

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*)

Klasifikasi tanaman buah naga merah dari segi taksonomi menurut Andoko dan Nurrasyid (2021) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Devisi	: Spermatophyta
Subdevisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Cactales
Famili	: Hylocereanea
Genus	: <i>Hylocereus polyrhizus</i>

Buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) merupakan salah satu jenis buah tropis yang dapat ditemukan dengan mudah di Indonesia. Buah naga merah memiliki kulit berwarna merah dengan daging buah yang berwarna merah keunguan. Buah ini memiliki rasa manis yang menyegarkan dengan tingkat kemanisan 15% brix. Daging buah naga merah dapat dimakan langsung, dibuat menjadi jus ataupun produk olahan seperti selai buah naga dan pewarna alami. Disisi lain, kulit buah naga merah yang memiliki bobot sekitar 30-35% dari total berat buah

seringkali tidak dimanfaatkan atau menjadi limbah (Rizki, dkk., 2024; Cho dan Ding, 2021).

Rizki, dkk. (2024) menjelaskan bahwa kulit buah naga merah memiliki tingkat antioksidan yang lebih tinggi daripada daging buah naga merah. Hal tersebut dikarenakan kulit buah naga merah mengandung senyawa aktif seperti alkaloid, terpenoid, flavonoid, steroid, karotenoid, tiamin, tannin, saponin, pektin, *dietry fiber*, polifenol, fitoalbumin, antosianin, betalain, fenilpropanoid, triterpen, sterol, asam lemak, serat makanan dan vitamin C. Tidak hanya senyawa antioksidan, kulit buah naga merah juga memiliki kandungan nutrisi yang cukup baik, yaitu: protein 8,76%, serat kasar 25,09%, lemak 1,32%, energi 2887 kkal/kg, kalsium 1,75% dan fosfor 0,30%. Semua senyawa tersebut berkontribusi pada nilai nutrisi dan potensi manfaat kesehatan dari kulit buah naga merah (Rizki, dkk., 2024; Pradana, dkk., 2021).

Harni, dkk. (2023) menjelaskan bahwa warna merah pada kulit buah naga merah berasal dari pigmen antosianin dan betasianin. Kandungan pigmen antosianin dan betasianin kulit buah naga merah sebesar 84 mg/100 g dan 0,75 mg/100 g. Kadar tersebut lebih tinggi daripada kadar antosianin dan betasianin pada daging buah naga merah dan kulit buah naga putih. Daging buah naga merah memiliki kadar antosianin daging buah naga merah sebesar 77 mg/100 g dan betasianin sebesar 0,60 mg/100 g, sedangkan kulit buah naga putih memiliki kadar antosianin sebesar 29 mg/100 g dan betasianin sebesar 0,21 mg/100 g.

Hasil tersebut juga sesuai dengan penelitian Handayani dan Rahmawati (2012) dalam Andika dan Anisyah (2023) bahwa kadar antosianin pada kulit buah naga merah sebesar 22,59 ppm lebih tinggi dari kulit buah naga putih sebesar 16,74 ppm (Harni, dkk, 2023; Andika dan Anisyah, 2023).

2. Pigmen Warna Antosianin dan Betasianin

Pigmen antosianin merupakan golongan pigmen dengan rentang warna merah hingga biru. Pigmen ini terkandung pada bagian bunga buah, daun, akar dan batang tumbuhan tingkat tinggi (memiliki akar, batang dan daun sejati). Pigmen ini mampu bereaksi dalam keadaan atau media yang bersifat asam maupun basa. Antosianin akan berwarna merah ketika berada pada media asam, sedangkan akan berwarna biru ketika berada pada media basa. Pigmen ini juga bersifat mudah larut dalam senyawa yang bersifat polar. Kestabilan pigmen antosianin dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pH, suhu, cahaya dan oksigen (Andika dan Anisyah, 2023).

Pigmen betasianin merupakan turunan dari pigmen betalain yang berwarna merah-violet. Pigmen ini mengandung senyawa nitrogen, bersifat larut dalam air dan memiliki aktivitas antioksidan. Pigmen ini dapat ditemukan pada akar, bunga ataupun buah. Pigmen betasianin stabil pada suhu di bawah 40°C dan pH berkisar 4-6 (Rizki, dkk., 2024; Kuncoro, 2022; Asra, dkk., 2019).

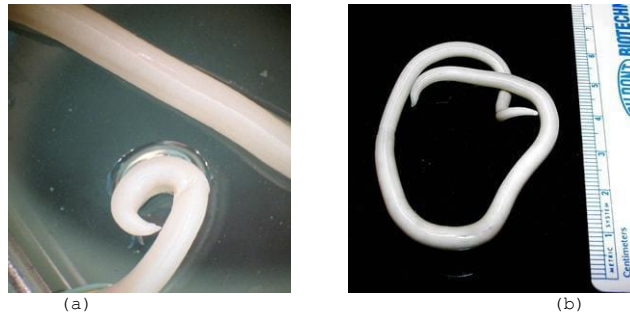
3. *Soil Transmitted Helminths* (STH)

Soil Transmitted Helminths (STH) merupakan cacing golongan nematoda usus dengan media penularan melalui tanah. Cacing golongan STH ini menggunakan manusia sebagai hospesnya. Infeksi *Soil Transmitted Helminths* (STH) dapat terjadi pada tempat yang hangat dan lembab dengan sanitasi yang buruk. Rendahnya *hygiene* perseorangan dan lingkungan, kebiasaan tidak menggunakan alas kaki saat menginjak tanah, status imun dan nutrisi yang rendah memiliki risiko tinggi terinfeksi *Soil Transmitted Helminths* (STH). Infeksi *Soil Transmitted Helminths* (STH) ini disebabkan oleh cacing gelang (*Ascaris lumbricoides*), cacing cambuk (*Trichuris trichiura*) dan cacing tambang (*hookworm*) (Sardjono, 2020; Rizki, dkk., 2024).

a. Cacing gelang (*Ascaris lumbricoides*)

Cacing *Ascaris lumbricoides* merupakan salah satu cacing dari kelas nematoda usus yang berbentuk gilig (silindris) memanjang. Cacing ini berwarna putih kekuningan atau merah muda. Cacing betina memiliki panjang 20-35 cm dengan diameter 3-6 mm, sedangkan cacing jantan memiliki panjang 15-31 cm dan diameter 2-4 mm. Untuk membedakan cacing jantan dan betina dapat dilihat dari bagian ekornya (ujung posterior). Bagian posterior cacing jantan *Ascaris lumbricoides* yang ditunjukkan pada Gambar 1 (a) memiliki ujung posterior tajam agak melengkung ke dalam seperti kait, sedangkan ujung posterior cacing betina *Ascaris lumbricoides* yang

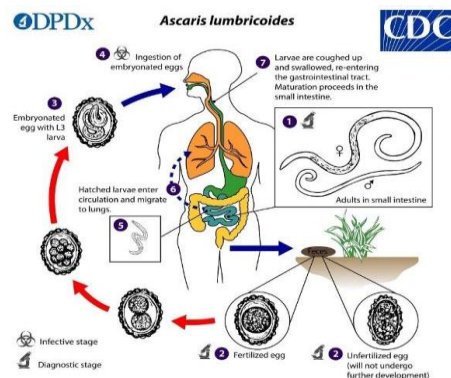
ditunjukkan pada Gambar 1 (b) tetap lurus (Ideham dan Pusarawati, 2019; Rizki, dkk., 2024).



Gambar 1. Bagian Posterior Cacing *Ascaris lumbricoides*
Sumber: CDC, 2019.

Siklus hidup cacing *Ascaris lumbricoides* yang ditunjukkan pada Gambar 2 dimulai ketika cacing *Ascaris lumbricoides* jantan dan betina stadium dewasa hidup di rongga (lumen) usus halus manusia mengalami perkawinan. Cacing *Ascaris lumbricoides* betina mampu bertelur sebanyak 100.000-200.000 butir dalam sehari dan dapat terjadi selama masa hidupnya (6-12 bulan). Telur yang dihasilkan tersebut terdiri dari telur yang dibuahi (fertil) dan tidak dibuahi (infertil). Telur-telur cacing tersebut akan dikeluarkan bersama dengan tinja. Telur infertil tidak akan mengalami perkembangan, sedangkan telur fertil akan berkembang menjadi tahap infeksi dalam 3 minggu di atas tanah yang kondisinya teduh, lembab dan gembur. Telur infeksi yang masuk ke tubuh melalui makanan yang terkontaminasi akan menetas di usus halus. Larva cacing ini kemudian menembus dinding usus halus menuju pembuluh darah dan dibawa aliran darah ke hati, jantung kanan lalu paru-paru. Diparu-paru larva akan menuju rongga alveolus kemudian ke trakea melalui bronkiolus

dan bronkus menuju faring dan menyebabkan inflamasi. Apabila pasien batuk, larva akan tertelan ke esofagus lalu kembali ke usus halus kemudian berubah menjadi cacing dewasa. Proses sejak telur menetas hingga menjadi cacing dewasa membutuhkan waktu 2-3 bulan (Ismail, 2019; Sardjono, 2020).



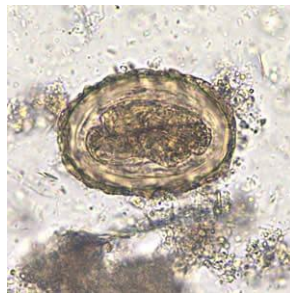
Gambar 2. Siklus Hidup Cacing *Ascaris lumbricoides*
Sumber: CDC, 2019.

Secara mikroskopis, terdapat beberapa 4 jenis telur cacing *Ascaris lumbricoides* yaitu telur infertil, fertil, infeksiif dan *decorticated*. Keempat jenis telur ini dapat dibedakan melalui bentuk, struktur dan isinya.

1) Telur fertil (telah dibuahi)

Telur fertil merupakan telur yang memiliki potensi untuk tumbuh dan berkembang menjadi larva. Telur ini berbentuk bulat atau lonjong dengan ukuran 45-75 x 35-50 μm . Telur fertil memiliki dinding yang tersusun dari 3 lapisan, yaitu lapisan albuminoid, lapisan glikogen dan lapisan viteline. Lapisan albuminoid merupakan lapisan terluar yang memiliki permukaan kasar, tidak rata dan berwarna coklat berperan untuk melindungi

telur dari benturan. Lapisan glikogen merupakan lapisan yang berada di tengah. Lapisan viteline merupakan lapisan yang terlihat tebal, transparan dan berperan sebagai pelindung embrio (Sardjono, 2020). Telur fertil *Ascaris lumbricoides* ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Telur *Ascaris lumbricoides* Fertil
Sumber: CDC, 2019.

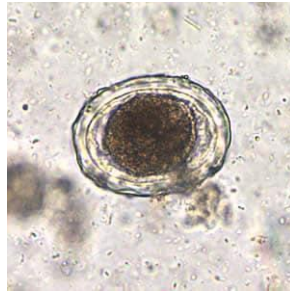
2) Telur infeksi

Telur infeksi merupakan tahap lanjutan dari telur fertil. Telur ini berisi embrio yang telah berkembang menjadi larva. Apabila telur yang berisi larva ini tertelan oleh hospes, maka siklus hidup cacing *Ascaris lumbricoides* akan dilanjutkan di tubuh hospes yang baru (Sardjono, 2020). Telur infeksi *Ascaris lumbricoides* ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Telur *Ascaris lumbricoides* Infektif
Sumber: CDC, 2019.

3) Telur *decorticated*



Gambar 5. Telur *Ascaris lumbricoides* Decorticated
Sumber: CDC, 2019.

Telur *decorticated* yang ditunjukkan pada Gambar 5 merupakan telur fertil yang kehilangan dinding lapisan terluarnya (lapisan albuminoid), sehingga dinding telur hanya tersisa 2 lapisan (lapisan glikogen dan lapisan viteline). Meskipun hanya memiliki 2 lapisan, telur ini masih bisa berkembang menjadi telur infeksi (Sardjono, 2020).

4) Telur infertil (tidak dibuahi)

Telur infertil merupakan telur yang sejak dikeluarkan oleh induknya tidak berpotensi untuk berkembang menjadi larva. Hal tersebut dikarenakan isi dari telur infertil adalah bahan amorf bukan embrio. Telur infertil memiliki ciri berbentuk lebih lonjong dan berukuran lebih besar daripada telur fertil (88-94 x 44 μm). Dinding telur infertil terdiri dari 2 lapisan yaitu lapisan albuminoid yang berwarna coklat dengan permukaan kasar dan lapisan glikogen (Sardjono, 2020). Telur infertil *Ascaris lumbricoides* ditunjukkan pada Gambar 3.

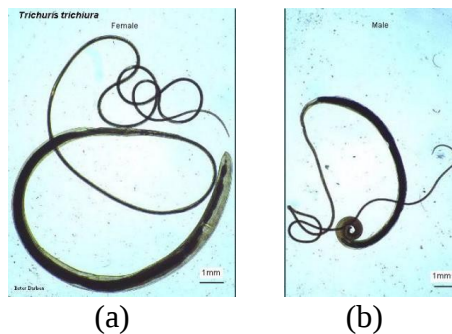


Gambar 6. Telur *Ascaris lumbricoides* Infertil
Sumber: CDC, 2019.

Infeksi cacing *Ascaris lumbricoides* dapat menimbulkan penyakit askariasis pada manusia. Gejala klinis yang ditimbulkan dari askariasis ini bergantung pada stadium parasit dan organ tempat parasit berada. Cacing *Ascaris lumbricoides* yang berada di usus halus menyebabkan gejala klinis berupa gangguan usus ringan seperti nafsu makan yang menurun, mual, diare. Penyakit askariasis yang menyerang anak-anak dapat menyebabkan gangguan absorpsi nutrisi sehingga menghambat pertumbuhan dan perkembangan anak. Tidak hanya itu, infeksi berat dapat terjadi ketika cacing *Ascaris lumbricoides* menggumpal dalam usus sehingga terjadi obstruksi usus (*ileus*) sehingga memerlukan tindakan operasi. Sementara itu, pada stadium larva cacing *Ascaris lumbricoides* yang bermigrasi ke paru dapat menimbulkan peradangan paru yang disebut *pulmonary ascariasis*. Gejala klinis dari peradangan paru tersebut berupa batuk, sesak dan batuk berdarah (*hemoptysis*) (Rahmayanti, dkk. 2022, Ismail, 2019; Sardjono, 2020).

b. Cacing cambuk (*Trichuris trichiura*)

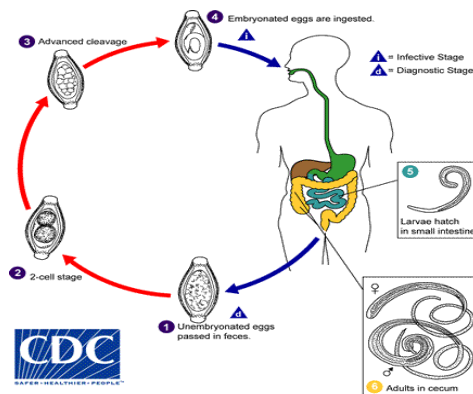
Cacing cambuk atau *Trichuris trichiura* merupakan cacing dengan morfologi bagian anteriornya langsing seperti cambuk dengan panjang tigaperlima panjang tubuh, sedangkan bagian posteriornya lebar dan seperti pegangan cambuk. Cacing dewasa *Trichuris trichiura* hidup di kolon ascendens dan sekum. Ketika melekat ke dalam usus, bagian anterior cacing yang seperti cambuk akan terbenam ke dalam mukosa usus. Cacing dewasa betina yang ditunjukkan pada Gambar 7 (a) memiliki panjang 35-50 dengan bagian posterior melengkung ke depan sehingga membentuk satu lingkaran penuh. Cacing dewasa jantan yang ditunjukkan pada Gambar 7 (b) memiliki panjang 30-45 mm dengan bagian posterior tubuhnya membulat tumpul (Ideham dan Pusarawati, 2019).



Gambar 7. Cacing Dewasa *Trichuris trichiura*
Sumber: Medical Lab, 2014.

Siklus hidup cacing *Trichuris trichiura* ditunjukkan pada Gambar 8 dimulai dari telur yang dihasilkan cacing betina akan dikeluarkan bersama dengan tinja. Dalam kondisi tanah teduh, bersuhu 25-28°C dengan tingkat kelembaban yang tinggi telur ini

dapat tumbuh subur dan akan matang dalam waktu 6 minggu. Telur yang telah matang yaitu telur yang berisi larva (bentuk infeksi). Apabila telur ini tertelan, larva telur menjadi aktif kemudian keluar melalui dinding telur, masuk ke dalam usus halus dan berkembang menjadi cacing dewasa lalu ke kolon dan sekum. Berbeda dengan cacing *Ascaris lumbricoides*, infeksi cacing *Trichuris trichiura* ini tidak mempunyai siklus paru (Ismail, 2019; Rizki, dkk., 2024).



Gambar 8. Siklus Hidup Cacing *Trichuris trichiura*
Sumber: CDC, 2019.

Telur cacing *Trichuris trichiura* yang ditunjukkan pada Gambar 9 berbentuk lonjong menyerupai tong dengan panjang 50-54 μm dan panjang 22-23 μm . Ciri khas telur cacing ini yaitu kedua ujungnya mempunyai sumbat mukoid (*mucoïd plug*) yang jernih dan menonjol. Bagian dinding luar telur berstruktur tebal berwarna coklat, sedangkan bagian dalam telur berisi massa yang tidak bersegmen (Ismail, 2019; Ideham dan Pusarawati, 2019).



Gambar 9. Telur *Trichuris trichiura*
Sumber: CDC, 2019.

Penyakit yang disebabkan oleh cacing *Trichuris trichiura* disebut dengan trikuriasis. Infeksi ringan dari cacing ini tidak memberikan gejala klinis atau bahkan tanpa gejala sama sekali (asintomatis), sedangkan infeksi berat dapat menimbulkan gejala diare menahun yang diselingi sindrom disentri, penurunan berat badan dan malnutrisi. Selain itu, infeksi berat juga dapat menyebabkan radang mukosa usus, pendarahan hingga anemia. Hal tersebut dikarenakan sifat cacing yang mampu menyebabkan mukosa rektum prolaps dan memasukkan kepalanya ke mukosa usus dan menghisap darah hospes (Rahmayanti, dkk. 2022; Ismail, 2019).

c. Cacing tambang (*hookworm*)

Cacing tambang (*hookworm*) yang menginfeksi manusia disebabkan oleh 2 spesies cacing, yaitu *Necator americanus* dan *Ancylostoma duodenale*. Cacing *Necator americanus* merupakan penyebab penyakit nekatoriasis, sedangkan cacing *Ancylostoma duodenale* merupakan penyebab penyakit ankilostomiasis. Kedua cacing ini dapat dibedakan melalui ukuran dan bentuk badannya. Cacing dewasa *Ancylostoma duodenale* memiliki ukuran yang lebih

besar daripada cacing *Necator americanus* (Ismail, 2019; Sardjono, 2020).

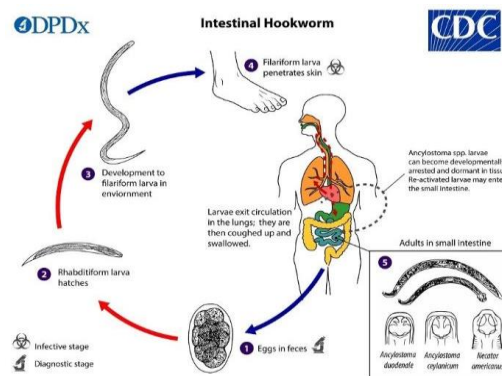


Gambar 10. Ujung Anterior Cacing Dewasa *Ancylostoma duodenale* dan *Necator americanus*
Sumber: CDC, 2019.

Cacing dewasa *Ancylostoma duodenale* betina berukuran 10-13 mm dan jantan berukuran 8-11 mm. Cacing dewasa *Necator americanus* betina berukuran 9-11 mm dan jantan berukuran 7-9 mm. Sementara itu, apabila dilihat dari bentuk badan dan rongga mulut, cacing *Ancylostoma duodenale* yang ditunjukkan pada Gambar 10 (a) memiliki bentuk badan menyerupai huruf C dengan rongga mulut memiliki 2 pasang gigi pemotong, sedangkan cacing *Necator americanus* yang ditunjukkan pada Gambar 10 (b) memiliki bentuk badan menyerupai S dengan rongga mulut terdapat *cutting plate* (benda kitin) (Ismail, 2019; Sardjono, 2020).

Cacing dewasa *Necator americanus* maupun *Ancylostoma duodenale* hidup di rongga usus halus dengan mulut yang melekat pada mukosa dinding usus. Cacing betina *Necator americanus* mampu menghasilkan telur sebanyak 5.000-10.000 butir dalam sehari, sedangkan cacing betina *Ancylostoma duodenale* mampu

menghasilkan telur sebanyak 10.000-25.000 butir dalam sehari. Telur-telur tersebut akan dikeluarkan melalui tinja (feses) dan menetas dalam 24-36 jam (Ismail, 2019).



Gambar 11. Siklus Hidup Cacing Tambang
Sumber: CDC, 2019.

Siklus hidup cacing tambang yang ditunjukkan pada Gambar 11 dimulai ketika telur yang telah menetas menjadi larva rhabditiform yang akan berkembang di atas tanah menjadi larva filariform dalam 3 hari. Larva filariform merupakan stadium infeksi cacing tambang yang dapat menembus kulit dan dapat hidup di tanah selama 7-8 hari. Infeksi cacing tambang akan terjadi apabila larva filariform menembus kulit manusia kemudian masuk ke pembuluh darah dan mengikuti aliran darah ke jantung lalu ke paru. Diparu-paru larva akan mengalami siklus paru-paru (*bronchus-trachea-esophagus*) kemudian menjadi cacing dewasa di usus halus (Ismail, 2019).

Larva filariform cacing tambang yang menembus kulit dapat menimbulkan gejala klinis berupa perubahan kulit yang disebut *ground itch*. Selain itu, cacing tambang dewasa dapat menyebabkan anemia mikrositik hipokromik dan malnutrisi akibat kekurangan zat

besi. Hal tersebut dikarenakan karakteristik cacing yang menempel pada vili-vili usus dengan menggunakan *cutting plate* (*Necator americanus*) atau giginya (*Ancylostoma duodenale*) sehingga terjadi erosi pada tempat gigitan disertai dengan keluarnya darah kapiler secara terus-menerus. Darah tersebut sebagian diserap oleh cacing dan sebagian lagi tetap merembes dalam lumen usus. Kondisi tersebut diperparah dengan kemampuan cacing tambang untuk bertahan selama bertahun-tahun di usus. Satu cacing *Necator americanus* dapat menyebabkan kehilangan darah 0,005-0,1 ml perharinya, sedangkan satu cacing *Ancylostoma duodenale* dapat menyebabkan kehilangan darah 0,08-0,34 ml perharinya (Rahmayanti, dkk. 2022; Ismail, 2019; Ideham dan Pusarawati, 2019).

Sardjono (2020) menjelaskan bahwa telur cacing *Ancylostoma duodenale* dan *Necator americanus* secara morfologis tidak dapat dibedakan sehingga sering disebut menjadi telur *hookworm*. Telur *hookworm* ini berbentuk oval dengan dinding tipis transparan dan berukuran 60 x 40 µm. Telur *hookworm* fertil berisi 2-8 sel blastula (Sardjono, 2020; Ideham dan Pusarawati, 2019). Telur *hookworm* ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Telur *Hookworm*
Sumber: CDC, 2019.

4. Pemeriksaan Feses Metode Natif (*Direct Slide*)

Diagnosis infeksi *Soil Transmitted Helminths* (STH) ditegakkan berdasarkan ditemukannya telur cacing dalam tinja (feses). Pemeriksaan feses untuk identifikasi telur cacing golongan *Soil Transmitted Helminths* (STH) dapat dilakukan dengan beberapa metode pemeriksaan yaitu metode natif (*direct slide*), metode flotasi (pengapungan), metode sedimentasi (pengendapan) dan metode Kato-Katz (Setiawan, dkk., 2022).

Salah satu metode pemeriksaan telur cacing yang menjadi *gold standard* untuk identifikasi telur cacing adalah metode natif atau sediaan langsung (*direct slide*). Metode ini sangat baik untuk mendeteksi kasus infeksi *Soil Transmitted Helminths* (STH) berat, tetapi pada infeksi ringan sulit ditemukan telur cacing. Pemeriksaan metode ini menggunakan larutan eosin 2% yang berfungsi untuk membedakan telur cacing dengan kotoran disekitarnya. Metode ini mudah dilakukan, tidak memerlukan waktu lama dan peralatan yang digunakan juga sedikit. Selain itu, metode ini juga dapat mendeteksi semua spesies telur cacing dalam feses yang diperiksa. Namun, metode ini hanya digunakan untuk

infeksi berat karena adanya telur cacing pada infeksi ringan sulit ditemukan (Rizki, dkk., 2024).

Cara kerja pemeriksaan telur cacing metode *direct slide* ini adalah dengan meneteskan satu tetes pewarna eosin 2% diatas kaca objek kemudian ambil feses dengan lidi dan diratakan dengan homogen. Selanjutnya ditutup dengan kaca penutup (*deck glass*) dan diamati dibawah mikroskop dengan perbesaran lensa objektif 40x (Devi, 2022 *cit*: Fuad, 2012).

5. Pewarna Eosin

Pewarna eosin merupakan pewarna sintetis golongan *xanthene* yang bersifat asam dan berwarna orange-merah muda. Penggunaan pewarna eosin memiliki kelemahan yaitu bersifat karsinogenik dan terdaftar sebagai karsinogen Kelas 3 dalam *International Agency for Research on Cancer* (IARC). Selain itu, limbah eosin juga memiliki sifat yang mudah terbakar tetapi tidak mudah terurai di alam (Kartini dan Angelia, 2021).

Eosin sering digunakan untuk pemeriksan mikroskopis protozoa dan telur cacing. Eosin dibuat dengan mencampurkan sebanyak 2 gram eosin *bluish* ke dalam 100 ml sodium sitrat 2,9% atau aquades. Penggunaan eosin 2% sebagai *gold standard* pemeriksaan feses untuk identifikasi telur cacing dikarenakan eosin mampu memberikan latar belakang warna merah terhadap telur cacing yang berwarna kekuning-kuningan (Setya, 2015).

6. Teknik Dasar Mikroskopis

Mikroskop adalah instrumen laboratorium yang memiliki peran penting dalam pengamatan spesimen berukuran mikroskopis atau tidak bisa dilihat secara kasat mata. Instrumen ini terdiri dari dua sistem lensa utama yaitu lensa objektif dan lensa okuler yang bekerja secara bersamaan untuk menghasilkan bayangan objek yang diperbesar. Bayangan tersebut dapat dihasilkan ketika mikroskop menerima sumber energi dalam bentuk cahaya atau elektron. Oleh karena itu, mikroskop diklasifikasikan menjadi menjadi dua kelompok besar berdasarkan perbedaan sumber energinya, yaitu mikroskop cahaya dan mikroskop elektron (Suparti, 2010; Kurniawati, 2018).

Mikroskop cahaya merupakan jenis mikroskop yang paling umum digunakan dalam laboratorium. Mikroskop ini dibagi lagi menjadi beberapa jenis (mikroskop okuler, binokuler) tetapi memiliki prinsip kerja yang sama. Prinsip kerja mikroskop cahaya adalah memanfaatkan cahaya untuk menghasilkan bayangan benda yang diperbesar dan dapat dilihat dengan jelas. Sumber cahaya dapat berasal dari cahaya sinar matahari atau cahaya lampu listrik yang telah terintegrasi dalam mikroskop. Keunggulan mikroskop cahaya terletak pada fleksibilitasnya dalam mengamati berbagai jenis spesimen, baik berupa sampel hidup yang memerlukan pengamatan langsung maupun preparat awetan yang telah melalui proses fiksasi dan pewarnaan khusus (Suparti, 2010; Kurniawati, 2018).

Mikroskop cahaya memiliki beberapa komponen yang terdiri dari komponen optik dan komponen mekanik. Komponen optik mikroskop cahaya meliputi lensa okuler, lensa objektif, lensa kondensor dan reflektor. Komponen mekanik mikroskop cahaya meliputi tabung, pegangan, meja benda, penjepit, makrometer dan mikrometer (Kurniawati, 2018).

- a. Lensa okuler adalah lensa yang terletak pada ujung mikroskop dekat dengan mata pengamat. Lensa ini berfungsi untuk memperbesar bayangan benda dari bayangan yang dibentuk oleh lensa objektif.
- b. Lensa objektif adalah lensa yang terletak pada ujung mikroskop dekat dengan objek yang diamati. Lensa ini berfungsi untuk memperbesar bayangan dari objek.
- c. Lensa kondensor berfungsi untuk memfokuskan cahaya pada objek yang diamati. Lensa kondensor dapat memperjelas objek dalam perbesaran tinggi seperti 400x dan 1000x.
- d. Diafragma adalah komponen mikroskop yang terletak di bawah meja benda dan berfungsi untuk mengatur jumlah cahaya yang dipantulkan oleh reflektor ke atas menuju objek yang diamati.
- e. Reflektor atau cermin berfungsi untuk mengumpulkan dan mengarahkan sinar pada objek yang diamati. Reflektor atau cermin pada mikroskop modern telah dimodifikasi menjadi lampu yang dapat diatur tingkat kecerahannya sebagai pengganti sumber cahaya matahari.

- f. Tabung berfungsi untuk meneruskan cahaya serta penghubung antara lensa okuler dan objektif.
- g. Lengan mikroskop berfungsi sebagai tempat untuk memegang mikroskop apabila akan dipindahkan.
- h. Makrometer berfungsi untuk mempercepat bayangan benda dengan menggerakkan tabung secara tepat dan cepat agar lensa objektif mendekati atau menjauhi objek yang diamati.
- i. Mikrometer berfungsi untuk mempertajam bayangan benda dengan menggerakkan tabung secara perlahan.
- j. Revolver berfungsi untuk mengganti lensa objektif dengan perbesaran yang diinginkan.
- k. Meja benda berfungsi sebagai tempat untuk meletakkan benda (objek) yang akan diamati.
- l. Penjepit kaca berfungsi untuk menjepit kaca objek (*object glass*) agar tidak mudah geser

Kurniawati (2018) menjelaskan bahwa teknik dasar mikroskopis merupakan keterampilan yang harus dikuasai dalam pengamatan spesimen mikroskopis. Teknik dasar mikroskopis meliputi: persiapan dan penanganan mikroskop, pembuatan perparat, teknik pengamatan, dokumentasi hasil serta keselamatan dan pemeliharaan mikroskop (Kurniawati, 2018).

a. Persiapan dan penanganan mikroskop

Sebelum melakukan pengamatan, mikroskop diletakkan di tempat yang bersih, datar, kokoh dan stabil untuk menghindari guncangan. Tempatkan mikroskop dengan jarak sekitar 5-10 cm dari tepi meja dan dekat dengan sumber energi (cahaya). Mikroskop konvensional dengan cahaya matahari sebagai sumber energi diletakkan menghadap jendela, sedangkan mikroskop modern dengan sumber cahaya lampu diletakkan dekat dengan sumber arus listrik (stopkontak). Selain itu, lensa objektif dan okuler juga harus dibersihkan menggunakan kertas tisu yang lembut atau kapas untuk menghindari goresan (Suparti, 2010).

b. Pembuatan preparat atau sediaan

Preparat atau sediaan merupakan spesimen (objek) yang diletakkan pada permukaan *object glass* dan direkatkan atau difiksasi oleh suatu zat, dengan atau tanpa pewarnaan, selanjutnya akan diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran tertentu. Preparat yang akan digunakan dengan mikroskop cahaya dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu preparat basah dan preparat awetan. Preparat basah dibuat dengan meneteskan air atau pewarna pada spesimen di atas *object glass* kemudian ditutup dengan *cover glass* secara perlahan untuk menghindari gelembung udara. Sementara itu, preparat awetan dibuat dengan proses fiksasi dan pewarnaan khusus untuk mempertahankan struktur sel dan

meningkatkan kontras. Tingkat ketebalan preparat harus dijaga agar tidak terlalu tebal sehingga mengakibatkan pengamatan terganggu (Kurniawati, 2018; Novita dan Yuliana, 2023).

c. Teknik pengamatan

Pengamatan dimulai dengan perbesaran lemah (40x-100x) untuk mendapatkan gambaran umum preparat. Pada pembesaran lemah diafragma harus ditutup rapat. Makrometer diatur untuk memperoleh fokus, kemudian dilanjutkan dengan mikrometer untuk mendapatkan fokus yang lebih tajam. Setelah objek terlihat jelas, perbesaran dapat ditingkatkan secara bertahap hingga 400x atau 1000x dengan penambahan minyak imersi pada *object glass* untuk memperjelas objek pengamatan. Pengaturan diafragma dan kondensor sangat penting untuk menghasilkan kontras yang optimal. Pada perbesaran 400x diafragma dibuka sedikit, sedangkan pada perbesaran 1000x diafragma dibuka penuh (Kurniawati, 2018).

d. Dokumentasi hasil

Hasil pengamatan mikroskopis dapat didokumentasikan melalui gambar sketsa atau foto mikroskop. Penggunaan mikrometer okuler dan objektif dapat membantu dalam pengukuran ukuran spesimen. Dokumentasi harus mencakup informasi seperti jenis preparat, metode pewarnaan, dan perbesaran yang digunakan (Kurniawati, 2018).

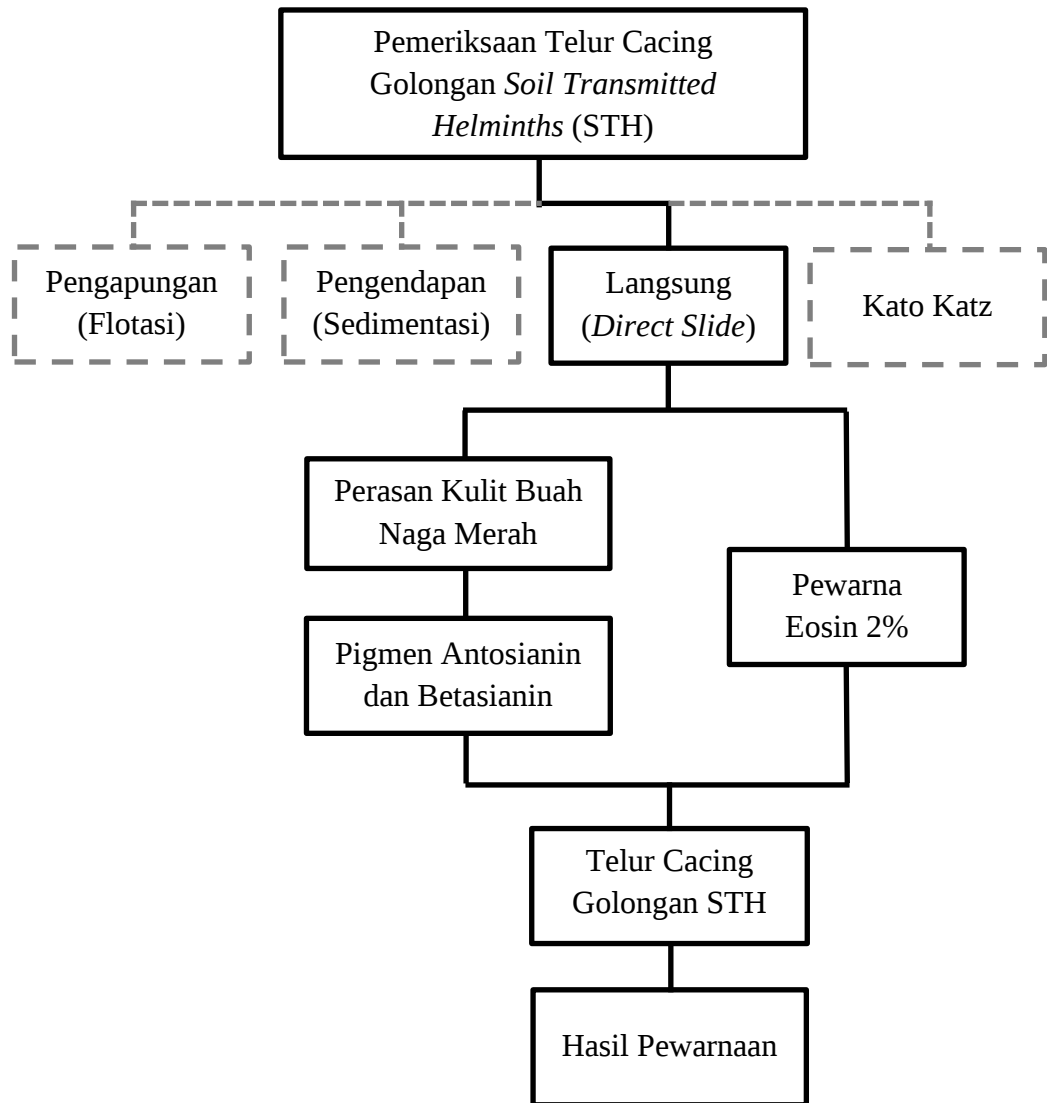
e. Keselamatan dan pemeliharaan mikroskop

Aspek keselamatan dalam penggunaan mikroskop mencakup penanganan preparat dengan hati-hati, terutama untuk spesimen patogen. Mikroskop harus dibersihkan setelah penggunaan. Lensa dibersihkan dengan kapas yang telah dibasahi dengan larutan *xylol* atau alkohol 70% untuk menghindari kontaminasi dari bakteri dan jamur. Selain itu, penyimpanan mikroskop dalam kondisi yang kering dan tertutup untuk menghindari debu (Kurniawati, 2018).

Instrumen mikroskop merupakan alat bantu yang paling penting disiapkan untuk identifikasi telur cacing golongan *Soil Transmitted Helminths* (STH) dalam tinja (feses) penderita dan tidak dapat dilihat secara langsung. Pengamatan sediaan atau preparat telur cacing golongan *Soil Transmitted Helminths* (STH) akan jelas terlihat apabila menggunakan perbesaran 400x dengan diafragma yang sedikit terbuka. Pembuatan preparat telur cacing dapat dilakukan dengan cara menyiapkan *object glass* yang telah dibersihkan kemudian dioleskan sampel feses di atas *object glass* tersebut (Dako, dkk., 2024).

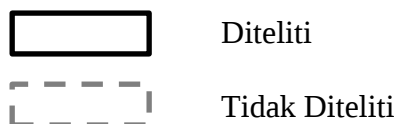
B. Kerangka Teori

Kerangka teori ditunjukkan pada Gambar 13.



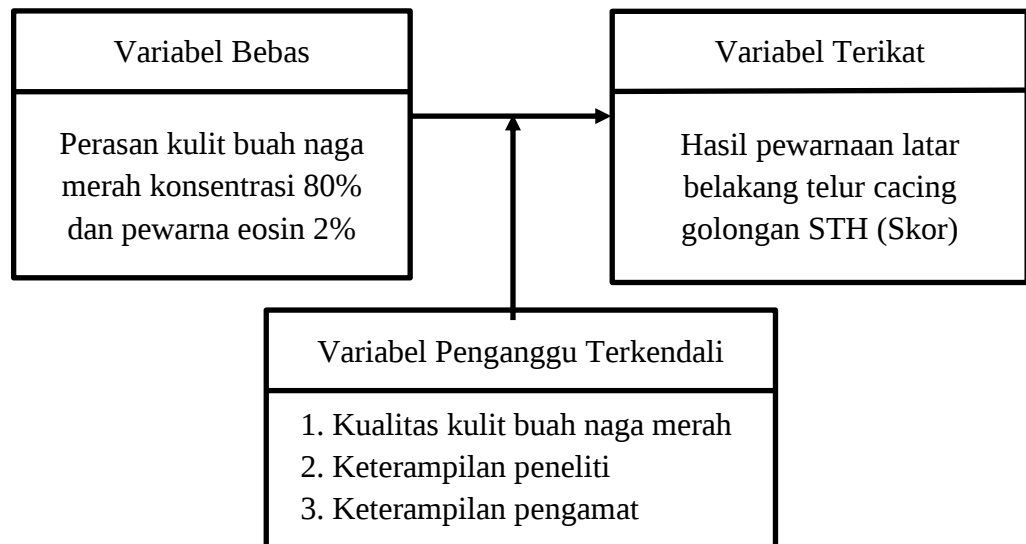
Gambar 13. Kerangka Teori

Keterangan Gambar 13:



C. Hubungan Antar Variabel

Hubungan antar variabel ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Hubungan Antar Variabel

D. Hipotesis Penelitian

Perasan kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) dapat digunakan sebagai alternatif pewarna eosin 2% pada pemeriksaan mikroskopis telur cacing *Soil Transmitted Helminths* (STH) metode *direct slide*.