

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Buah Bit (*Beta vulgaris L.*)



Gambar 1 Buah Bit (*Beta vulgaris L.*) (Putra *et al.*, 2023)

Menurut (Ananingsih *et al.*, 2015) klasifikasi Buah Bit (*Beta vulgaris L.*) sebagai sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Plantae</i> (Tumbuhan)
Subkingdom	: <i>Tracheobionta</i> (Tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi	: <i>Spermatophyta</i> (Menghasilkan biji)
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i> (Tumbuhan berbunga)
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i> (berkeping dua / dikotil)
Sub Kelas	: <i>Hamamelidae</i>
Ordo	: <i>Caryophyllales</i>
Famili	: <i>Chenopodiaceae</i>
Genus	: <i>Beta</i>
Spesies	: <i>Beta vulgaris L.</i>

Buah bit (*Beta vulgaris L.*), dalam bahasa Inggris dikenal dengan sebutan *beet* atau *beetroot*, dan dalam bahasa Mandarin disebut *jun da cai*, merupakan salah satu jenis tumbuhan yang telah dikenal sejak sebelum Masehi. Pada awalnya, bit digunakan sebagai tumbuhan obat oleh bangsa Yunani, namun seiring perkembangan zaman, bit lebih banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan (Ananingsih *et al.*, 2015). Pigmen utama dalam bit merah adalah

betalain, yang termasuk dalam kelompok antioksidan. Dibandingkan dengan antosianin maupun betakaroten, penggunaan pigmen betalain pada produk pangan masih relatif jarang (Adhe Bianggo NauE *et al.*, 2022).

Buah bit (*Beta vulgaris L*) merupakan suatu tanaman yang memiliki pembuluh dan termasuk ke dalam kelompok tumbuhan berbunga dan berbiji dua (dikotil). Tanaman ini memiliki daun tipis berbentuk lonjong dengan tepi bergelombang serta tulang daun berwarna merah. Daunnya tumbuh rapat membentuk roset di bagian atas tanah. Seluruh bagian tanaman bit, mulai dari daun, tangkai hingga buah, dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan. Meskipun demikian, buahnya merupakan bagian yang paling banyak digunakan. Umbi bit memiliki kulit dan daging yang berwarna merah hingga ungu dengan kandungan pektin yang cukup tinggi. Setiap tanaman umumnya menghasilkan satu buah, yang dapat dihasilkan setelah berumur sekitar 2,5-3 bulan sejak penanaman. (Ananingsih *et al.*, 2015).

Buah bit berpotensi dimanfaatkan, karena menghasilkan pigmen merah alami sekaligus menjadi sumber antioksidan yang cukup tinggi, yaitu 50-60 $\mu\text{mol/g}$ bobot kering. Antioksidan utama pada umbi ini dikenal dengan nama betalain, yang dibagi menjadi pigmen betasianin yang berwarna merah keunguan serta pigmen betasantin yang berwarna merah kuning jingga. Stabilitas pigmen betalain dapat dipengaruhi oleh faktor cahaya, udara, pH, dan kadar air. Pigmen ini lebih stabil pada suhu rendah ($<14^{\circ}\text{C}$), dalam kondisi gelap, serta minim oksigen. Adapun betasianin cenderung dipengaruhi oleh pH dan suhu, namun mudah rusak Ketika terkena panas, logam, maupun cahaya (Ananingsih *et al.*, 2015)

Buah bit memiliki kandungan antioksidan yang cukup tinggi, yaitu sekitar 1,98 mmol/100 gram. Tingginya aktivitas antioksidan tersebut berasal dari keberadaan senyawa bioaktif, antara lain polifenol (350-2.760 mg/kg), betasianin (840-900 mg/kg), betasantin (300-600 mg/kg), asam karbonat (50-868 mg/kg), dan karotenoid (0,44 mg/kg). Namun, penggunaan pigmen bit sebagai pewarna kurang sesuai bila dikombinasikan dengan produk *confectionary* yang difortifikasi besi maupun tembaga, sebab ion logam seperti Fe, Cu, Sn, dan Al dapat mempercepat pengoksidasian pada pigmen sehingga

warnanya memudar akibat degradasi. Selain itu, tingginya nilai aktivitas air pada produk juga dapat mempercepat terjadinya pengoksidasian (Ananingsih *et al.*, 2015).

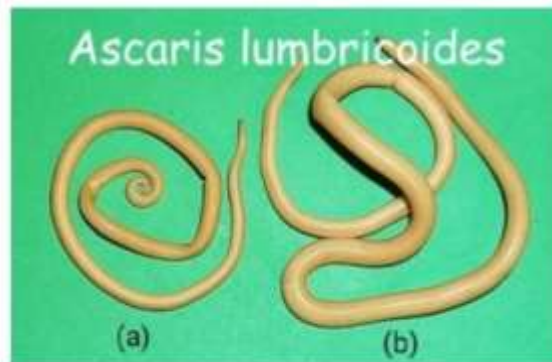
Pigmen betasianin memiliki sifat fisik dengan warna merah keunguan. Dan memiliki sifat kimia pada kelompok flavonoid yang mengikat molekul gula, sehingga bersifat polar. Pigmen ini mengandung nitrogen dan berfungsi untuk menggantikan pigmen antosianin (Silalahi *et al.*, 2022). Betasianin merupakan turunan dari betalain yang dimana memiliki manfaat kesehatan karena kandungan antioksidannya yang dapat menjaga tubuh dari efek radikal bebas serta membantu mencegah berbagai penyakit degenartif (Adhe Bianggo NauE *et al.*, 2022). Selain itu, buah bit dapat dijadikan alternatif pewarna pada metode pewarnaan Gram sebagai pengganti zat warna Safranin. Dan buah bit juga dimanfaatkan sebagai bahan cair alternatif untuk pewarnaan telur cacing STH sebagai pengganti zat warna Eosin (Nasir *et al.*, 2024).

B. *Soil Transmitted Helminth*

1. Deskripsi *Soil Transmitted Helminth*

Soil Transmitted Helminth (STH) merupakan suatu kelompok cacing parasit yang memerlukan tahap pertumbuhan di dalam tanah sebelum mencapai bentuk infeksi yang dapat menginfeksi manusia. Keberadaan cacing ini umumnya berkaitan dengan tanah yang terkontaminasi feses, terutama di daerah yang lingkungan yang kurang baik dan membiasakan buang air besar sembarangan. Kondisi tersebut meningkatkan risiko penularan penyakit kecacingan di masyarakat. Dalam siklus hidupnya, tanah berfungsi sebagai media perkembangan telur atau larva cacing hingga menjadi bentuk yang siap menginfeksi hospes berikutnya. Beberapa spesies yang termasuk dalam kelompok STH adalah *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, Hookworm, serta *Strongyloides stercoralis* (Alsakina *et al.*, 2018).

a. *Ascaris lumbricoides*



Gambar 2 Cacing dewasa *Ascaris lumbricoides*
(a) jantan (b) betina (Indriati *et al*, 2022)



Gambar 3 Telur *Ascaris lumbricoides* (a) *fertile*,
(b) *infertile*, (c) *dekortikated* (Hidayatunnafsiyah & Suprihartini, 2023)

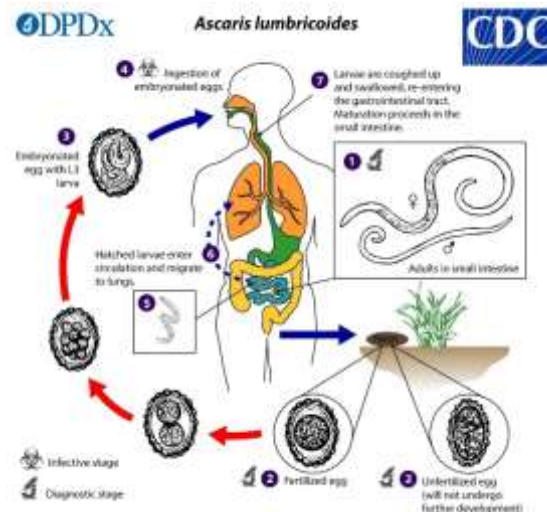
Klasifikasi *Ascaris lumbricoides* sebagai sebagai berikut:.

Filum : *Nemathelminthes*
 Kelas : *Nematoda*
 Sub Kelas : *Secernantea*
 Ordo : *Ascaridida*
 Super Famili : *Ascaridoidea*
 Genus : *Ascaridae*
 Spesies : *Ascaris lumbricoides*
 (Sumanto & Wartomo, 2016).

Ascaris lumbricoides dikenal sebagai cacing gelang. Cacing dewasa *A. lumbricoides* hidup di lumen usus, namun dapat bermigrasi menuju paru-paru dan tenggorokan (Zen *et al.*, 2024). Infeksi *Ascaris lumbricoides*

merupakan salah satu golongan penyakit kecacingan yang paling sering dijumpai. Kejadian ini biasanya berkaitan dengan rendahnya kebersihan pribadi, lingkungan yang tidak memadai, serta pada wilayah yang memanfaatkan kotoran sebagai pupuk. Cacing gelang ini tersebar secara global, terutama di kawasan tropis dan subtropis yang bercirikan kondisi yang lembap erta kondisi *higiene* dan sanitasi yang kurang baik (Arwati, 2016).

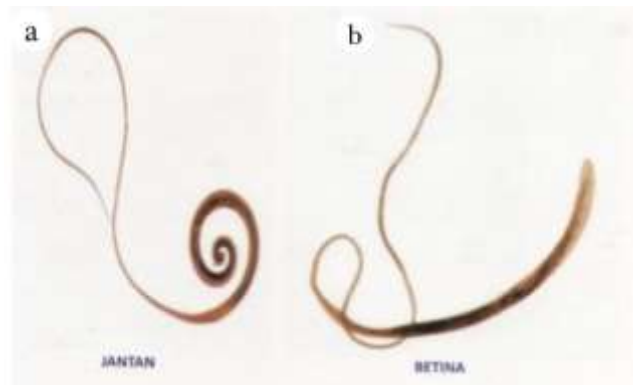
Cacing *Ascaris lumbricoides* memiliki ukuran tubuh yang besar dengan warna putih kekuningan hingga cokelat pucat. Individu jantan berukuran 10–31 cm dengan ekor melengkung dan dua struktur reproduksi berdiameter 2–4 mm, sedangkan cacing yang memiliki ukuran lebih besar dan panjang, yaitu 22–35 cm bahkan dapat mencapai 39 cm dengan diameter 3–6 mm serta memiliki ekor lurus dan cincin kopulasi. Mulut cacing memiliki atas tiga bibir, satu di bagian atas dan dua lainnya pada sisi bawah. Cacing jantan yang berukuran lebih kecil dibanding betina, dengan ujung posterior meruncing dan ekor melengkung ke bagian bawah tubuh, sementara betina berbentuk lebih bulat atau berbentuk kerucut, tubuh lebih panjang dan besar, serta ekornya lurus tanpa lengkungan. Pada feses penderita, cacing ini dapat menghasilkan empat jenis telur, yaitu telur fertil berbentuk oval berukuran $45\text{--}70 \times 35\text{--}50$ mikron dengan dinding bening, telur infertil yang lebih panjang berukuran 55–80 mikron dan muncul bila hanya ada cacing betina, telur *decorticated* yang telah mengalami pembuahan tetapi kehilangan lapisan albumin, serta telur infeksi yang berisi larva dan berperan dalam penularan (Arwati, 2016)



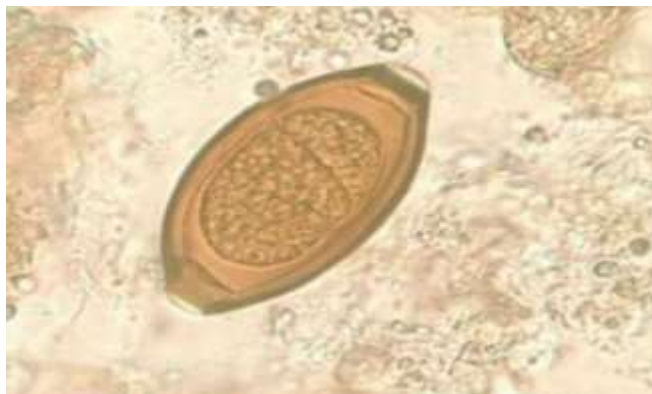
Gambar 4 Siklus Hidup *Ascaris lumbricoides* (CDC, 2019)

Telur *Ascaris lumbricoides* yang sudah mengalami pembuahan akan keluar bersama feses, setelah itu berkembang di tanah lembap pada suhu sekitar 30°C selama 20–24 hari sampai berkembang menjadi telur yang infeksi berisi larva. Jika telur infeksi tertelan manusia, dinding telur akan menetas di usus halus sehingga larva keluar, menembus trakea, lalu berpindah ke faring dan esofagus sebelum kembali ke usus halus untuk tumbuh menjadi cacing dewasa. Siklus dari telur yang infeksi tertelan hingga betina mampu memproduksi telur yang berlangsung sekitar 60 hari. Cacing betina mampu memproduksi hingga 300.000 per hari. Proses *lung migration* menggambarkan tahap perkembangan larva yang berpindah melalui aliran darah hingga mencapai paru-paru sebelum melanjutkan siklus hidupnya (Zen *et al.*, 2024).

b. *Trichuris trichiura*



Gambar 6 Cacing dewasa *Trichuris trichiura* (a) jantan
(b) betina (Bedah & Syafitri, 2019)

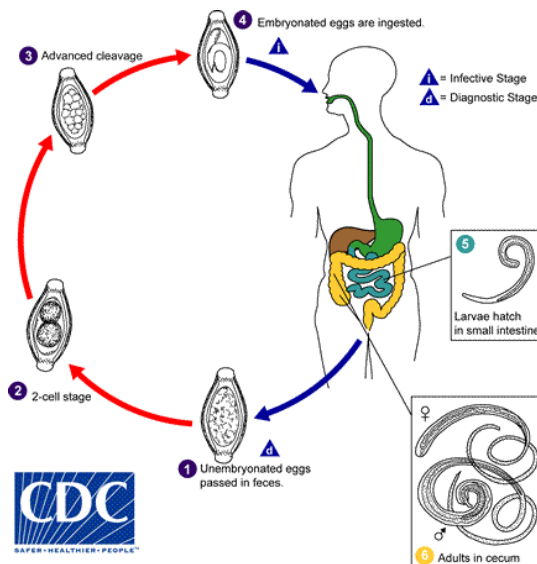


Gambar 5 Telur cacing *Trichuris trichiura*
(Bedah & Syafitri, 2019)

Klasifikasi *Trichuris trichiura* sebagai berikut:

Filum : *Nemathelminthes*
 Kelas : *Nematoda*
 Sub kelas : *Adenophorea*
 Ordo : *Epoplida*
 Super famili : *Trichinellidae*
 Famili : *Trichuridae*
 Genus : *Trichuris*
 Spesies : *Trichuris trichiura* (Sumanto & Wartomo, 2016).

Trichiuriasis adalah infeksi yang terjadi karena cacing *Trichuris trichiura*, salah satu jenis cacing dari kelompok *Soil Transmitted Helminths* (STH). Bentuk tubuhnya memiliki morfologi seperti cambuk sehingga sering disebut sebagai cacing cambuk (*whipworm*). Penyakit ini banyak ditemukan di daerah tropis dengan iklim panas dan lembap, serta hanya dapat menular antar manusia melalui jalur fekal-oral atau konsumsi makanan yang terkontaminasi tinja. Di Indonesia, prevalensi infeksi *T. trichiura* cukup tinggi, berkisar antara 60–90%. Cacing dewasa biasanya menempel pada mukosa usus penderita, khususnya di bagian usus buntu dan usus besar, dengan cara menempelkan bagian anterior (kepala) pada dinding usus, meskipun kadang juga dijumpai di apendiks maupun ileum distal. Infeksi ringan *T. trichiura* umumnya tidak bergejala atau hanya menimbulkan sindrom disentri trichuris (*Trichuris Dysentery Syndrome/DTS*) serta anemia. Pada kondisi anemia akibat infeksi ini, cacing dapat memakan sel darah, menimbulkan lesi pada usus besar, dan menyerap nutrisi dari inangnya meskipun jumlah cacing relatif sedikit (Arwati, 2016).



Gambar 7 Siklus Hidup *Trichuris trichiura* (CDC, 2024)

Telur *Trichuris trichiura* yang keluar bersama feses masih belum matang dan tidak bersifat infeksi, sehingga perlu mengalami proses pematangan di tanah selama kurang lebih 3–5 minggu hingga terbentuk telur berembrio yang dapat menularkan. Apabila telur infeksi tertelan oleh

manusia, dinding telur akan pecah di usus halus, kemudian larva menetas dan bermigrasi menuju sekum untuk tumbuh menjadi cacing dewasa. Larva biasanya bertahan di usus halus selama 3–10 hari sebelum berpindah. Waktu yang dibutuhkan dari tertelannya telur infeksi sampai menjadi cacing dewasa yang mulai bertelur mencapai 30–90 hari. Cacing dewasa *T. trichiura* mampu bertahan hidup di usus besar manusia selama beberapa tahun (Zen *et al.*, 2024).

c. *Hookworm*



Gambar 8 Cacing dewasa *Hookworm* (Lestari, 2022)



Gambar 9 Telur cacing *Hookworm* (Lestari, 2022)

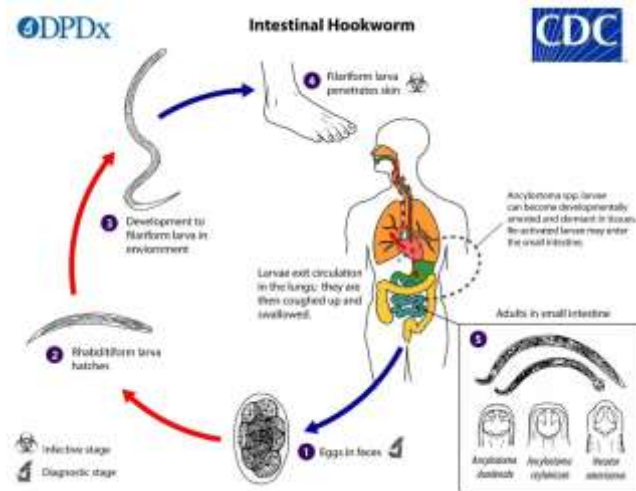
Klasifikasi *Hookworm* sebagai berikut:

Filum	: <i>Nemathelminthes</i>
Kelas	: <i>Nematoda</i>
Sub kelas	: <i>Secernantea</i>
Ordo	: <i>Strongylida</i>
Super famili	: <i>Ancylostomatoidea</i>
Famili	: <i>Ancylostomatidae</i>
Genus	: <i>Ancylostoma</i> dan <i>Necator</i>
Spesies	: <i>Ancylostoma duodenale</i> dan <i>Necator americanus</i>

(Sumanto & Wartomo, 2016).

Cacing tambang (*Hookworm*) termasuk dalam ordo *Strongylida*, yang terbagi lagi menjadi beberapa superfamili. Spesies yang menyerang manusia berasal dari kelompok ini, terutama *Ancylostoma duodenale* dan *Necator americanus*, yang keduanya menjadi penyebab utama infeksi usus. Diperkirakan sekitar 1,2 miliar orang di dunia terinfeksi cacing tambang, dan sekitar 100 juta di antaranya mengalami gejala klinis (Soegijanto, 2016). Cacing *Hookworm* dewasa umumnya menetap di usus halus, terutama pada bagian usus dua belas jari dan usus kosong. Mekanisme infeksinya dilakukan dengan cara menempel pada mukosa usus melalui struktur mulut yang bergigi, kemudian menggigit dinding usus dan mengisap darah yang keluar dari area luka tersebut (Arwati, 2016).

Cacing *Hookworm* dewasa berbentuk silindris berwarna keabu-abuan, pada betina memiliki ukuran berkisar 9–13 mm dan jantan 5–11 mm. Pada bagian posterior cacing jantan terdapat kantung yang berfungsi sebagai alat bantu saat kopulasi. Secara morfologis, *Necator americanus* memiliki bentuk menyerupai huruf S dengan rongga mulut sempit dan dilengkapi sepasang cutting plate berbentuk bulan sabit pada sisi ventral, sedangkan *Ancylostoma duodenale* berbentuk huruf C dengan rongga mulut lebih besar, dua pasang gigi ventral berbentuk runcing, serta sepasang gigi dorsal rudimenter. Telur kedua spesies ini sulit dibedakan secara mikroskopis karena memiliki bentuk oval, transparan, berukuran 40–60 μm , dan tampak serupa satu sama lain. Produksi telur harian *N. americanus* mencapai 9.000–10.000 butir, sedangkan *A. duodenale* dapat memproduksi 10.000–20.000 butir. Dalam siklus hidupnya, terdapat dua bentuk larva yaitu *rhabditiform* yang bersifat non-infektif dengan panjang sekitar 250 μm dan beresofagus pendek berbulbus, serta filariform yang merupakan stadium infektif, berbentuk lebih ramping dengan panjang $\pm 600 \mu\text{m}$ dan esofagus lebih panjang dibanding larva *rhabditiform* (Arwati, 2016).



Gambar 10 Siklus Hidup *Hookworm* (CDC, 2019)

Manusia berperan sebagai hospes definitive bagi cacing *Hookworm*. Telur cacing yang dikeluarkan bersama tinja akan berkembang di tanah pada suhu yang optimal berkisar 23-33°C dan menetas selama 24-48 jam menjadilarva *rhabditiform* yang memiliki ukuran kurang lebih 250-300 x 17µm. selanjutnya, larva tersebut mengalami perkembangan selama sekitar satu minggu hingga tumbuh menjadi larva *filariform* yang berbentuk lebih panjang dan ramping serta sifatnya yang infeksi. Larva *filariform* dapat memasuki tubuh manusia dengan menembus kulit, kemduia bermigrasi melalui pembuluh darah yang akan menuju jantung dan paru-paru. Lalu dari paru-paru, larva menembus dinding alveolus dan bergerak melalui bronkus serta trakea hingga mencapai di faring, kemudian larva tertelan kembali dan masuk ke dalam saluran pencernaan. Proses migrasi dari system pernapasan menuju saluran pencernaan berlangsung selama kuranf lebih 10 hari. Setelah berada di usus halus, larva mengalami empat kali pengelupasan kutikula sebelum bermaturasi menjadi cacing dewasa dan cacing betina. Sekitar satu bulan kemudian, cacing betina telah mampu memproduksi telur yang akan dikeluarkan ke lingkungan untuk siklus hidup selanjutnya. (Zen *et al.*, 2024).

2. Prinsip Pewarnaan dalam Mikroskopis Parasitologi

Tujuan pewarnaan adalah untuk mengamati bentuk bentuk sel agar dapat diidentifikasi dengan jelas. Selain itu, pewarnaan berperan dalam mengetahui sifat fisiologis sel, terutama respon dinding sel terhadap tahapan proses pewarnaan. Proses ini juga dilakukan untuk memudahkan pengamatan mikroorganisme di bawah mikroskop, membantu meningkatkan kejelasan morfologi sel sehingga bentuk, ukuran, serta struktur internal dan eksternal sel, memberikan karakteristik berupa fisik dan kimia yang khas melalui penggunaan zat warna, serta meningkatkan kejelasan hasil pengamatan (Widyasari & Azizah, 2024). Pewarnaan pada parasitologi berfungsi untuk mewarnai lapang pandang, mewarnai bagian telur cacing, serta membantu penyerapan zat warna dengan lebih baik. Umumnya, pemeriksaan ini dilakukan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 100x hingga 400x serta eosin 2% berfungsi sebagai pewarna pada telur cacing dengan memberikan warna merah jingga, yang membantu memperjelas morfologi telur selama pemeriksaan mikroskopis (Imaniah *et al.*, 2025).

Potensi substitusi pewarna sintetis dengan pewarna alami cukup besar karena meskipun pewarna sintetis memiliki berbagai keunggulan seperti variasi warna yang bermacam-macam, kecerahan yang tinggi, kestabilan baik, tahan terhadap kondisi lingkungan, serta mudah diperoleh dengan harga terjangkau, penggunaannya dapat memberikan efek merugikan terhadap kesehatan dan lingkungan. Sebaliknya, pewarna alami menawarkan alternatif yang lebih aman karena bersifat tidak toksik, dapat terdegradasi secara alami, dan tidak mencemari lingkungan, sehingga berpotensi menjadi pengganti yang lebih berkelanjutan bagi pewarna sintetis (Pujilestari, 2015).

Pewarna sintetis umumnya dibuat dari campuran berbagai bahan kimia. Jenis-jenis yang masih diizinkan penggunaannya antara lain *Ponceau 4R*, *Carmoisin*, *Brilliant Blue*, *Tartrazin*, dan *Allura Red*. Meskipun demikian, masih ada Sebagian pelaku usaha yang menggunakan pewarna non-pangan (*non-food grade*) demi mendapatkan warna yang lebih

menarik. Salah satu contohnya adalah Rhodamin-B, yang seharusnya digunakan sebagai pewarna tekstil dan bukan untuk makanan (Bahri *et al.*, 2018). Selain itu, eosin juga termasuk dalam kelompok pewarna sintesis. Pewarna ini memiliki kandungan dua turunan bromin, dimana yang pertama eosin kekuningan (eosin Y) dan yang kedua eosin kebiruan (eosin B), yang menghasilkan warna oranye hingga merah muda (Afrianti, 2024). Menurut Bahri *et al.* (2018) sedangkan sumber pewarna alami yang diperoleh dari sumber-sumber alami seperti tumbuh-tumbuhan dan memiliki warna yang khas serta sulit ditiru oleh pewarna kimia. Pewarna alami umumnya mudah terurai secara alami, sehingga lebih ramah lingkungan. Bagian tanaman yang sering dimanfaatkan meliputi kulit, akar, daun, batang, biji, getah, dan bunga. Beberapa contoh zat pewarna alami yang umum ditemukan di sekitar antara lain klorofil (hijau), karotenoid (kuning hingga oranye), tanin (cokelat), antosianin dan betasianin (merah keunguan).

Prinsip kerja eosin dalam pewarnaan STH didasarkan pada sifatnya sebagai zat warna asam yang berwarna merah jingga. Dalam pemeriksaan mikroskopis parasitologi, eosin 2% digunakan untuk memberikan warna pada telur cacing sehingga struktur morfologinya lebih mudah diidentifikasi melalui pengamatan mikroskopis dengan perbesaran 100x hingga 400x. pewarna ini bekerja dengan cara berikatan pada komponen jaringan atau sel yang bersifat basa, menghasilkan kontras visual yang jelas antara latar belakang dan objek yang diamati. Dengan demikian, pewarnaan menggunakan eosin membantu memperjelas lapang pandang serta mempermudah proses identifikasi telur cacing secara mikroskopis. Namun, eosin juga memiliki beberapa keterbatasan, seperti harga yang relatif mahal, sifatnya yang karsinogenik, serta ketidakmampuannya untuk mewarnai struktur tertentu secara spesifik (Imaniah *et al.*, 2025).

Prinsip kerja ekstrak buah bit dalam pewarnaan STH didasarkan pada proses pengeluaran pigmen alami betasianin dari jaringan buah bit. Pigmen ini berfungsi sebagai zat warna kontras untuk membantu memvisualisasikan telur cacing saat pemeriksaan mikroskopis feses. Proses ekstraksi dilakukan dengan menggunakan pelarut polar, seperti aquades,

pada suhu dan melepaskan pigmennya. Kelebihan penggunaan ekstrak buah bit antara lain mengandung antioksidan alami, menghasilkan warna merah yang menarik, serta mudah diperoleh dengan biaya yang relatif murah. Namun, keterbatasannya meliputi kestabilan warna yang rendah terhadap suhu dan pH dan daya simpan yang relatif singkat (Silalahi *et al.*, 2022).

Eosin merupakan pewarna buatan yang umum digunakan dalam pemeriksaan histologi karena memiliki intensitas warna tinggi, kontras jelas, serta kestabilan yang baik terhadap jaringan biologis. Pada pemeriksaan *Soil Transmitted Helminth* (STH), penggunaan eosin 2% berfungsi sebagai pewarna latar belakang preparat sehingga memberikan kontras yang lebih jelas saat pengamatan di bawah mikroskop. Eosin menghasilkan warna merah muda hingga kemerahan transparan pada latar belakang preparat, sedangkan telur cacing tampak lebih bening atau kuning kecoklatan. Perbedaan kontras tersebut membantu memperjelas morfologi telur cacing, memudahkan identifikasi struktur parasit, serta membedakan debris (sampah) feses dengan telur cacing sehingga hasil pengamatan menjadi lebih optimal. Namun, meskipun eosin memiliki tidak mudah rusak, penggunaannya dapat menghasilkan limbah berbahaya dan mudah terbakar (Salnus *et al.*, 2021). Selain itu, penggunaan eosin yang secara terus-menerus dalam jangka waktu lama dapat berpotensi bersifat karsinogenik (Jumardi *et al.*, 2023). Untuk mengurangi dampak negatif yang muncul, pengembangan pewarna alternatif yang lebih aman dan ramah lingkungan menjadi penting untuk dilakukan, salah satunya yaitu ekstrak buah bit (*Beta vulgaris L.*) yang mengandung pigmen betasianin berwarna merah keunguan dan berpotensi digunakan sebagai pengganti eosin alami. Daeli *et al.* (2018) menyatakan tentang larutan ekstrak buah bit memiliki ketahanan yang cukup baik dan tetap stabil hingga 7 hari apabila disimpan pada suhu rendah atau dingin. Meskipun demikian, berbagai penelitian menunjukkan bahwa intensitas warna ekstrak buah bit masih lebih rendah dibandingkan eosin sintesis. Fibarss-Bello *et al.* (2019) menyatakan bahwa pewarnaan jaringan menggunakan ekstrak buah bit menghasilkan warna yang cukup baik, tetapi kurang tajam dibandingkan pewarnaan

hematoksilin-eosin (H&E) standar. Hasil serupa juga ditemukan oleh Obeta *et al.* (2022), yang menyatakan pada kombinasi ekstrak buah bit dengan eosin dapat meningkatkan kualitas pewarnaan, tetapi penggantian penuh eosin belum memberikan intensitas warna yang setara. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun telah menunjukkan potensi yang baik sebagai pewarna alami, penggunaan ekstrak buah bit masih diperlukan optimasi konsentrasi dan metode ekstraksi untuk memperoleh intensitas warna yang mendekati eosin sintesis.

3. Metode Pemeriksaan Mikroskopis STH

Pemeriksaan mikroskopis infeksi STH pada umumnya dilakukan melalui analisis feses yang bertujuan mendeteksi telur, larva atau bentuk dewasa dari cacing STH. Prinsip dasar dari pemeriksaan ini meliputi pengumpulan feses segar, persiapan preparat, dan pemeriksaan di bawah mikroskop cahaya untuk identifikasi morfologi telur. Adapun beberapa teknik pemeriksaan STH sebagai berikut:

a. Metode Langsung (natif)

Metode ini menggunakan larutan NaCl fisiologis 0,9% atau eosin 2% sebagai media dalam pembuatan preparat untuk pengamatan mikroskopis. Pemakaian eosin 2% bertujuan memperjelas tampilan telur cacing dan kotoran di sekitarnya. Keunggulan utamanya terletak pada cara membuat sediaan yang sederhana, tidak membutuhkan banyak alat, mampu mengidentifikasi hampir semua jenis dan stadium parasit. Selain itu, metode ini sangat ideal digunakan sebagai tahap awal sebelum dilakukan metode konsentrasi. Metode ini juga terbukti efektif dalam mendeteksi telur cacing STH, baik pada sampel segar maupun sampel yang sudah diawetkan. Metode ini juga sederhana dan cepat untuk mendeteksi infeksi dengan intensitas yang tinggi. Namun, pada infeksi ringan, metode ini kurang optimal karena telur sering sulit ditemukan. Metode ini juga memiliki beberapa keterbatasan lainnya, yaitu ketidakmampuannya memberikan perkiraan jumlah telur secara akurat, serta kebutuhan akan jumlah sampel feses yang cukup banyak,

yang dapat menyulitkan deteksi parasit pada infeksi ringan (Zen *et al.*, 2024; Ronas Salfitra & Siagian, 2022).

b. Metode Tidak Langsung

1) Metode Sedimentasi

Metode sedimentasi menggunakan larutan yang memiliki BJ lebih rendah dibandingkan dengan parasit. Oleh sebab itu, parasit akan mengendap di bagian dasar. Metode ini memiliki dua metode, yaitu metode sedimentasi sederhana yang bekerja berdasarkan gaya gravitasi dan metode sedimentasi *Formol-Ether* yang menggunakan gaya sentrifugasi serta campuran formalin dan eter dalam prosesnya. Di laboratorium, metode sentrifugasi dikenal mampu memberikan hasil pemeriksaan yang lebih akurat, namun, untuk memperoleh hasil yang optimal dan akurat, metode ini memerlukan biaya pemeriksaan yang relative tinggi. (Regina *et al.*, 2018).

2) Metode Flotasi

Metode flotasi bisa juga disebut dengan metode apung merupakan teknik pemeriksaan kualitatif untuk mendeteksi telur cacing, yang bekerja dengan menggunakan larutan jenuh natrium klorida untuk memisahkan telur cacing dari komponen lain dari sampel. Teknik ini biasanya digunakan ketika jumlah telur cacing dalam sampel relatif sedikit. Prinsip kerjanya berdasarkan pada perbedaan BJ di antara larutan yang digunakan dan telur cacing yang dipakai. Kelebihan dari metode tersebut antara lain mampu untuk mendeteksi berbagai jenis telur cacing STH. Selain itu, metode apung menghasilkan preparat yang lebih bersih, karena Sebagian besar kotoran terpisah, sehingga memudahkan pengamatan mikroskopis. Metode ini juga dapat diterapkan pada sampel segar maupun sampel awetan. Pada infeksi yang ringan, deteksi parasit dapat dilakukan dengan metode ini (Zen *et al.*, 2024).

3) Metode Kato-Katz

Metode kato-katz merupakan teknik pemeriksaan bersifat kuantitatif yang digunakan untuk deteksi pada infeksi kecacingan.

Metode ini juga disarankan dalam pemantauan program pengobatan massal untuk pengendalian infeksi cacing (Tuti *et al.*, 2023). Metode ini terbukti efektif dalam menegakkan diagnosis nematoda usus. Keunggulan utama metode ini adalah kemampuannya menghasilkan preparat di lokasi pengambilan sampel, yang dapat disimpan di kaca objek dan didistribusikan ke laboratorium rujukan yang memiliki jarak jauh untuk pemeriksaan lebih lanjut (Zen *et al.*, 2024).

4. Peran Pewarnaan dalam Identifikasi Morfologi Telur STH

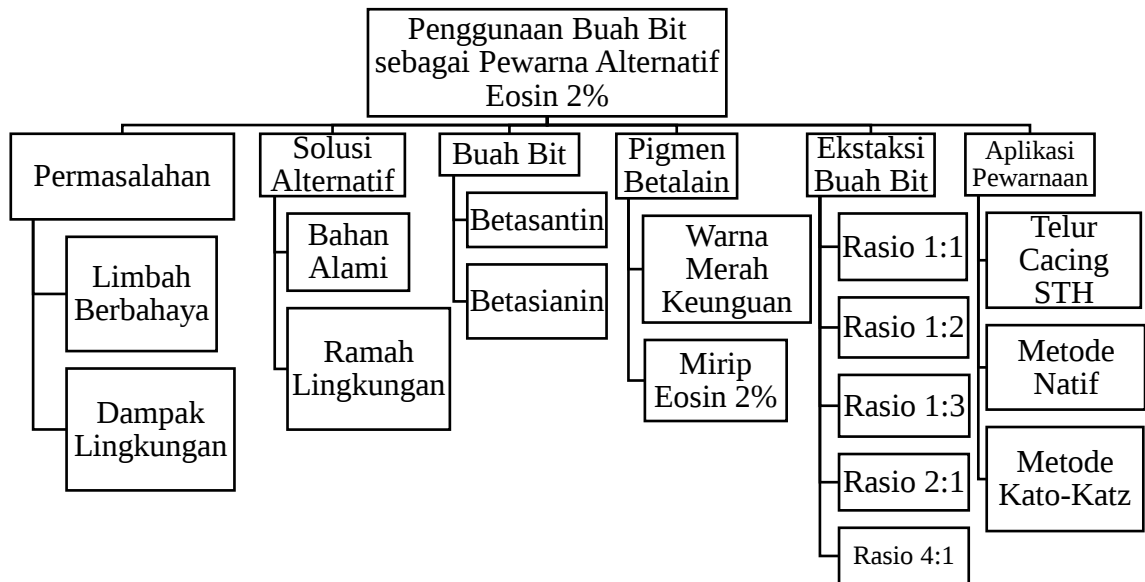
Pewarnaan memiliki peran penting dalam identifikasi morfologi telur cacing STH, karena memungkinkan pengamatan struktur halus seperti dinding telur, embrio, dan kontur yang membedakan spesies (misalnya *Ascaris lumricoides*, *Trichuris trichiura*). Dengan menggunakan pewarnaan yang tepat, telur STH yang semula mungkin berwarna agak transparan atau tersembunyi dalam suspensi feses menjadi lebih kontras terhadap latar belakang sehingga mikroskopis dapat membedakan bentuk spesifik (oval, bulat, ukuran, kutub) dan struktur dalamnya. (Kaswi *et al.*, 2025).

Secara teknis, pewarnaan membantu dalam dua aspek utama, yaitu meningkatkan kontras visual agar struktur telur menjadi lebih mudah dikenali, membantu membedakan telur STH dari partikel feses yang tidak diwarnai atau diwarnai berbeda. Selain itu, pewarnaan memudahkan analisis dalam menilai karakteristik setiap telur dalam secara cepat. Misalnya, menggunakan pewarna alami seperti ekstrak daun miana (*Plectranthus scutellaroides*) terbukti efektif memberikan kontras visual yang cukup untuk identifikasi telur STH (Samosir & Rahmah, 2025).

Dari sudut metodologi juga, pewarnaan memungkinkan pemeriksaan mikroskopis dengan interpretasi morfologi yang lebih tajam. Ini penting karena diagnosis STH masih sangat bergantung pada identifikasi telur secara langsung di feses. Meski demikian, literatur juga menekankan bahwa teknik pewarnaan harus dikombinasikan dengan metode konsentrasi atau flotasi agar sensitivitas meningkat, karena tanpa konsentrasi dan

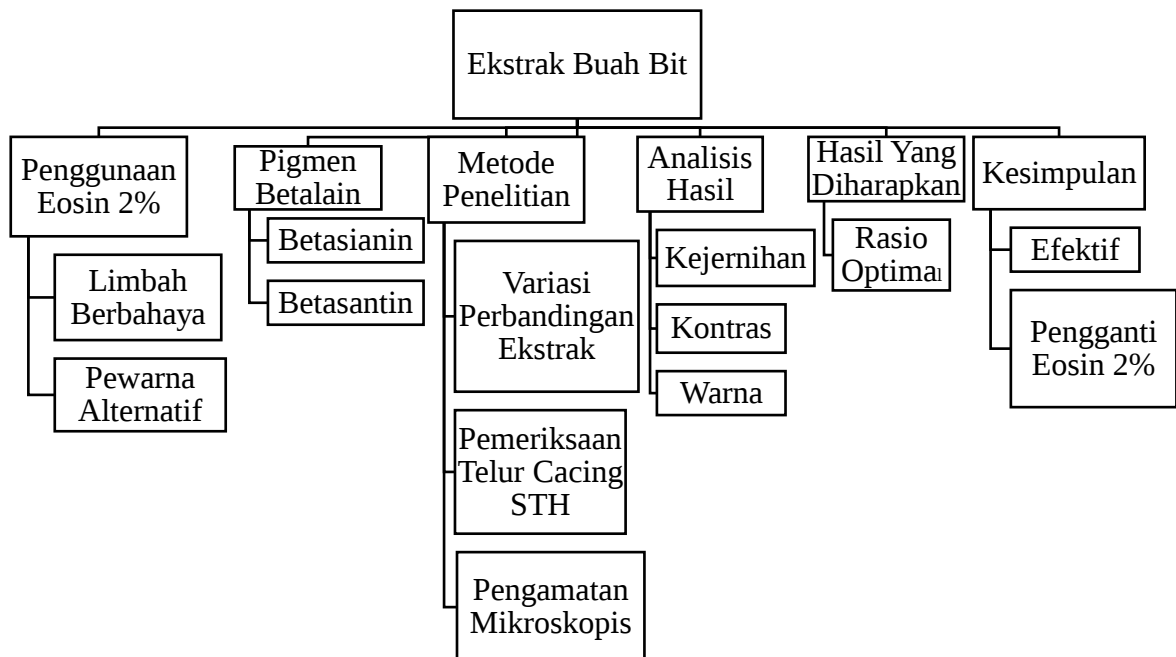
pewarnaan yang memadai, telur bisa tersembunyi di antara partikel feses (Ngwese *et al.*, 2020)

C. Kerangka Teori



Gambar 11 Kerangka Teori

D. Kerangka Konsep



Gambar 12 Kerangka Konsep