hidupnya, khususnya untuk pematangan telur hingga menjadi infeksi. Infeksi STH banyak dijumpai di wilayah beriklim tropis maupun subtropis, termasuk Indonesia. Jenis yang paling sering menginfeksi manusia adalah *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, serta cacing tambang seperti *Ancylostoma duodenale* dan *Necator americanus* (Budi apsari et al., 2020).

2.5 Macam-macam Telur Cacing Nematoda Usus

2.5.1 Cacing Gelang (*Ascaris lumbricoides*)

Cacing *Ascaris lumbricoides* merupakan anggota kelompok *Soil Transmitted Helminths* (STH) yang dapat menyebabkan penyakit askariasis pada manusia. Parasit ini berlokasi di usus halus dan dapat mengganggu sistem pencernaan, penyerapan zat gizi, serta proses metabolisme, sehingga penderita berisiko mengalami malnutrisi. Dibandingkan dengan jenis infeksi STH lainnya, askariasis merupakan yang paling sering ditemukan, terutama di wilayah dengan kondisi sanitasi yang buruk (Kartini & Angelia, 2021).



Gambar 2.2 Cacing *Ascaris lumbricoides* dewasa

(Sumber : Biology Educare, 2022)

a. Klasifikasi *Ascaris lumbricoides*

Klasifikasi *Ascaris lumbricoides* sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Nematelminthes
Kelas	: Nematoda
Subkelas	: Rhabditia
Ordo	: Ascarida
Famili	: Ascarididae
Genus	: <i>Ascaris</i>
Spesies	: <i>Ascaris lumbricoides</i>

b. Morfologi *Ascaris lumbricoides*

Bentuk tubuh *Ascaris lumbricoides* berbentuk silindris dengan variasi warna antara kuning kecokelatan hingga merah muda pucat. Mulutnya dikelilingi oleh tiga bibir, satu di bagian dorsal dan dua di bagian subventral. Betina memiliki ukuran panjang 22–35 cm, dapat mencapai 39 cm, dengan diameter 3–6 mm serta ekor lurus. Sedangkan jantan lebih kecil, panjang 10–31 cm, ekornya melengkung ke ventral, dan dilengkapi sepasang spikula berukuran 2–4 mm.

Dalam satu hari cacing betina mampu memproduksi 100.000 telur, terdiri dari telur yang dibuahi dan tidak dibuahi. Telur yang mengalami pembuahan berbentuk lonjong (50–70 μm x 40–50 μm), memiliki rongga udara di kutubnya, dan dilindungi tiga lapisan yaitu albumin luar berwarna coklat keemasan, lapisan tengah dari glikogen, dan membran vitelin di bagian dalam. Lapisan-lapisan ini membuat telur tahan terhadap kondisi lingkungan.

Telur yang tidak mengalami pembuahan (unfertilized egg) ditemukan pada penderita hanya terinfeksi cacing betina atau akibat pengeluaran telur yang terlalu dini. Telur ini lebih panjang (sekitar 90 x 45 μm), tidak memiliki rongga udara, dan tersusun dari dua lapisan pelindung. Ciri khasnya adalah keberadaan ovum besar di dalam telur (Adrianto, 2020).



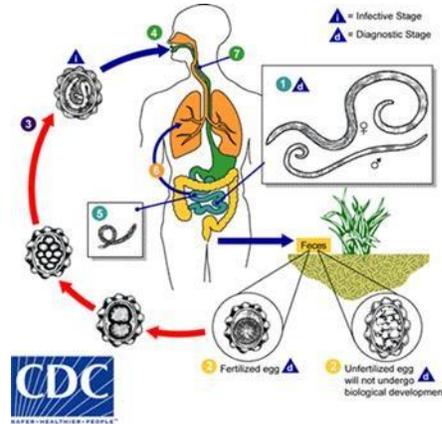
Gambar 2.3 Telur cacing *Ascaris lumbricoides* fertile (a) dan infertile (b)

(Sumber: CDC, 2019)

c. Siklus Hidup *Ascaris lumbricoides*

Siklus hidup *Ascaris lumbricoides* ada dua tahap utama, yaitu perkembangan telur di tanah dan pertumbuhan cacing dewasa di dalam tubuh manusia. Di usus kecil, cacing dewasa hidup dengan menyerap nutrisi dari tubuh manusia. Dalam satu hari, cacing betina mampu memproduksi hingga 200.000 telur yang di keluarkan bersama feses. Telur yang sudah dibuahi memiliki lapisan pelindung dan akan berkembang di tanah jika kondisi lingkungan sesuai suhu sekitar 21–30°C dengan kelembapan yang cukup. Dalam waktu 2–4 minggu, larva berkembang hingga tahap infeksi (larva tahap kedua), yang dapat bertahan di tanah selama lebih dari dua tahun. Ketika secara tidak sengaja mengonsumsi makanan atau minuman yang terkontaminasi telur yang berisi larva infeksi, telur akan menetas dibagian usus dua belas jari (duodenum). Larva akan menembus mukosa usus, memasuki sirkulasi darah, dan berpindah ke organ-organ seperti hati, jantung dan paru-paru dalam waktu sekitar satu minggu. Di paru-paru, larva mengalami dua kali pergantian kulit (moulting) sebelum keluar dari kapiler paru-paru menuju alveoli, larva naik ke tenggorokan (faring), tertelan kembali, dan masuk ke usus kecil. Dalam 60–75 hari, larva berkembang menjadi cacing dewasa yang siap bereproduksi. Cacing dewasa memiliki kemampuan bertahan hidup di dalam tubuh inang selama 10–24 bulan dan memiliki perlindungan alami terhadap enzim pencernaan. Siklus ini terus berulang ketika telur-telur yang

dikeluarkan melalui fases mencemari lingkungan dan tertelan kembali oleh manusia (Ishak, 2019).



Gambar 2.4 Siklus hidup *Ascaris lumbricoides*

(Sumber : Biology Educare, 2022)

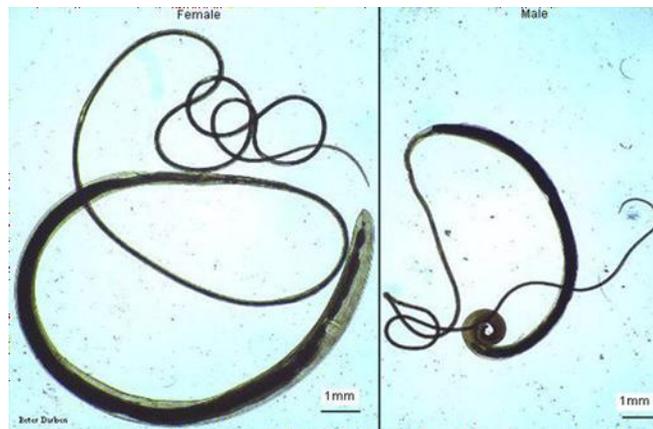
d. Patologi Dan Gejala Klinis *Ascaris lumbricoides*

Perubahan patologis pada individu terinfeksi dapat timbul akibat keberadaan cacing dewasa di saluran usus dan larva menyebar melalui aliran darah. Dinding usus ditembus oleh larva *Ascaris* sebelum masuk ke paru-paru, yang kemudian memicu peradangan (pneumonitis lobular) serta reaksi alergi seperti asma, urtikaria, dan sindrom Loeffler. Di usus kecil, gejala biasanya tidak muncul akibat keberadaan cacing dewasa, tetapi dalam jumlah besar, gangguan pencernaan dan penyerapan nutrisi dapat terjadi, terutama pada anak-anak.

Infeksi berat dapat mengakibatkan penyumbatan usus, perforasi atau komplikasi pada saluran empedu dan pankreas. Gejala yang sering dialami meliputi nyeri perut, muntah, dan distensi abdomen. Gangguan pertumbuhan dan penurunan fungsi kognitif pada anak-anak juga dapat disebabkan infeksi ini, meskipun faktor lain mungkin turut berperan. Cacing dewasa bermigrasi ke organ di luar usus seperti lambung, esofagus, mulut, hidung dan bronkus sehingga berpotensi menyumbat saluran pernapasan. Selain itu, migrasi ke saluran empedu dapat menyebabkan komplikasi seperti abses hati dan pankreatitis akut (Ishak, 2019).

2.5.2 Cacing *Trichuris trichiura*

Trichuris trichiura, atau cacing cambuk, adalah parasit yang dapat menginfeksi manusia dan menyebabkan trichuriasis, yaitu infeksi usus akibat cacing dewasa yang menyerang mukosa usus. Penyakit ini lebih umum di daerah tropis seperti Asia, Afrika Sub-Sahara, dan Amerika, terutama di wilayah dengan sanitasi buruk dan air yang terkontaminasi. Infeksi dapat terjadi ketika makanan dan minuman yang terkontaminasi telur cacing tertelan atau tangan yang tidak bersih. Sebagian besar penderita memiliki kurang dari 20 cacing dan tidak menunjukkan gejala, tetapi infeksi berat dengan lebih dari 200 cacing dapat menyebabkan gangguan kesehatan. Anak-anak usia sekolah lebih rentan terhadap infeksi ini. *Trichuris trichiura* adalah nematoda usus paling umum kedua setelah *Ascaris* dan sering ditemukan bersama dengan infeksi cacing tambang karena cara penularannya yang serupa. Tidak ada inang perantara (reservoir) untuk cacing ini, sehingga penyebarannya bergantung pada kondisi lingkungan dan kebersihan individu (Ishak, 2019).



Gambar 2.5 Cacing *Trichuris trichiura*

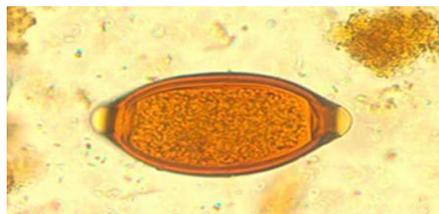
(Sumber: Zen et al., 2024)

a. Klasifikasi *Trichuris trichiura*

Kingdom : Animalia
Filum : Nematelminthes
Kelas : Nematoda
Subkelas : Aphasmdia
Ordo : Enoplida
Famili : Trichuridae
Genus : Trichuris
Spesies : *Trichuris trichiura*

b. Morfologi *Trichuris trichiura*

Cacing dewasa memiliki bentuk tubuh yang khas, mirip dengan cambuk. Cacing jantan biasanya panjangnya sekitar 4 cm, sedangkan cacing betina bisa mencapai 5 cm. Memiliki 2 bagian yaitu bagian anterior dan posterior. Terdapat esofagus dan usus pada bagian anterior, sedangkan bagian posterior berisi usus dan organ kelamin. Bagian anterior memiliki Panjang mencapai 3/5 dari total panjang tubuhnya dan terlihat ramping. Cacing betina memiliki ekor berbentuk tidak melingkar, berbeda dari cacing jantan yang memiliki ekor melingkar dan dilengkapi dengan satu spikula yang berfungsi untuk memegang betina, serta selubung retraktil. Telur cacing *Trichuris trichiura* menyerupai lemon atau gentong, dengan ukuran berkisar antara 50-54 x 22-23 mikon. Dinding telur cacing ini tebal dan halus, terdiri dari dua lapisan ganda berwarna cokelat. Di kedua ujungnya, terdapat kutub (operkulum) yang tidak berwarna (Adrianto, 2020).

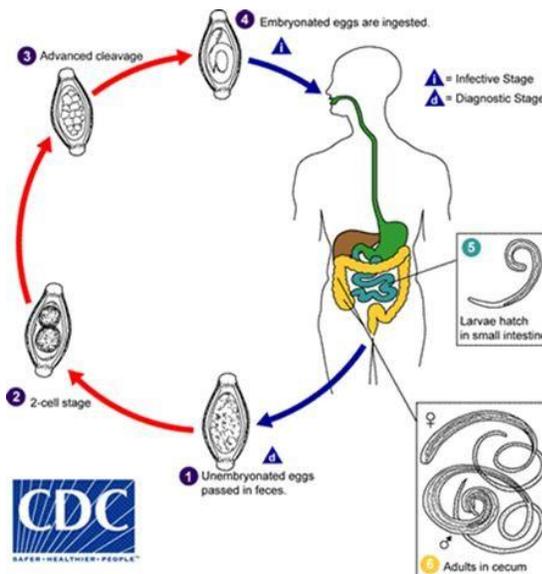


Gambar 2.6 Telur cacing *Trichuris trichiura*

(Sumber: Jodjana & Majawati, 2017)

c. Siklus Hidup *Trichuris trichiura*

Siklus hidup *Trichuris trichiura* ditemukan di usus besar, terutama di sekum dan apendiks, dengan manusia sebagai satu-satunya inang. Cacing ini menular melalui telur. Manusia dapat terinfeksi oleh telur cacing yang terdapat pada makanan yang terkontaminasi, terutama jika makanan tersebut tidak dicuci dengan baik atau kurang matang. Setelah masuk ke dalam tubuh, telur akan menetas di usus halus, kemudian larva berpindah ke usus besar. Telur yang tertelan berkembang biak menjadi cacing dewasa dalam waktu tiga bulan. Larva berkembang menjadi cacing jantan dan betina. Larva tumbuh menjadi cacing dewasa jantan dan betina dan mampu bereproduksi. Cacing betina dapat memproduksi sekitar 14.000 hingga 20.000 telur dalam sehari dan dikeluarkan melalui feses dan cacing dewasa dapat bertahan hidup 1 hingga 5 tahun. Saat berada di tanah yang lembab, telur membutuhkan sekitar 28 hari untuk berkembang menjadi telur berembrio (mengandung larva). Jika telur ini tertelan kembali melalui makanan dan minuman yang tercemar, maka siklus hidup akan berlangsung kembali (Adrianto, 2020).



Gambar 2.7 Siklus Hidup *Trichuris trichiura*

(Sumber: CDC, 2024)

d. Patologi dan Gejala Klinis *Trichuris trichiura*

Cacing ini berkembang biak di sekum, dan infeksi ini memicu respons peradangan dengan infiltrasi eosinofil, namun sistem imun tubuh tidak sepenuhnya mampu melindungi dari infeksi ulang. Seperti cacing tambang, pengobatan dengan obat anthelmintik hanya memberikan efek sementara, karena paparan berulang dari tanah yang terkontaminasi dapat menyebabkan infeksi kembali. Sebagian besar infeksi tidak menunjukkan gejala, tetapi infeksi kronis dapat menyebabkan tinja berdarah, nyeri perut, penurunan berat badan, anemia, bahkan prolaps rektum, di mana cacing dewasa bisa terlihat pada mukosa anus. Kehilangan darah akibat penetrasi cacing ke dinding usus dapat memperburuk anemia. Pada infeksi berat, dapat terjadi infeksi bakteri sekunder karena usus yang terluka menjadi tempat masuk bakteri patogen. Trichuriasis kronis dapat menyerupai penyakit radang usus dan menyebabkan malnutrisi, gangguan pertumbuhan, serta penurunan kognitif pada anak-anak (Ishak, 2019).

2.5.3 Cacing Tambang (*Necator americanus* dan *Ancylostoma duodenale*)

Manusia dapat terinfeksi cacing tambang akibat paparan nematoda parasit *Necator americanus* dan *Ancylostoma duodenale* yang hidup di tanah. Infeksi ini merupakan salah satu jenis penyakit parasit yang memiliki dampak luas secara global, menempati peringkat kedua setelah malaria dalam mempengaruhi kesehatan ibu dan anak. Diperkirakan sekitar 576 juta orang terinfeksi secara kronis, sementara 3,2 miliar lainnya berisiko, *Necator americanus* umumnya tersebar luas di daerah pedesaan yang kurang berkembang, khususnya di wilayah sub-Sahara Afrika dan Asia Tenggara lebih banyak ditemukan secara global, sedangkan *A. duodenale* memiliki distribusi geografis yang lebih terbatas. Meskipun infeksi ini jarang menyebabkan kematian langsung, dampak kesehatannya lebih sering berupa anemia kronis, malnutrisi protein, serta gangguan perkembangan fisik dan intelektual pada anak-anak (Ishak, 2019).



Gambar 2.8 Cacing *Hookworm* dewasa

(Sumber : Biology Educare, 2022)

a. Klasifikasi *Necator americanus* dan *Ancylostoma duodenale*

1) *Necator americanus*

Kingdom : Animalia
 Filum : Nematelminthes
 Kelas : Nematoda
 Ordo : Rhabditia
 Famili : Ancylostomatidae
 Genus : Necator
 Spesies : *Necator americanus*.

2) *Ancylostoma duodenale*

Kingdom : Animalia
 Filum : Nematelminthes
 Kelas : Nematoda
 Ordo : Rhabditia
 Famili : Ancylostomatidae
 Genus : Ancylostoma
 Spesies : *Ancylostoma duodenale*

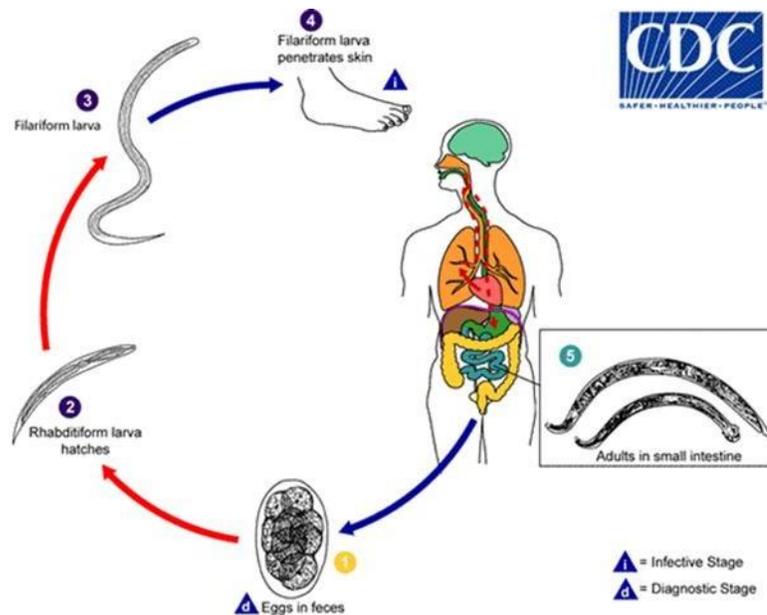
b. Morfologi *Necator americanus* dan *Ancylostoma duodenale*

Perbedaan antara *Necator americanus* dan *Ancylostoma duodenale* dapat dikenali melalui karakteristik morfologi seperti bentuk tubuh, rongga mulut, serta bentuk bursa kopulatriks. Cacing *Necator americanus* berbentuk panjang dan silindris, dengan bagian anterior melengkung ke atas sehingga menyerupai huruf S. Pada bagian mulutnya terdapat struktur seperti pelat pemotong berbentuk bulan sabit, yang membedakannya dari *Ancylostoma duodenale*. Cacing dewasa jantan berukuran sekitar 7 hingga 9 mm dan berdiameter 0,3 mm, sedangkan cacing dewasa betina lebih besar, sekitar 9 hingga 11 mm dan berdiameter 0,4 mm. Cacing jantan memiliki struktur khusus pada bagian belakang tubuhnya yang lebar dan panjang, disebut bursa kopulatriks, yang berfungsi dalam perkawinan. Cacing *Ancylostoma duodenale* berukuran kecil tetapi lebih gemuk dibandingkan *Necator americanus*. Tubuhnya juga berbentuk silindris, dengan bagian anterior yang lebih ramping dan sedikit melengkung ke atas, menyerupai huruf C. Warna tubuhnya bervariasi dari coklat muda hingga merah muda. Ukuran cacing jantan berkisar antara 8 hingga 11 mm dengan diameter 0,4 hingga 0,5 mm, sedangkan cacing betina berukuran lebih besar, yakni sekitar 10 hingga 13 mm dengan diameter sekitar 0,6 mm. Mulutnya memiliki dua pasang gigi yang terbuat dari bahan keras bernama chitine. Bagian belakang tubuh cacing jantan melebar dan dilengkapi dengan bursa kopulasi serta dua spikula yang memanjang. Sementara itu, cacing betina memiliki ujung posterior yang tampak lebih tumpul. Telur cacing tambang berbentuk oval, transparan, dan berukuran sekitar 40 hingga 60 mikron, dengan embrio berbentuk morula yang terdiri dari 2 hingga 8 sel di dalamnya. Secara morfologi, telur *Necator americanus* dan *Ancylostoma duodenale* sulit dibedakan satu sama lain (Ideham & Pusarawati, 2020).

c. Siklus Hidup *Necator americanus* dan *Ancylostoma duodenale*

Cacing *Necator americanus* dan *Ancylostoma duodenale* hanya hidup dalam tubuh manusia. Cacing dewasa menetap di saluran pencernaan bagian atas, terutama di bagian jejunum dan duodenum. Cacing betina akan memproduksi telur yang kemudian dikeluarkan dari tubuh melalui feses. Apabila kondisi lingkungan seperti

kelembapan, suhu hangat, dan tempat yang teduh terpenuhi, telur akan menetas dalam waktu 1–2 hari dan menghasilkan larva tahap pertama yang dikenal sebagai larva rhabditiform. Larva ini berkembang di tanah atau dalam feses, lalu mengalami dua kali pergantian kulit (moulting) dalam waktu 5–10 hari, berubah menjadi larva filariform (L3) yang siap menginfeksi manusia. Larva ini bisa bertahan hidup di lingkungan selama 3–4 minggu. Larva filariform memasuki tubuh manusia melalui kulit, biasanya melalui sela-sela jari kaki, punggung kaki, atau tangan, terutama pada petani yang sering kontak langsung dengan tanah. Larva tersebut menembus kulit atau folikel rambut dan masuk ke dalam kapiler darah. Setelah memasuki aliran darah, larva dibawa menuju jantung dan paru-paru. Selanjutnya, larva menembus alveoli paru-paru, naik ke faring, dan akhirnya tertelan hingga mencapai usus halus. Di dalam usus halus, larva mengalami proses molting satu kali lagi dan berkembang menjadi cacing dewasa. Seluruh siklus ini memakan waktu sekitar lima minggu sejak larva L3 pertama kali menginfeksi tubuh inang. Cacing dewasa dapat bertahan hidup selama 1 hingga 2 tahun atau lebih. Cacing betina *Ancylostoma duodenale* mulai bertelur dengan produksi sekitar 20.000 telur per hari, sedangkan *Necator americanus* menghasilkan sekitar 10.000 telur per hari (Ideham & Pusarawati, 2020).



Gambar 2.9 Siklus Hidup Cacing *Hookworm*

(Sumber : CDC, 2019)

d. Patologi dan Gejala Klinis *Necator americanus* dan *Ancylostoma duodenale*

Necator americanus dan *Ancylostoma duodenale* menempel pada dinding usus menggunakan alat penghisapnya (cutting plate) pada *Necator americanus* dan gigi tajam pada *Ancylostoma duodenale*. Akibatnya, terjadi luka kecil (erosi dan ulserasi) di tempat cacing menggigit, yang menyebabkan pendarahan kapiler secara terus-menerus. Sebagian darah ini dikonsumsi oleh cacing, sementara sisanya mengalir ke dalam usus. Gejala klinis yang muncul saat larva masuk melalui kulit, larva filariform dapat menyebabkan gatal, kemerahan, bengkak (edema lokal), serta munculnya papula yang bisa bertahan hingga 2 minggu. Kondisi ini disebut ground itch. Larva yang bermigrasi melalui paru-paru dapat menyebabkan batuk serta gejala yang menyerupai asma. Pada beberapa pasien, pemeriksaan foto rontgen menunjukkan infiltrasi eosinofil, yang dikenal sebagai Sindrom Löfller. Saat cacing dewasa berada di usus Infeksi dapat menyebabkan sakit perut, diare bercampur darah dan lendir (mukus), serta peradangan di saluran pencernaan (Ideham & Pusrawati, 2020).