

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Nyamuk *Aedes aegypti*

Aedes aegypti merupakan spesies nyamuk yang berperan sebagai vektor utama penular virus Dengue penyebab penyakit demam berdarah melalui gigitannya. Hingga kini, nyamuk ini masih menjadi pembawa utama penyakit demam berdarah. Selain itu, *Aedes aegypti* juga dapat menularkan virus lain seperti Demam kuning (*Yellow fever*) dan Chikungunya. Penyebarannya sangat luas dan dapat ditemukan hampir di seluruh wilayah beriklim tropis di dunia (Putri, 2019).

1. Klasifikasi nyamuk *Aedes aegypti*

Klasifikasi nyamuk *Aedes aegypti* menurut (Nuh Sholeh A.Rohman, Lilis Majidah, 2018) sebagai berikut:

Kingdom : *Animalia*
Devisi : *Arthropoda*
Kelas : *Insecta*
Ordo : *Diptera*
Famili : *Culicidae*
Genus : *Aedes*
Spesies : *Aedes aegypti*

2. Morfologi nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* mengalami proses metamorfosis sempurna yang terdiri atas empat tahapan perkembangan, yaitu fase telur, larva, pupa, hingga akhirnya menjadi nyamuk dewasa.

a. Fase telur

Nyamuk betina *Aedes aegypti* dapat menghasilkan sekitar 80–100 butir telur setiap kali oviposisi. Telur yang baru dikeluarkan berwarna putih, kemudian berubah menjadi hitam dalam waktu kurang lebih 30 menit. Bentuknya lonjong dan berukuran sangat kecil, dengan panjang sekitar 0,66 mm serta berat $\pm 0,0113$ mg. Telur menyerupai torpedo dengan ujung yang meruncing. Jika diamati menggunakan mikroskop, permukaan luarnya (*exochorion*) memperlihatkan pola garis-garis yang menyerupai sarang lebah (Repelita, 2024).



Sumber: <https://share.google/images/X8z8HAi4gErX33MWI>

Gambar 1. Telur Nyamuk *Aedes aegypti*

b. Fase larva

Telur *Aedes aegypti* akan menetas menjadi larva yang mengalami empat tahap perkembangan, yaitu instar I hingga instar IV. Dalam kurun waktu sekitar 7–9 hari, larva akan berubah menjadi pupa. Tubuh larva terdiri atas tiga bagian utama, yaitu kepala, dada, dan perut. Bagian perut tersusun dari delapan segmen, di mana pada segmen kedelapan terdapat duri sisir khas yang memiliki duri samping berbeda dengan *Aedes albopictus* yang tidak memilikinya.

Larva *Aedes aegypti* juga memiliki *siphon* yang terletak di ujung perut dan berfungsi sebagai alat pernapasan. *Siphon* pada *Aedes* lebih pendek dibandingkan dengan milik *Culex*, dan hanya memiliki satu helai *siphon hair*, sedangkan *Culex* mempunyai lebih dari satu. Ukuran larva berbeda sesuai stadia perkembangannya: instar I berukuran 1–2 mm, instar II sekitar 2,5–3,9 mm, instar III 4–5 mm, dan instar IV mencapai 5–7 mm. Seiring perkembangan, bagian tubuh larva semakin jelas terlihat, terutama pada instar III dan IV.

Secara perilaku, larva bergerak aktif, sensitif terhadap cahaya maupun getaran, dan akan segera menyelam ke dasar saat mendapat rangsangan. Gerakannya ditandai dengan naik turun dari permukaan ke dasar wadah secara berulang. Larva termasuk pemakan dasar (*bottom feeder*), dengan makanan berupa alga, protozoa, bakteri, dan spora jamur. Saat bernapas, larva menempatkan *siphon* pada permukaan air dengan posisi tubuh membentuk sudut terhadap permukaan air (Yohanes, 2021).



Sumber: <https://share.google/images/0Kn7SVjVdP0hc4Zt6>

Gambar 2. Larva Nyamuk *Aedes aegypti*

c. Fase pupa

Pupa *Aedes aegypti* memiliki tubuh melengkung dengan bagian kepala-dada (*cephalothorax*) yang lebih besar dibandingkan perut, sehingga bentuknya menyerupai tanda koma. Pada segmen perut kedelapan terdapat alat pernapasan berbentuk seperti terompet (*siphon*) yang berfungsi mengambil oksigen baik dari udara maupun tumbuhan. Segmen ini juga dilengkapi sepasang alat pengayuh untuk berenang, sementara dua segmen terakhir melengkung ke arah ventral dan terdiri atas brushes serta gills. Saat beristirahat, posisi pupa biasanya sejajar dengan permukaan air. Tahap pupa relatif lebih tahan terhadap perubahan suhu maupun kondisi kimia. Pada fase ini, pupa cenderung berada di permukaan air karena memiliki alat apung di bagian toraks, bersifat tenang, dan tidak membutuhkan makanan (Soraya, 2024).



Sumber: <https://share.google/images/wZBICoVOyJsuSORHW>

Gambar 3. Pupa Nyamuk *Aedes aegypti*

d. Fase nyamuk dewasa

Nyamuk *Aedes aegypti* dewasa berukuran sedang dengan tubuh berwarna hitam kecoklatan. Tubuh dan kaki ditutupi sisik berwarna putih keperakan yang membentuk garis-garis. Pada bagian punggung (*dorsal*) terlihat dua garis melengkung vertikal di sisi kiri dan kanan, yang menjadi ciri khas spesies ini. Sisik pada tubuh nyamuk mudah terlepas, sehingga sering menyulitkan proses identifikasi terutama pada individu yang sudah tua. Warna dan ukuran nyamuk dapat bervariasi antar populasi, dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan asupan nutrisi selama tahap perkembangan. Secara umum, nyamuk jantan berukuran lebih kecil dibanding betina, serta memiliki antena dengan rambut-rambut lebat, yang dapat diamati tanpa bantuan mikroskop (Yuliana, 2022).



Sumber: <https://share.google/images/TNpiqPy2X5TsW27qm>

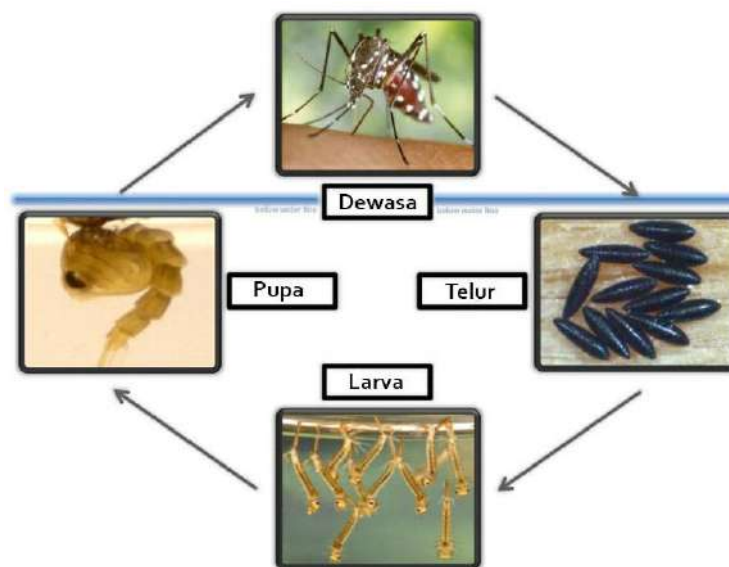
Gambar 4. Nyamuk Dewasa *Aedes aegypti*

3. Siklus hidup nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* mengalami siklus hidup dengan metamorfosis sempurna (*holometabola*) yang terdiri atas empat tahap, yaitu telur, larva, pupa, dan dewasa. Nyamuk betina biasanya meletakkan telurnya pada permukaan air dengan

menempel pada dinding wadah tempat berkembang biak. Tiga tahap awal, yakni telur, larva, dan pupa, seluruhnya berlangsung di dalam air. Telur umumnya menetas menjadi larva sekitar dua hari setelah terendam, sedangkan fase larva berlangsung antara 2–4 hari.

Proses perkembangan dari telur hingga menjadi nyamuk dewasa membutuhkan waktu sekitar 9–10 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi lingkungan fisik umumnya sangat erat kaitannya dengan karakteristik habitat vektor seperti suhu air dan derajat keasaman (pH). Suhu yang optimal untuk perkembangan larva adalah 27-30°C, dan pH yang optimal untuk perkembangan larva adalah 6-7,8 (Putri and Jana, 2018). Stadium pupa berlangsung kurang lebih dua hari pada suhu 25–27°C sebelum berubah menjadi imago. Dalam kondisi lingkungan yang optimal, siklus hidup dari telur hingga dewasa dapat terselesaikan paling cepat dalam waktu 9 hari. Umur nyamuk betina diperkirakan berkisar antara 2 hingga 3 bulan (Nurbaya, Maharani and Nugroho, 2022).



Sumber: <https://share.google/images/YUHe8MsEWjJB7dpQQ>

Gambar 5. Siklus Hidup Nyamuk *Aedes aegypti*

4. Tempat perkembangbiakan larva nyamuk *Aedes aegypti*

Larva *Aedes aegypti* dapat berkembang biak pada dua jenis habitat, yaitu buatan dan alami. Habitat buatan mencakup berbagai wadah penampung air yang dibuat manusia, seperti bak mandi, ember, vas bunga, ban bekas, atau kaleng, sedangkan habitat alami meliputi tempat-tempat yang mampu menahan air di lingkungan, misalnya ketiak daun, pelepah tanaman, tempurung kelapa, maupun lubang bambu. Perbedaan perilaku dan kemampuan adaptasi tiap spesies nyamuk memengaruhi keragaman tempat perkembangbiakannya, di mana nyamuk dengan daya adaptasi lebih luas cenderung memiliki peluang hidup yang lebih tinggi (Muhammad Saleh, Syahratul Aeni, Abdul Gafur, 2018). Dalam memilih tempat bertelur, nyamuk betina dipengaruhi oleh faktor temperatur, pH, kadar amonia, nitrat, sulfat, serta kelembapan, dan cenderung memilih tempat yang tidak terpapar sinar matahari secara langsung. Tempat perindukan ini dapat berada di dalam rumah (*indoor*) maupun di luar rumah (*outdoor*), dan populasinya meningkat pesat pada musim hujan karena kontainer-kontainer tersebut terisi air hujan sehingga memperbesar risiko penyebaran DBD (Manap Trianto, 2025).

B. Tanaman Kamboja Cenana

Tanaman kamboja cenana yang memiliki nama latin *Plumeria acuminata* merupakan tanaman berbunga yang berasal dari Amerika tropis terutama Meksiko, Amerika Tengah, dan wilayah Karibia. Spesies ini kemudian menyebar ke berbagai daerah tropis, termasuk Asia Tenggara. Di Indonesia, tanaman kamboja banyak ditemukan dan dibudidayakan terutama di Pulau Jawa dan Bali, umumnya sebagai tanaman hias, tanaman ritual keagamaan, serta peneduh di area pemakaman dan pekarangan (Wikananda *et al.*, 2024).



Sumber: <https://share.google/images/AJyytQxogAuRcd6c>

Gambar 6. Tanaman Kamboja Cenana

1. Klasifikasi tanaman kamboja cenana

Klasifikasi tanaman kamboja cenana menurut (Putra, 2019) adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*
Divisi : *Spermatophyta*
Subdivisi : *Angiospermae*
Kelas : *Dicotyledoneae*
Ordo : *Apocynales*
Famili : *Apocynaceae*
Genus : *Plumeria*
Spesies : *Plumeria acuminata*

2. Morfologi tanaman kamboja cenana

Tanaman kamboja memiliki berbagai jenis dan varietas dengan perbedaan warna, bentuk bunga, serta nama latin, namun tetap berada dalam satu famili.

Tanaman ini dapat tumbuh subur di daerah tropis maupun subtropis, dengan tinggi antara 1,5–6 meter atau bahkan lebih. Pertumbuhannya relatif cepat dan mampu menghasilkan bunga dalam jumlah banyak (Sanjaya, 2024). Berdasarkan morfologinya, kamboja dapat dibedakan menjadi beberapa bagian, yaitu:

a. Batang

Batang kamboja bersifat keras dan berkayu, berbentuk bulat memanjang dengan banyak cabang. Bekas dudukan daun terlihat jelas, berwarna kehijauan hingga keputihan. Tanaman ini tumbuh cepat, tahan terhadap hama maupun penyakit, dan dapat mencapai ketinggian lebih dari 6 meter tergantung varietasnya.

b. Daun

Daun kamboja merupakan daun tunggal dengan ukuran relatif besar, umumnya panjang 15–30 cm, berbentuk lonjong hingga lanset dengan ujung meruncing dan tepi daun rata. Daun bertekstur agak tebal dengan warna bervariasi dari hijau muda hingga hijau tua. Sebagai organ fotosintetik utama, daun memerlukan intensitas cahaya matahari yang cukup untuk menghasilkan asimilat yang selanjutnya didistribusikan ke bagian tumbuhan lain sebagai sumber energi dan pertumbuhan (Rizki, 2021).

c. Bunga

Bunga kamboja merupakan bunga majemuk yang tersusun dalam bentuk karang (*cymose*) dan umumnya muncul di ujung cabang. Mahkota bunga berbentuk terompet atau corong dengan lima helai petal yang saling menyatu di bagian pangkal. Warna bunga bervariasi, antara lain putih, kuning, merah muda, hingga kemerahan. Bunga kamboja bersifat beraroma harum, terutama pada malam hari, yang berperan menarik serangga. Proses penyerbukan pada bunga kamboja dibantu

oleh serangga, seperti ngengat dan kupu-kupu, sehingga termasuk tipe penyerbukan *entomofili*.

d. Buah dan biji

Buah kamboja berbentuk lonjong agak bulat, berwarna hijau saat muda dan berubah kehitaman ketika tua, dengan ukuran panjang 18–20 cm dan lebar 1–2 cm atau lebih. Bijinya berbentuk bulat, memiliki sayap, dan berwarna putih kusam.

e. Akar

Sistem perakaran kamboja berupa akar tunggang yang bercabang dan berwarna coklat muda hingga tua. Akar berfungsi menyerap air dan mineral dari tanah, dengan kedalaman mencapai 1,5–2 meter atau lebih tergantung kondisi pertumbuhan tanaman (Pahmi, 2022).

3. Kandungan daun kamboja sebagai larvasida alami

Daun kamboja mengandung senyawa saponin, flavonoid, tanin, dan alkaloid (Utami dan Cahyati, 2023). Saponin merupakan senyawa bioaktif yang bersifat toksik dan termasuk golongan racun kontak. Pengaruh senyawa saponin dapat menurunkan tegangan permukaan selaput mukosa traktus digestivus pada larva, sehingga bagian dindingnya menjadi korosif dan gangguan pada proses metabolisme. Selain itu, saponin dapat merusak membran kutikula hingga menyebabkan kematian pada larva.

Mekanisme kerja alkaloid dengan cara menghambat kerja enzim AChE yang mengakibatkan terjadi penumpukan asetilkolin sehingga menyebabkan kekacauan pada sistem penghantaran impuls ke sel-sel otot (Kumara, 2021). Senyawa alkaloid juga dapat mendegradasi membran sel untuk masuk ke dalam, merusak sel, mengganggu sistem kerja saraf larva. Hal ini berakibat pada larva mengalami

kekejangan secara terus menerus dan akhirnya terjadi kelumpuhan dan jika kondisi ini berlanjut terus dapat menyebabkan kematian larva. Senyawa alkaloid dapat menyebabkan perubahan warna pada tubuh larva menjadi lebih transparan dan gerakan tubuh larva yang melambat dengan adanya rangsang sentuhan dengan posisi selalu membengkokkan badan (Pahmi, 2022).

Flavonoid yang berperan sebagai inhibitor kuat pernafasan atau sebagai racun pernafasan. Mekanisme kerja senyawa ini yaitu dengan masuk ke dalam tubuh larva melalui sistem pernapasan kemudian menimbulkan kelayuan pada syaraf serta gangguan terhadap sistem pernapasan. Akibat gangguan tersebut larva tidak bisa bernapas hingga akhirnya mati (Kumara, 2021).

Senyawa tanin akan menyebabkan penurunan aktivitas enzim protease dalam mengubah asam amino. Senyawa tanin dapat mengikat enzim protease. Proses pengikatan enzim yang diikat oleh tanin menyebabkan kerja enzim tersebut akan menjadi terhambat, sehingga proses metabolisme sel dapat terganggu dan larva akan kekurangan nutrisi. Sehingga akan berakibat menghambat pertumbuhan larva dan jika proses ini berlangsung secara terus menerus maka akan berdampak pada kematian larva (Kumara, 2021).

4. Ekstrak daun kamboja

Tahapan awal pembuatan ekstrak daun Kamboja diawali dengan pengumpulan daun kamboja yang dipetik pada pagi hari untuk menjaga kestabilan kandungan senyawa aktif dan meminimalkan degradasi akibat suhu tinggi, dan daun kamboja yang digunakan adalah daun yang sudah tua namun masih sehat, ditandai dengan warna hijau tua, ukuran daun yang telah maksimal, dan tidak mengalami kerusakan. Daun diambil dari bagian tengah cabang untuk memperoleh tingkat kematangan

yang relatif seragam sehingga kandungan senyawa aktif lebih konsisten. Kemudian daun kamboja dicuci sampai bersih agar kotor-kotoran seperti debu yang menempel pada daun kamboja tersebut hilang dan dilakukan pemotongan agar memudahkan proses pengeringan dan penghalusan. Selanjutnya daun kamboja dikeringkan tanpa terkena sinar matahari langsung. Daun kamboja yang telah kering kemudian dibuat serbuk dengan cara diblender agar ukurannya menjadi lebih kecil sehingga dapat memperluas kontak dan meningkatkan daya interaksinya dengan pelarut. Ekstraksi dilakukan secara meserasi dengan pelarut aquadest. Sebanyak 100 gram serbuk daun kamboja dilarutkan dengan 700 ml aquadest kemudian diaduk, ditutup lalu disimpan di ruang gelap dilakukan maserasi selama kurang lebih tujuh hari, dan diaduk setiap hari. Setelah itu filtrat dipisahkan dari residu menggunakan kasa dan kertas saring, lalu disimpan dalam botol gelap. Maserasi dilakukan untuk sampel yang tidak tahan panas dengan cara perendaman pada pelarut tertentu selama kurun waktu tertentu. Teknik ini mempunyai beberapa kelebihan antara lain alat yang dipakai sederhana, hanya dibutuhkan benjana perendaman tetapi menghasilkan produk yang baik, selain itu dengan teknik ini zat-zat yang tidak tahan panas tidak akan rusak (Suci, 2018).

C. Larvasida

Larvasida merupakan salah satu jenis pestisida yang digunakan secara khusus untuk mengendalikan dan membunuh serangga pada fase larva. Dalam konteks kesehatan masyarakat, larvasida berperan penting dalam pengendalian vektor penyakit, khususnya nyamuk *Aedes aegypti* sebagai vektor demam berdarah dengue. Secara etimologis, istilah larvasida berasal dari kata larva yang merujuk pada fase perkembangan awal serangga dan kata sida yang bermakna pembunuh,

sehingga larvasida dapat diartikan sebagai senyawa yang berfungsi membunuh larva serangga (Lidya and Yushananta, 2024). Berdasarkan sumber dan bahan aktifnya, larvasida dikelompokkan ke dalam dua kategori utama, yaitu larvasida kimia dan larvasida nabati.

1. Larvasida kimia

Larvasida kimia merupakan larvasida yang dibuat dari bahan sintesis dan dirancang secara khusus untuk membunuh larva nyamuk. Pengendalian larva nyamuk *Aedes aegypti* secara kimia umumnya dilakukan dengan menggunakan insektisida yang diaplikasikan pada tempat perindukan nyamuk, seperti tempat penampungan air bersih. Salah satu larvasida kimia yang paling sering digunakan dalam program pengendalian vektor adalah temephos.

Temephos merupakan insektisida golongan organofosfat yang bekerja dengan menghambat aktivitas enzim asetilkolinesterase pada sistem saraf larva, sehingga menyebabkan gangguan fungsi saraf dan berujung pada kematian larva. Temephos umumnya digunakan dalam bentuk formulasi granul (*sand granules*) karena mudah diaplikasikan dan memiliki kestabilan yang baik di lingkungan perairan. Penggunaan temephos dilaporkan memiliki pengaruh residu yang relatif lama, yaitu mampu mempertahankan daya bunuh terhadap larva nyamuk hingga sekitar tiga bulan setelah aplikasi, tergantung pada kondisi lingkungan dan kualitas air.

Meskipun berpengaruh, penggunaan larvasida kimia secara terus-menerus berpotensi menimbulkan dampak negatif, seperti pencemaran lingkungan serta meningkatnya risiko resistensi larva nyamuk terhadap bahan aktif tertentu. Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengendalian larva yang lebih aman dan berkelanjutan (Widiyaningtyas *et al.*, 2025).

2. Larvasida alami

Larvasida alami merupakan larvasida yang berasal dari bahan alam, khususnya tumbuhan, yang mengandung senyawa bioaktif dengan kemampuan membunuh larva serangga. Senyawa tersebut antara lain saponin, flavonoid, tanin, dan alkaloid, yang bekerja dengan mekanisme berbeda-beda, seperti merusak dinding sel, mengganggu sistem pencernaan, atau menghambat sistem saraf larva.

Larvasida alami dianggap lebih ramah lingkungan dibandingkan larvasida kimia karena bersifat biodegradable, mudah terurai di alam, dan relatif lebih aman bagi manusia serta organisme non-target. Larvasida alami memiliki kandungan zat aktif dengan struktur senyawa yang lebih kompleks dibandingkan larvasida sintesis. Kompleksitas senyawa ini diduga dapat menurunkan risiko terjadinya resistensi pada larva nyamuk, karena larva tidak hanya terpapar satu jenis mekanisme kerja saja. Dengan berbagai keunggulan tersebut, larvasida alami berpotensi menjadi alternatif atau pelengkap larvasida kimia dalam upaya pengendalian vektor penyakit yang lebih berkelanjutan dan berbasis lingkungan (Al-Zahrani *et al.*, 2019).

D. Hasil Penelitian Terdahulu

Berdasarkan penelitian oleh (Suci, 2018) menggunakan ekstrak etanol daun kamboja sebagai larvasida terhadap larva *Aedes aegypti* dengan konsentrasi 0,04%, 0,08%, dan 0,16%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi dan semakin lama waktu paparan (1, 2, 4, 6, 24, 48, hingga 72 jam), maka jumlah kematian larva semakin meningkat secara signifikan ($p < 0,05$). Selain menyebabkan kematian, ekstrak juga menimbulkan perubahan morfologi pada larva, terutama kerusakan pada bagian antena dan abdomen. Hal ini menunjukkan

bahwa ekstrak etanol daun kamboja tidak hanya bersifat mematikan, tetapi juga merusak struktur tubuh larva.

Selain itu, penelitian oleh (Utami and Cahyati, 2023), ekstrak daun kamboja (*Plumeria acuminata*) yang digunakan dalam bentuk insektisida elektrik cair dengan variasi konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30% menunjukkan adanya peningkatan jumlah kematian nyamuk *Aedes aegypti* seiring dengan meningkatnya konsentrasi. Persentase kematian nyamuk tercatat sebesar 22,5% pada konsentrasi 5%, meningkat menjadi 51,25% pada 10%, 77,5% pada 15%, 85% pada 20%, 95% pada 25%, dan mencapai 97,5% pada konsentrasi 30%. Hasil analisis statistik menunjukkan adanya perbedaan signifikan antar kelompok perlakuan ($p < 0,05$), yang menunjukkan bahwa ekstrak daun kamboja berpengaruh sebagai insektisida terhadap nyamuk dewasa.